

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**
БУХОРО МУХАНДИСЛИК ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

САДИКОВА МУХАЁ МУРАТОВНА

**МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН КОМПОЗИЦИОН ТЕРМОРЕАКТИВ
ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАРНИНГ САМАРАЛИ ТАРКИБЛАРИНИ
ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА УЛАР АСОСИДА МАШИНАСОЗЛИК САНОАТИ
МАҚСАДЛАРИДА ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ**

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

05.02.01. - Машинасозликда материалшунослик. Қўймачилик. 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 шаҳри– 2021 йил

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)

Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Садикова Мухаё Муратовна

Модификацияланган композицион термореактив полимер материалларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқиш ва улар асосида машинасозлик саноати мақсадларида қопламалар олиш технологияси.....3

Садикова Мухаё Муратовна

Разработка эффективных составов модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и технология получения на их основе покрытий машиностроительного назначения.....19

Sadikova Mухayo Muratovna

Development of effective compositions of modified composite thermosetting polymeric materials and technology for producing coatings for machine-building purposes on their basis.....36

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works39

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4.PhD/Т.1776 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар коҳонаси ва Бухоро муҳандислик технология институтида 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 Сойибжан Содиқович
техника фанлари доктори, профессор
ЎзР ФА академиги

Халимжанов Тохир Салимович
техника фанлари номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Рискулов Алимжон Аҳмаджонович
техника фанлари доктори, профессор

Адилов Равшан Ирқинович
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот

Бухоро давлат университети

Диссертация ҳимояси И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар коҳонаси ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли илмий кенгашнинг «9» февраль 2021 йил соат 11⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўч., 7 а. Тел: (99871) 246-39-28, факс (99871) 227-12-73, e-mail: fan_va_taraqqiyyot@mail.ru, www.gupft.uz «Фан ва тараққиёт» ДУК биноси, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация «Фан ва тараққиёт» ДУК Ахборот - ресурс марказида 30- рақам билан рўйхатга олинган, диссертация билан корҳонанинг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўч., 7 а. Тел: (99871) 246-39-28, факс: (99871) 227-12-73).

Диссертация автореферати 2021 йил «28» январда тарқатилди.
(2020 йил «25» декабрдаги № 30 рақамли реестр баённомаси).

А.В. Умаров
Илмий даража берувчи илмий кенгаш
раис ўринбосари, т.ф.д., профессор

М.Э. Икромов
Илмий даража берувчи илмий кенгаш
илмий котиби, к.ф.н.

Н.Х. Галипов
Илмий даража берувчи илмий кенгаш
ҳузуридаги илмий семинар раиси, т.ф.д., к.и.х.

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.4. PhD /Т.1776 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тарақиёт» давлат унитар коҳонаси ва Бухоро муҳандислик технология институтида 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 Сойибжан Содикович
техника фанлари доктори, профессор
ЎзР ФА академиги

Халимжанов Тохир Салимович
техника фанлари номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Рискулов Алимжон Аҳмаджонович
техника фанлари доктори, профессор

Адилов Равшан Ирқинович
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот

Бухоро давлат университети

Диссертация ҳимояси И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тарақиёт» давлат унитар коҳонаси ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли илмий кенгашнинг «9» февраль 2021 йил соат 11⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўч., 7 а. Тел: (99871) 246-39-28, факс (99871) 227-12-73, e-mail: fan_va_taraqiyot@mail.ru, www.gupft.uz «Фан ва тарақиёт» ДУК биноси, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация «Фан ва тарақиёт» ДУК Ахборот - ресурс марказида 30- рақам билан рўйхатга олинган, диссертация билан корҳонанинг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўч., 7 а. Тел: (99871) 246-39-28, факс: (99871) 227-12-73).

Диссертация автореферати 2021 йил «28» январда тарқатилди.
(2020 йил «25» декабрдаги № 30 рақамли реестр баённомаси).



A.V. Umarov

А.В. Умаров

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

M.E. Ikromova

М.Э. Икратова

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

N.X. Talipov

Н.Х. Талипов

Илмий даража берувчи илмий кенгаш
ҳузуридаги илмий семинар раиси, т.ф.д., к.и.х.

КИРИШ(фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Ҳозирги кунда дунёда машинасозлик соҳасида асосий ишчи органлар металлдан тайёрланилади. Ушбу ускуналарнинг муддатидан олдин ишдан чиқишига сабаб, уларнинг антифрикцион едирилишидир. Шу сабабли машина механизмларнинг ишчи органларини едирилишини олдини олиш мақсадида антифрикцион-ейилишбардош композицион қопламалар билан қоплаш алоҳида аҳамиятга эга.

Жаҳон миқёсида антифрикцион-ейилишбардош композицион полимер материаллардан фойдаланиб, машина ва механизмларнинг ишчи органларининг самарадорлигини ошириш борасида илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, машина ва механизмларнинг хомашё билан ўзаро таъсирланишдаги ишқаланиш коэффициентининг камайиши ва юқори физик-механик хоссаларга эга бўлган, ультратовуш билан ишлов берилган материаллар ва улар асосидаги антифрикцион-ейилишбардош модификацияланган композицион терморреактив полимер қопламаларининг самарали таркибларини, яратиш долзарб ва зарурдир.

Республикамизда машинасозлик учун маҳаллий ва иккиламчи хомашёлар асосида антифрикцион-ейилишбардош полимер материаллар (АЕКПМ) олиш масалаларига алоҳида эътибор қаратилмоқда. Ўзбекистон республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг тўртинчи йўналишининг тўртинчи бандида «...илмий-тадқиқот ва инновация фаолиятини рағбатлантириш, илмий ва инновацион ютуқларни амалиётга жорий этишнинг самарали механизмлари...»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб олинган. Бу борада, маҳаллий хомашёлар ва саноат чиқиндилари асосида юқори физик-механик, триботехник ва бошқа эксплуатацион хоссаларга эга бўлган модификацияланган композицион антифрикцион-ейилишбардош терморреактив полимер материаллар ва қопламаларни яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш тўғрисида»ги Қарори, 2018 йил 25 октябрдаги ПФ-3983-сон «Ўзбекистон Республикаси кимё саноати жадал ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармони ҳамда мазкур фаолитга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПФ-4947 «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналишлари бўйича ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги фармони

иши республика фан ва технологиялари ривожланишининг VII «Кимёвий технологиялар ва нанотехнологиялар»устувор йўналишига мувофиқ амалга оширилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Қуйидаги таниқли олимлар, яъни, А. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, D. Jully, G. Akovali, Н.С. Ениколопов, С.Н. Журков, В.В. Коршак, С.А. Вольфсон, А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, Э.Ф. Олейник, Ф. Мэттьюз, Г.С. Головкин, М.А. Аскарлов, С.Ш. Рашидова, А.Х. Юсупбековлар янги композицион полимер материалларни (КПМ) яратиш бўйича ўз улушларини қўшишган бўлиб, улардан антифрикцион-ейилишбардош махсулотлар олиш бўйича эса А. Kumar, М.М. Perlman, В. Arkes, S. Geracaris, R. Goudhue, А.А. Askadski, В.А. Белый, А.Д. Яковлев, В.Г. Савкина, А.В. Струк, В.П. Соломко, Р.Г. Махкамов, С.С. Негматов, А.А. Рискулов А.С. Ибодуллоев, Г. Гулямов, Н.С. Абед ва бошқалар каби олимларнинг илмий ишлари бағишланган.

Мавжуд ишларни таҳлил қилиш асосида шуни таъкидлаш керакки, машина ва механизмларнинг ишлаши ва самарадорлигини ошириш ва пахта хомашёси билан ўзаро таъсир шароитида ишлайдиган юқори физик-механик ва антифрикцион хоссаларига эга бўлган ишчи органларининг қисмлари юзасини қоплаш масалалари етарли даражада ўрганилмаган. Бу пахта хомашёси билан ўзаро боғлиқликдаги таъсирида ишлайдиган композит полимер материаллар физик-механик ва антифрикцион-ейилишбардош хоссаларини физик усуллар билан модификацияланган, айниқса ультратовуш билан ишлов берилган ва улардан олинган қопламаларни комплекс ўрганиш билан боғлиқдир. Бу тадқиқот иши айнан шу муаммоларни ечишга бағишланган.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонаси илмий-тадқиқот ишлари режасининг ИТД-А-12-45 «Термопластик полимер ва ноорганик тўлдирувчилар асосида антифрикцион-ейилишбардош композицион материаллар олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш ва улардан пахтани қайта ишлаш комплекси ишчи органлари учун деталлар тайёрлаш» (2012-2014 йй.); ИТД-А-12-95 «Тола массаси (пахта хомашёси) билан ўзаро кристалланувчи полимерлар асосида антифрикцион-ейилишбардош нанокompозитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш» (2015-2017 йй.) мавзуларидаги амалий лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсадимодификацияланган композицион терморреактив полимер материалларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқиш ва улар асосида машинасозлик саноати мақсадларида қопламалар олиш технологиясини яратишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

антифрикцион-ейилишбардош композицион терморреактив полимер материаллар ва улардан қопламалар ишлаб чиқиш учун тадқиқот объектларини танлашни асослаш;

ультратовушли ишлов бериш режимининг композицион термореактив полимер материал ва улар асосидаги қопламаларнинг физик-механик хоссаларига таъсирини ўрганиш;

ультратовушли ишлов бериш режимлари ва технологик омилларнинг пахта хомашёси сифат кўрсаткичлари, тури, таркиби ва органоминерал тўлдирувчининг нисбати фрикцион ўзаро таъсири режимларига боғлиқ тарзда композицион термореактив полимер материал ва қопламаларнинг антифрикцион-ейилишбардош хоссалари (емирилиш интенсивлиги ва ишқаланиш коэффиценти)га таъсирини ўрганиш;

пахта тозалаш машинаси ва механизмларининг ишчи органлари учун юқори физик-механик, триботехник ва бошқа эксплуатацион хоссаларга эга бўлган композицион термореактив полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларининг самарали таркибини ишлаб чиқиш;

машинасозлик учун мўлжалланган модификацияланган композицион термореактив полимер материаллари ва улар асосида қопламалар ишлаб чиқариш технологиясини яратиш;

ишлаб чиқариш шароитида машинасозлик мақсадида яратилган модификацияланган композицион термореактив полимер материаллари ва қопламаларининг тажриба-саноат синовларини ўтказиш ва уларнинг техник-иктисодий самарадорлигини аниқлаш, пахта толаси ва механизмларининг ишчи органларидан фойдаланиш бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объектлари сифатида ЭД-16 ва ЭД-20 маркали эпоксид - смолалари, полиэтиленполиамин (ПЭПА), дибутилфтолат (ДБФ) графит, тальк, шиша толаси, волостонит, каолин ва фосфогипс танланди.

Тадқиқотнинг предмети бўлиб полимер боғловчи, органоминерал тўлдирувчи ва ультратовушли ишлов бериш усуллари, таркиби ва нисбатига боғлиқ тарзда материалларнинг физик-механик ва антифрикцион-ейилишбардош хоссаларидаги ўзгаришларнинг комплекс қонуниятларини аниқлаш ва аниқланган қонуниятлар асосида машинасозлик учун мўлжалланган модификацияланган композицион термореактив полимер материаллари улар асосида қопламалар олиш учун самарали таркиб ва технологияларни яратиш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда ИҚ-спектроскопия, рентген фаза, ЭМВ-100 БР микроскопи, O'zDST3330:2018 бўйича дискли трибометрлардан ва бошқа стандарт усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгиллиги қуйидагилардан иборат:

полимер ва органоминерал тўлдирувчи ва ультратовушли ишлов бериш режимларининг тури, таркиби ва нисбатига боғлиқ тарзда модификацияланган композицион термореактив полимер материаллари ва улар асосидаги қопламаларининг физик-механик хоссаларининг ўзгариши ўртасидаги ўзаро корреляцион боғлиқлик аниқланган;

маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида тўлдирилган композицияларни ультратовушли ишлов бериш ва антифрикцион-ейилишбардош композицион термопластик материаллар олиш самарали икки

босқичда амалга оширилиши асосланган;

органоминерал тўлдирувчиларнинг тури, таркиби ва нисбати ультратовушли ишлов бериш усуллари ва антифрикцион-ейилишбардошхоссалари бўйича технологик параметрларининг таъсири ўрганилиб, модификацияланган композицион терморреактив полимер материал ва қопламаларнинг оптимал таркиби ишлаб чиқилган;

модификацияланган антифрикцион-ейилишбардош композицион терморреактив полимер материаллари ва улар асосидаги қопламаларнинг хоссалари, машина ва механизмларнинг хомашё билан ўзаро таъсирланишдаги ишқаланиш коэффициентининг камайиши ва юқори мустаҳкамликка эгаллиги аниқланган;

машинасозликдаги машина ва механизмларининг ишчи органларида қўллаш учун органоминерал тўлдирувчи ва ультратовушли ишлов бериш билан модификацияланган композицион терморреактив полимер материаллари ва қопламалар ишлаб чиқариш учун самарали технология ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

органоминерал тўлдирувчиларнинг тури, таркиби ҳамда ультратовушли ишлов бериш усуллари нисбатига қараб физик-механик ва антифрикцион-ейилишбардошхоссалари ўзгаришларининг асосий қонуниятлари аниқланди ва модификацияланган композицион терморреактив полимер материал ва улар асосидаги қопламаларнинг бир қатор оптимал таркиби пахта тозалаш машиналари ишчи органлари қисмлари учун ишлаб чиқилган;

