

ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги **ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ «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**

МАШАРИПОВА МУХАББАТ МАТРАСУЛОВНА

**МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН КОМПОЗИЦИОН ФУРАН-ЭПОКСИДЛИ
ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАРНИНГ САМАРАЛИ ТАРКИБЛАРИНИ ВА
УЛАР АСОСИДА ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ МАШИНА ВА
УСКУНАЛАРИ УЧУН КОРРОЗИЯБАРДОШ ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

**02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва
технологияси**

**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)

Машарипова Муҳаббат Матрасуловна

Модификацияланган композицион фуран-эпоксидли полимер материалларнинг самарали таркибларини ва улар асосида озиқ-овқат саноати машина ва ускуналари учун коррозиябардош қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш..... 5

Машарипова Муҳаббат Матрасуловна

Разработка эффективных составов модифицированных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и технологии получения на их основе коррозионностойких покрытий для машин и оборудования пищевой промышленности..... 22

Masharipova Muxabbat Matrasulovna

Development of effective compositions of modified composite furan-epoxy polymeric materials and technologies for obtaining corrosion-resistant coatings on their basis for machinery and equipment of the food industr..... 41

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 45

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**

МАШАРИПОВА МУХАББАТ МАТРАСУЛОВНА

**МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН КОМПОЗИЦИОН ФУРАН-ЭПОКСИДЛИ
ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАРНИНГ САМАРАЛИ ТАРКИБЛАРИНИ ВА
УЛАР АСОСИДА ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ МАШИНА ВА
УСКУНАЛАРИ УЧУН КОРРОЗИЯБАРДОШ ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**

02.00.07 – Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси

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

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

Тошкент – 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.3.PhD/T2345 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУКда бажарилган.

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

Илмий раҳбарлар:

Негматов Сойибжан Содиқович

техника фанлари доктори, профессор,
ЎзР ФА академиги, Ўзбекистон
Республикасида хизмат кўрсатган фан арбоби

Эшмуратов Баходир Бешимович

техника фанлари доктори

Расмий оппонентлар:

Солиев Рустам Хақимжонович

техника фанлари доктори, доцент

Адилов Равшан Эркинович

техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот

Бухоро Давлат университети

Диссертация ҳимояси Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» ДУК ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг **2021 йил «08» ноябрь соат 14⁰⁰** 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](mailto: taraqqiyot@mail.ru) «Фан ва тараққиёт» ДУК биноси, 2-қават, анжуманлар зали.)

«Фан ва тараққиёт» ДУКнинг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (25-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 « » октябр куни тарқатилди.
(2021 йил «5» октябр № 25-2021 рақамли реестр баённомаси).

А.В. Умаров

Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

М.Э. Икратова

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

А.М. Эминов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертациясининг автореферати)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда саноат ишлаб чиқаришнинг турли тармоқларида ишлатиладиган машина ва механизмларнинг иш қобилиятини ва самарадорлигини ошириш, уларнинг ишчи органлари қисмларини композицион материаллардан ишлаб чиқариш ва улардан фойдаланиш ҳисобига яхшиланмоқда, чунки машина ва механизмларнинг ишончлилиги ва чидамлилиги уларнинг қисмлари ва конструктив элементларининг ишга яроқлилиги ва мустаҳкамлиги билан узвий боғлиқдир. Бу борада машиналар, механизмлар ва ускуналарнинг иш самарадорлиги ва чидамлилигини оширувчи модификацияланган композицион полимер материалларни ва улар асосида қопламалар яратиш алоҳида аҳамиятга эга.

Жаҳонда машиналар, механизмлар, қурилмалар ва ускуналар ишчи органларининг юқори ҳароратга ва коррозияга чидамлилигини ҳамда умрбоқийлигини ошириш учун терморектив полимерлар ва саноат чиқиндилари асосида арзон ва юқори физик-кимёвий, механик ва эксплуатацион хоссага эга бўлган самарали композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламаларни яратиш бўйича илмий изланишлар олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан, юқори адгезион хоссаларга эга бўлган самарали модификацияланган композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламалар яратиш ва уларнинг сифатини ошириш, физик-кимёвий хоссаларини яхшилаш, шунингдек, олиш технологиясини такомиллаштиришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда маҳаллий ва иккиламчи хом ашё асосида машинасозлик учун композицион полимер материалларни (КПМ) олишда бир қанча чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясининг тўртинчи бобида «...илмий-тадқиқот ва инновация фаолиятини рағбатлантириш, илмий ва инновацион ютуқларни амалиётга жорий этишнинг самарали механизми...»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада озиқ-овқат саноати машина деталлари ва жиҳозлари учун модификацияланган композицион терморектив фуран-эпоксид полимер материалларнинг самарали таркибини ва қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга 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 органларининг ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш ва саноат тармоқларида кооперация алоқаларини жадаллаштиришнинг янги тизимини

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасининг янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатланиш стратегияси тўғрисида» ги Фармони

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 ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Композицион полимер материалларни (КПМ) ишлаб чиқиш бўйича ўз хиссаларини кўшган таниқли олимлардан А. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgem, 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 ва А. Кумар, М.М., Перлман, Б. Аркес, С. Геракарис, Р. Гудю, А.А.Аскадски, Б.А.Белий, А.Д.Яковлев, В.Г.Савкина, А.В.Струк, В.П. Соломко, Р.Г.Махкамова, С.С.Негматов, А.А.Рискулов, А.С.Ибадуллаев, Г. Ғуломов, Н.С. Абед ва бошқалар.

Мавжуд ишларни таҳлил қилиш асосида шуни таъкидлаш керакки, машиналар ва механизмларнинг ишлаши ва самарадорлигини ошириш масалалари ва уларнинг ишчи органларининг юқори физик-механик ва коррозияга чидамли хусусиятларга эга бўлган, юқори ҳарорат ва агрессив шароитларда ишлайдиган қопламалар етарли даражада ҳал қилинмаган. Бу эса тебраниш ва агрессив муҳит билан боғлиқ ҳолда ишлайдиган композицион полимер материалларнинг физик-кимёвий, механик хусусиятларини ва улардан олинадиган коррозияга чидамли қопламаларни комплекс ўрганиш мураккаблиги билан боғлиқ. Ушбу тадқиқот иши айнан шу мауммони ечишга бағишланган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги «Фан ва тараққиёт» Давлат унитар корхонасининг фундаментал илмий тадқиқот режасига мувофиқ №Ф-7-90 “Самарали полимер, лок-бўёқ, композицион материаллар ва улар асосида қопламалар олиш учун турли хил ингредиентларга боғлиқ ҳолда полимер материалларнинг адгезион хоссаларини шаклланиши ва бузилиши механизмини тадқиқ этиш ҳамда қонуниятларини аниқлаш” (2017-2020); №ПЗ-20170929228 “Машинасозлик ва бошқа соҳаларда фойдаланиш учун коррозияга чидамлилиги юқори бўлган композит металл машинасозлик материалларини олиш учун ресурсларни тежайдиган нитрооксидланиш технологияларини ишлаб чиқиш” (2017-2020) мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади модификацияланган композицион фуран-эпоксидли полимер материалларнинг самарали таркибларини ва улар асосида озик-овқат саноати машина ва ускуналари учун коррозиябардош қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

машинасозлик учун модификацияланган композит термореактив фуран-эпоксид полимер материаллари ва улардан коррозияга чидамли қопламалар ишлаб чиқариш учун танланган объектларни асослаш;

органоминерал тўлдирувчиларнинг турига, таркибига ва нисбатига қараб таркибига киритиш орқали модификация қилиш йўли билан турли хил органоминерал тўлдирувчиларни дастлабки ва композицион фуран-эпоксид полимер материаллари ва уларнинг қопламаларининг физик-механик хусусиятларига таъсирини ўрганиш;

ультратовушли модификациялаш режимларининг композицион фуран-эпоксид полимер материаллари ва уларга асосланган коррозияга чидамли қопламаларнинг физик-механик хусусиятларига таъсирини ўрганиш ва уларнинг ультратовуш модификациясининг оптимал технологик режимларини аниқлаш;

озик-овқат саноати машиналар ва ускуналарнинг ишчи органларида ишлатиш учун юқори физик-механик, коррозияга қарши ва бошқа ишлаш хусусиятларига эга физикавий модификацияланган композит фуран-эпоксид полимер материаллар ва улар асосида коррозияга чидамли қопламалар ишлаб чиқиш;

машинасозлик учун ўзгартирилган композит фуран-эпоксид полимер материаллари ва улар асосида коррозияга чидамли қопламалар олишнинг илмий-услубий тамойилларини ва технологияларини ишлаб чиқиш;

машинасозлик учун ишлаб чиқилган ультратовуш билан модификацияланган композит фуран-эпоксид полимер материаллари ва улардан коррозияга чидамли қопламаларни ишлаб чиқариш тажриба синовларини ўтказиш ва меъёрий-техник ҳужжатларни ишлаб чиқиш, озик-овқат саноатидаги машиналар ва ускуналар ишчи органларида ишлатиш бўйича амалий тавсиялар ва уларнинг техник ва иқтисодий самарадорлигини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида полимер матрицалар - фуран-эпоксид ФАЭД-20 олигомерлари, қотирувчи сифатида - полиэтилен полиамин - ПЭПА, пластификаторлар - дибутилфталат - ДБФ ва синтетик каучук СКН-40 ва полиамид Л-20, тўлдирувчи - кристалли графит, талк, шиша толаси, кварц қуми, каолин, асбест, алюминий кукуни, цемент, фторопласт - 4Д, темир кукуни ва фосфогипс - Олмалиқ кимё заводининг чиқиндиси олинган.

Тадқиқотнинг предмети полимер боғловчилар, органоминерал тўлдирувчиларнинг турига, таркибига ва нисбатларига қараб материалларнинг физикавий, механик ва эксплуатацион хусусиятларини ўзгаришининг кенг қамровли қонуниятларини ва ультратовушли қайта ишлов бериш усулларини ўрнатиш ва аниқланган қонуниятлар асосида машинасозлик учун физикави модификацияланган композит термореактив

фуран-эпоксид полимер материаллари ва улардан қопламаларни ишлаб чиқиш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда физик-кимёвий, технологик таҳлилнинг замонавий усуллари, ИҚ - спектроскопия, рентген фазали таҳлил ва бошқа таҳлилнинг стандарт усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

полимер ва органоминарал тўлдирувчиларнинг турига, таркибига ва нисбатига қараб модификацияланган композицион фуран-эпоксид полимер материаллари ва уларнинг қопламаларининг физик-механик хусусиятларининг ўзгариши қонуниятлари ва ультратовуш билан ишлов бериш режими ҳамда уларнинг ўзаро боғлиқлиги аниқланган;

маҳаллий хом ашё ва машинасозлик саноатининг чиқиндилари асосида модификацияланган композицион термореактив фуран-эпоксид материаллари билан тўлдирилган композицияларини ультратовуш билан модификациялашнинг самарали икки босқичли усули ишлаб чиқилган;

органоминарал тўлдирувчиларнинг тури, таркиби ва нисбати, ультратовуш билан ишлов бериш режимларини композицияларнинг физикавий ва механик хусусиятларига таъсири қонуниятлари орқали, машинасозлик мақсадлари учун модификацияланган композицион термореактив фуран-эпоксид полимер материаллари ва коррозияга чидамли қопламаларнинг оптимал таркиби ишлаб чиқилган;

ишлаб чиқилган модификацияланган композицион термореактив фуран-эпоксид полимер материаллари ва уларнинг қопламалари юқори физик-механик хусусиятларга эга эканлиги ва агрессив муҳит таъсирида юқори коррозияга чидамлилиги аниқланган;

озик-овқат саноати учун машиналар ва ускуналарнинг ишчи органларида ишлатиш учун модификацияланган композицион термореактив фуран-эпоксид полимер материаллари ва улардан коррозияга чидамли қопламалар олишнинг самарали технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

органоминарал тўлдирувчиларнинг тури, таркиби ва нисбатига қараб физик-механик ва эксплуатацион хусусиятларининг ўзгаришини асосий қонуниятлари ва ультратовуш билан ишлов бериш режимлари аниқланган ва озиқ-овқат саноати машиналари ва ускуналарининг ишчи органлари қисмлари учун модификацияланган композицион термореактив фуран-эпоксид полимер материаллар ва улар асосида коррозияга чидамли қопламаларнинг бир қатор оптимал таркиблари ишлаб чиқилган;

