

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 БИР МАРТАЛИК
ИЛМИЙ КЕНГАШ**

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

СУЛТАНОВ САНЖАР ЎРАЗАЛИЕВИЧ

**ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ МАШИНА ВА УСКУНАЛАРИНИ ФИЗИК-
КИМЁВИЙ КОРРОЗИЯДАН ҲИМОЯЛАШ УЧУН САМАРАЛИ
РЕСУРСТЕЖАМКОР КОМПОЗИЦИОН ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАР
ВА УЛАРДАН ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ
ЧИҚИШ**

02.00.07 – «Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси»
02.00.06 – «Юқори молекуляр бирикмалар»

КИМЁ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАН ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

ТОШКЕНТ –2025

Фан доктори (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)

Content of dissertation abstract of doctor of science (DSc)

Султанов Санжар Ўразалиевич

Озиқ-овқат саноати машина ва ускуналарини физик-кимёвий коррозиядан химоялаш учун самарали ресурстежамкор композицион полимер материаллар ва улардан қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш.....3

Султанов Санжар Уразалиевич

Разработка эффективных ресурсосберегающих композиционных полимерных материалов и технологии получения покрытий из них для защиты машин и оборудования пищевой промышленности от физико-химической коррозии.....27

Sultanov Sanjar Urzalievich

Development of efficient resource-saving composite polymer materials and technologies for obtaining coatings from them to protect machines and equipment of the food industry from physico-chemical corrosion.....51

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works55

**ИСЛОМ КАРИМОВ номидаги ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТЕХНИКА
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 БИР МАРТАЛИК
ИЛМий КЕНГАШ**

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

СУЛТАНОВ САНЖАР ЎРАЗАЛИЕВИЧ

**ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ МАШИНА ВА УСКУНАЛАРИНИ ФИЗИК-
КИМЎИЙ КОРРОЗИЯДАН ҲИМОЯЛАШ УЧУН САМАРАЛИ
РЕСУРСТЕЖАМКОР КОМПОЗИЦИОН ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАР
ВА УЛАРДАН ҚОПЛАМАЛАР ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ
ЧИҚИШ**

**02.00.07 – «Композицион, лок-бўёқ ва резина материаллари кимёси ва технологияси»
02.00.06 – «Юқори молекуляр бирикмалар»**

**КИМЎИ ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАН ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

ТОШКЕНТ –2025

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2024.4.DSc/K201 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация иши Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонасида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси www.gupft.uz ва «ZiyoNET» ахборот таълим портали (www.ziyo.net/uz) да жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчилар:

Негматов Сайибжан Садикович
техника фанлари доктори, профессор,
ЎЗР ФА академиги

Негматова Комила Сайибжоновна
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Бабаев Туйғун Мирзаахмедович
кимё фанлари доктори, профессор

Мухиддинов Баходир Фахриддинович
кимё фанлари доктори, профессор

Тухтаев Феруз Садуллоевич
кимё фанлари доктори, доцент

Ётақчи ташкилот:

Тошкент кимё - технология институти

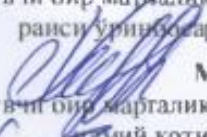
Диссертация ҳимояси Ислон Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонаси ҳузуридаги DSc 03/30.12.2019.K/T.03.01 рақамли бир марталик Илмий кенгашнинг 2025 йил «27» март соат 14³⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (71)246-39-28; факс: (71)227-12-73; e-mail: fanvataraqqiyot@mail.ru; «Фан ва тараққиёт» ДУК биноси, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация билан «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонасининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (№1-25 рақам билан рўйхатга олинган) (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўчаси, 7а-уй. Тел.: (71)246-39-28; факс: (71)227-12-73).

Диссертация автореферати 2025 йил «17» март куни тарқатилди.
(2025 йил «07» январдаги №1-25 рақамли реестр баённомаси)




Т.О. Камолов
Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий кенгаш
раиси унвондари, т.ф.д., к.и.х.