машинасозлик учун мўлжалланган композицион терморреактив полимер материаллари ва улар асосида қопламаларни ультратовушли ишлов бериш усули ишлаб чиқилган;

таркиби икки босқичли ультратовушли ишлов бериш йўли билан модификацияланган антифрикцион-ейилишбардош композицион терморреактив полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларни олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги қўлланилган ИҚ-спектроскопия, рентген фаза, ЭМВ-100 БР микроскопи ва бошқа замонавий физик-механик тадқиқот усуллариининг уйғунлиги билан ҳамда антифрикцион-ейилишбардошхоссаларини ўрганиш натижалари математик - статистика усулида қайта ишланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти органоминерал тўлдирувчиларнинг тури, таркиби ҳамда ультратовушли ишлов бериш олинган антифрикцион-ейилишбардош модификацияланган терморреактив полимер материалларига таъсири қонуниятини белгилашдан иборат бўлиб, пахта тозалаш машиналари ва механизмлари учун ишчи органларининг ишлаш қобилияти ва самарадорлигини оширишни таъминловчи қисмлари юзасида юқори сифатли назарий асосланган қоплама олиш имкони билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган антифрикцион-ейилишбардош композицион материаллар ва улар асосидаги

қопламаларни пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларнинг ишчи органларида қўлланилиб, уларнинг ишлаш қобилияти ва самарадорлигини ошириши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Модификацияланган композицион терморреактив полимер материалларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқиш ва улар асосида машинасозлик саноати мақсадларида қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

эпоксид смоласи асосидаги антифрикцион-ейилишбардош полимер материаллар ва улар асосидаги қопламалар Пискент пахта тозалаш заводида амалиётга жорий этилган («Узпахтасаноат» АЖнинг 2020 йил 15 декабрдаги 87-1-сон маълумотномаси). Натижада, модификацияланган композицион терморреактив полимерли материаллар билан қопланган деталлар чидамлилигини 1,7-1,8 марта ошириш, пахта толаси ва чигитнинг механик шикастини камайтириш, унумдорликни ошириш ва пахтани қайта ишлаш машиналари ва механизмларининг қувват истеъмолини камайтириш имконини берган;

ишлаб чиқилган антикоррозион ва электр ўтказувчан терморреактив эпоксид полимер материаллари ва улар асосидаги қопламалар Пискент пахта тозалаш заводида амалиётга жорий этилган («Узпахтасаноат» АЖнинг 2020 йил 15 декабрдаги 87-1-сон маълумотномаси). Натижада ишчи органлардаги қопламалар ёрдамида пахта тозалаш машина ва механизмларининг ишлаш қобилияти ва самарадорлигини ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқот натижалари 1 та республика илмий-амалий конференциялари ва 4 та халқаро конференцияларда муҳокама этилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та илмий мақола мавжуд бўлиб, улардан 6 та илмий мақола, шу жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 4 та республика ва 2 та халқаро журналлардаги мақолалар чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация иши таркиби кириш, 5 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар ҳамда иловадан иборат бўлиб умумий ҳажми 124 саҳифани ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ ҚИСМИ

Диссертациянинг **кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, мақсад ва вазифалар шакллантирилган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқот объект ва предмети аниқланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижаларини баён этилган, олинган натижаларнинг илмий-назарий ва амалий аҳамияти очиқ берилган, тадқиқот натижаларининг жорий этилиши, апробация натижалари,

диссертация бўйича чоп этилган ишлар бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Машинасозлик учун модификацияланган композицион термореактив полимер материалларнинг самарали таркибини яратиш ва улар асосида қопламаларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш соҳасида тадқиқот масаласи ва вазифаларининг ҳозирги ҳолати**» деб номланган биринчи бобида диссертация мавзуси бўйича антифрикцион-ейилишбардош модификацияланган, шу жумладан, саноатнинг пахтани қайта ишлаш соҳаси машина ва механизмлари учун ультратовушли, композицион термореактив эпоксид полимер материалларнинг самарали таркиби ва технологияларини яратиш масаласига бағишланган, илмий тадқиқотларнинг чуқур таҳлили шарҳи келтирилган.

Диссертациянинг «**Тадқиқот объекти ва уларнинг хоссаларини аниқлаш методикасини танлаш ва асослаш**» деб номланган иккинчи бобида тадқиқот объектларини танлаш, синов-тажриба тадқиқотларини ўтказиш усуллари ҳамда композицион полимер материаллар, қопламалар олиш ва уларнинг ультратовушли ишлов бериш усули шакллантирилган. Композицион полимер материалларнинг физик-механик ва антифрикцион хоссаларини ўрганиш ва аниқлаш усули амалга оширилган.

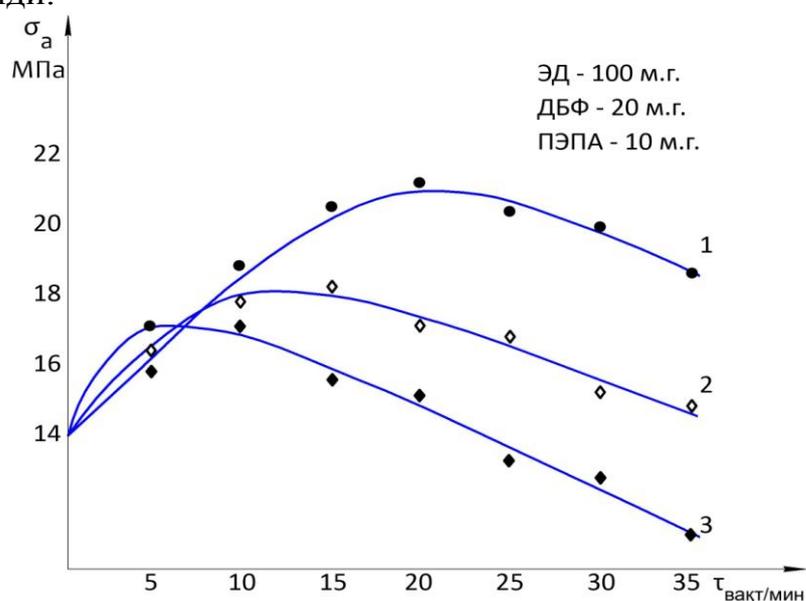
Диссертациянинг «**Физик-механик ва антифрикцион-ейилишбардош хоссаларни ўрганиш ва модификацияланган композицион термореактив полимер материаллар ва улар асосида машинасозлик мақсадида қопламалар ишлаб чиқиш**» деб номланган учинчи бобида органоминарал тўлдирувчиларнинг таъсири, тури, таркиби, технологик омиллари ва ультратовушнинг экспериментал тадқиқотлари натижаларининг пахтани қайта ишлаш машина ва механизмларининг ишчи органлари деталлари юзаларида термореактив полимер композицион материалларининг физик-механик хусусиятларига таъсири натижалари келтирилган.

Эпоксид композицияларига ишлов бериш ультратовушнинг қуйидаги қувватида: 90, 120 ва 150 Вт ва унинг таъсири давомийлиги 5 дан 45 дақиқача амалга оширилди (1-расм). Ишлов берилган эпоксид композицияларнинг адгезив мустаҳкамлиги ультратовуш таъсир кучи ва давомийлигига ҳам боғлиқ эканлиги аниқланди. 21,2 МПа юқори мустаҳкамлик 20 дақиқа таъсир вақти ва 90 Вт қувватда кузатилди. Бу каби технологик режим вақт шароити нуқтаи назаридан қулайроқ, яъни композиция кўпроқ вақт давомида ўзгармас ҳолатда бўлиши мумкин.

Экспериментал тадқиқотлар полимер қопламаларининг физик-механик хоссаларининг ультратовуш таъсири давомийлигига боғлиқлиги экстремал характерга эканлигини кўрсатди (2-расм). 2а-расмдан кўриниб турибдики, ультратовуш таъсир вақти ортиб бориши билан қопламанинг адгезион мустаҳкамлиги кескин ортади ва маълум вақтдан сўнг (киритилаётган тўлдирувчи турига қараб) максимал даражага етади. Оптимал ультратовуш таъсир вақти графит ва шиша толадан иборат композициялар учун 15-20, фосфогипс учун 18-23 ҳамда каолин ва темир куқунлари учун 25-35 дақиқани ташкил этади.

Шунингдек, шиша тола билан тўлдирилганлардан ташқари олинган барча қопламалар ультратовуш билан ишлов берилмаган қопламалардан 30-50% юқори адгезион мустаҳкамликка эга эканлиги аниқланди. Ультратовушли ишлов бериш вақтининг янада ортиши қопламанинг адгезив мустаҳкамлигининг пасайишига олиб келади.

Қопламаларнинг узилиш мустаҳкамлиги (2б-расм) ультратовуш таъсири давомийлигини ошириш билан маълум қийматга ортади ва унинг қиймати тўлдирувчигурига боғлиқ бўлади. Қопламаларнинг энг юқори узилиш кучи ультратовуш давомийлигига мос равишда 15, 22, 16 дақиқа бўлганда шиша тола ($\sigma_p=43\text{МПа}$), темир кукуни ($\sigma_p=39\text{МПа}$) ва фосфогипс ($\sigma_p=38\text{МПа}$) билан тўлдирилган композицияда кузатилади. 25 дақиқага тенг ультратовушли таъсир давомийлигидан сўнг қопламаларнинг узилиш кучи камай бошлайди.



1-расм. Эпоксид қопламаларнинг адгезив мустаҳкамлиги (σ_a) ультратовуш қувватининг турли қийматларида таъсир этиш вақти ($\tau_{э}$)га боғлиқлиги

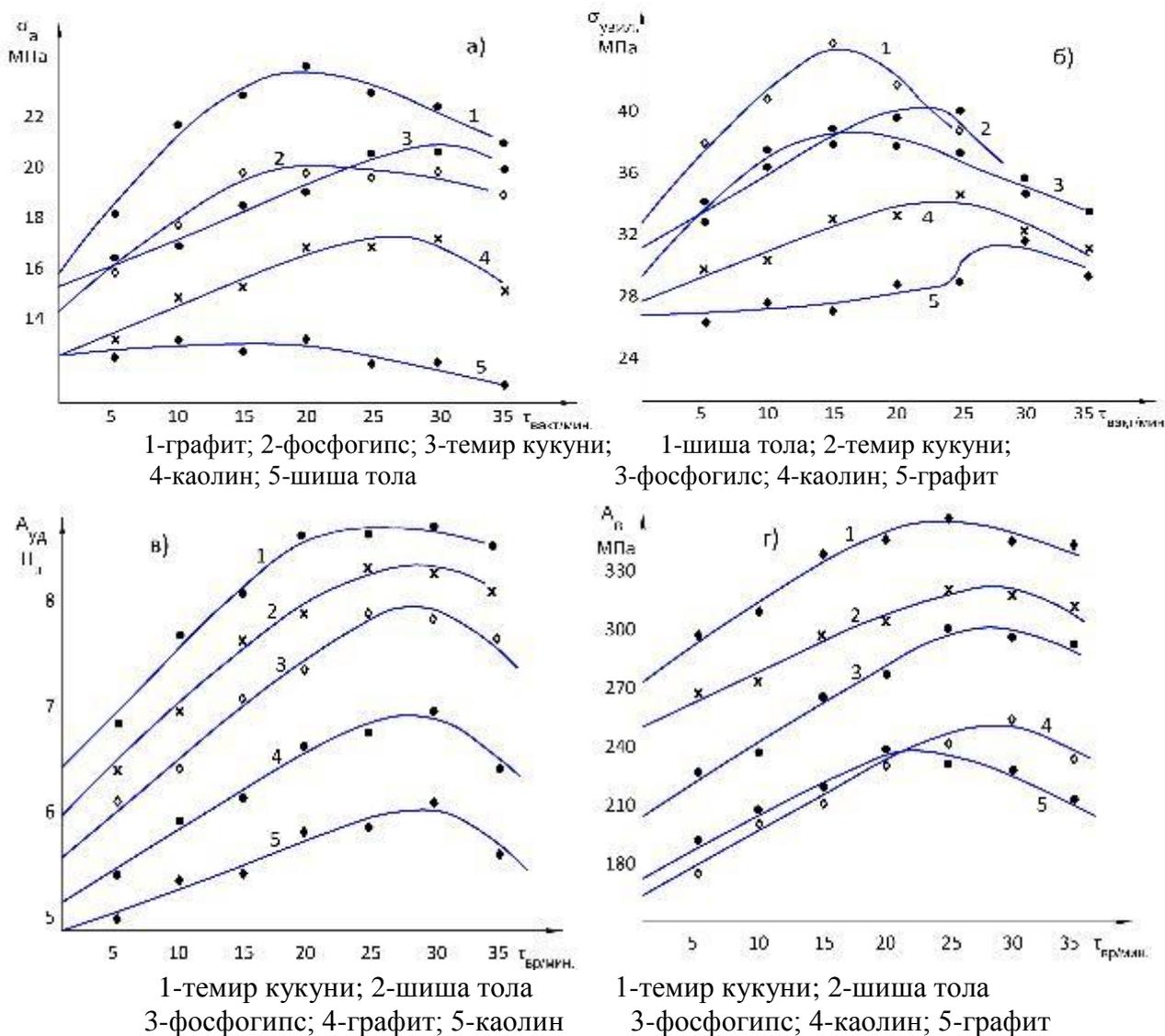
Қопламаларнинг зарбага бўлган мустаҳкамлиги (2в-расм) ультратовуш давомийлиги ортиши билан маълум қийматга ортади, сўнгра унинг камайиши кузатилади. Темир кукуни, шиша тола ва фосфогипс билан тўлдирилган композит эпоксид қопламанинг зарбага бўлган мустаҳкамлиги ошириш фақат ишлов бериш муддати 25-30 дақиқагача бўлганда ва давомийликнинг янада ошириш самарали бўлмаса ва ҳатто зарбага бўлган мустаҳкамликнинг бироз пасайиши кузатилади.