машинасозлик учун композицион термореактив фуран-эпоксид полимер материаллари ва улар асосида коррозияга чидамли қопламаларни ультратовушли модификациялаш усули ишлаб чиқилган;

композицияга икки босқичли ультратовушли қайта ишлов бериш йўли билан модификацияланган композицион термореактив фуран-эпоксид полимер материаллари ва улардан коррозияга чидамли қопламаларни олиш технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ишлатилган физик-кимёвий (ИК-спектроскопия, рентгенструктурали ва кимёвий таҳлил) усуллар мажмуи билан асосланади, шунингдек, физик-механик ва адгезион хоссалари МДХ мамлакатларида руҳсат этилган усуллар билан тадқиқ қилинган. Тадқиқот натижалари математик ва статистик усулда қайта ишланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундаки, органоминарал тўлдирувчиларнинг тури, таркиби ва нисбати ҳамда ультратовуш билан ишлов бериш режимларининг модификацияланган композицион терморектив фуран-эпоксид полимер материалларининг физик-механик ва эксплуатацион хусусиятларига таъсири қонуниятларини аниқлашдан иборат бўлиб, бу эса озик-овқат саноати учун машиналар ва ускуналарнинг ишчи органлари қисмлари юзасига юқори сифатли коррозияга чидамли қопламаларни олиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти озик-овқат саноати учун модификацияланган терморектив композицион фуран-эпоксид полимер материаллари билан қопланган машина ва жиҳозларнинг ишчи органларини, қисмларини ва тузилмаларининг ишлаш қобилиятини ва самарадорлигини таъминлашга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Модификацияланган композицион фуран-эпоксидли полимер материалларнинг самарали таркибларини ва улар асосида озик-овқат саноати машина ва ускуналари учун коррозиябардош қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

модификацияланган композицион терморектив фуран-эпоксид полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг янги таркиби «Гулистон экстракт ёғ» АЖда амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Ёғ-мой саноати корхонаси уюшмаси 2021 йил 26 августдаги КС/3-820-сон маълумотномаси). Натижада, ёғ-мой саноати корхонаси қурилмалари диараторбакларнинг ишлаш муддатини 2-2,5 бараварга ошириш имконини берган;

модификацияланган композицион фуран-эпоксидли полимер материалларнинг самарали таркибларини ва улар асосида озик-овқат саноати машина ва ускуналари учун коррозиябардош қопламалар «Гулистон экстракт ёғ» АЖда амалиётга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Ёғ-мой саноати корхонаси уюшмаси 2021 йил 26 августдаги КС/3-820-сон маълумотномаси). Натижада, ёғ-мой саноати корхонаси қурилмалари насосларининг ишлаш муддатини 1,5-2 бараварга ошириш имконини берган;

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқотнинг натижалари 2 та халқаро ва 2 та республика миқёсидаги илмий-амалий анжуманларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларини эълон қилиганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 13 та илмий иш чоп этилган. Шулардан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 9 та илмий

мақола, жумладан 8 та республика ва 1 та ҳорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 117 саҳифани ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация иши мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети аниқланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва техника тараққиётининг 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 **“Модификацияланган терморезистив полимер материалларни ва улардан машинасозлик учун коррозияга чидамли қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқишдаги тадқиқот вазифаларининг замонавий ҳолати”** номли биринчи бобида озик-овқат саноати машиналари ва жихозлари учун коррозияга чидамли ультратовуш билан модификацияланган композицион фуран-эпоксид полимер материалларнинг самарали таркиби ва технологиясини ишлаб чиқиш муаммосига бағишланган диссертация мавзуси бўйича илмий тадқиқотларнинг чуқур таҳлили билан шарҳи келтирилган.

Диссертациянинг **“Тадқиқот объектини танлаш ва асослаш ва ишлаб чиқиладиган композит полимер материаллар ва коррозияга чидамли қопламалар хусусиятларини аниқлаш усуллари”** номли иккинчи бобида тадқиқот объектларини танлаш, экспериментал тадқиқотлар ўтказиш усуллари, шунингдек модификацияланган органоминерал тўлдирувчилар ва ультратовушли ишлов берилган композицион фуран-эпоксид полимер ва улардан коррозияга чидамли қопламалар олиш усули шакллантирилган. Уларнинг физик-механик ва коррозияга чидамли хусусиятларини аниқлаш усули келтирилган.

Диссертациянинг **“Яратилган модификацияланган композит фуран-эпоксид полимер материаллар ва улар асосида қопламаларнинг коррозияга чидамли ва бошқа физик-механик хусусиятларини тадқиқ этиш ва машинасозлик мақсадлари учун оптимал таркиблар ишлаб чиқиш”** номли учинчи бобида органоминерал тўлдирувчиларнинг тури, таркибига боғлиқ равишда ва ультратовушли ишлов беришнинг технологик омилларининг озик-овқат саноати машина ва ускуналар ишчи органлари юза қисмларига коррозияга қарши қопламалар олиш учун композит фуран-эпоксид полимер материалларининг физик-механик ва коррозияга чидамли

хусусиятларига таъсири бўйича экспериментал тадқиқот натижалари келтирилган.

Композит фуран-эпоксид бирикмалари асосида коррозияга чидамли қопламаларни ишлаб чиқишда биз етакчи маҳаллий ва хорижий олимларнинг тадқиқотларида ишлаб чиқилган умумий тушунчалар ва йўналишларга асосландик.

Маълумки, саноатда асосан композицион полимер қоплама материалларидан фойдаланилади. Шу муносабат билан композицион терморреактив эпоксид ва фуран-эпоксид қопламаларининг физик-механик хусусиятлари ўрганилди.

1-жадвалда минерал тўлдирувчилар билан тўлдирилган фуран-эпоксид қопламаларининг асосий физик-механик хусусиятлари кўрсатилган. Кўриниб турибдики, тальк, цемент, кварц ва асбест таркибининг кўпайиши билан қопламанинг ёпишқоқлиги, микроқаттиқлиги ва зарбга чидамлилиги ошади ва 30-80 масса қисмларида максимал қийматга эга бўлади. Бундай ҳолда, композит қопламаларнинг ёпишқоқлиги 20-25% га, микро қаттиқлик эса 2 бараварга ошади. Минерал тўлдирувчиларнинг таркибида кучли қутбли функционал гуруҳларнинг мавжудлиги, афтидан, полимернинг функционал гуруҳларининг йўналишига олиб келади ва полимер матричасида ва ёпишқоқ контактда қўшимча боғланишларнинг пайдо бўлишига ёрдам беради. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, тўлдирилган композицияларнинг термомеханик эгри чизиқларининг табиати сезиларли даражада ўзгаради, одатдаги турлар юқори ҳарорат томон силжийди. Бундан ташқари, минерал тўлдирувчилар билан тўлдирилган композицияларда юқори эластик ҳолатга ўтиш камроқ интенсив равишда ифодаланади, бу полимер билан ҳам, “полимер субстрат” фаза интерфейсида ҳам мустаҳкам ва барқарор боғланишлар ҳосил бўлишидан далолат беради.

Композицияларнинг шишаланиш ҳароратининг (T_{sh}) тўлдирувчилар таркибига боғлиқлиги ўта характерга эга эканлиги аниқланди; тўлдирувчиларнинг киритилиши ўрганилаётган тизимларнинг T_c нинг кўпайишига олиб келади. Бундан ташқари, кўпгина композициялар учун максимал T_c , уларнинг физикавий ва механик хусусиятларининг яхшиланиши кузатиладиган тўлдирувчилар таркибига мос келади. Бинобарин, композицион фуран-эпоксид қопламалар хусусиятларининг ошиши, профессор Ю.С. Липатов ва унинг ҳамкасблари гипотезасига тўлиқ мос келадиган адсорбцион полимер макромолекулаларининг янада қулайроқ қадоқланиши билан боғлиқ.

Бундан ташқари, органоминерал тўлдирувчиларнинг композицион қопламаларнинг хусусиятларига таъсири текширилди. 20 масс.қ. графит ва 150-170 масс.қ. темир кукунини киритиш билан фуран-эпоксид қопламаларининг ёпишқоқлигини, механик, электр ва термофизик хусусиятларини яхшиланиши аниқланди. Алюминий кукуни ва фторопласт-4Д композит қопламаларнинг мустаҳкамлигини сезиларли даражада пасайтиради (1-жадвал), бу, эҳтимол, ушбу тўлдирувчиларнинг қатронлар билан заррачаларининг паст намланишига боғлиқ.

Композицион терморреактив фуран-эпоксид материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг асосий физик-механик хусусиятлари

Тўлдирувчи	Тўлдирувчи миқдори, масс.ч.	Полимер қопламаларнинг хоссалари				
		Бад., кН/м	Уд. Н.м	Нм, МПа	Тст, К	Бр.п., МПа
Тўлдирувчисиз		2,35	2,5	70	324	8,7
Тальк	30	2,68	3,5	76	240	13,0
	50	2,84	3,5	93	357	10,3
	80	2,42	3,5	110	363	9,8
Цемент	40	2,71	3,0	94	390	12,6
	80	2,86	3,0	103	426	11,3
	120	2,78	4,0	110	408	10,0
Кварц	40	2,50	3,7	93	358	8,9
	80	2,82	4,5	110	394	11,6
	120	2,76	4,5	120	390	14,8
Асбест	20	2,71	3,0	72	333	10,1
	30	2,78	3,0	80	342	14,8
	40	2,56	3,5	108	356	13,6
Алюминий пудра	25	1,92	2,0	80	333	8,6
Фторопласт-4Д	30	0,86	2,0	65		7,6

Шундай қилиб, таркибида 40-80 масс.қ. бўлган кукунли тўлдирувчилари, айниқса минераллар композит терморреактив фуран-эпоксид материаллар ва улар асосида қопламаларни ёпишқоқлик, механик ва термофизик хусусиятларини яхши бўлганлиги аниқланди.

Композицион терморреактив фуран-эпоксид материаллар ва улар асосида қопламаларни чидамлилигини ошириш ва хусусиятларини яхшилаш мақсадида, шунингдек юқори даражада тўлдирилган композит қопламаларни яратиш долзарблигини ҳисобга олган ҳолда органоминерал ингредиентлар билан тўлдирилган ва ультратовуш билан ишлов берилган композит фуран-эпоксид полимер материаллари ва қопламаларининг физик-механик ва коррозияга чидамли хусусиятлари бўйича тадқиқотлар ўтказилди.

Қопламаларни ультратовуш билан қайта ишлаш учун 1 МГц гача бўлган частотали тебранишларни максимал акустик интенсивлиги 4 Вт / см² га қадар кўзгатишга имкон берувчи мослама танланди. Маълумки, ушбу кувват оралиғида ультратовушнинг механокимёвий таъсири кучаяди ва турли хил кимёвий реакциялар кучаяди.

Дастлабки тадқиқотлар натижалари кўрсатдики, ультратовуш ёрдамида олдиндан ишлов бериш усули билан полимер таркибининг энг яхши физик-механик хусусиятлари кузатилади. Шу муносабат билан ультратовуш модификациясининг ушбу усули кейинги тадқиқотлар учун қабул қилинди.

Кейинчалик, биз ультратовуш ёрдамида олдиндан қайта ишлов беришдан сўнг фуран-эпоксид композицияларининг баъзи физик-кимёвий хусусиятларини ўргандик. 2-жадвалдан кўриниб турибдики, полимер композицияларини ультратовуш ёрдамида қайта ишлашда ишлов берилган

тизимнинг ҳарорати 333-343 К гача кўтарилди. Шу сабабли ултратовуш модификацияси пайтида юз берадиган жараёнларни таҳлил қилиш учун 333-343 К гача қиздирилган композиция намунавий тизим сифатида танланган.