М.Э. Икрамова
Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий кенгаш
илмий котиби, т.ф.д., к.и.х.


А.М. Эминов
Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий кенгаш
кошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Ҳозирги вақтда дунёда агрессив муҳитларда ишлайдиган ускуналарни химоя қилиш учун антикоррозион қопламаларнинг бир неча хили қўлланилади. Бироқ улар юқори ҳарорат, намлик, кимёвий маҳсулотлар, тузлар, турли микроорганизмларнинг штаммлари, ишқорий ювиш воситалари билан ишлашда қўлланиладиган химоя қопламалар тезлаштирилган биологик парчаланишга учрайди. Натижада антикоррозион қоплама қопланган ускуналарнинг хизмат муддати қисқариб, ишлаш самарадорлиги пасайиб кетмоқда. Бу борада, жумладан, антикоррозион композицион материаллар ва улар асосидаги қопламаларни самарали таркибларини яратиш ва уларни олишнинг ресурстежамкор технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга.

Жаҳонда озиқ-овқат саноатида қўлланилиши мумкин бўлган бир қатор муҳим хусусиятларга эга бўлган, экологик ва кимёвий жиҳатдан тоза маҳсулотларни олиш имконини берувчи минерал хомашё ва саноат чиқиндиларини қайта ишлаш орқали антикоррозион композицион материаллар ва улар асосидаги қопламаларни олишнинг тежамкор усулларини яратиш мақсадида илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан композицион полимер материаллар асосидаги антикоррозион композицион қопламаларни самарали таркибларини ишлаб чиқиш, уларнинг чидамлилигини 15-20 баравар ошириш ва ускуналарни узоқ муддатли химоя қилиш учун биологик чидамли қопламалар яратиш, озиқ-овқат саноати маҳсулотларини қайта ишлаш, сақлаш ва ташишда қўлланиладиган металл бакларга яратилган қопламаларни қоплаш орқали уларнинг эксплуатацион хоссаларини ошириш алоҳида аҳамият касб этади.

Республикамизда озиқ-овқат саноати ускуналарини коррозиядан химояловчи антикоррозион композицион материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг самарали таркибларини олиш усулларини аниқлаш бўйича илмий изланишлар олиб боришга катта эътибор қаратилиб, давлат стратегик ва иқтисодий аҳамиятга эга бўлган чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. Янги Ўзбекистонни янада ривожлантириш бўйича тараққиёт стратегиясида «...миллий иқтисодиёт барқарорлигини таъминлаш ва ялпи ички маҳсулотда саноат улушини оширишга қаратилган саноат сиёсатини давом эттириб, саноат маҳсулотларини ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш...»¹ бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, жумладан, озиқ-овқат маҳсулотлари, алкоғолли ва алкоғолсиз ичимликлар учун асбоб-ускуналарни коррозиядан химоялашда янги самарали композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламалар олиш технологияларини яратиш ва такомиллаштириш катта аҳамият касб этади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 25 октябрдаги ПҚ-3983-сон “Ўзбекистон Республикасида кимё саноатини ривожлантириш чора-