Тўлдирилган эпоксид қопламаларнинг микроқаттиқлиги ультратовуш таъсир этиш давомийлигининг 25-30 дақиқагача ошириши билан ортади (2г-расм). Темир кукуни ва фосфогипс билан тўлдирилган қопламалар мос равишда 330 ва 300 МПада энг юқори микроқаттиқликка эга. Бу 25-30 дақиқа давомида ультратовушли ишлов беришдан сўнг барча қопламалар юқори қаттиқликка эга, яъни ультратовушли қопламалар билан ишлов берилмаганларига қараганда 20-30%га кўпроқ, эканлигини таъкидлаш лозим.

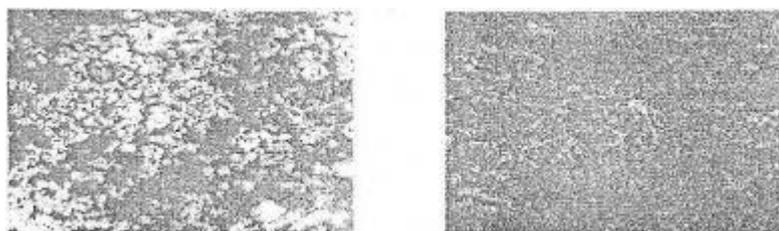
Қопламаларнинг физик-механик хоссалари ортишини ультратовушли

ишлов бериш бошида тўлдирувчи зарраларининг (темир кукуни ва фосфогипс) эпоксид слюлалари хўлланиши ортиши ҳисобига композиция ёпишқоқлиги камаяди ва тўлдирувчи ғовакларига қаттиқлашган композициялар диффузияси яхшиланади, бунинг натижасида материал ҳажмида тўлдирувчи зарраларининг меъёрдаги тақсимооти юз беради ва композицияларнинг бир хиллиги такомиллашади.

Композицион эпоксид қопламалар структурасининг микроскопик тадқиқотлари (3-расм), ультратовуш таъсири остида, композицион полимер қоплама ҳажмли структурасининг композиция ҳажмидаги тўлдирувчи зарраларининг тенг тақсимланиши ва материал ҳажмидаги ҳаво киритмалари миқдорининг камайиши, тўлдирувчи намланишининг ортиши, уларнинг тарқалиши, тўлдирувчи ва полимер боғловчилар ўртасида электр ва диффузия жараёнлари такомиллашиши ҳисобига кузатилишини кўрсатади.



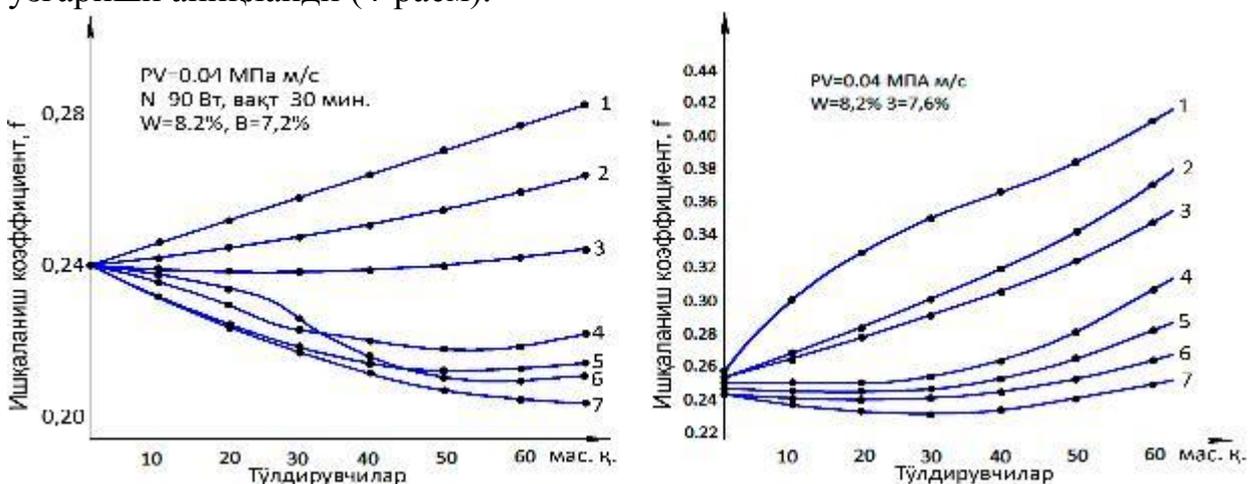
2-расм. Ультратовушли ишлов бериш давомийлигининг композицион эпоксид қопламаларнинг физик-механик хоссаларининг боғлиқлиги



3-расм. Эпоксид қопламаларнинг ультратовушли ишлов беришгача (а) ва ундан кейинги б) структураси

Ультратовуш билан ишлов бериш давомийлигининг янада ошиши турли тўлдирувчилар билан тўлдирилган эпоксид композицияларнинг емирилиш тезлиги ва ишқаланиш коэффициентининг ошишига олиб келади.

Тўлдирувчилар таркибида пахта хомашёси билан ишқаланиш вақтида эпоксид композицияларнинг триботехник хоссалари сезиларли даражада ўзгариши аниқланди (4-расм).



1-шиша толаси; 2-воллостонит; 3-пахта линти; 4-каолин; 5-талък; 6-фосфогипс; 7-графит

4-расм. Пахта хомашёси билан композицион полимер қопламаларнинг ишқаланиш коэффициентининг миқдорига ультратовуш ишлов беришдан олдин ва кейинги боғлиқлиги (ишлов бериш қуввати 90 Вт, вақти $\tau=30$ мин)

4-а расмдаги эгри чикданкўриниб турибдики, ультратовуш билан ишлов берилган эпоксид қопламаларнинг ишқаланиш коэффициенти тўлдирувчиларнинг таркибига қараб, шиша толаси, воллостонит ва пахта линтларидан ташқари, минимумдан ўтиб экстремал характерга эга бўлади.

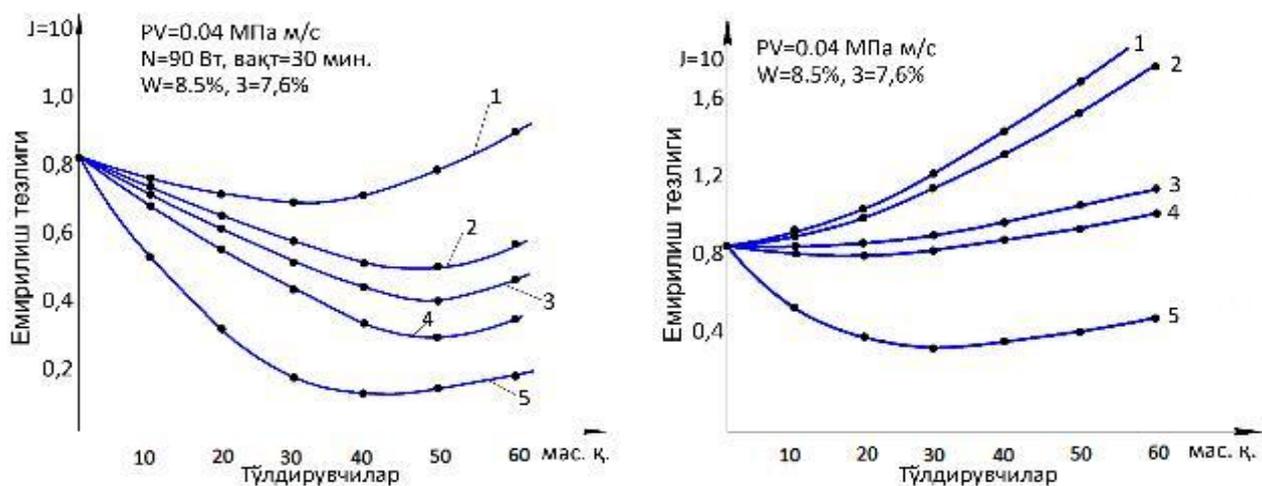
Бунда шиша толаси, воллостонит ва пахта линти таркибли қопламаларнинг ишқаланиш коэффициенти уларнинг таркиби 10 дан 60 масса қисмда, 0,225 дан 0,285, 0,272, 0,268 гача чизикли ўсиб боради.

Энг кичик ишқаланиш коэффициенти 40-50 масса қисм графит, фосфогипс, талък ва каолин билан тўлдирилган композицияларда кўринади. Бунда ишқаланиш коэффициенти 0,237, 0,222, 0,218 ва 0,205 оралиғида бўлади. Солиштириш ишлари ультратовуш билан ишлов берилмаган намуналарнинг натижалари билан олиб борилди. Бундан кўриниб турибдики, тўлдирилган полимер қопламаларнинг ультратовуш билан ишлов берилган намуналарда ишқаланиш коэффициенти ишлов берилмаганларга нисбатан 2-2,5 марта кам.

Композицион эпоксид материалларининг ультратовуш орқали ишлов берилган ва берилмаганда емирилиш жадаллигига тўлдирувчиларнинг таъсирини кўриб чиқамиз (5-расм). Кўпчилик тўлдирувчиларнинг миқдорий таркиби ортиши билан эпоксид композитларга асосланган композицион қопламаларнинг емирилиш даражаси дастлаб камаяди, кейин минимумдан ўтгандан сўнг ортиши аниқланди. Бундан ташқари, минимумнинг ҳолати ва унинг қиймати тўлдирувчининг турига боғлиқ бўлиб қолади (5-расм.)

Композицияларга графит, каолин ва фосфогипснинг киритилиши ишқаланиш коэффициентининг ўзгариши билан боғлиқ бўлган қопламалар ишдан чиқишини камайтиради. Шиша тола эпоксид композицияларнинг ишдан чиқиш тезлигини деярли бир тартибга камайтиради.

5-а расмдан кўриниб турибдики, графит, тальк, фосфогипс ва шиша толаси билан тўлдирилган ва ультратовуш билан ишлов берилган уларнинг миқдорининг ошиши билан эпоксид полимерларида емирилиш интенсивлиги экстремал характерга эга бўлиб, максимумдан ўтади.



1-графит; 2-талк; 3-каолин; 4-фосфогипс; 5-шиша тола

5-расм. Композицион эпоксид материалларининг емирилиш тезлигининг ультратовуш билан ишлов берилган (а) ва ишлов берилмаган (б) органоминерал тўлдирувчиларнинг миқдорига боғлиқлиги

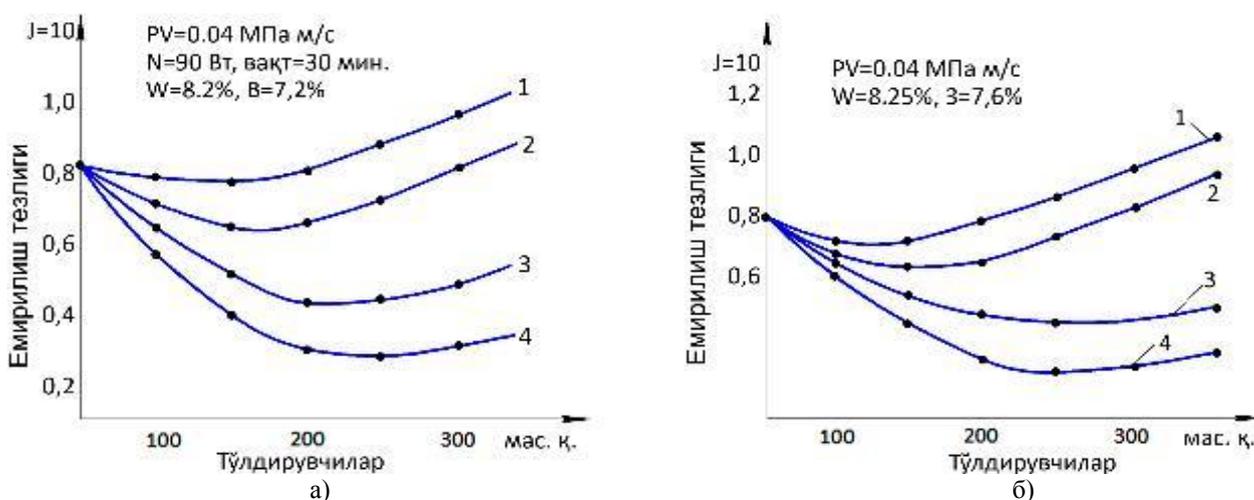
Бунда энг кўп емирилиш графит билан тўлдирилган эпоксид композициясида кўрилади. Шиша толалида энг кам емирилиш интенсивлиги намоён бўлади, яъни бир баробарга кам. 5б-расмда солиштириш ишлари академик С.С.Негматов томонидан ультратовуш билан ишлов берилмаган эпоксид композициясининг кўрсаткичлари билан олиб борилган.