2-жадвал

Фуран-эпоксид композицияларининг баъзи физик-кимёвий хусусиятларининг махражда/ультратовуш таъсир қилиш давомийлигига ва суратда/ ҳароратга боғлиқлиги

№ п.п	Композиция ва қопламанинг хоссалари	Таъсирлашувнинг давомийлиги, с			
		0	300	600	900
1.	Мухитнинг ҳарорати, К	296	333	340	343
2.	Қовушқоқлик, с	56/56	45/42	38/18	36/20
3.	Олигомер ва тўлдирувчининг сирт таранглиги, Н/м 10	6,43/6,43 5,54/5,54	6,03/5,48 5,18/4,86	5,90/5,00 4,65/4,30	5,86/4,51 4,53/4,20
4.	Структура ҳосил қилиш даражаси, %	84,3/84,3	87,3/87,6	87,8/89,7	88,5/91,2

Изоҳ: Х-таркибида 20 мас.к. графит мавжуд, қолганлари тўлдирувчиларсиз ҳолда

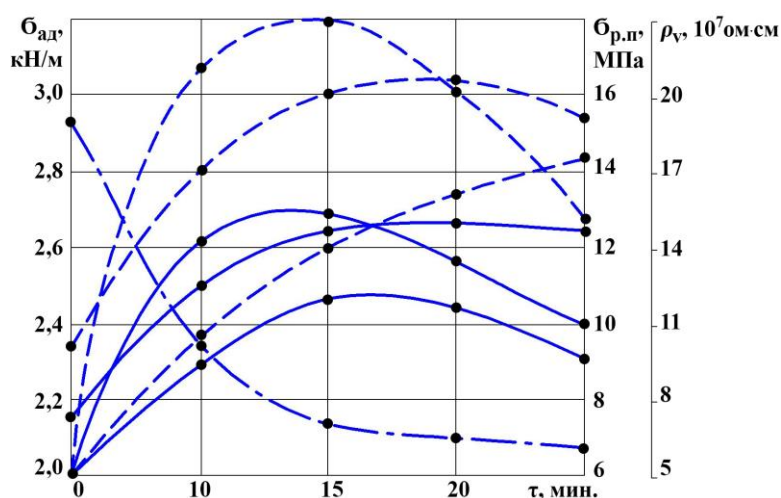
Тадқиқот натижаларидан кўришиб турибдики, ултратовуш билан қайта ишлаш давомийлиги ошиши билан композицияларнинг ёпишқоқлиги ва сирт таранглиги пасаяди. Ултратовуш модификация пайтида ушбу қийматларнинг пасайиш даражаси иссиқлик таъсирига учраган композицияларникидан каттароқдир. 20 дақиқадан сўнг, ултратовуш билан қайта ишланган композиция ишлов берилмаганидан деярли 2 баравар паст ёпишқоқликка эга бўлади. Бинобарин, ултратовуш қайта ишлашнинг дастлабки босқичида тизимнинг молекулалараро таъсирига сезиларли таъсир кўрсатади, структуранинг ёпишқоқлигини йўқ қилади, мослигини, таркибий қисмларининг ўзаро тарқалишини ва полимер композицияларининг бир хиллигини яхшилади. Шу билан бирга, терморреактив композицияларни механоактивациялаш самараси ултратовуш таъсирининг маълум вақтигача кузатилади, 30-35 дақиқа ишлов беришдан сўнг, ёпишқоқликнинг сезиларли даражада ошиши кузатилади, бу композицияларни реакциясининг бошланиши ва кучайиши билан боғлиқдир.

Модификацияланган композицияларда (қатронлар ва қайта ишланган намуналар) ИҚ-спектроскопик тадқиқотлар ўтказилди. Модификацияланган намуналар спектрида эркин гидроксил гуруҳларининг эгилиш тебранишларига мос келадиган 3500-3600 см⁻¹ оралиғида ютилиш чизиқларининг кўпайиши кузатилди. Спектрларни таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, полимернинг тузилишида янги кимёвий боғланишлар пайдо бўлган, буни 1725 см⁻¹ минтақада ўзига хос ютилиш чизиқлар пайдо бўлиши тасдиқлайди.

Шундай қилиб, ултратовушни терморреактив полимер композицияларга татбиқ этилганда, иккита асосий ўзаро рақобатлашадиган жараёнлар содир бўлади: механик ва иссиқлик таъсирлари натижасида ёпишқоқликнинг пасайиши ва таркибий нотекисликнинг йўқ қилиниши ва унинг кўпайиши механик-кимёвий жараёнларнинг кучайиши туфайли бириктирувчи

модданинг таъсир қилувчи моддалар билан кимёвий ўзаро таъсирининг фаоллашиши натижасида содир бўлади.

1-расмда алюминий кукуни билан тўлдирилган композициянинг физикавий, механик ва электр хусусиятларининг ултратовуш билан қайта ишлаш муддатига боғлиқлиги кўрсатилган. 1-расмдан кўриниб турганидек, 600 сония ултратовуш билан ишлов беришдан сўнг, ёпишқоқлик ва мустаҳкамлик хоссалари сезиларли даражада яхшиланади ва полимер қопламаси электр ўтказувчан бўлади. Ёпишқоқлик қуввати 2,0 кН / м дан 2,62 кН / м гача (32%), плёнкаларнинг тортиш қуввати эса 9,2 МПа дан 15,7 МПа (65%) гача кўтарилади. Физикавий ва механик хусусиятларнинг худди шундай яхшиланиши полимер тўлдирувчи-флоропластик билан тўлдирилган композицияларда кузатилди.



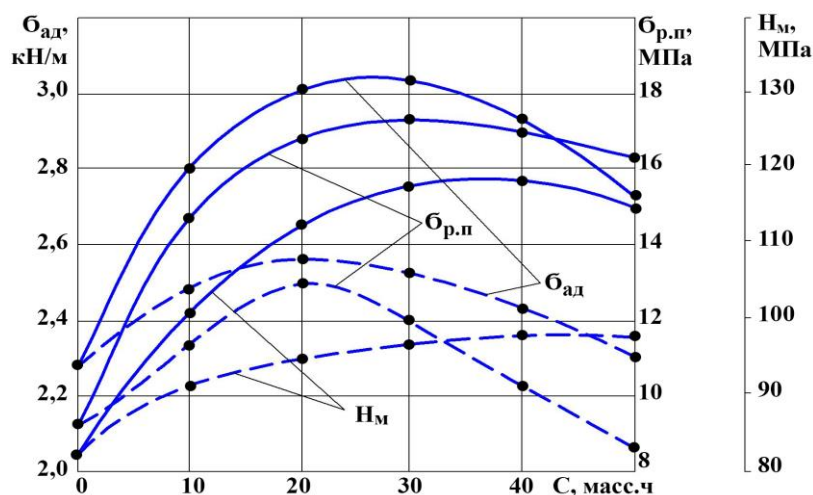
8 масса қисм, -16 масса қисм, -25 масса қисм

1-расм. Композицион фуран-эпоксид қопламаларининг адгезион мустаҳкамлик, тортишиш кучи ва солиштирма ҳажм қаршилиги ултратовуш давомийилигига таъсири алюминий кукунининг хар хил таркибига боғлиқлиги

Юқоридагилардан хулоса қилиш мумкинки, ултратовушли модификация тўлдирувчиларнинг бириктирувчи полимер билан намланишини сезиларли даражада яхшилади ва шу билан полимер композициялар ва улар асосида коррозияга чидамли қопламаларни олиш учун имкон беради, бу деярли қийин аралашадиган компонентлар ва паст даражада намланган тўлдирувчилардан иборат.

Ультратовушли модификациянинг самарадорлиги кўп жиҳатдан кукунли тўлирувчиларнинг таркибига боғлиқ (2-расм). Тадқиқот натижаларидан кўриниб турибдики, тўлирувчилар қанча юқори бўлса, ултратовуш ёрдамида композициялар хусусиятларини ошириш самараси шунчалик катта бўлади. Масалан, агар 10 масс.қ. модификацияланган қопламаларнинг графитнинг адгезион мустаҳкамлиги ва тортишиш кучи мос равишда 15 ва 50% га ортади, шунингдек 40 масс.қ. бўлса –30 ва 60%.

Шуни ҳам таъкидлаш керакки, модификацияланмаган қопламалар учун 20 мас.қ поғонали графит энг мақбулдир ва ултратовуш ёрдамида юқори физикавий ва механик хусусиятларга эга бўлган 50 мас.қ графитли қопламаларни олиш мумкин, яъни ултратовуш билан ишлов берилган тўлинувчилар таркибини ошириш орқали композициялар нархини 2,5 баравар камайтиради (2-расм).



$\sigma_{ад}$ – адгезион мустаҳкамлик, кН/М; $\sigma_{р.п}$ – чўзилишдаги мустаҳкамлик, МПа; H_m – микроекатилик, МПа.

2-расм. Ультратовуш билан модификацияланган (-) ва модификацияланмаган (---) композицион фуран-эпоксид қопламаларнинг графит миқдorigа боғлиқлиги

Маълумки, тўлдирувчиларнинг йиғилган зарралари ва ҳавонинг ёпилиши материалнинг заиф томонлари бўлиб, улар кучланиш туфайли осонгина бузилади. Модификацияланган қопламаларни оптик микроскопи натижалари шуни кўрсатдики, композицияларни намуналар юзасига оптимал режимда қўллашдан олдин уларни ултратовуш билан тўлдирувчи заррачаларнинг жамланишини сезиларли даражада камайтиради ва жуда қисқа вақт ичида (180 с) тўлдирилган композицияларни газдан тозалашга олиб келади. Шу туфайли ултратовушли модификация физикавий ва механик хусусиятлари яхшиланган композит полимер қопламаларини олиш имконини беради.

Шундай қилиб, юқоридагилардан кўриниб турибдики, органоминерал тўлдирувчиларини ултратовушли модификация билан биргаликда фойдаланиш терморреактив фуран-эпоксид қопламаларининг физик-механик ва коррозияга чидамли электр ва бошқа хусусиятларига сезиларли таъсир кўрсатади, бу эса юқори коррозияга чидамли ва физикавий-механик хусусиятларига эга бўлган фуран-эпоксид олигомерлари асосида самарали композицион коррозияга чидамли полимер қопламалар яратишга имкон беради.

Тадқиқотларнинг экспериментал физик-механик хусусиятлари натижалари асосида, юқорида таъкидлаб ўтилганидек, ултратовушга таъсир қилиш вақтига ва тўлдирувчилар турига қараб модификацияланган

қопламаларнинг коррозияга чидамли хусусиятларини корреляцияга боғлиқлигини аниқлашга имкон берадиган бир қатор композицион модификацияланган терморреактив фуран-эпоксид материаллар ва қопламалар ишлаб чиқилган. Шу билан бирга, композит терморреактив полимер материалларининг термо-ультратовушли модификацияси мосламанинг 90 Вт ультратовуш қувватида 20-22 дақиқа таъсир қилиш вақтида физик-механик ва антифрикцион-ейилишга бардошли хусусиятлари энг яхши натижаларга эришилди.

3-жадвалда ультратовуш модификациялашдан олдинги ва кейинги ишлаб чиқилган ультратовуш билан модификацияланган композицион терморреактив фуран-эпоксид полимер материаллари ва улар асосида қопламаларнинг асосий физик-механик хусусиятлари кўрсатилган.

3-жадвал

Ультратовуш билан ишлов беришдан олдинги ва кейинги яратилган машинасозлик терморреактив фуран-эпоксид полимер материаллар ва улар асосида қопламаларнинг асосий физик-механик хусусиятлари

КПМ маркалари	Физико-механические свойства КПМ и покрытий				
	Б _{ад} , кНм	Б _{уд} , Н·м	Нм, МПа	Т _{ст} , К	Б _{рп} , МПа
КПМ-Уз-1	2,98/2,42	3,7/3,5	172/109	361/334	19,2/10,8
КПМ-Уз-2	2,81/2,28	3,6/3,5	152/109	372/336	16,5/8,6
КПМ-Уз-3	3,22/2,72	4,2/3,6	198/120	410/342	17,2/10,6
КПМ-Уз-4	2,87/2,30	4,4/3,6	210/120	428/352	15,8/9,2
КПМ-Уз-5	3,06/2,50	4,5/3,7	202/110	396/358	20,2/11,6
КПМ-Уз-6	2,84/2,64	4,8/3,7	208/110	412/346	22,8/14,8

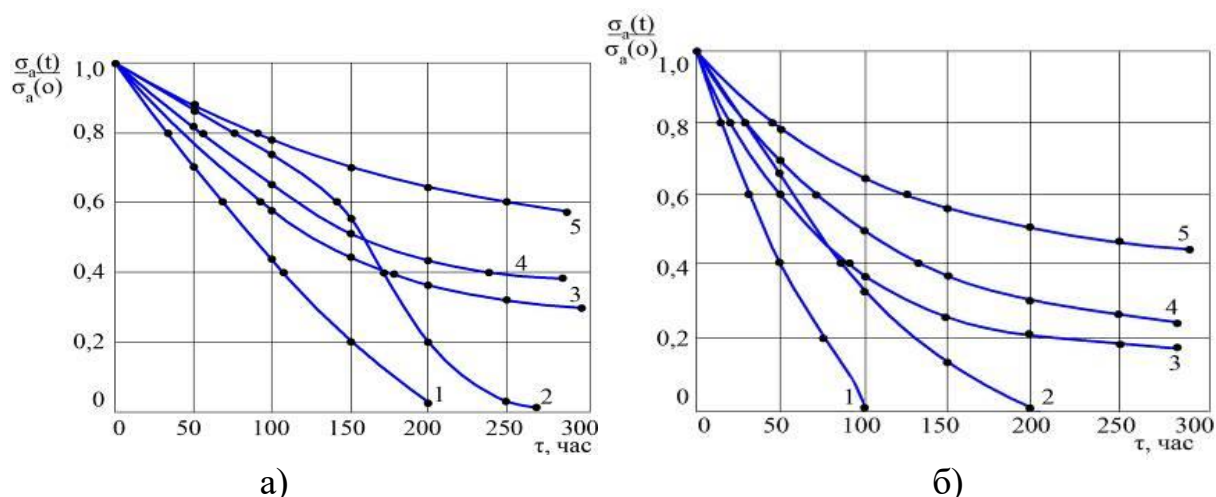
Изоҳ: суратда ультратовуш ёрдамида модификацияланган қопламалар, махражда - ультратовуш билан модификацияланмаган қопламалар

3-жадвалдан кўришиб турибдики, ультратовуш билан модификацияланган композит фуран-эпоксид полимер қопламаларининг физик-механик хусусиятлари дастлабки композицияларга нисбатан 1,5-2 баравар кўпаяди.