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

тадбирлари тўғрисида”ги, 2019 йил 24 августдаги ПҚ-4426-сон "Давлат ва хўжалик бошқаруви органлари ва маҳаллий ижро этувчи органларнинг ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштиришнинг янги тизимини жорий этиш ва тармоқларда кооперация алоқаларини жадаллаштириш учун жавобгарлигини янада ошириш тўғрисида" ги Қарорлари, 2020 йил 05 октябрдаги ПФ-6079-сон “Рақамли Ўзбекистон-2030 стратегияси ва уни самарали ривожлантириш чора-тадбирлари” тўғрисидаги Фармони, шунингдек ушбу фаолият билан боғлиқ ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳукукий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи. Антикоррозион композицион полимер қопламалар ишлаб чиқишга қаратилган илмий тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан: Technische Chonnam National University (Корея), Universitat Munchen (Германия), Ebonyi State University (Нигерия), Istanbul Technical University (Туркия), Yunnan University (Хитой), Southwest Petroleum University (Хитой), Slovak University of Technology (Словакия), Ebonyi State University (Нигерия), Indian School of Mines (Хиндистон), Қозон давлат технологик университети (Россия), Ўзбекистон Миллий университети (Ўзбекистон), Тошкент кимё-технология институтида ва Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонасида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Жаҳонда антикоррозион композицион полимер қопламаларни иккиламчи махсулотлардан олиш ва технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда мавжуд технологияларни такомиллаштиришга оид олиб борилган тадқиқотлар бўйича бир қатор илмий натижаларга эришилган, жумладан саноат чиқиндилари асосида антикоррозион қопламаларни самарали таркиблари ишлаб чиқилган (Полимер материаллар илмий – текшириш институти (Россия), Indian School of Mines (Хиндистон), Ebonyi State University (Нигерия), Technische Chonnam National University (Корея)); иккиламчи махсулотларни қайта ишлатиш орқали коррозия бардош композицион полимер материаллар олишнинг самари усуллари аниқланган (Universitat Munchen (Германия), Istanbul Technical University (Туркия)); коррозияни олдини олиш учун ҳимояловчи композицион полимер материалларни олиш технологияси ишлаб чиқилган (Yunnan University (Хитой), Southwest Petroleum University (Хитой), Slovak University of Technology (Словакия)), коррозиябардош қопламаларни физик-кимёвий ва технологик хоссаларини, структураси ва уларни ишлаб чиқаришда содир бўладиган технологик жараёнларнинг механизмлари асосланган University of Texas at Austin,

Missouri University of Science and Technology, University of Houston, Texas Tech University.

Дунёда коррозияни олдини олиш ва унинг таъсирини камайтириш бўйича куйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда, жумладан: металллар ва бошқа материаллар агрессив мухитда ишлаши натижасида вужудга келадиган коррозия муаммосини ҳал қилиш учун яратилган антикоррозион композицион қопламалар таркибидаги компонентларни минералогик ва комплекс таркибини аниқлаш; қопламаларни коррозияга қарши кўрсаткичларини янада ошириш учун уларнинг таркибига каррозиябардош нанозаррачаларни қўшиш; антикоррозион композицион қопламалар таркибидаги органоминерал ингредиентларнинг таркиби, тури, табиати ва нисбатларига қараб уларнинг физик-кимёвий ва технологик хоссаларининг ўзгаришини аниқлаш; уларнинг механик, термокимёвий ва коррозияга қарши хусусиятларини яхшилаш; импорт ўрнини босувчи антикоррозион композицион қопламаларнинг янги таркибларини яратишнинг тамойилларини ва механизмларини илмий асослаш; маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида антикоррозион композицион қопламаларни олиш технологиясини такомиллаштириш ва ишлаб чиқиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Антикоррозион композицион полимер қопламалар яратишга куйидаги олимлар ўз хиссаларини қўшганлар: Розенфельд И.Л., Журков С.Н., Коршак В.В., Фомин М.Н., Вольфсон С.А., Яковлев А.Д., Берлин А.А., Ениколопов Н.С., Емельянов Ю.В., Чернин И.З., Смехов Ф.М., Малинин А.В., Кравцов В.В., Минскер К.С., Марьин А.П., Жердев Ю.В., Карякина М.И., Скороходов О.Н., Козловский А.А., Рубинштейн Ф.И., академиклар Негматов С.С., Джалилов А.Т., профессорлар Юсупбеков А.Х., Тиллаев Р.С., Магруппов Ф.А., Таджиходжаев З.А., Акбаров Х.И., Жуманиязов М.Ж., Дюсебеков Б.Д., Курамбаев Ш.Р. ва бошқалар.