Шундай қилиб, тўлдирувчилар тури ва миқдорининг ортиб бориши билан энг кам емирилиш интенсивлиги ҳамма материалларда 30-45 масса қисмда қуйидаги тартибда бўлади: шиша толаси \leq фосфогипс \leq каолин \leq тальк \leq графит. 5а ва 5б – расмлардан кўриниб турибдики, ультратовуш билан ишлов берилган намуналар 2 барабар кам емирилар экан.

6а ва 6б-расмлардан кўриниб турибдики, худди шундай ҳолат металл тўлдирувчилар (темир, мис кукуни ва уларнинг оксидлари) тўлдирилган эпоксид композицияларда қайтарилади. Емирилиш жадаллиги ва тўлдирилган эпоксид қопламаларнинг ишқаланиш коэффициенти билан ультратовушли

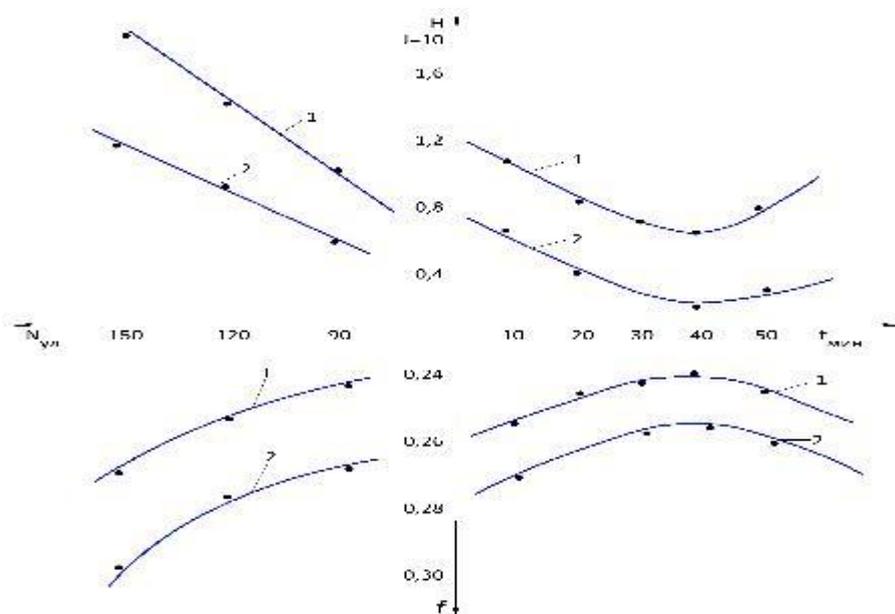
ишлов бериш режимлари орасидаги корреляцион боғлиқлик аниқланди (7-расм).

Шундай қилиб, тадқиқот натижаларининг корреляцион боғлиқлиги, шунингдек, ишқаланиш коэффиценти ультратовуш билан ишлов берилган ва композицион эпоксид қопламаларнинг емирилиш жадаллиги ва ишқаланиш коэффицентининг сезиларли даражада пасайганлигини тасдиқлайди. Ультратовуш ишлов бериш ультратовуш майдонига таъсир этиш давомийлиги терморектив композицион полимер материаллар учун айниқса самарали эканлиги аниқланди. Ультратовуш билан ишлов берилган композицион материаллар ва улар асосидаги қопламалар уларнинг физик-механик хоссаларининг яхшиланиши ҳисобига юқори антифрикцион-чидамли хоссаларга эга.



6-расм.Композицион эпоксид материалларининг емирилиш тезлигининг ультратовуш билан ишлов берилган (а) ва ишлов берилмаган (б) метал тўлдирувчиларнинг миқдориغا боғлиқлиги

Олинган натижаларга асосан композицион полимер материаллар ишлаб чиқилди. Кўрсатилган режимларда ультратовуш ишлов берилиб биз томондан ишлаб чиқилган композицион материалларнинг хоссалари 1-жадвалда берилган.



1-графит; 2-темир кукуни

7-расм. Емирилиш жадаллиги ва пахта хомашёси билан композицион эпоксид қопламаларнинг ишқаланиш коэффиценти ва ультратовушли ишлов бериш усуллари ўртасидаги корреляцион боғлиқлик

Диссертациянинг «Модификацияланган машинасозлик композицион терморезистив полимер материаллари ва улар асосида қопламаларни олиш технологияларини ишлаб чиқиш» деб номланган тўртинчи бобда композицион терморезистив полимер материаллари ва улар асосида ультратовуш майдонида модификацияланган қопламаларни ишлаб чиқариш технологиясини яратиш соҳасидаги тадқиқот натижалари келтирилган. Тадқиқот натижалари полимер таркиби термо-ультратовушли ишлов бериш вақтинчалик эмаслиги, балки узок муддатли омил ва қопламалар фаолиятини ва самарадорлигини оширишлигини кўрсатди.

1-жадвал

Ультратовушли ишлов берилган композицион эпоксид қопламаларнинг хоссалари

Қоплама материаллари	f	$J \cdot 10^{-10}$	Нм, МПа	σ_w , МПа
АЭК-1УЗ	0,20	0,56	183	25
АЭК-2УЗ	0,21	0,63	194	29
ИЭК-1УЗ	0,26	0,34	216	27
ИЭК-2УЗ	0,30	0,15	240	34
ИЭК-3УЗ	0,28	0,09	237	30
ИЭК-4УЗ	0,27	0,21	276	32
ИЭК-5УЗ	0,26	0,28	241	36
ИЭК-6УЗ	0,28	0,13	236	28
АИЭК-1УЗ	0,20	0,33	261	32
АИЭК-2УЗ	0,21	0,40	246	33

Эслатма: А - антифрикцион; И –емирилишбардошли; ЭК - эпоксид композиция; УЗ – ультратовуш ишлов бериш

Шу муносабат билан биз илгари эпоксид олигомер ва органоминарал тўлдирувчилар асосида қопламаларнинг композицион антифрикцион-

ейилишбардош хоссаларига термо-ультратовушли ишлов беришнинг таъсирини ўрганиб чиқдик. Композициялар пўлат қолипларда қуйиш йўли билан олинди. Ишлов берилгандан сўнг полимер қатламининг қалинлиги 1 мм. га етказилди. СНВС-4534 электр шкафи ва Ц-24 термостатида иссиқлик билан ишлов берилди. Намуналарга композицион антифрикцион-ейилишбардош терморреактив эпоксид композицион қопламалар билан термо-ультратовуш ишлов бериш қуйидаги шароитларда амалга оширилди: эпоксид композициялар билан қопланган намуналар ҳавода 48 соат давомида 20-25°Сда ёки 5 соат давомида термошкафта 100°Сда сақланди. Намунани иситиш тезлиги 1,5°С/мин ва совутиш тезлиги 0,5°С/мин.ни ташкил этди; тўлдирилган композит терморреактив полимерлар ультратовуш ишлов бериш қуйидагича амалга оширилди. Композит терморреактив полимер қопламаларини ультратовушли ишлов бериш учун юқорида таъкидланганидек, 1 Мгц гача частотали ва 4 Вт/см² гача максимал акустик интенсивликдаги тебранишларни кўзгатиш имконини берувчи ўрнатма танланди. Маълумки, бу қувват оралиғида ультратовушнинг механокимёвий таъсири кучаяди ва турли кимёвий реакциялар жадаллашади.

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, полимер композицияларини ультратовушли майдонда олдиндан қайта ишлаш йўли билан терморреактив полимер ва композицион полимер қопламалар олиш учун ишлаб чиқилган усул икки босқичда олиб бориш тўлдирилган композициялардан қопламалар олишда қўлланилади. Юқорида таъкидланганидек, биринчи босқичда полимер боғловчи, пластификатор ва тўлдирувчилар аралашмаси тайёрланиб, 900-1200°С га қиздирилади, шундан сўнг аралашма хона ҳароратигача совитилади. Сўнгра унга қотирувчи агент киритилади ва тайёр композиция термостатда полимер тўлдирувчисининг тури ва таркибига қараб 300-1200 с давомида ультратовушли ишлов берилади.

Эпоксид ва органоминарал тўлдирувчилар ва улар асосидаги антифрикцион-ейилишбардош композицион полимерлар қопламаларни шу боғловчилар асосида олиш технологик жараёни 8-расмда кўрсатилган ишлаб чиқилган технологик линияда олиб борилди.

Диссертациянинг «**Машинасозлик мақсади асосида ишлаб чиқилган модификацияланган композицион терморреактив полимер материал ва улар асосидаги қопламаларни олиш технологияларининг амалий ва иқтисодий жиҳатлари**» деб номланган бешинчи бобида ишлаб чиқилган модифирланган терморреактив полимер материал ва улар асосида қопламалар стенд ва тажриба-саноат синовлари соҳасидаги тадқиқот натижаларини тақдим этиш, шунингдек, уларнинг қўллаш техник ва иқтисодий самарадорлиги ёритилган. Ультратовушли модифирланган ишлаб чиқилган антифрикцион-ейилишбардош композицион эпоксид қопламаларнинг самарадорлигини баҳолаш учун лаборатория қурилмаларда текширувдан ўтказилди ва пахта тозалаш заводларида синовдан ўтказилди.

тозаловчилар чигитни 8-10% кам зарарлайди ва толасидаги нуқсонларнинг масса улушини 0,30-0,40% гача камайтиради, деб топилди. Бундан ташқари, синовлар ультратовуш билан ишлов берилган қопламали секторлар тармоқларининг хизмат муддати ультратовуш билан ишлов берилмаган қопламага нисбатан 1,5-2,0 баробар юқори эканлигини кўрсатди. Шу билан бирга секторларнинг мустаҳкамлигини баҳолаш мезони ҳар бир сменанинг боши ва охирида визуал текшириш йўли билан қайд этилган бир секторда 5 тадан ортиқ тишларнинг бузилиши ёки тўлиқ деформацияланиши сифатида қабул қилинган. Арра ва колосниклар мустаҳкамлиги ортиши туфайли машина таъмирлаш харажатлари мос равишда 40-50% га камайтирилди. Натижада барабанли арраларни алмаштириш учун меҳнат ва моддий харажатлар камайтирилди, бу эса машиналарнинг емирилишини камайтириш имконини беради.

Иш натижалари Пискент пахта тозалаш заводида йирик чиқиндидан пахта хомашёсини тозалаш заводларида, аррали барабан ва панжара сиртидаги юпқа қатламли полимер қопламалар ҳамда пневматик транспорт мухитларида синовдан ўтказилди.

Бу тозаловчилар ишчи органлари бўйича эпоксид олигомерларга асосланган КПКҚ масса улуши ва чиқиндиларни 0,3-0,4%га, уруғларнинг янчилишини 8-10%га камайтириш имконини берди, шу билан бирга гарнитура хизмат муддати 40-50 % ошишига имкон берганлиги аниқланди.

Пискент пахта тозалаш заводида ушбу ишланмаларни амалга оширишнинг умумий иқтисодий самарадорлиги 125 миллион сўмни ташкил этди.

ХУЛОСАЛАР

1. Модификацияланган композицион термореактив эпоксид полимер материалларини яратиш учун илмий асосланган ёндашув фаоллаштирилган органоминерал тўлдирувчи ва ультратовушли ишлов бериш орқали ишлаб чиқилган бўлиб, пахта тозалаш машиналарининг ишчи органлари қисмлари ва конструкциялари учун самарали антифрикцион-ейилишбардош композит полимел қопламалар тавсия этилди.

2. Ультратовуш қуввати 90Вт, давомийлик 25-30 дақиқадаги шароитда юқори адгезион, зарбий мустаҳкам ва қаттиқликка эга бўлган темир, мис кукунлари ва фосфогипс билан тўлдирилган қопламалар тавсия этилади.

3. Композицион эпоксид қопламаларнинг антифрикцион-ейилишбардош хоссалари ультратовуш ишлов бериш режимига боғлиқлиги аниқланди ва ишлов берилмаган қопламаларга нисбатан емирилишга чидамли 40-50%га ошадиган ҳамда органоминерал тўлдирувчиларнинг турига қараб таркибни 30дан 55%гача тўлдириш даражаси тавсия этилди.

4. Таркибида тўлдирувчи зарралари тенг тақсимланган, полимер боғловчи ва тўлдирувчилар орасида иссиқлик-электр ҳамда диффузия жараёни такомиллашган, композицион материаллар ҳажмида ҳаво бўшлиқлар сони камайган, структурасида тартиблик ҳосил бўлган ультратовушли ишлаб берилган полимер материаллар ва улар асосидаги қопламалар тавсия этилди.

5. Ультратовуш билан ишлов берилган ишлаб чиқилган антифрикцион-ейилишбардош композицион қопламалар пахта хомашёсини тозалаш машиналари корпусининг колосник панжараси ва ён юзаларининг умрбоқийлигини 1,5-1,8 мартага оширишда ишлатиш учун тавсия этилди.

6. Терморреактив эпоксид полимер композицияларининг таркиби ва уларни ультратовушли ишлов бериш режимлари ишлаб чиқилган бўлиб, юқори физик-механик ва антифрикцион-ейилишбардош қопламалар пахтатозалаш машина ва механизмларининг ишчи органлари деталлари ва механизмларини қоплаш учун тавсия этилди.