Энди ишлаб чиқилган композит фуран-эпокси полимер материаллари асосида қопламаларнинг коррозияга чидамлигини кўриб чиқамиз. 3-расмда турли хил агрессив муҳитларда пўлат субстратга нисбатан ультратовуш билан ишлов берилмаган (а) ва ишлов берилган (б) фуран-эпоксид полимер қопламаларининг адгезион мустаҳкамликнинг тадқиқот натижалари кўрсатилган.

3-расмда (а) эгри чизиқларидан кўришиб турибдики, ультратовуш ёрдамида ўзгартирилмаган композицион полимер қопламаларининг адгезион мустаҳкамлиги барча ҳолатларда, агрессив муҳитда бўлиш вақтига қараб, камаяди: ушбу муҳитда сульфат кислотада 10 кундан ортиқ ушлаб турилганда ҳаводаги қийматга нисбатан 40, сувда 60, хлорид кислота 70% га тенг. Худди шу қопламалар полимер-субстрат чегарасида нитрат ва сирка кислоталарида

навбати билан 10 ва 6 кун ичида полимерларнинг йўқ бўлиши сабабли адгезион мустаҳкамликни тўлиқ йўқотади.



1- КПМ-1; 2- КПМ-2, 3- КПМ-3; 4- КПМ-Уз-4; 5- КПМ-Уз-5

3-расм. Турли хил агрессив муҳитда пўлат субстратга нисбатан ультратовуш билан ишлов берилмаган ва ишлов берилган фуран-эпоксид полимер қопламаларининг адгезион мустаҳкамлигининг ўзгариши

3-расмдаги (б) эгри чизиклардан кўриниб турибдики, барча агрессив муҳитларда ультратовуш билан ишлов берилиб модификацияланган композит фуран-эпоксид полимер материалларидан олинган қопламаларнинг адгезион мустаҳкамлиги ультратовуш билан ўзгартирилмаганидан анча юқори. Хусусиятларни ўрганишдаги ўхшаш натижалар, шунингдек, тортишиш кучи, зарб кучи ва микроқаттиқлиги учун ҳам кузатилиши тажриба асосида аниқланди.

Шундай қилиб, тўлдирилган композит полимер материалларни бузилиш тезлиги маълум бир танқидий таркибда материалнинг ғоваклилиги ҳосил бўлиши туфайли агрессив муҳитнинг кимёвий реакцияси ва тўлдирувчиларнинг реактивлиги билан белгиланиши аниқланди. Композит фуран-эпоксид полимер қопламаларини ўрганиш натижасида энг паст буг ўтказувчанлиги ва сув сингиши ультратовуш ёрдамида ўзгартирилган КПМ-Уз-5 асосидаги композицияга эга эканлиги кўрсатилган.

Диссертация ишининг “Машинасозлик мақсадларида ультратовуш модификацияланган композицион фуран-эпоксид полимер материаллари ва улар асосида коррозияга чидамли қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш” номли тўртинчи бобида илмий-техникавий тамойилларни ишлаб чиқишда технологик жараёнининг, озиқ-овқат саноати учун машиналар ва ускуналар учун машинасозлик композит термореактив фуран-эпоксид полимер материаллари ва улар асосида коррозияга чидамли қопламалар олиш учун ташкилот стандарти (техник шартлар) ва технологик регламенти ишлаб чиқишнинг тадқиқот натижалари келтирилган.

Юқорида таъкидлаб ўтилганидек, биринчи навбатда яратилган машинасозлик композит фуран-эпоксид полимер материаллари ва уларнинг

асосида коррозияга чидамли қопламаларни ултратовуш модификацияси усули ишлаб чиқилди.

Қопламаларни ултратовуш билан қайта ишлаш учун 1 МГц частотали, максимал акустик интенсивлиги 4 Вт/см² гача бўлган тебранишларни кўзгатишга имкон берадиган мослама танланди. Маълумки, ушбу қувват оралиғида ултратовуш таъсирининг механик-кимёвий таъсири кучаяди ва ҳар хил кимёвий реакциялар кучаяди.

4-жадвалда фуран-эпоксид полимер қопламаларининг адгезион мустаҳкамлиги, тортишиш ва зарбга мустаҳкамлигини уларнинг ултратовуш билан ишлов бериш услубига қараб ўзгариши тўғрисидаги қиёсий маълумотлар берилган. Кўриб турганингиздек, ултратовуш билан қопламаларни қайта ишлашда улар шакллангандан кейин адгезион мустаҳкамлиги пасайиши кузатилади. Бу, афтидан, полимер-металл фазасида ажралиб чиқадиган эластик тебранишлар ва иссиқлик ҳосил бўлган адгезион боғланишларни бузиши билан боғлиқ.

4-жадвал

Фуран-эпоксид полимер материаллар ва улар асосида қопламаларнинг қиёсий характеристикаларининг ултратовуш билан қайта ишланган олдинги усулга боғлиқлиги

Ультратовушли ишлов бериш усуллари	Қоплама материаллари	G _A , кН/м	G _p , МПа	G _{уд} , Н.м
Қопламани шаклланиш босқичларида ишлов бериш	ФАЭД-20 ЭД-16	2,46/2,30 1,88/1,67	18,3/9,7 18,7/16,8	3,0/2,0 2,0/1,5
Қопламани шаклланиб бўлганидан кейинги ишлов бериш	ФАЭД-20 ЭД-16	1,38/2,30 0,82/1,67	9,7/9,6 14,6/16,8	2,0/2,0 1,0/1,5
Полимер композициясини дастлабки ишлов бериш	ФАЭД-20 ЭД-16	2,60/2,30 2,00/1,67	23,3/9,6 25,6/16,8	3,5/2,0 3,0/1,5

Изоҳ: суратда – модификацияланган ултратовушнинг хусусиятлари, маҳражда - ўзгартирилмаган фуран-эпоксид полимер қопламаси (ультратовуш билан модификациялаш вақти - 300 с, қуввати 90 Вт).

Полимер қопламаларини ҳосил бўлиш босқичида қайта ишлаш усули янада самаралидир. Ултратовуш билан қайта ишлангандан сўнг полимер қопламаларининг ёпишқоқлик ва мустаҳкамлик хусусиятлари яхшиланади. Бироқ, бу усул фақат лист материаллари юзасида қопламалар пайдо бўлган тақдирда қўлланилиши мумкин.

Полимер ва композицион материаллар ва улар асосида қопламаларни олиш учун ҳам лист материаллари юзасида, ҳам мураккаб конфигурацияга эга бўлган катта ўлчамдаги иншоотларда полимер композицияларини маҳсулот юзасига суришдан олдин уларни ултратовуш билан қайта ишлаш усули самаралироқ бўлади. Ушбу усул, 4-жадвалдан кўриниб турибдики, кўриб чиқилган модификация усуллари билан таққослаганда юқори адгезион

мустаҳкамлик, тортишиш ва зарбга чидамликка эга бўлган коррозияга чидамли композит полимер қопламаларни олишга имконини беради.

Бундан ташқари, ультратовуш билан модификацияланган фуран-эпоксид композицияларидан композит фуран-эпоксид полимер қопламалари олинган. Композиция пўлат намуналарига қуйма қолипларга куйиш орқали татбиқ этилди, маҳсулотларнинг юзасига эса шпател усули билан сурилди.

Қотганидан сўнг, СНВС-4534 электр шкафи ва ТС-24 термостатида иссиқлик билан ишлов бериш амалга оширилди. Шу билан бирга, физикавий, механик ва коррозияга чидамли хусусиятларнинг энг яхши натижаларига композицион терморреактив фуран-эпоксид полимер материаллари ва улар асосида коррозияга чидамли қопламаларни термо- ультратовушли модификацияси билан таъсир қилиш вақти 20-22 дақиқа ичида 90 Вт ультратовуш кучида эришилди.

Диссертациянинг **“Машинасозлик мақсадлари учун ишлаб чиқилган модификацияланган композицион фуран-эпоксид полимер материалларининг амалий ва иқтисодий жиҳатлари ва улар асосида қоплама олиш технологияси”** номли бешинчи бобида ишлаб чиқилган модификацияланган машинасозлик композицион фуран-эпоксид полимер материаллар асосида ультратовуш билан модификацияланган ва коррозияга чидамли қопламаларини намунавий партияси ва озиқ-овқат саноатидаги машиналар ва ускуналарнинг ишчи органларида ишлаб чиқариш синов натижалари, хусусан ёғ ва мой ишлаб чиқаришда, шунингдек уларни қўллашнинг техник иқтисодий самарадорлиги берилган.

Ультратовуш билан модификацияланган композит фуран-эпоксид полимер қопламаларининг ишлаш қобилияти ва чидамлилигини баҳолаш учун стенд синовлари ўтказилди, яъни улар ИП-1-3 иқлим камерасида тезлаштирилган синовлардан ўтказилди. Синов режими ИП-1-3 да 3 соат, паст ҳароратли шкафта НС-250/70 да 3 соат, ИП-1-3 да 4 соат ва узилган ИП-1-3 қурилмасида 14 соат. Синов пайтида чидамлик мезонлари полимер плёнчаларининг ёрилиши ва қопламани субстратдан тозалашнинг бошланиши танлаб олинди.

Олинган натижалар шуни кўрсатдики, синов вақтининг ортиши билан қопламаларнинг мустаҳкамлиги пасаяди. 130-150 соатлик иқлим камерасида синовдан ўтказилгандан сўнг, модификацияланган қопламалар ўзларининг 60% дан ортиқ мустаҳкамлик хоссасини сақлайди, модификацияланмаганлари эса полимер плёнчаларининг ёрилишини кўрсатди: илгари маълум бўлган композициядан (ФАЕД-20-100 масса соат), ПЕПА-15 массаси х) ёпишқоқ контактнинг ишдан чиқиши 20 соатлик синовдан сўнг кузатилди.

Юқоридаги натижаларнинг ишончилигини текшириш учун модификацияланган қопламаларнинг агрессив муҳитда (хлорид кислота эритмаси) синовдан ўтган пайтидан адгезион мустаҳкамликнинг ўзгаришини ўрганиб чиқдик. 9 ойдан кейин, агрессив муҳитда қопламаларнинг ёпишқоқлиги атиги 30-40% га камайди Ультратовуш модификацияланган қопламаларнинг чидамлилиги модификацияланмаганлигига қараганда 3-5

баравар ва илгари маълум бўлган композициядан 10-12 баравар кўп, бу уларнинг юқори физикавий ва механик хусусиятлари билан изоҳланиши мумкин.

Ультратовуш ёрдамида модификацияланган ишлаб чиқилган композициялар диаторбакнинг ишчи органлари юзасида коррозияга чидамли, полимер қопламалар, инъекция насослари, винтли ва қирғичли конвейерлар сифатида Сирдарё вилояти Гулистон нефть экстракти заводида ишлатилиб синовдан ўтказилди. Ушбу қопламалардан фойдаланиш қиммат зангламайдиган пўлат ва анъанавий пўлат ўрнига, масалан, Арт. 40: диараторбак олуқлари, насос лопастрлари, бурғулаш ва конвейер қисмларининг чидамлилигини 2-2,5 бараварга ошириш ва технологик линиянинг ишламай қолишини камайтиришга олиб келади.