Мавжуд ишлар тахлилига кўра, шуни айтиб ўтиш керакки, юқори эксплуатацион, антикоррозион, адгезион, физик-механик хоссаларга эга бўлган озик-овқат асбоб ускуналари учун композицион полимер қопламалар ишлаб чиқаришда иккиламчи маҳсулотлардан тўлдирувчи сифатида фойдаланиш масаласи етарлича ўрганилмаган. Ушбу тадқиқот иши айнан шу мауммони ечишга бағишланган.

Илмий тадқиқот мавзусининг диссертация бажарилган олий таълим ёки илмий тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти И. Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» Давлат унитар корхонаси илмий - тадқиқот ишлари режаларига мувофиқ №ИОТ-2012-18 «Қишлоқ хўжалиги техникасининг чидамлилигини ошириш мақсадида эҳтиёт қисмлар юзасига қўллаш учун юқори ҳимоя қопламалари ва янги занг модификаторлари технологиясини ўзлаштириш»; №А-6-2013 «Маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари асосида барқарорлаштирилган композицион қопламаларни олиш учун самарали технологияларни ишлаб чиқиш»; №ЁА-12-

001 «Самарали антикоррозион композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламалар яратиш» мавзуларидаги лойиҳалар доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади озиқ-овқат саноати машина ва ускуналарини физик-кимёвий коррозиядан ҳимоялаш учун самарали ресурстежамкор композицион полимер материаллар ва улардан қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари: турли хил ускуналар ва иншоотларни ҳимоя қилиш учун антикоррозион полимер материалларнинг ҳозирги ҳолатини ўрганиш;

антикоррозион композицион қопламаларни ишлаб чиқиш учун объектларни танлаш ва асослаш;

эпоксид смоласининг органик ингредиентлар билан ўзаро таъсир механизмларини ва физик-кимёвий хоссаларини ўрганиш;

эпоксид смоласининг алифатик бирикмалар билан ўзаро таъсир механизмини ва физик-кимёвий хоссалари ўрганиш;

эпоксид смоласининг ароматик бирикмалар билан ўзаро таъсир механизмини ўрганиш;

композицион полимер материалларнинг ўзаро бирикиш механизмини ўрганиш;

эпоксид ва эпоксид-полиэтилен аралашмалари асосида антикоррозион композицион полимер-полимер материалларини ишлаб чиқиш ва уларни лаборатория шароитида синовдан ўтказиш;

маҳаллий хом ашё минерал саноат чиқиндилари асосида коррозияга қарши юқори даражада тўлдирилган композицион полимер материаллар асосда қопламалар ишлаб чиқиш ва физик-механик хусусиятларини ўрганиш;

яратилган антикоррозион полимер-полимер ва композицион материалларни олиш технологиясини ишлаб чиқиш;

тажриба намуналарини ишлаб чиқаришнинг иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш;

ишлаб чиқилган антикоррозион композицион полимер материаллари ва улар асосидаги қопламаларни турли хил озиқ-овқат саноати ускуналарининг ишчи юзаларини қоплаш орқали синовлардан ўтказиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида ЭИС-1, Э-181 асосидаги композицион материаллар, паст зичликдаги полиэтилен (ПЗПЭ), пластификатор-дибутилфталат (ДБФ), аминли қотирувчилар-полиэтиленполиамин (ПЭПА) ва пипиридин олинган.