7. Ишлаб чиқилган ультратовуш билан ишлов берилган антифрикцион ейилишбардош терморреактив композицияларни пахта тозалаш машина ва механизмларида қўллаш нуқсон ва бегона ўт аралашмалари масса улуши ва тола ифлосланишини 0,3-0,4га, уруғларнинг майдаланиб кетиши 8-10%га камайтириш, аррали гарнитуранинг хизмат муддатини 40-50%га ошириш имконини бериши 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
БУХАРСКИЙ ИНЖЕРЕРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

САДИКОВА МУХАЁ МУРАТОВНА

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ
МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И
ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ ПОКРЫТИЙ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

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

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

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

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.4.PhD/Т.1776 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Государственном унитарном предприятии «Фан ватараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова и Бухарском инженерно-технологическом институте.

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

Халимжанов Тохир Салимжанович
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Рискулов Алимжон Ахмаджанович
доктор технических наук, профессор

Адилов Равшан Иркинович
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация: Бухарский государственный университет

Защита диссертации состоится **«9» февраля 2021 года в 11⁰⁰** часов (онлайн) на заседании научного совета DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 при ГУП «Фан ватараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. МирзоГолиба 7а. тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: [fan va taraqqiyot@mail.ru](mailto:fan_va_taraqqiyyot@mail.ru) на здание «Фан ватараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ватараккиёт» (Зарегистрированный номерам №30). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. МирзоГолиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73.

Автореферат диссертации разослан «28» января 2021 года (протокол реестра № 30 от 25 декабря 2020 г.)

А.В. Умаров
Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней,
д. т. н., профессор

М.Э. Икрамова
Учённый секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней, к.х.н.

Н.Х. Галипов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., с.н.с.

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.4. PhD /Г.1776 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 и Бухарском инженерно-технологическом институте.

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

Научные руководители:

Негматов Сайибжан Садикович
доктор технических наук, профессор,
академик АН РУз

Халимжанов Тохир Салимжанович
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Рискулов Алимжон Ахмаджанович
доктор технических наук, профессор

Адилов Равшан Иркинович
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Бухарский государственный университет

Защита диссертации состоится «9» февраля 2021 года в 11⁰⁰ часов (онлайн) 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 на здание «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номерам №30). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. МирзоГолиба, 7а.Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73.

Автореферат диссертации разослан «28» января 2021 года
(протокол реестра № 30 от 25 декабря 2020 г.)



А.В. Умаров
А.В. Умаров
Председатель научного совета по
присуждению учёных степеней,
д. т. н., профессор

М.Э. Икрамова
М.Э. Икрамова
Учённый секретарь научного совета
по присуждению учёных степеней, к.х.н.

Н.Х. Талипов
Н.Х. Талипов
Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., с.н.с.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время мировой спрос на композиционные полимерные материалы, используемые в машиностроении, растет. Одна из важных задач в этом направлении является создание антифрикционно-коррозионностойких композиционных покрытий, защищающих рабочие органы машин и механизмов от истирания.

В мировом масштабе для повышения эффективности рабочих органов машин и механизмов актуально и необходимо создание эффективных композиций из материалов, обработанных ультразвуком, и модифицированных композиционных термореактивных полимерных покрытий на их основе с высокими физико-механическими свойствами. В этом аспекте актуальным и необходимым является снижение коэффициента трения машин и механизмов при взаимодействии с сырьем, а также создание эффективных композиций из обработанных ультразвуком материалов и антифрикционно-коррозионно-модифицированных композиционных термореактивных полимерных покрытий на их основе с высокими характеристиками физико-механические свойства.

В республике проводятся мероприятия и достигнуты определенные результаты в получении для машиностроения антифрикционно-износостойких композиционных полимерных материалов (АИКПМ) на основе местного и вторичного сырья. В четвертом пункте четвертого направления программы Стратегических действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан отмечены важные задачи по «...эффективные механизмы стимулирования научно-исследовательской и инновационной деятельности, применения научных и инновационных разработок.....»² поставлены важные задачи. В этом аспекте разработка покрытий с улучшенными физико-механическими, триботехническими и другими эксплуатационными свойствами на основе эффективных композиционно модифицированных антифрикционностойких термореактивных полимерных материалов и дешевого сырья представляет особое значение.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. №УП-4947 «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития экономики Узбекистан в 2017-2021 годы», в постановление №ПП-3236 от 23 августа 2017 г. «О развитии химической промышленности в 2017-2021 гг.», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением

²Указ Президента Республики Узбекистан № ПФ-4947 «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017-2021 годах»

развития науки и технологий республики VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. По разработке новых композиционных полимерных материалов (КПМ) внесли определенный вклад такие известные ученые, как А. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgen, A. D'Amore, D. Jully, G. Akovali, Н.С. Ениколопов, С.Н. Журков, В.В. Коршак, С.А. Вольфсон, А.А. Берлин, М.С. Акутин, Ю.С. Липатов, Э.Ф. Олейник, Ф. Мэттьюз, Г.С. Головкин, М.А. Аскарлов, С.Ш. Рашидова, А.Х.Юсупбеков, а разработке технологии получения изделий из них посвящены работы А. Kumar, М.М. Perlman, В. Arkes, S. Geracaris, R. Goudhue, А.А. Askadski, В.А. Белого, А.Д. Яковлева, В.Г. Савкина, А.В. Струк, В.П. Соломко, Р.Г. Махкамова, С.С. Негматова, А.А. Рыскулова А.С. Ибодуллаева, Г. Гулямова, Н.С. Абед и многих других.

Исходя из анализа существующих работ, необходимо отметить, что вопросы повышения работоспособности и эффективности машин и механизмов и покрытия поверхности деталей их рабочих органов с высокими физико-механическими и антифрикционными свойствами, работающих в условиях взаимодействия с хлопком-сырцом, недостаточно решены. Это связано со сложностями, связанными с комплексным изучением физико-механических и антифрикционно-износостойких свойств композиционных полимерных материалов модифицированных физическими методами, особенно ультразвуком и покрытий из них, работающих при контактном взаимодействии с хлопком-сырцом. Решению этих проблем и посвящена настоящая 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 ватараккиёт» по теме ППИ-А-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 кристаллизирующиеся полимеров, взаимодействующих с волокнистой массой (хлопком-сырцом)» (2015-2017 гг.).

Целью исследования является разработка эффективных составов модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и технология получения на их основе покрытий машиностроительного назначения.

Задачи исследований:

обоснование выбора объектов изучения для разработки антифрикционно-износостойких композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий из них;

исследование влияния режимов ультразвуковой обработки на физико-механические свойства композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе;

исследование влияния режимов ультразвуковой обработки и технологические факторы на антифрикционно-износостойкие свойства (интенсивность изнашивания и коэффициент трения) композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий в зависимости от режимов фрикционного взаимодействия качественных показателей хлопка-сырца, вида, содержания и соотношения органоминеральных наполнителей;

разработка эффективных составов композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе с высокими физико-механическими, триботехническими и другими эксплуатационными свойствами для рабочих органов хлопкоочистительных машин и механизмов;

разработка технологии получения модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе машиностроительного назначения;

проведение опытно-производственных испытаний созданных модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий из них машиностроительного назначения в производственных условиях и разработка практические рекомендации по их применению в рабочих органах хлопкоочистительных машин и механизмов, определение их технико-экономической эффективности.

Объектами исследования являются эпоксидные смолы марки ЭД-16 и ЭД-20, полиэтиленполиамин (ПЭПА), дибутилфталат (ДБФ), графит, тальк, стекловолокно, волостонит, каолин и фосфогипс.

Предметом исследования являются установление комплексных закономерностей изменения физико-механических и антифрикционно-износостойких свойств материалов в зависимости от вида, содержания и соотношения полимерных связующих, органоминеральных наполнителей и режимов термо-ультразвуковой обработки и на основе выявленных закономерностей разработать эффективных составов и технологии получения модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий из них машиностроительного назначения.

Методы исследования. В диссертации использованы ИК-спектроскопия, рентгеновская фаза, микроскоп ЭМВ-100 БР, дисковые трибометры UzDST3330: 2018 и другие стандартные методы.

Научная новизна исследования заключается следующем:

определены закономерности изменения физико-механических свойств модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий из них в зависимости от вида, содержания и соотношения полимерных и органоминеральных наполнителей и режимов ультразвуковой обработки и установлены их корреляционные зависимости;

обоснованы, что обработка ультразвуком наполненных композиций и получения антифрикционно-износостойких композиционных термопластичных материалов на основе местного сырья и отходов

производств осуществляется в двух стадиях;

исследованием влияния вида, содержания и соотношения органоминеральных наполнителей, режимов ультразвуковой обработки и технологических параметров на антифрикционно-износостойких свойств композиции разработаны оптимальные составы модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе;

при исследований свойств модифицированных антифрикционно-износостойких композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе, выявлено снижение коэффициента трения и высокая прочность машин и механизмов при взаимодействии с сырьем;

разработана эффективная технология получения модифицированных органоминеральными наполнителями и ультразвуковой обработкой композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий из них для применения в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов.

Практические результаты исследования заключается следующем:

определены основные закономерности изменения физико-механических и антифрикционно-износостойких свойств от вида, содержания и соотношения органоминеральных наполнителей и режимов ультразвуковой обработки и разработан ряд оптимальных составов модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе для деталей рабочих органов хлопкоочистительных машин;

разработан способ ультразвуковой обработки композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе машиностроительного назначения;

разработана технология получения модифицированных антифрикционно-износостойких композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий из них путем двухстадийной ультразвуковой обработки композиции.

Достоверность полученных результатов обоснована совокупностью использованных ИК-спектроскопии, рентгенофазового анализа, микроскопии ЭМВ-100 БР и других современных физико-механических методов исследования, а также математической и статистической обработки антифрикционно-коррозионных свойств.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов исследования заключается в том, что путем установления закономерности влияния вида, содержания и соотношения органоминеральных наполнителей и режимов ультразвуковой обработки на коэффициент трения и изнашивания композиционных антифрикционно-износостойких модифицированных термореактивных полимерных материалов, позволило получать высококачественных теоретически обоснованных принципов покрытия на поверхности деталей, обеспечивающие повышение работоспособности и эффективности рабочих

органов для хлопкоочистительных машин и механизмов.

Практическая значимость результатов исследования заключается в повышении работоспособности и эффективности рабочих органов для хлопкоочистительных машин и механизмов деталей которых покрыты модифицированными композиционными термореактивными полимерными материалами.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов, полученных при разработке эффективных составов модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и разработке технологии получения покрытий для целей машиностроения:

разработанные антифрикционно-износостойкие полимерные материалы на основе эпоксидной смолы и покрытия на их основе были внедрены на Пискентском хлопкоочистительном заводе (справка АО «Узпахтасаноат» за №87-1 от 15 декабря 2020 год). В результате, дано возможность повысить износостойкость деталей покрыти модифицированными композиционными термореактивными полимерными материалами в 1,7-1,8 раза, снизить механические повреждения хлопкового волокна и семян, повысить производительность и снизить энергоемкость машин и механизмов для обработки хлопка;

разработанные антикоррозионные и электропроводящие термореактивные эпоксидные полимерные материалы и покрытия на их основе внедрены в рабочих органах машин и механизмов на Пискентском хлопкоочистительном заводе (справка АО «Узпахтасаноат» за №87-1 от 15 декабря 2020 год). В результате появилась возможность путем применения в рабочих органах покрытий повышение работоспособности и эффективности хлопкоочистительных машин и механизмов.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования оглашены на 1 республиканских научно-технических и 4 международных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации всего 11 научных работ. Из них 6 научных статей, в том числе 4 статей в республиканских и 2 статья в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена 124 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных литератур, приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования приоритетным направлением развития науки и технологий в Республике Узбекистан, изложены научная новизна

практические результаты исследований, раскрыты научно-теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены осуществленные внедрения результатов исследования, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние вопроса и задачи исследования в области разработки эффективных составов модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и технология получения покрытий на их основе машиностроительного назначения»** приводится обзор с глубоким анализом научных исследований по теме диссертации, посвященных проблеме разработки эффективных составов и технологии антифрикционно-износостойких модифицированных, в том числе ультразвуком, композиционных термореактивных эпоксидных полимерных материалов для машин и механизмов хлопкоперерабатывающих отраслей промышленности.

Во второй главе диссертации **«Выбор и обоснование объекта исследования и методики определения их свойств»** формируется выбор объектов исследования, методов для проведения опытно-эксплуатационных исследований, а также методика получения композиционных полимерных материалов, покрытий из них и их ультразвуковой обработки. Проведена методика получения и определения физико-механических и антифрикционных свойств композиционных полимерных материалов.

В третьей главе диссертации **«Исследование физико-механических и антифрикционно-износостойких свойств и разработка модифицированных композиционных термореактивных полимерных покрытий на их основе машиностроительного назначения»** приведены результаты экспериментальных исследований влияния, вида, содержания органоминеральных наполнителей, технологических факторов и ультразвука на физико-механические свойства композиционных термореактивных полимерных материалов для получения поверхности деталей рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов.

Обработка эпоксидных композиции проводилась при мощности ультразвука: 90, 120 и 150 Вт и продолжительности его воздействия от 5 до 45 мин (рис. 1). Установлено что, адгезионная прочность обработанных эпоксидных композиций зависит как от мощности, так и от продолжительности ультразвукового воздействия. Более высокая прочность - 21,2 МПа наблюдается при времени воздействия 20 мин и мощности 90 Вт. Такой технологический режим более удобен с точки зрения временных условий, т.е. композиция больше времени может находиться в неизменном состоянии.