Ишлаб чиқилган материаллар ва уларга асосланган коррозияга чидамли қопламалар Гулистон ёғ-мой заводи машиналари ва ускуналарининг ишчи органларида ишлатилишидан олинган иқтисодий самарадорлик 2018 йилда 136,7 миллион сўмни ташкил этди, саноат даражасида кутилаётган жами иқтисодий самарадорлик йилига 2 миллиард 634 сўмни ташкил этади.

ХУЛОСА

1. Машинасозликда қўллаш учун композицион фуран-эпоксид полимер материалларининг самарали таркиблари ва уларнинг таркибига органоминерал тўлдирувчиларнинг киритилиши ва уларни ультратовушли модификация қилиш йўли билан коррозияга чидамли қопламалар олиш технологиясини яратиш бўйича илмий асосланган ёндашув ишлаб чиқилди.

2. Ишлаб чиқилган композицион терморреактив фуран-эпоксид полимер материалларининг адгезион, ёрилиш, зарбга мустхкамлиги, микро ва коррозияга чидамлилиги ҳамда ўзгариши характериға эға физикавий ва механик хусусиятларининг қонуниятлари тавсия этилди.

3. Текширилаётган композицион фуран-эпоксид полимер қопламаларида бузилиш механизм агрессив суюқлик билан тўйинганлик тезлигиға ва иш шароитиға боғлиқ бўлган бир ҳил ва гетероген типдаги деградациянинг диффузион модели билан амалға оширилиши мумкинлиги кўрсатилган.

4. Агрессив муҳитда композицион фуран-эпоксид полимер қопламаларининг бузилиш қонуниятлари ва бу агрессив муҳитнинг кириб бориш тезлигини материалнинг кимёвий реакция тезлигиға нисбати қийматларидан иборат эканлиги аниқланди.

5. Озиқ-овқат ва ёғ-мой саноати учун машиналар ва ускуналарнинг ишчи органларида фойдаланиш учун органоминерал ингредиентлар билан модификацияланган ва ультратовушли ишлов бериш билан машинасозлик мақсадлари учун ФАЕД-20 асосидаги коррозияга чидамли композицион фуран-эпоксид полимерларнинг оптимал таркиби тавсия этилган.

6. Агрессив муҳитда ишлайдиган машинасозлик мақсадлари учун коррозияга чидамли композицион фуран-эпоксид полимер материалларини

ишлаб чиқаришнинг илмий-услубий принциплари ва олиш технологияси ишлаб чиқилди.

7. Яратилган композицион термореактив фуран-эпоксид полимер материалларидан коррозияга чидамли қопламалар сифатида Гулистон ёғ-мой комбинатининг машиналари ва ускуналари ишчи органларида фойдаланилганда, стенд ва ишлаб чиқариш синовлари натижасида уларнинг ишга яроқлилиги, чидамлилиги ва самарадорлигининг ошишига 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**

МАШАРИПОВА МУХАББАТ МАТРАСУЛОВНА

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ
МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ФУРАНО-
ЭПОКСИДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИИ
ПОЛУЧЕНИЯ НА ИХ ОСНОВЕ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ
ПОКРЫТИЙ ДЛЯ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЙ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

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 материалов 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 В2021.3.PhD/Т2345 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

Эшмуратов Баходир Бешимович
доктор технических наук

Официальные оппоненты:

Солиев Рустам Хакимжонович
доктор технических наук, доцент

Адилов Равшан Эркинович
доктор технических наук

Ведущая организация:

Бухарский государственный университет

Защита диссертации состоится **«08» ноября 2021 года в 14⁰⁰** 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 taraqqiyyot@mail.ru, в здании «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (зарегистрированный номером №25-21). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан «.....» октября 2021 г.
(протокол реестра № 25-21 от 5 октября 2021 г.)

А.В.Умаров

Председательствующий научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

М.Э. Икрамова

Ученый секретарь научного совета по присуждению
учёных степеней, к.х.н., с.н.с.

А.М. Эминов

Председатель научного семинара при научном
совете по присуждению ученых степеней, д.т.н., проф.

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии(PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире повышенной интерес представляет улучшение работоспособности и эффективности машин и механизмов, применяемых в различных отраслях промышленных производств путем разработки и применения деталей их рабочих органов покрытий из композиционных материалов, так как надежность и долговечность машин и механизмов неразрывно связаны с работоспособностью и долговечностью их деталей и элементов конструкций. В этом аспекте особое значение имеет создание модифицированных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе, повышающих работоспособность и долговечность машин, механизмов и оборудования.

В мире ведутся научные исследования по созданию эффективных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе с высокими физико-химическими, механическими и эксплуатационными свойствами, с низкой себестоимостью и по повышению устойчивости их к высоким температурам и коррозии, а также для увеличения долговечности рабочих органов машин, механизмов, устройств и оборудования на основе термореактивных полимеров и промышленных отходов. В связи с этим, особое внимание уделяется созданию эффективных модифицированных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе с высокими адгезионными свойствами и повышению их качества, улучшению физико-химических свойств, а также усовершенствованию технологии производства.

В Республике проводится ряд мероприятий по получению композиционных полимерных материалов (КПМ) для машиностроения на основе местного и вторичного сырья, и достигнуты определенные результаты. В четвертом пункте четвертого направления программы Стратегических действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан по «...эффективные механизмы стимулирования научно-исследовательской и инновационной деятельности, применения научных и инновационных разработок...»² поставлены важные задачи. В этом аспекты разработка эффективных составов, модифицированных композиционных термореактивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и технологии получения покрытий на их основе для машин и оборудования пищевой промышленности представляет особое значение.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан № УП-5853 от 23 октября 2019 года «Об утверждении Стратегии развития сельского хозяйства Республики Узбекистан на 2020-2030 годы», и Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 25 октября

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

2018 г. №ПП-3983 «О мерах по ускорению развития химической промышленности в Республике Узбекистан», №ПП-4426 от 24 августа 2019 года «О дальнейшем повышении ответственности государственного, хозяйственного управления и местных исполнительных органов власти за локализацию производства и внедрение новой системы ускорения кооперации в отраслях промышленности» а также в других нормативно-правовых документах, приняты в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. По разработке новых композиционных полимерных материалов (КПМ) внесли определенный вклад такие известные ученые, как А. Hayashi, S. Hulemand, R. Morgem, 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. Ибадуллаева, Г. Гулямова, Н.С. Абед и многих других.

Исходя из анализа существующих работ, необходимо отметить, что вопросы по повышению работоспособности и эффективности машин и механизмов и покрытий поверхности деталей их рабочих органов с высокими физико-механическими и коррозионностойкими свойствами, работающих в высоких температурных и агрессивных эксплуатационных условиях, недостаточно решены. Это связано со сложностями, связанными с комплексным изучением физико-химических, механических свойств композиционных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий из них, работающих при вибрации и контактном взаимодействии с агрессивными средами. Решению этих проблем и посвящена настоящая работа.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполняется диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана Государственных научно-исследовательских работ фундаментального проекта Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» ТГТУ имени Ислама Каримова по теме: №Ф-7-9 «Выявление закономерностей и исследование механизма формирования и разрушения свойств полимерных материалов в зависимости от различных ингредиентов для получения эффективных полимерных, лакокрасочных, композиционных материалов и покрытий на их основе» (2017-2020г.г.); №ПЗ-20170929228 «Разработка ресурсосберегающих технологий нитроокисидирования для получения композиционных металлических машиностроительных

материалов с повышенной коррозионной стойкостью с целью применения в машиностроении и других отраслях промышленности» (2017-2020гг.).

Целью исследования является разработка эффективных составов модифицированных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и технологии получения на их основе коррозионностойких покрытий для машин и оборудования пищевой промышленности.

Задачи исследований:

обоснованный выбор объектов изучения для разработки модифицированных композиционных термореактивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий из них машиностроительного назначения;

исследование влияния различных органоминеральных наполнителей на физико-механические свойства исходных и композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе путем модификации введением в их состав органоминеральных наполнителей в зависимости от вида, содержания и соотношения;

исследование влияния режимов ультразвуковой модификации на физико-механические свойства композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе и выявление оптимальных их технологических режимов их ультразвуковой модификации;

разработка физически модифицированных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе, позволяющих получать с высокими физико-механическими, антикоррозионными и другими эксплуатационными свойствами для применения в рабочих органах машин и оборудования в пищевой промышленности;

разработка научно-методических принципов и технологии получения модифицированных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе машиностроительного назначения;

проведение опытно-производственных испытаний созданных модифицированных ультразвуком композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий из них машиностроительного назначения и разработка нормативно-технических документов, практические рекомендации по их применению в рабочих органах машин и оборудования пищевой промышленности, определение их технико-экономической эффективности.

Объектами исследования являются полимерные матрицы – фурано-эпоксидной ФАЭД-20 олигомеры, отвердитель – полиэтиленполиамин – ПЭПА, пластификаторы – дибутилфтолат – ДБФ и синтетический каучук СКН-40 и полиамид Л-20, наполнитель – графит кристаллический, тальк, стекловолокно, кварцевый песок, каолин, асбест, алюминиевая пудра, цемент, фторопласт - 4Д, железный порошок и фосфогипс-отходы Алмалыкского химического завода.

Предмет исследования является исследование комплексных закономерностей изменения физико-механических и эксплуатационных свойств материалов в зависимости от вида, содержания и соотношения полимерных связующих, органоминеральных наполнителей и режимов ультразвуковой обработки и на основе выявленных закономерностей разработать физически модифицированных композиционных терморезистивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий из них машиностроительного назначения.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы использованы современные методы физико-химического, технологического анализа, ИК-спектроскопии, рентгенофазового анализа и другие стандартные методы анализа.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

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

разработан эффективный двухстадийный способ обработки ультразвуком наполненных композиций и получен модифицированный композиционный терморезистивный фурано-эпоксидный материал на основе местного сырья и отходов производств машиностроительного назначения;

разработаны оптимальные составы модифицированных композиционных терморезистивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе машиностроительного назначения и выявлены закономерности влияния вида, содержания и соотношения органоминеральных наполнителей, режимов ультразвуковой обработки на физико-механические свойства композиций;

выявлено, что разработанные модифицированные композиционные терморезистивные фурано-эпоксидные полимерные материалы и покрытия из них обладают хорошими физико-механическими свойствами и высокой коррозионностойкостью при контактном взаимодействии с агрессивными средами;

разработана эффективная технология получения модифицированных композиционных терморезистивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий из них для применения в рабочих органах машин и оборудований пищевой промышленности.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

определены основные закономерности изменения физико-механических и эксплуатационных свойств от вида, содержания и соотношения органоминеральных наполнителей и режимов ультразвуковой обработки и разработан ряд оптимальных составов модифицированных композиционных терморезистивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе для деталей рабочих органов машин и оборудований пищевой промышленности.

разработан способ ультразвуковой модификации композиционных терморезистивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе машиностроительного назначения.

разработана технология получения модифицированных композиционных терморезистивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий из них путем двухстадийной ультразвуковой обработки композиции.

Достоверность полученных результатов обоснована совокупностью использованных физико-механических и антикоррозионных методов исследований. Полученные результаты исследований физико-механических и эксплуатационных свойств композиционных терморезистивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий обработаны математическо-статистическим методом.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов исследования заключается в установлении закономерности влияния вида, содержания и соотношения органоминеральных наполнителей и режимов ультразвуковой обработки на физико-механические и эксплуатационные свойства модифицированных композиционных терморезистивных фурано-эпоксидных полимерных материалов, что позволило получить высококачественные коррозионностойкие покрытия на поверхности деталей рабочих органов машин и оборудования пищевой промышленности.

Практическая значимость результатов исследования заключается в повышении работоспособности и эффективности рабочих органов машин и оборудования пищевой промышленности, детали и конструкции которых покрыты модифицированными терморезистивными композиционными фурано-эпоксидными полимерными материалами.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов по разработке эффективных составов модифицированных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и технологии получения на их основе коррозионностойких покрытий для машин и оборудования пищевой промышленности достигнуто следующие:

в АО «Гулистан экстракт ёғ» разработан и внедрен новый состав модифицированных композиционных терморезистивных фуран-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе (справка Ассоциации масло-жировой промышленности Республики Узбекистан № КС/3- 820 от 26 августа 2021 г.). В результате, дано возможность увеличить срок службы диараторных резервуаров оборудования масложировой промышленности в 2-2,5 раза;

эффективные составы модифицированных композиционных фуран-эпоксидных полимерных материалов и антикоррозионных покрытий для машин и оборудования пищевой промышленности на их основе внедрены в АО «Гулистан экстракт ёғ» (справка Ассоциации масло-жировой промышленности Республики Узбекистан № КС/3- 820 от 26 августа 2021 г.).