Экспериментальными исследованиями установлено, что зависимость физико-механических свойств полимерных покрытий от продолжительности ультразвукового воздействия имеет экстремальный характер проходя через максимум калода. Из рис. 2а видно, что с увеличением времени воздействия ультразвука адгезионная прочность покрытия экстремально возрастает и достигает максимума после определенного времени (в зависимости от вида

вводимого наполнителя). Так, например, оптимальное время ультразвукового воздействия составляет у композиций, содержащих графит и стекловолокно, 15-20, фосфогипс - 18-23, каолин и железный порошок - 25-35 мин.

Установлено также, что все полученные покрытия, кроме наполненных стекловолокном, имеют адгезионную прочность на 30-50% больше, нежели покрытия, необработанные ультразвуком. Дальнейшее увеличение времени ультразвукового воздействия приводит к снижению адгезионной прочности покрытия (рис.1).

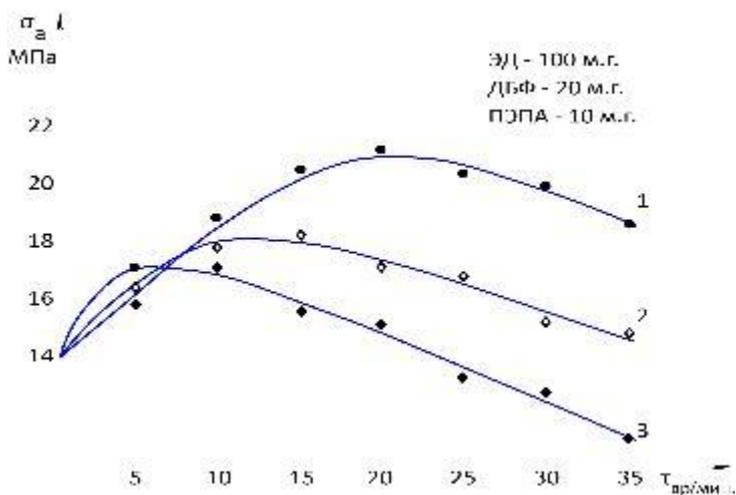


Рис 1. Зависимость адгезионной прочности (σ_a) эпоксидных покрытий от времени воздействия ($\tau_{вп}$) при различных значениях мощности ультразвука

Разрывная прочность покрытий (рис. 2б) с увеличением продолжительности ультразвукового воздействия увеличивается до определенных значений и ее значение зависит от вида наполнителей. Наибольшая разрывная прочность покрытий наблюдается у композиции, наполненной стекловолокном ($\sigma_p=43$ МПа), железным порошком ($\sigma_p=39$ МПа) и фосфогипсом ($\sigma_p=38$ МПа) при продолжительности ультразвука 15, 22, 16 минут соответственно. После продолжительности ультразвукового воздействия, равным 25 мин, начинается снижение разрывной прочности покрытий.

Ударная прочность покрытий (рис. 2в) с увеличением продолжительности ультразвука повышается до определенного значения, а затем наблюдается её снижение. Увеличение ударной прочности композиционного эпоксидного покрытия, наполненного железным порошком, стекловолокном и фосфогипсом наблюдается только при продолжительности воздействия обработки до 25-30 минут, а дальнейшее увеличение продолжительности мало эффективно, причем наблюдается даже некоторое снижение ударной прочности.

С увеличением продолжительности воздействия ультразвука до 25- 30 мин возрастает микротвердость наполненных эпоксидных покрытий (рис.2г). Покрытия, наполненные железным порошком и фосфогипсом имеют самую максимальную микротвердость соответственно 330 и 300 МПа. При этом следует отметить, что все покрытия после обработки ультразвуком в течение 25-30 мин имеют повышенную твердость, т.е. на 20-30% больше по сравнению с необработанными ультразвуком покрытиями. Повышение физико-механических свойств покрытий объясняется тем, что в начале

ультразвуковой обработки несколько снижается вязкость композиции за счет увеличения смачиваемости частиц наполнителей (железного порошка и фосфогипса) эпоксидной смолой и улучшается диффузия отверждающихся композиций в поры наполнителя, в результате происходит равномерное распределение частиц наполнителя в объеме материала и улучшается однородность композиции.

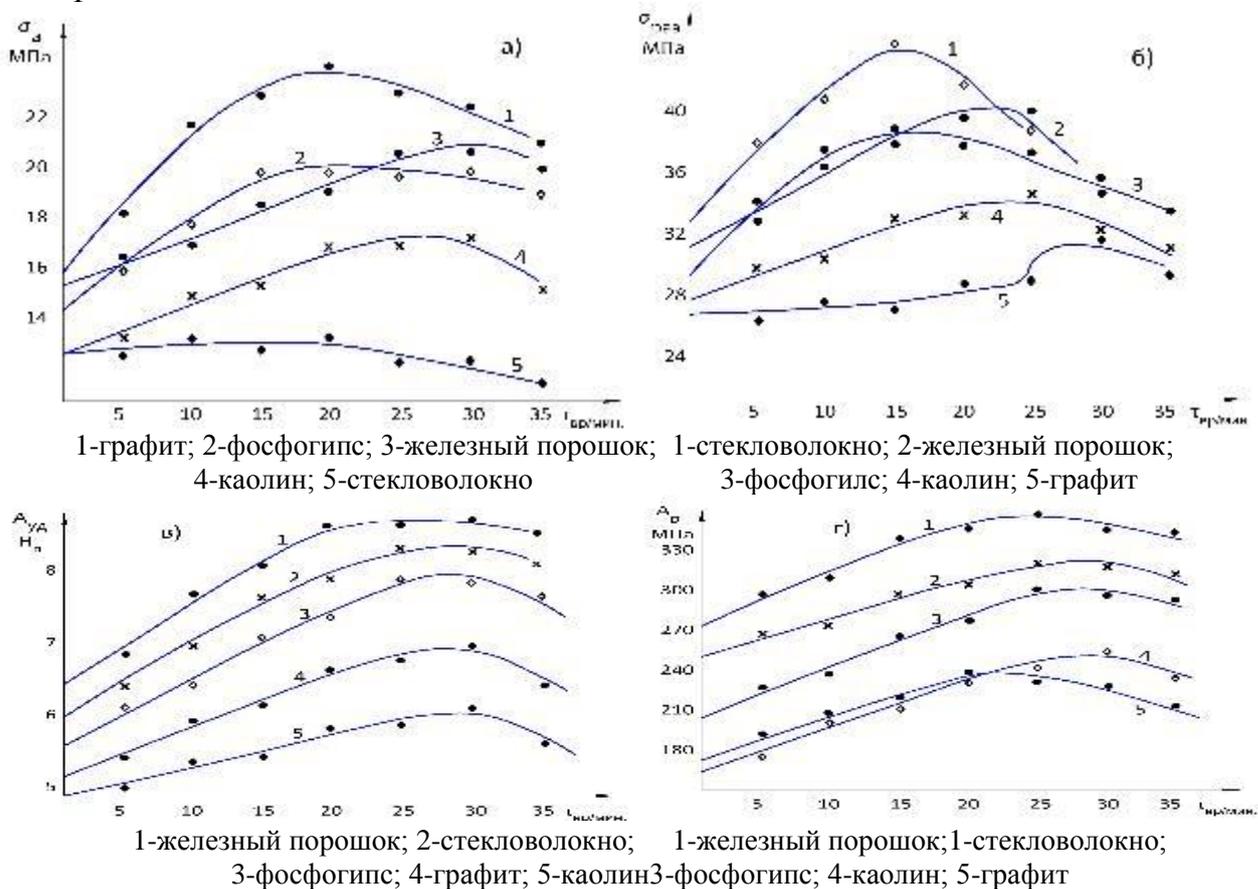


Рис 2. Зависимости физико-механических свойств композиционных эпоксидных покрытий от продолжительности ультразвуковой обработки

Микроскопические исследования структуры композиционных эпоксидных покрытий (рис. 3) показали, что под воздействием ультразвука наблюдается упорядочение объемной структуры композиционного полимерного покрытия за счет равномерного распределения частиц наполнителей в объеме композиций и уменьшения количества воздушных включений в объеме материала, повышения смачиваемости наполнителей, их диспергирования и улучшения электрических и диффузионных процессов между наполнителями и полимерными связующими.

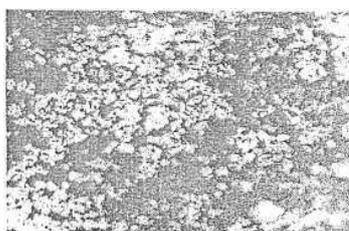
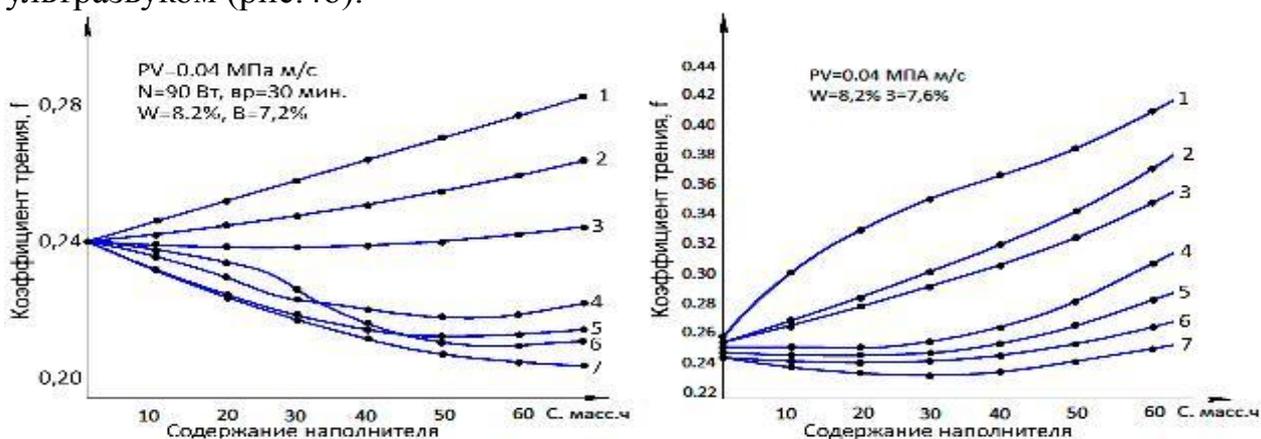


Рис 3. Структура эпоксидных покрытий до (а) и после (б) ультразвуковой обработки

Далее рассмотрим влияние ультразвука на триботехнические свойства, то есть на коэффициент трения и износостойкости композиционных эпоксидных покрытий, работающих при взаимодействии с хлопком-сырцом.

Зависимость коэффициента трения эпоксидных покрытий при взаимодействии с хлопком-сырцом от содержания и вида органоминеральных наполнителей обработанных и необработанных ультразвуком (рис.4). Как видно из кривых рис. 4 а коэффициент трения эпоксидных покрытий обработанных ультразвуком, в зависимости от содержащих наполнителя, кроме стекловолокно,волластонита и хлопкового линта, имеет экстремальный характер проходя через минимум. При этом коэффициент трения покрытий содержащих стекловолокно, волластонита и хлопкового линта линейно увеличивается при их содержание от 10 до 60 мас. от 0,225 до 0,285, 0,272, 0,268 соответственно. Наименьший коэффициент трения наблюдается у композиций наполненных графитом, фосфогипсом, тальком и каолина в их переделах 40 – 50 мас.ч. При этом коэффициент трения находится в пределах 0,237, 0,222, 0,218 и 0,205 соответственно.

Для сравнения приведены результаты исследований необработанным ультразвуком (рис.4б).



1-стекловолокно; 2-валостанить; 3-хлопковое линт; 4-каолин; 5-тальк; 6-фосфогипс;7-графит
Рис. 4. Зависимость коэффициента трения композиционных эпоксидных материалов с хлопком-сырцом от содержания органоминеральных наполнителей, обработанны (а) и необработанны ультразвуком с мощности № 90 Вт время обработки $\tau=30$ мин

Отсюда видно, что коэффициент трения у наполненных полимерных покрытий обработанных ультразвуком 2-2,5 раза ниже, чем необработанных. Далее рассмотрим влияние наполнителей на интенсивность изнашивания композиционных эпоксидных материалов до и после их обработки ультразвуком (рис.5).

Как видно из рисунка 5а интенсивности изнашивания наполненных эпоксидных полимеров графитом, тальком, фосфогипсом и стекловолокном обработанных ультразвуком при их увеличения содержания наблюдается экстремальный характер проходя через минимум. При этом наибольшее изнашивание имеет эпоксидный композиций наполненных графитом. Стекловолокна имеет самые наименьшие интенсивность изнашивания

композиции, то есть на один порядок. Для сравнения приведены на рис 5б данные полученные академиком С.С. Негматовым, изнашивания композиционных эпоксидных материалов без ультразвуковой обработки.