В результате, дано возможность увеличить срок службы насосов масложировой промышленности в 1,5-2 раза.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований апробированы на 2 международных и 10 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 13 научных работ. Из них 9 научных статей, в том числе 1 в зарубежном журнале и 8 в республиканских журналах, рекомендованный Высшей аттестационной комиссией республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключение, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 117 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении основана 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 осуществленные внедрения результатов исследования, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Современное состояние вопроса и задачи исследования в области разработки модифицированных терморезистивных полимерных материалов и технология получения коррозионностойких покрытий из них машиностроительного назначения»** приводится обзор с анализом научных исследований по теме диссертации, посвященных проблеме разработки эффективных составов и технологии коррозионностойких модифицированных, в том числе ультразвуком, композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов для машин и механизмов пищевых отраслей промышленности.

Во второй главе диссертации **«Выбор и обоснование объекта исследования и методики определения свойств разрабатываемых композиционных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий»** формируется выбор объектов исследования, методов для проведения опытно-эксплуатационных исследований, а также методика получения модифицированных органоминеральными наполнителями и ультразвуковой обработкой композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий из них. Приведено методика определения физико-механических и коррозионностойких их свойств.

В третьей главе диссертации **«Исследование коррозионностойких и других физико-механических свойств разрабатываемых**

модифицированных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе и разработка их оптимальных составов машиностроительного назначения» приведены результаты экспериментальных исследований влияние вида, содержания органоминеральных наполнителей и технологических факторов ультразвуковой обработки на физико-механические и коррозионностойкие свойства композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов для получения антикоррозионных покрытий на поверхности деталей, рабочих органов машин и оборудования пищевой отрасли промышленности.

При разработке коррозионностойких покрытий на основе композиционных фурано-эпоксидного компаунда мы исходили из общих представлений и направлений, развиваемых в исследованиях ведущих отечественных и зарубежных ученых.

Как известно, в промышленности в основном применяются композиционные- наполнение полимерные материалы покрытия. В связи с этим были исследованы физико-механические свойства композиционных терморезистивных эпоксидных и фурано-эпоксидных покрытий.

В таблице 1 представлены основные физико-механические свойства фурано-эпоксидных покрытий, наполненных минеральными наполнителями. Видно, что с увеличением содержания талька, цемента, кварца и асбеста адгезионная прочность микротвердость и ударная прочность покрытия возрастают и достигают максимального значения при 30- 80 масс.ч. наполнителя. При этом адгезионная прочность композиционных покрытий увеличивается на 20-25 %, микротвердости в 2 раза. Наличие сильно полярных функциональных групп в составе минеральных наполнителей, по-видимому, приводит к ориентации функциональных групп полимера и способствует образованию дополнительных связей в полимерной матрице и в адгезионном контакте. Исследования показали, что значительно меняется характер термомеханических кривых наполненных композиций; характерные типы смещаются в сторону больших значений температур. Причем переход в высокоэластичное состояние в наполненных минеральными наполнителями композициях выражается менее интенсивно, что свидетельствует об образовании более прочных и устойчивых связей как в полимерном слов, так и на границе раздела фаз «полимер подложка».

Установлено, что зависимость температуры стеклования (T_g) композиций от содержания наполнителя имеет экстремальный характер; введение наполнителя приводит к повышению T_g исследуемых систем. Причем у большинства композиций максимумы T_g соответствуют тем содержаниям наполнителя, при которых наблюдается улучшение их физико-механических свойств. Следовательно, повышение свойств композиционных фурано-эпоксидных покрытий связано с более благоприятной упаковкой макромолекул полимера в адсорбционном слов, что полностью согласуется с гипотезой профессора Ю.С. Липатова и его сотрудников.

Далее исследовано влияние органоминеральных наполнителей на свойства композиционных покрытий. Выявлено, что при введении 20 масс.ч

чешуйчатого графита и 150-170 масс.ч. железного порошка улучшаются адгезионные, механические, электрические и теплофизические свойства фурано-эпоксидных покрытий. Алюминиевая пудра и фторопласт-4Д в значительной степени снижают прочность композиционных покрытий (табл.1), что по-видимому, связано с низкой смачиваемостью частиц этих наполнителей смолой.

Таблица 1

Основные физико-механические свойства композиционных термореактивных фурано-эпоксидных материалов и покрытий на их основе

Наполнитель	Содержание наполнителя, масс.ч.	Свойства полимерных покрытий				
		Б ад.кН/м	Уд.Н.м	Нм, Мпа	Тст, К	Б р.п МПа
Без наполнителя		2,35	2,5	70	324	8,7
Тальк	30	2,68	3,5	76	240	13,0
	50	2,84	3,5	93	357	10,3
	80	2,42	3,5	110	363	9,8
Цемент	40	2,71	3,0	94	390	12,6
	80	2,86	3,0	103	426	11,3
	120	2,78	4,0	110	408	10,0
Кварц	40	2,50	3,7	93	358	8,9
	80	2,82	4,5	110	394	11,6
	120	2,76	4,5	120	390	14,8
Асбест	20	2,71	3,0	72	333	10,1
	30	2,78	3,0	80	342	14,8
	40	2,56	3,5	108	356	13,6
Алюминиевая пудра	25	1,92	2,0	80	333	8,6
Фторопласт-4Д	30	0,86	2,0	65		7,6

Таким образом, установлено, что порошкообразные наполнители, особенно минеральные, при содержании 40-80 масс.ч. улучшают адгезионные, механические и теплофизические свойства композиционных термореактивных фурано-эпоксидных материалов и соответственно покрытий на их основе.

В целях увеличения долговечности и улучшения свойств композиционных термореактивных фурано-эпоксидных материалов и покрытий на их основе, а также учитывая актуальность создания более высоконаполненных композиционных покрытий, далее было проведено исследование физико-механических и коррозионностойких свойств композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий наполненных органоминеральным ингредиентам и модифицированным ультразвуковой обработкой.

Для ультразвуковой обработки покрытий была выбрана установка, позволяющая возбуждать колебания с частотой до 1 МГц максимальной акустической интенсивностью до 4 Вт/см². Как известно, в этом диапазоне мощности усиливаются механохимические эффекты воздействия ультразвука, интенсифицируются различные химические реакции.

Как показали результаты предварительных исследований лучшие физико-механические свойства полимерной композиции наблюдаются при способе предварительной обработки ультразвуком. В связи с этим, для дальнейших исследований был принят этот способ ультразвуковой модификации.

Далее мы изучали некоторые физико-химические свойства фурано-эпоксидных композиций после предварительной обработки их ультразвуком. Как видно из табл.2. при обработке полимерных композиций ультразвуком температура обрабатываемой системы повышается до 333-343 К. В связи с этим, для анализа процессов, происходящих при ультразвуковой модификации, в качестве модельной системы выбрали композицию, предварительно прогретую до 333-343 К.

Таблица 2

Некоторые физико-химические свойства фурано-эпоксидных композиций в зависимости от продолжительности воздействия ультразвука в знаменателе/и температуры в числителе

№ п.п	Свойства композиций и покрытий	Продолжительность воздействия, с			
		0	300	600	900
1.	Температура среды, К	296	333	340	343
2.	Вязкость, с	56/56	45/42	38/18	36/20
3.	Поверхностное натяжение, Н/м 10 Олигомера отвердителя	6,43/6,43 5,54/5,54	6,03/5,48 5,18/4,86	5,90/5,00 4,65/4,30	5,86/4,51 4,53/4,20
4.	Степень структурирования, %	84,3/84,3	87,3/87,6	87,8/89,7	88,5/91,2

Примечание: X- композиция содержит 20 масс.ч. чешуйчатого графита, остальное без наполнителя

Как показали результаты исследований, с увеличением продолжительности ультразвуковой обработки снижается вязкость и поверхностное натяжение композиций. Скорость снижения этих величин при ультразвуковой модификации больше, чем у композиций, подвергнутых термическому воздействию. После 20 мин. обработки ультразвуком композиция обладает вязкостью, почти в 2 раза меньшей, чем у необработанной. Следовательно, ультразвук в начальной стадии обработки оказывает значительное влияние на межмолекулярное взаимодействие системы, устраняет структурную вязкость, способствует улучшению совместимости, взаимной диффузии компонентов и гомогенности полимерных композиций. Однако эффект механоактивации термореактивных композиций наблюдаются до определенного времени воздействия ультразвука: после 30-35 мин. обработки наблюдается значительное увеличение вязкости, связанное с началом и интенсификацией реакции отверждения композиций.

Модифицирование композиции (смола и отвержденный образец) были подвергнуты ИК-спектроскопическим исследованиям. В спектре модифицированных образцов наблюдалось увеличение полосы поглощения в

области $3500-3600\text{ см}^{-1}$, соответствующие деформационным колебаниям свободных гидроксильных групп. Анализ спектров показал, что в структуре полимера образовались новые химические связи, о чем свидетельствует появление характерной полосы поглощения в области 1725 см^{-1} .

Таким образом, при воздействии ультразвука на реакционно-способные терморезактивные полимерные композиции имеют место два основных конкурирующих процесса: уменьшение вязкости и устранение структурной неоднородности композиции в результате механического и теплового воздействия и ее увеличение как результат активации химического взаимодействия связующего с отвечающим агентом благодаря усилению механохимических процессов.

На рис.1 представлена зависимость физико-механических и электрических свойств композиции, наполненной алюминиевой пудрой, от продолжительности ультразвуковой обработки.

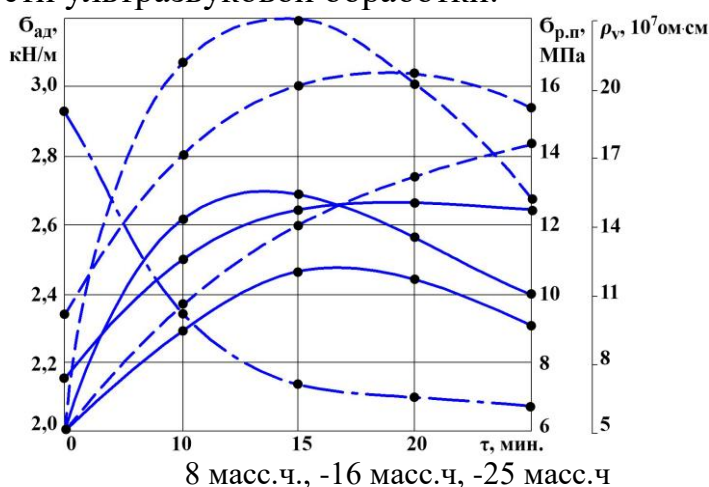


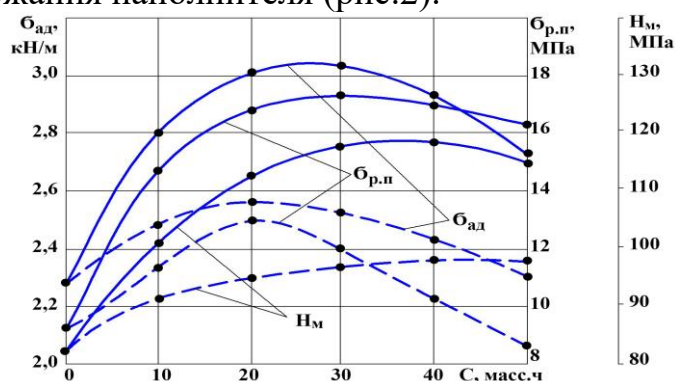
Рис.1. Зависимость адгезионной прочности, прочности при растяжении и удельного объемного сопротивления композиционных фурано-эпоксидных покрытий от продолжительности воздействия ультразвука при развличных содержаниях алюминиевой пудры

Как видно, после 600 с ультразвуковой обработки значительно улучшаются адгезионные и прочностные свойства и полимерное покрытие становится более электропроводящим. Адгезионная прочность возрастает с $2,0\text{ кН/м}$ до $2,62\text{ кН/м}$ (32%), а прочности на разрыв пленок с $9,2\text{ МПа}$ до $15,7\text{ МПа}$ (65%). Аналогичное улучшение физико-механических свойств наблюдалось в композициях, наполненных полимерным наполнителем-фторопластом.

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что ультразвуковая модификация в значительной степени улучшает смачиваемость наполнителей со связующим полимером и тем самым позволяет получить полимерные композиции и коррозионностойкие покрытия на их основе, состоящие из трудносовместимых компонентов и наполнителей с низкой степенью смачивания.

Эффективность ультразвуковой модификации в значительной мере зависит от содержания порошкообразных наполнителей (рис.2). Как показали результаты исследований, чем больше содержание наполнителя, тем больше эффект повышения свойств композиций ультразвуком. Например, если при 10 масс.ч. чешуйчатого графита адгезионная прочность и прочность на разрыв модифицированных покрытий увеличивается соответственно на 15 и 50%, то при 40 масс.ч. – на 30 и 60%.

Следует также подчеркнуть, что для немодифицированных покрытий 20 масс.ч чешуйчатого графита является более оптимальными, а с применением ультразвука можно получить покрытия с 50 масс.ч графита даже с более повышенными физико-механическими свойствами, т.е. ультразвуковая обработка в 2,5 раза снижает стоимость композиций за счет увеличения содержания наполнителя (рис.2).



$\delta_{ад}$ - адгезионной прочности, кН/М; $\delta_{р.п}$ – прочность при растяжении, МПа; Н_м - микротвердость, МПа.

Рис.2. Зависимость свойств модифицированных ультразвуком (-) и немодифицированных (- -) композиционных фурано-эпоксидных покрытий от содержания чешуйчатого графита.

Как известно, агрегированные частицы наполнителя и воздушные включения является слабыми местами материала, легко разрушающимися под действием напряжения. Результаты оптической микроскопии модифицированных покрытий показали, что ультразвуковая обработка композиций перед нанесением их на поверхность образцов при оптимальном режиме значительно уменьшает агрегирование частиц наполнителя и за очень короткое время (180 с) вызывает дегазацию наполненных композиций. Благодаря этому ультразвуковая модификация позволяет получить и композиционные полимерные покрытия с улучшением физико-механическими свойствами.

Таким образом, как следует из выше приведенного применение органоминеральных наполнителей в сочетании с ультразвуковой обработкой существенно влияет на физико-механические и коррозионностойкие электрические и другие свойства термореактивных фурано-эпоксидных покрытий, позволяют создать композиционные эффективные коррозионностойкие полимерные покрытия на основе фурано-эпоксидных олигомеров с более высоким комплексом коррозионностойких и физико-механических свойств.

На основе результатов экспериментальных физико-механических свойств исследований как отмечены выше, разработаны ряд композиционных модифицированных терморезактивных эпоксидных фурано-эпоксидных материалов и покрытия и корреляционная зависимость позволяющая определить функциональные коррозионностойкие свойства модифицированных покрытий в зависимости от времени воздействия ультразвука и вида наполнителя. При этом наилучшие результаты физико-механических и антифрикционно-износостойкими свойствами были достигнуты при термоультразвуковой модификации композиционных терморезактивных полимерных материалов мощностью ультразвуковой и установка фурано-эпоксидных 90 Вт при времени воздействия 20-22 мин.

В таблице 3 приведены основные физико-механические свойства разработанных модифицированных ультразвуком композиционных терморезактивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе до и после ультразвуковой их модификации.

Таблица 3

Основные физико-механические свойства разработанных машиностроительных терморезактивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе до и после ультразвуковой их обработки

Марки КППМ	Физико-механические свойства КППМ и покрытий				
	$B_{ад}$, кНм	$B_{уд}$, Н·м	Нм, МПа	$T_{ст}$, К	$B_{рп}$, МПа
КППМ-Уз-1	2,98/2,42	3,7/3,5	172/109	361/334	19,2/10,8
КППМ-Уз-2	2,81/2,28	3,6/3,5	152/109	372/336	16,5/8,6
КППМ-Уз-3	3,22/2,72	4,2/3,6	198/120	410/342	17,2/10,6
КППМ-Уз-4	2,87/2,30	4,4/3,6	210/120	428/352	15,8/9,2
КППМ-Уз-5	3,06/2,50	4,5/3,7	202/110	396/358	20,2/11,6
КППМ-Уз-6	2,84/2,64	4,8/3,7	208/110	412/346	22,8/14,8

Примечание: в числителе покрытия модифицированных ультразвуком, в знаменателе – покрытия немодифицированные ультразвуком.

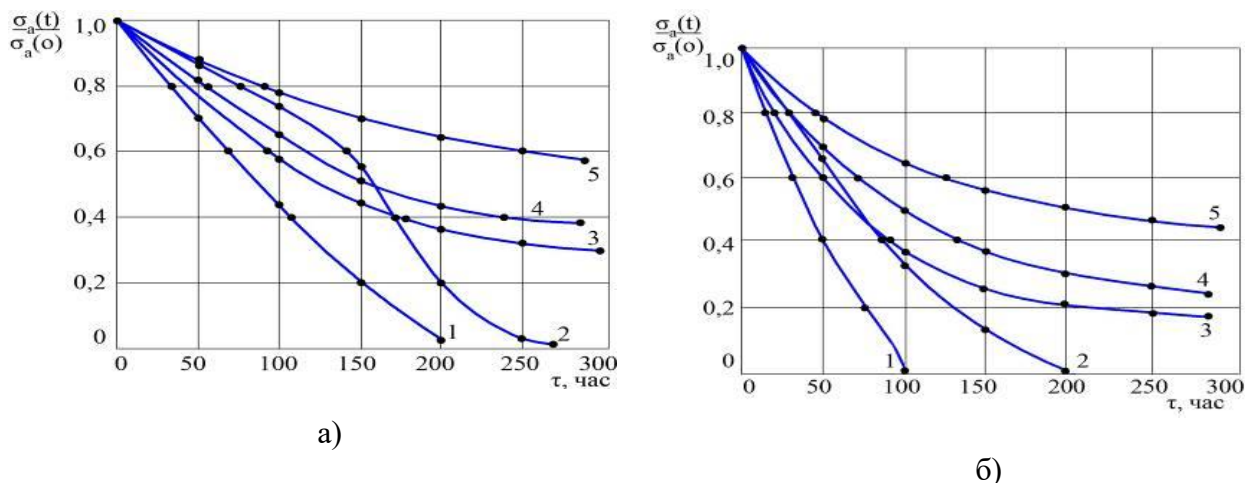
Как видно из таблицы 3 физико-механические свойства модифицированные ультразвуком композиционных фурано-эпоксидных полимерных покрытий по сравнению с исходными композициями увеличивается в 1,5-2 раза.

Далее рассмотрим коррозионностойкость покрытий на основе разработанных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов. На рисунке 3 приведены результаты исследований адгезионной прочности фурано-эпоксидных полимерных покрытий не обработанных (а) и обработанных (б) ультразвуком к стальной подложке в различных агрессивных средах.

Из кривых рисунка (а) видно, что адгезионная прочность немодифицированных ультразвуком композиционных полимерных покрытий (рис.4, а) во всех случаях в зависимости от времени пребывания в агрессивных средах снижается: в сульфатной кислоте на 40, в воде на 60, соляной кислоте на 70% относительно величины в воздухе при выдержке в этих средах более

10 суток. Эти же покрытия полностью теряют адгезионную прочность в нитратной и уксусной кислотах в течение 10 и 6 суток соответственно вследствие деструкции полимеров на границе раздела фаз полимер подложка.

Как видно из кривых рисунка 3 (б) адгезионная прочность покрытий из композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов модифицированных ультразвуковой обработкой во всех агрессивных средах значительно выше, чем немодифицированные ультразвуком. Экспериментально установлено, что аналогичные результаты исследований свойств наблюдается также у прочности на разрыв и на удар и микротвердости.



1- КПМ-1; 2- КПМ-2, 3- КПМ-3; 4- КПМ-Уз-4; 5- КПМ-Уз-5

Рис. 3. Изменение адгезионной прочности фурано-эпоксидных полимерных покрытий необработанных и обработанных ультразвуком к стальной подложке в различных агрессивных средах

Таким образом, установлено, что скорость разрушения наполненных композиционных полимерных материалов определяется скоростью химической реакции агрессивной среды и реакционной способностью наполнителей за счет образования сквозной пористости материала при их некотором критическом содержании. Показано, что из исследований композиционных фурано-эпоксидных полимерных покрытий наименьшей проницаемостью пара и водопоглощением обладает композиция на основе КПМ-Уз-5, модифицированная ультразвуком.

В четвертой главе диссертации «**Разработка технологии получения модифицированных ультразвуком композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе машиностроительного назначения**» приведены результаты исследований в области разработки научно-технических принципов получения технологического процесса производства, стандарта предприятия (технические условия) и технологического регламента на получение машиностроительных композиционных термореактивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе для машин и оборудования пищевой промышленности.

Как было отмечено выше, в первую очередь было разработан способ ультразвуковой модификации создаваемых машиностроительных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе.

Для ультразвуковой обработки покрытий была выбрана установка, позволяющая возбуждать колебания с частотой до 1МГц, максимальной акустической интенсивностью до 4 Вт/см². Как известно в этом диапазоне мощности усиливаются механохимические эффекты воздействия ультразвука, интенсифицируются различные химические реакции.

В табл. 4 представлены сравнительные данные об изменении адгезионной прочности, прочности на разрыв и на удар фурано-эпоксидных полимерных покрытий в зависимости от способа их обработки ультразвуком. Как видно, при обработке покрытий ультразвуком после их формирования наблюдается снижение их адгезионной прочности.

Таблица 4

Сравнительные характеристики фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе в зависимости от способа до ультразвуковой их обработки

Способы ультразвуковой обработки	Материал покрытия	G_A , кН/м	G_p , МПа	$G_{уд}$, Н.м
Обработка в стадии формирования покрытий	ФАЭД-20	2,46/2,30	18,3/9,7	3,0/2,0
	ЭД-16	1,88/1,67	18,7/16,8	2,0/1,5
Обработка после формирования покрытий	ФАЭД-20	1,38/2,30	9,7/9,6	2,0/2,0
	ЭД-16	0,82/1,67	14,6/16,8	1,0/1,5
Предварительная обработка полимерных композиций	ФАЭД-20	2,60/2,30	23,3/9,6	3,5/2,0
	ЭД-16	2,00/1,67	25,6/16,8	3,0/1,5

Примечание: в числителе - свойства модифицированных ультразвуком, в знаменателе - немодифицированного фурано-эпоксидного полимерного покрытия (время обработки ультразвуком - 300 с, мощность 90 Вт).

Это, по-видимому, связано с тем, что упругие колебания и тепло, выделяемое на границе раздела фаз “полимер-металл” разрывают сформированные адгезионные связи.

Более эффективным является способ обработки ультразвуком полимерных покрытий в стадии их формирования. После ультразвуковой обработки улучшаются как адгезионные, так и прочностные свойства полимерных покрытий. Однако этот способ может быть применен лишь в случае получения покрытий на поверхности листовых материалов.

Для получения полимерных и композиционных материалов и покрытий на их основе, как на поверхности листовых материалов, так и крупногабаритных конструкций со сложной конфигурацией более эффективным является способ ультразвуковой обработки полимерных

композиций перед нанесением их на поверхность изделия. Этот способ, как видно из табл. 4, позволяет получить коррозионностойкие композиционные полимерные покрытия с более высокой адгезионной прочностью, прочностью при растяжении и ударной прочностью по сравнению с рассмотренными способами модификаций.

Далее композиционные фурано-эпоксидные полимерные покрытия получали из модифицированных ультразвуком фурано-эпоксидные композиции. Композиция наносилась в стальные образцы отливкой в литьевые формы, а на поверхность изделий наносили методом шпателя.

После отверждения осуществляли термическую обработку в электрошкафе СНВС-4534 и термостате ТС-24. При этом лучшие результаты физико-механических и коррозионностойких свойств были достигнуты при термоультразвуковой модификации композиционных терморезистивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе при мощности ультразвуковой установки 90 Вт в течение времени воздействия 20-22 мин.

В пятой главе диссертации **«Практические и экономические аспекты разработанных модифицированных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и технологии получения покрытия на их основе машиностроительного назначения»** приведены результаты выпуска опытной партии и опытно-производственных испытаний разработанных машиностроительных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов модифицированных ультразвуком и коррозионностойких покрытий на их основе в рабочих органах машин и оборудований пищевой промышленности, в частности масложировых производств, а также технико-экономической эффективности их применения.