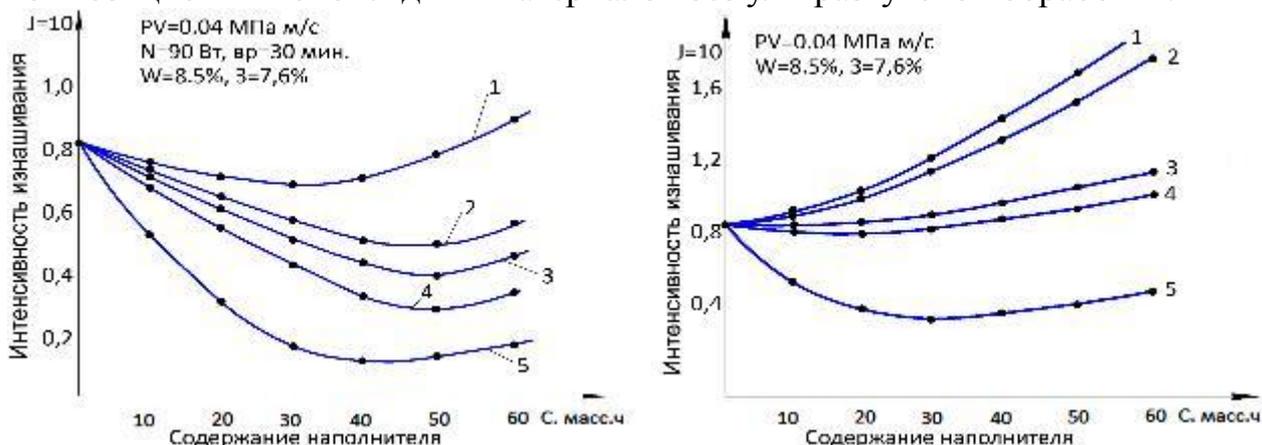


Рис. 5. Зависимость интенсивности изнашивания композиционных эпоксидных материалов от содержания органоминеральных наполнителей обработанных (а) и необработанных (б) ультразвуком

Таким образом, при увеличении содержания наполнителей самые низкие изнашивания у всех материалов наблюдается в области содержания от 30 по 45 мас.г. в зависимости от вида наполнителя и имеет следующий порядок: стекловолокно < фосфогипс < каолин < тальк < графит <

Как видно из рис 5а и 5б, что эпоксидные композиции обработанные ультразвуком почти в 2 раза меньше изнашивается. Как видно из рисунка 6а и 6б у наполненных эпоксидных композиций с содержащих металлическими наполнителями (порошок железа, меди и их окислов) обработанных ультразвуком наблюдается аналогичные результаты с композициями наполненных с органоминеральными ингредиентами. Выявлена корреляционная зависимость интенсивности изнашивания и коэффициента трения наполненных эпоксидных покрытий от режимов ультразвуковой обработки (рис. 7).

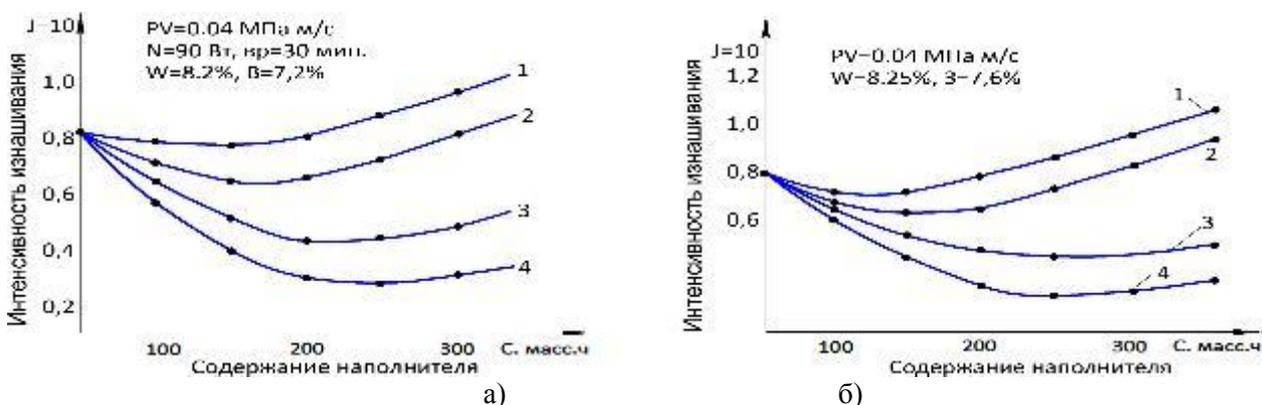


Рис 6. Зависимость интенсивности изнашивания композиционных эпоксидных материалов от содержания металлических наполнителей, обработанных (а) и необработанных ультразвуком

Из результатов рисунка 7 можно отметить, что для всех покрытий изменение коэффициента трения хорошо коррелируется с изменением интенсивности изнашивания.

Таким образом, можно отметить, что корреляционные зависимости результатов исследования также подтверждают, что при ультразвуковой обработке коэффициента трения и интенсивности изнашивания композиционных эпоксидных покрытий значительно снижается.

Установлено, что ультразвуковая обработка, особенно, эффективна для композиционных материалов на основе терморезактивных полимеров, отверждение которых инициируется ультразвуковым полем. После ультразвуковой обработки полученные композиционные материалы и покрытия на их основе отличаются более высокими антифрикционно-износостойкими свойствами за счет улучшения их физико-механических свойств.

На основе полученных результатов разработаны композиционные полимерные материалы. Свойства разработанных нами композиционных материалов, обработанных ультразвуком по указанным режимам, представлены в таблице 1.

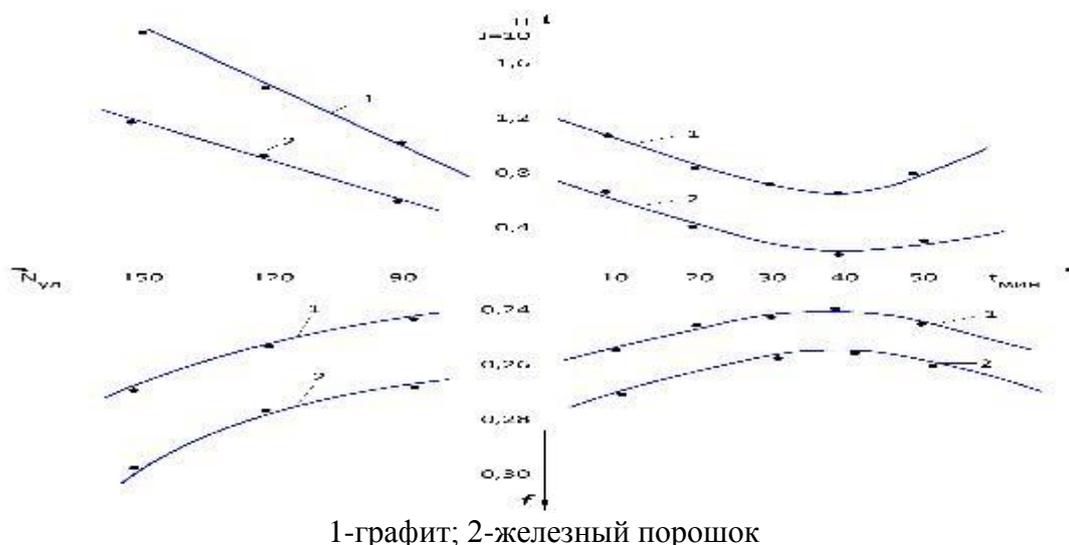


Рис 7. Корреляционная зависимость интенсивности изнашивания и коэффициента трения композиционных эпоксидных покрытий с хлопком- сырцом от режимов ультразвуковой обработки

Установлено, что при ультразвуковой обработке мощностью 90 Вт и продолжительности воздействия 25-35 минут наблюдаются наилучшие физико механические свойства эпоксидных покрытий. При этом снижается коэффициент трения и повышается износостойкость покрытий на 40-50%, степень же наполнения эпоксидных композиций повышается до 30-50% в зависимости от природы наполнителя.

В четвертой главе диссертации «**Разработка технологии получения модифицированных машиностроительных композиционных терморезактивных полимерных материалов и покрытий на их**

основе» приводятся результаты исследований в области разработки технологии получения композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе модифицированных в ультразвуковом поле.

Таблица 1

Свойства композиционных материалов на основе эпоксидных композитов, подвернутых ультразвуковой обработки

<i>Материал покрытия</i>	<i>f</i>	<i>J*10⁻¹⁰</i>	<i>Нм, МПа</i>	<i>Gа, МПа</i>
АЭК-1УЗ	0,20	0,56	183	25
АЭК-2УЗ	0,21	0,63	194	29
ИЭК-1УЗ	0,26	0,34	216	27
ИЭК-2УЗ	0,30	0,15	240	34
ИЭК-3УЗ	0,28	0,09	237	30
ИЭК-4УЗ	0,27	0,21	276	32
ИЭК-5УЗ	0,26	0,28	241	36
ИЭК-6УЗ	0,28	0,13	236	28
АИЭК-1УЗ	0,20	0,33	261	32
АЙЭК-2УЗ	0,21	0,40	246	33

Примечание: А - антифрикционные; И - износостойкие; ЭК - эпоксидные композиции; УЗ - ультразвуковая обработка

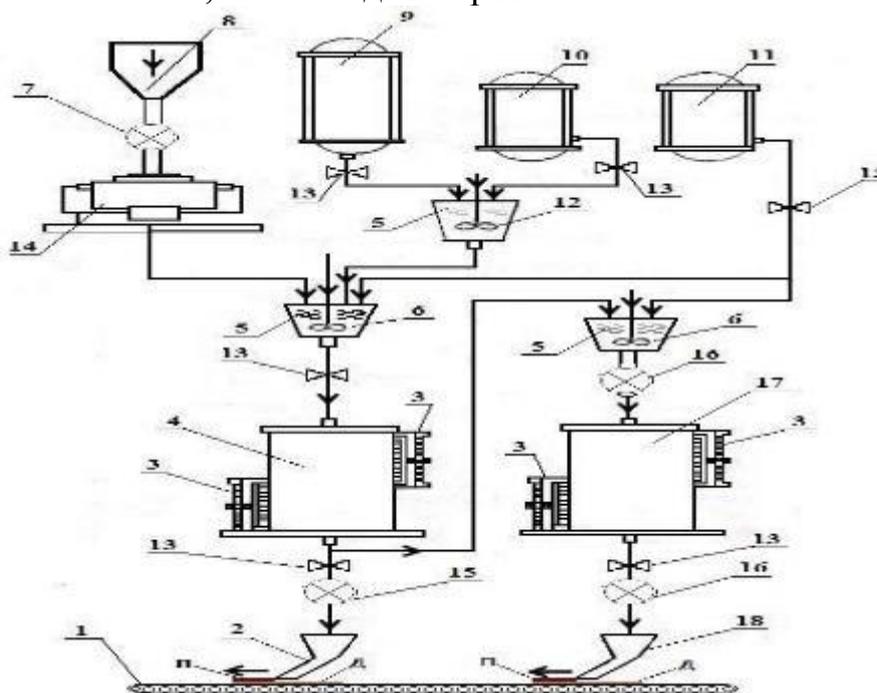
Технологический процесс получения антифрикционно-износостойких композиционных полимерных из эпоксидных и органоминеральных наполнителей и покрытий на их основе связующих осуществляли на разработанной технологической линии, которое приведено на рисунке 8.

В пятой главе диссертации «**Практические и экономические аспекты разработанных модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и технологии получения покрытия на их основе машиностроительного назначения**» приведены результаты выпуска и исследований в области стендовых и опытно-производственных испытаний разработанных модифицированных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе, а также технико-экономическая эффективность их применения.

Для оценки эффективности разработанных антифрикционно-износостойких композиционных эпоксидных покрытий, модифицированных ультразвуком, проведены лабораторные испытания на стендовых установках, а производственные - на хлопкоочистительных заводах.

Рассмотрим стендовое испытание композиционных полимерных покрытий, подвергнутых ультразвуковой обработке и их влияние на производительность машин и процесс очистки хлопка-сырца. Стендовые

испытания проводились на ранее разработанном стендовом очистителе от крупного сора. Все конструктивные параметры очистителя, технологические зазоры и режимы выдержаны в соответствии с требованиями, предъявляемыми к промышленной машине. Покрытие из разработанной антифрикционно-износостойкой эпоксидной композиции наносили на поверхность колкового барабана, перфорированной сетки, пыльчатой гарнитуры барабана и колосников очистителя от крупного сора. Производительность установки 300 кг/ч, время работы при каждой повторности - 2 мин., т.е. вес одной пробы - 10 кг.



1-транспортная лента; 2, 18-бункеры; 3-ультразвуковые излучатели;
4, 17-ёмкости для ультразвуковой обработки; 5-металлическая сетка;
6, 15-бункер смеситель; 7, 16-дозаторы; 8-бункер; 9-резервуар для термореактивного олигомера; 10- резервуар для пластифицирующего агента; 11- резервуар отверждающего агента; 12-смеситель; 13-вентиль; 14-выбросита

Рис. 8. Схема двух стадийной технологической линии производства модифицированных композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий из них на поверхности деталей машин и механизмов

Перед нанесением эпоксидные композиции до введения отвердителя подвергались ультразвуковой обработке в течение 30-40 мин. Затем вводили отвердитель и готовую композицию наносили на поверхность рабочих органов очистителя.

Для проведения стендовых испытаний пыльчатая гарнитура была покрыта разработанным эпоксидным составом АЭК-1Уз, АЭК-2Уз, а колосники ИЭК-2Уз, ИЭК-3Уз. Процесс очистки оценивали по: очистительному эффекту поврежденности семян, массовой доли пороков и сорных примесей в волокне. Очищенный хлопок-сырец подвергали джинированию. Опытно-производственные испытания разработанных композиционных полимерных покрытий, подвергнутых ультразвуковой обработке проводили в Пискентском хлопкоочистительном заводе.

В результате испытаний установлено, что очистители с композиционным эпоксидным покрытием, обработанным ультразвуком на 8-10% меньше повреждают семена и на 0,30-0,40% снижают массовую долю пороков в волокне по сравнению с очистителями с покрытием без обработки ультразвуком. Кроме того, испытания показали, что срок службы пильчатых секторов с покрытием, обработанным ультразвуком, в 1,5-2,0 раза выше, чем с покрытием без обработки ультразвуком. При этом за критерий оценки долговечности пильчатых секторов принималась поломка или полная деформация более 5 зубьев на одном секторе, что фиксировалось визуальным осмотром в начале и в конце каждой смены. За счет повышения долговечности пилок и колосников расход на ремонт машин соответственно сократился на 40-50%. В результате снизились трудовые и материальные затраты на замену пилок барабанов, что дает возможность сократить простой машин. Результаты работы апробированы на Пискентском хлопкоочистительном заводе в очистителях хлопка-сырца от крупного сора, в качестве тонкослойных полимерных покрытий на поверхности пильчатых барабанов и колосниковых решеток, а также вентиляторов пневмотранспорта.

Установлено, что КПП на основе эпоксидного олигомера на рабочих органах очистителей позволили снизить массовую долю пороков и сорных примесей волокна на 0,3-0,4%, дробленность семян на 8-10%, увеличился срок службы пильчатой гарнитуры на 40-50%

Суммарный экономический эффект от внедрения данных разработок на Пахтаабдском хлопкоочистительном заводе составил 125 млн. сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан научно обоснованный подход к созданию модифицированных композиционных термореактивных эпоксидных полимерных материалов путем активированного органоминерального наполнителя и ультразвуковой обработки, рекомендованы эффективные антифрикционные композиционные полимерные покрытия для деталей и конструкций рабочих органов хлопкоочистительных машин.

2. Мощность ультразвука 90 Вт, продолжительность 25-30 минут в условиях высокой адгезии, ударной вязкости и твердости рекомендуются покрытия, наполненные железом, медным порошком и фосфогипсом.

3. Установлено, что антифрикционные свойства композиционных эпоксидных покрытий зависят от режима ультразвуковой обработки, и рекомендуется повысить коррозионную стойкость на 40-50% по сравнению с необработанными покрытиями и заполнить содержание от 30 до 55% в зависимости от типа органоминеральных наполнителей.

4. Рекомендованы ультразвуковые обработанные полимерные материалы и покрытия на их основе, в структурах которых равномерно распределены частицы наполнителей, улучшенные термоэлектрические и диффузионные процессы между полимерными связующими и

наполнителями, уменьшенные количества воздушных зазоров в объеме композиционных материалов.

5. Антифрикционно-коррозионностойкие композиционные покрытия, обработанные ультразвуком, рекомендованы к применению для увеличения срок службы сетки и боковых поверхностей корпуса хлопкоочистительных машин в 1,5-1,8 раза.

6. Разработан состав термореактивных эпоксидных полимерных композиций и режимы их ультразвуковой обработки, рекомендованы покрытия с высокой физико-механической и антифрикционной стойкостью для покрытия деталей и механизмов рабочих органов хлопковых машин и механизмов.

7. Применение обработанных ультразвуком антифрикционно-коррозионностойких термореактивных составов в хлопкоочистительных машинах и механизмах для снижения массовой доли дефектов и засоренности сорняков и волокон на 0,3-0,4, всхожести семян на 8-10%, обслуживание пильного агрегата. Было обнаружено увеличение продолжительности на 40-50%.

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

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

BUKHARA ENGINEERING TECHNOLOGICAL INSTITUTE

SADIKOVA MUKHAYO MURATOVNA

**DEVELOPMENT OF EFFECTIVE COMPOSITIONS OF MODIFIED
COMPOSITE THERMOSETTING POLYMERIC MATERIALS AND
TECHNOLOGY FOR PRODUCING COATINGS FOR MACHINE-
BUILDING PURPOSES ON THEIR BASIS**

**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. Heat treatment and
processing of metals under pressure. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals.
Technology of radioactive, rare and noble elements (technical science)**

**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 B2020.4.PhD/T.1776

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

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.

Research supervisor:

Negmatov Soibjan Sodikovich

doctor of technical sciences, professor,
academician of the academy of sciences

Xalimjanov Toxir Salimovich

candidate of technical sciences, dosent

Official opponents:

doctor of technical sciences, professor

Riskulov Alimjon Akhmadjonovich

Adilov Ravshan Irkinovich

doctor of technical sciences, dosent

Leading organization:

Bukhara State University

Thesis defense will take place on «9» 02. 2021 y. at 11⁰⁰ the meeting of Scientific council DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01at 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 №30). 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 «28» 01. 2021 y.

(mailing report №30 on 25. 12. 2020 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

N.Kh.Talipov

Chairman of the academic seminar under
the scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, s.r.a

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 B2020.4. PhD /T.1776

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

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.

Research supervisor:

Negmatov Soibjan Sodikovich
doctor of technical sciences, professor,
academician of the academy of sciences

Xalimjanov Toxir Salimovich
candidate of technical sciences, dosent

Official opponents:

Riskulov Alimjon Akhmadjonovich
doctor of technical sciences, professor

Adilov Ravshan Irkinovich
doctor of technical sciences, dosent

Leading organization:

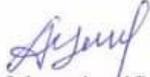
Bukhara State University

Thesis defense will take place on «9» 02. 2021 y. 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 taraqiyot@mail.ru](mailto:fan_va_taraqiyot@mail.ru)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of the State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot» (is registered under №30). 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 «28» 01. 2021 y.
(mailing report №30 on 25. 12. 2020 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


N.Kh. Talipov
Chairman of the academic seminar under
the scientific council awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, s.r.a

INTRODUCTION(abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to develop effective compositions and technologies for obtaining modified composite thermosetting polymeric materials and coatings based on them for mechanical engineering purposes.

The object of the research work are epoxy resins of the ED-16 and ED-20 brands, polyethylene polyamine (PEPA), dibutyl phthalate (DBP), graphite, talc, fiberglass, volostonite, kaolin and phosphogypsum.

Scientific novelty of the research work:

the regularities of changes in the physical and mechanical properties of modified composite thermosetting polymeric materials and coatings made of them, depending on the type, content and ratio of polymeric and organomineral fillers and modes of ultrasonic treatment, were established and their correlations were revealed;

an effective two-stage method of ultrasonic processing of filled compositions and obtaining antifriction-wear-resistant composite thermoplastic materials based on local raw materials and production wastes has been developed;

by studying the regularities of the influence of the type, content and ratio of organomineral fillers, modes of ultrasonic treatment and technological parameters on the antifriction-wear-resistant properties of the composition, the optimal compositions of modified composite thermosetting polymer materials and coatings based on them for tribo-technical purposes have been developed;

it was revealed that the developed modified antifriction-wear-resistant composite thermosetting polymeric materials and coatings from them have good strength properties, low friction coefficient and high wear resistance in contact with raw cotton;

an effective technology has been developed for obtaining composite thermosetting polymeric materials and coatings modified with organomineral fillers and ultrasonic treatment for use in working bodies of cotton processing machines and mechanisms.

Implementation of the research results. Based on scientific results obtained in the development of effective compositions of modified composite thermosetting polymeric materials and in the development of technology for obtaining coatings for mechanical engineering purposes:

the developed anti-friction and wear-resistant polymeric materials based on epoxy resin and coatings based on them were introduced at the Piskent cotton ginning plant (certificate of JSC «Uzpakhtasanoat» No 87-1 dated December 15, 2020). As a result, it is possible to increase the wear resistance of coating parts with modified composite thermosetting polymeric materials by 1.7-1.8 times, reduce mechanical damage to cotton fiber and seeds, increase productivity and reduce the energy consumption of machines and mechanisms for processing cotton;

the developed anticorrosive and electrically conductive thermosetting epoxy polymer materials and coatings based on them are introduced into the working organ machines and mechanisms at the Piskent cotton ginning plant (certificate of

Uzpakhtasanoat JSC No. 87-1 dated December 15, 2020). As a result, it became possible to increase the working capacity and efficiency of cotton ginning machines and mechanisms by using coatings in working bodies.

The structure and volume of the thesis. The structure of the dissertation consists of an introduction, five chapters, conclusion, the list of references, applications. The volume of the dissertation is 124 pages.

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

1. Негматов С.С., Абед Н.С., Саидахмедов Р.Х., Ульмасов Т.У., Григорьев А.Я., Сергиенко В.П., Негматова К.С., Жовлиев С.С., Негматов Ж.Н., Мухаммаджанов З.У., Садиқова М.М., Негматова М.Н., Абдуллаев О.Х., Наврузов Ф.М. Исследование вязкоупругих и адгезионно-прочностных свойств и разработка эффективных вибропоглощающих композиционных полимерных материалов и покрытий машиностроительного назначения // Ж. Пластические массы, Москва, 2020, №7-8,-С.32-36 (02.00.00 №5).

2. Абед Н.С., Негматов С.С., Гулямов Г., Негматова К.С., Юлдашев Н.Х., Тухташева М.Н., Бозорбоев Ш.А., Эминов Ш.О., Абдуллаев О.Х., Наврузов Ф.М., Садиқова М.М. Экспериментальное исследование влияния волокнистых наполнителей на свойства полиолефинов // Ж. Пластические массы, Москва, 2020, №7-8,-С.12-15 (02.00.00 №5).

3. Негматов С.С., Гулямов Г., Абед Н.С., Эшқобилов О.Х., Тухташева М.Н., Икромов Н., Бозорбоев Ш.А., Садиқова М.М. Зависимость коэффициента трения, температуры в зоне трения и температуры стеклования эпоксидных композитов от различных технологических факторов // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, Специальный выпуск,-С.38-42 (02.00.00 №4).

4. Негматов С.С., Гулямов Г., Абед Н.С., Садиқова М.М., Эшқобилов О.Х. Исследование влияния основных параметров дискового трибометра и режимов эксплуатации машин на коэффициент трения эпоксидных композитов при взаимодействии с хлопком-сырцом // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №2,-С.82-85 (02.00.00 №4).

5. Негматова К.С., Абдукаримова Д.Н., Негматов С.С., Садиқова М.М., Эминов Ш.О. Исследование структуры, составов и физикохимических свойств ингредиентов для разработки композиционных химических препаратов // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №3,-С.34-37 (02.00.00 №4).

6. Негматов С.С., Садиқова М.М., Гулямов Г., Абед Н.С., Эшқобилов О.Х., Тухташева М.Н. Зависимость коэффициента трения, температуры в зоне трения и температуры стеклования эпоксидных композитов от засоренности и влажности хлопка-сырца // Композиционные материалы, Ташкент, 2020, №3,-С.46-49 (02.00.00 №4).

II бўлим (II часть; II part)

7. Негматов С.С., Мухаммаджанов З.У., Садиқова М.М., Шодиев Х.Р. Влияние наполнителей на физико-механические свойства эпоксидных композиционных материалов // Материалы Международная Узбекско-Белорусская научно-техническая конференция «Композиционные и

металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства» 21-22 мая 2020 г.Ташкент, -С. 81-83.

8. Мухаммаджанов З.У., Негматов С.С., Садикова М.М. Влияние природы, вида, содержание органоминеральных наполнителей на адгезионную прочность при формировании покрытий // Материалы Международная Узбекско-Белорусская научно-техническая конференция. Композиционные и металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства 21-22 мая 2020 г.Ташкент, -С. 199-202.

9. Негматов С.С., Садикава М.М., Улмасов Т.У., Жовлиев С.С., Бабаханова М.Г., Абед Н.С., Наврузов Ф. Исследование влияния порошкообразного эластомера на вязкотекучие свойства вибропоглощающих покрытий // Сборник тезисов Респ.науч. конф. «Современные проблемы науки о полимерах», Ташкент, 2020, 25-26 ноября, - С.97-99.

10. Халимжанов Т.С., Абед Н.С., Негматов С.С., Содикова М.М., Бозорбоев Ш.А., Султонов С.У., Наврузов Я.М., Улмасов Т.У., Эминов Ш.О., Шодиев Х.Р., Мухамеджанов З.У. Антифрикционно-износостойкий композиционный полиолефиновой материалы для применения в рабочих органах хлопкоперерабатывающих машин и механизмов //Сборник докладов международной научно-технической конференции «Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии», г.Фергана, 2020, 23-24-октября, -С.488-492.

11. Мухамеджанов З.У., Садыкова М.М., Жовлиев С.С., Наврузов Ф.М., Улмасов Т.У., Негматов С.С. Исследование влияния порошкообразного эластомера на адгезионно-прочностные свойства вибропоглощающих полимерных композиционных материалов // тезисы докладов «Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования» VI Республиканская научн.техн.конф. молодых ученых, посвященная памяти члена – кор.НАН Белоруси С.С.Песецкого, Гомель, 9-11 ноября 2020 г. – С. 112-113.

Автореферат матни «Композицион материаллар»
журналида 09.12.2020 йилда тахририятдан ўтказилган