В целях оценки работоспособности и долговечности модифицированных ультразвуком композиционные фурано-эпоксидные полимерные покрытия проведены стендовые испытания, то есть были подвергнуты ускоренным испытания в климатической камере ИП-1-3. Режим испытания 3 часа в ИП-1-3, 3 часа в низкотемпературном шкафу НС-250/70, 4 часа в ИП-1-3 и 14 часов в отключенном аппарате ИП-1-3. Критерием долговечности при испытании выбрано начало растрескивания полимерных пленок и отслаивания покрытия от подложки.

Результаты испытания показали, что с увеличением времени испытания прочность покрытий падает. После 130-150 ч. испытания в климатической камере модифицированные покрытия сохраняют больше 60% прочности, тогда как у немодифицированных наблюдалось растрескивание полимерных пленок: в покрытиях из раннее известной композиции (ФАЭД-20-100 масс.ч, ПЭПА-15 масс.ч) наблюдалось разрушение адгезионного контакта после 20 ч. испытания.

Для проверки достоверности изложенных выше результатов изучено изменение адгезионной прочности модифицированных покрытий от времени испытания их в агрессивных средах (раствор соляной кислоты). После 9 мес. в агрессивных средах адгезионная прочность покрытий снизилась всего

на 30-40% Долговечность модифицированных ультразвуком покрытий в 3-5 раз больше, чем немодифицированных и в 10-12 раз больше, чем покрытий из ранее известной композиции, что можно объяснить их высокими физико-механическими свойствами.

Разработанные модифицированные ультразвуком композиции применены и были испытаны в качестве коррозионностойких, полимерных покрытий на поверхности рабочих органов диараторбака, нагнетательных насосов, шнековых и скребковых транспортеров шрота на Гулистанском маслоэкстракционном заводе Сирдарьинской области. Применение этих покрытий позволило применять взамен дорогостоящей нержавеющей стали и обычные стали, например, ст. 40: в 2-2,5 раза увеличить долговечность желобов диараторбака, лопастей нагнетательных насосов, шнекового и деталей скребковых транспортеров и уменьшить простой технологической линии.

Экономический эффект от применения разработанных материалов и коррозионностойких покрытий на их основе в рабочих органах машин и оборудований Гулистанского масложирового комбината составил за 2018 год 136,7 млн.сум. ожидаемый суммарный экономический эффект по отрасли составляет 2 млрд. 634 сум в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан научно-обоснованный подход создания эффективных составов машиностроительных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и технологии получения коррозионностойких покрытий на их основе путем модификации с введением в их состав органоминеральных наполнителей и их ультразвуковой обработкой.

2. Рекомендованы закономерности физико-механических свойств разрабатываемых композиционных термореактивных фурано-эпоксидных полимерных материалов характера изменения адгезионной, разрывной и ударной прочности и микротвердости, а также коррозионной стойкости.

3. Показано, механизм разрушимости в рассматриваемых композиционных фурано-эпоксидных полимерных покрытиях, которые может реализовываться диффузионной моделью деградации гомогенного и гетерогенного типа.

4. Установлено закономерности разрушения композиционных фурано-эпоксидных полимерных покрытий в агрессивных средах, которая заключается в значениях отношений скорости проникновения агрессивной среды к скорости химического реагирования материала.

5. Рекомендованы оптимальные составы коррозионностойких композиционных фурано-эпоксидных полимеров на основе ФАЭД-20 машиностроительного назначения модификацией с органоминеральными ингредиентами и ультразвуковой обработкой для применения в рабочих органах машин и оборудований пищевых и масложировых промышленности.

6. Разработаны научно-методические принципы и технология получения

коррозионностойких композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов машиностроительного назначения, работающих при контактном взаимодействии с агрессивной средой.

7. Установлено, что в результате стендовых и производственных испытаний применение созданных композиционных термореактивных фуран-эпоксидных полимерных материалов в качестве антикоррозионных покрытий на рабочих органах машин и оборудования Гулистанского масложирового комбината привело к повышению их работоспособности, долговечности и эффективности.

**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**

MASHARIPOVA MUXABBAT MATRASULOVNA

**DEVELOPMENT OF EFFECTIVE COMPOSITIONS OF MODIFIED
COMPOSITE FURAN-EPOXY POLYMERIC MATERIALS AND
TECHNOLOGIES FOR OBTAINING CORROSION-RESISTANT
COATINGS ON THEIR BASIS FOR MACHINERY AND EQUIPMENT OF
THE FOOD INDUSTRY**

**02.00.07 – Chemistry and technology of composite, paint and varnish and rubber materials
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 doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2021.3.PhD/T2345.

The dissertation has been prepared at the Tashkent State technical university named after Islam Karimov at 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 the website of «Ziyonet» Information and educational portal www.ziyonet.uz.

Research supervisors:

Negmatov Soyibjan Sadikoviy

doctor of technical sciences, professor
Academician of the Academy of Sciences of the
Republic of Uzbekistan, Honored Scientist of the
Republic of Uzbekistan

Eshmuradov Baxodir Beshimovich

doctor of technical sciences

Official opponents:

Soliyev Rustam Khakimjanovich

doctor of technical sciences, dotsent

Adilov Ravshan Erkinovich

doctor of technical sciences

Leading organization:

Bukhara State University

Thesis defense will take place on «08» **november 2021** at **14⁰⁰** 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 № 26-21). 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 «___» october 2021 y.
(mailing report No. 25-21 on «05» october 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

A.M. Eminov

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

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to develop effective compositions of modified composite furan-epoxy polymeric materials and technologies for obtaining corrosion-resistant coatings on their basis for machines and equipment in the food industry.

The object of the research work are polymer matrices - furan-epoxy FAED-20 oligomers, hardener - polyethylene polyamine - PEPA, plasticizers - dibutyl phtolate - DBP and synthetic rubber SKN-40 and polyamide L-20, filler - crystalline graphite, talc, glass fiber, quartz sand, kaol, asbestos, aluminum powder, cement, fluoroplastic - 4D, iron powder and phosphogypsum waste of the Almalyk chemical plant.

Scientific novelty of the research work: is as follows:

the regularities of changes in the physical and mechanical properties of modified composite furan-epoxy 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 was developed and a modified composite thermosetting furan-epoxy material was obtained based on local raw materials and wastes from engineering industries;

optimal compositions of modified composite thermosetting furan-epoxy polymeric materials and corrosion-resistant coatings based on them for machine-building purposes have been developed and regularities of the influence of the type, content and ratio of organomineral fillers, ultrasonic treatment modes on the physical and mechanical properties of the compositions have been revealed;

it was revealed that the developed modified composite thermosetting furan-epoxy polymeric materials and coatings from them have good physical and mechanical properties and high corrosion resistance in contact with aggressive media;

an effective technology has been developed for obtaining modified composite thermosetting furan-epoxy polymeric materials and corrosion-resistant coatings from them for use in working bodies of machines and equipment for the food industry.

Implementation of the research results. Based on the obtained scientific and experimental results on the development of effective compositions of modified composite furan-epoxy polymeric materials and the technology of obtaining corrosion-resistant coatings on their basis for machinery and equipment of the food industry, the following has been achieved:

a new composition of modified composite thermosetting furan-epoxy polymeric materials and coatings based on them has been developed and implemented in JSC «Gulistan extract oil» (certificate of the Association of the Oil and Fat Industry of the Republic of Uzbekistan No. KC/3-820 dated August 26,

2021). As a result, it is possible to increase the service life of the diaphragm tanks of equipment in the oil and fat industry by 2-2.5 times;

effective compositions of modified composite furan-epoxy polymeric materials and anticorrosive coatings for machines and equipment of the food industry on their basis have been introduced in Gulistan extract YOF JSC (certificate of the Association of the Oil and Fat Industry of the Republic of Uzbekistan No. KC/3-820 dated August 26, 2021). As a result, it is possible to increase the service life of pumps in the oil and fat industry by 1.5-2 times;

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, five chapters, a conclusion, a list of references and applications. The volume of the thesis is 117 pages.

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

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

2. Негматов С.С., Негматова К.С., Султанов С.У., Машарипова М.М., Умаров Ш.Ш., Агзамова Ш.А. Разработка эпоксиполиэтиленовых и эпоксидных композиционных материалов для защиты от коррозии оборудования пищевых производств // Композиционные материалы. - Ташкент, 2020. №3, - С. 119-122 (02.00.00. №4).

3. Негматов С.С., Махаммаджанов З.У., Абдуллаев О.Х., Наврузов Ф.М., Абед Н.С., Улмасов Т.У., Садыкова М.М., Машарипова М.М., Тухлиев М.Ш., Агзамова Ш.А. Исследование адгезии наполненных поликапроамидных покрытий к металлическим субстратам // Композиционные материалы. - Ташкент, 2020. №3, - С. 299-300 (02.00.00. №4).

4. Султанов С.У., Негматов С.С., Негматова К.С., Машарипова М.М., Агзамова Ш.А., Умаров Ш.Ш. Исследование физико химических свойств эпоксид-полиэтиленовых и эпоксид-эпоксидных // Композиционные материалы. - Ташкент, 2020. №3, - С. 164-166 (02.00.00. №4).

5. Шодиев Х.Р., Негматов С.С., Машарипова М.М., Негматова К.С., Рахимов Х.Ю., Султанов С.У. Разработка импортозамещающих антикоррозионных композиционных материалов на основе органоминеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производств // Композиционные материалы. - Ташкент, 2020. №4, - С. 67-69 (02.00.00. №4).

6. Шодиев Х.Р., Негматов Ж.Н., Негматов С.С., Негматова К.С., Рахимов Х.Ю., Машарипова М.М. Технологический процесс получения композиционных химических ингибирующих материалов // Композиционные материалы. - Ташкент, 2020. №4, - С. 216-218 (02.00.00. №4).

7. Негматова К.С., Эшмуратов Б.Б., Машарипова М.М., Негматов С.С., Султанов С.У. Разработка эффективных составов модифицированных фурано-эпоксидных композиционных полимерных материалов и технология получения коррозионностойких покрытий из них машиностроительного назначения // Композиционные материалы. - Ташкент, 2021. №2, - С. 274-276 (02.00.00. №4).

8. Эшмуратов Б.Б., Машарипова М.М., Негматова К.С., Негматов С.С., Султанов С.У. Стендовые и опытно-производственные испытания созданных коррозионностойких машиностроительных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий в производственных

условиях масложировых производств//Композиционные материалы. - Ташкент, 2021, №2, - С. 275-277 (02.00.00. №4).

9. Негматов С.С., Негматова К.С., Эшмуратов Б.Б, Машарипова М.М., Султанов С.У Разработка импортозамещающих антикоррозионных композиционных материалов на основе органоминеральных ингредиентов из местного сырья и отходов производств // UNVERSUM, Технические науки, август, 2021, №8, (89) - С. 68-72 (05.00.01. №1).

II бўлим (II часть) (II part)

10. Негматова К.С.,Бабаханова М.А.,Шодиев Х.Р.,Насриддинов А.Ш., Султанов С.УУмирова Н.О., Машарипова М.М.,Исследование влияния состава композиций на физико-механические свойства полимерных покрытий // Республиканская научная конференция. Современные проблемы науки о полимерах. Сборник тезисов Ташкент, 2020, - С. 102-103.

11. Султанов С.У., Бабаханова М.А., Негматова К.С., Шодиев Х.Р., Насриддинов А.Ш.,К.Аскарлов., Негматов С.С., Умирова Н.О., Машарипова М.М., Эффективные антикоррозионные полимер-полимерные композиционные материалы для защиты металлмических конструкций // Новые функциональные материалы современные технологии и методы исследования, Международная научно-техническая конференция. Гомел 2020, - С. 64-65.

12. С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, Н.С. Абед, О.Ш. Сабирова, Б.Т. Хаминов, Ф.М. Наврузов, С.Х. Абдулаев, М.М. Машарипова, З.У. Махамаджонов, С.С. Жовлиев, Ф.Р. Иксанов. Консольный метод определения внутренних напряжений в полимерных, эмалевых и лакокрасочных покрытиях // «Композиционные материалы на основе техногенных. Международная научно-техническая конференция Ташкент, 2021 года 16-17 сентября – С 127-128

13 С.С. Негматов, Т.У. Улмасов, Б.Б. Эшмурадов, О.Ш. Сабирова, Б.Т. Хаминов, Ф.М. Наврузов, Д.Х. Абдулаев, М.М. Машарипова, З.У. Махамаджонов, С.С. Жовлиев. Исследование структуры и вязкоупругих свойств взаимопроникающих систем на основе эпоксициановых полимеров и полиуретана // «Композиционные материалы на основе техногенных. Международная научно-техническая конференция Ташкент, 2021 года 16-17 сентября – С. 137-138.