Тадқиқотнинг предметини ингредиентларнинг турига, таркибига ва нисбатига қараб материалларнинг физик, механик ва эксплуатацион хусусиятларидаги ўзгаришларнинг комплекс қонуниятларини ўрнатиш, шунингдек, ушбу қонуниятлар асосида композицион полимер материаллар ва қопламаларни олиш учун самарали таркиблар ва технологияларни ишлаб чиқиш ташкил этган.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини бажаришда дастабки материалларнинг физик-кимёвий хоссаларини ўрганишда стандарт

усулларидан фойдаланилди. Иссиқликка бардошлик ВИК ускунасида, нисбий қовушқоклик ГОСТ 8420-74, букилишдаги мустаҳкамлик ГОСТ 4648-71, адгезион мустаҳкамлик ГОСТ 14-760-69, электрофизик хоссалар ГОСТ 6433.2.3.4-71, коррозия чидамлилик ГОСТ 120-20-72 орқали аниқланди. ИҚ ва ЭПР-спектроскопиялардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

озик-овқат ишлаб чиқариш ускуналарини коррозиядан ҳимоя қилиш учун антикоррозия композицион полимер қопламалар ишлаб чиқаришда қўлланиладиган термодинамик жиҳатдан мос келадиган (эпокси-эпоксиполимерлар) ва мос келмайдиган полимерлар (эпоксиполиэтилен) орасида содир бўладиган реакция механизмлари асосланган;

эпокси-эпоксиполимер композицион материаллардаги кимёвий реакция механизмларини асослаш орқали компонентларнинг полимер матричасига синергетик таъсири ва резервуарлар, контейнерлар ҳамда бошқа озик-овқат ускуналарида қопламани қўллаш натижасида, уларнинг коррозиябардошлилигини 1,5 мартага ошириши аниқланган;

ишлаб чиқилган антикоррозия композицион материалларнинг физик-кимёвий, механик ва эксплуатацион хусусиятларини яхшиланиши орқали саноат ускуналарининг ишлаш муддатини узайиши аниқланган;

ингредиентларнинг тури, таркиби ва нисбати таъсирини аниқлаш орқали шакллантирувчи антикоррозия композициянинг «таркиб-тузилиш-хусусият» каби корреляцион боғлиқлиги асосланган;

резервуарлар, идишлар ва бошқа озик-овқат ускуналарини коррозиядан ҳимоя қилиш учун коррозияга қарши қопламанинг оптимал таркиби ишлаб чиқилган;

композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламалар олишнинг илмий-услубий тамойиллари ҳамда эпоксиполиэтилен ва эпокси-эпоксид композицион полимер материаллар ва улар асосида қопламалар олишнинг самарали технологияси ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат: озик-овқат ва ичимликлар саноатини коррозиядан ҳимоя қилиш учун термодинамик жиҳатдан мос ва термодинамик жиҳатдан мос келмайдиган полимерларнинг оптимал композициялари ишлаб чиқилган;

антикоррозия композицион материал билан қопланган ускунанинг ҳеч қандай таъмирланмасдан туриб кимёвий барқарорлиги ошганлиги сабабли уларнинг иш унумдорлиги 2-2,5 бараварга ошганлиги аниқланган;

термодинамик мос ва термодинамик мос бўлмаган полимерлар асосида антикоррозия қоплама олиш технологияси ишлаб чиқилган;

озик-овқат ишлаб чиқариш саноати ускуналарини коррозиядан ҳимояловчи полимер композицион материаллар ва улар асосида қопламалар олиш учун илмий-техник ҳужжатлар ишлаб чиқилган ва тасдиқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги қўлланилган физик-кимёвий ва физик-механик ҳамда ИҚ -ва ЭПР –спектроскопия усуллар билан маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндиларини комплекс қайта ишлаб, озик – овқат саноати

учун зарур бўлган антикоррозион композицион полимер қопламалар тайёрлашда муаллиф томонидан замонавий физик-кимёвий таҳлил усуллари қўллаб, ўтказилган бир қанча лаборатория ва саноат тажрибаларидан олинган натижаларга асосланган.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти органоминерал ва ноорганик ингредиентларнинг табиати, тури ва таркибининг физик-кимёвий ва эксплуатацион хусусиятларига таъсирининг қонуниятларини аниқлаш орқали маҳаллий хом ашё ва саноат чиқиндилари асосида антикоррозион композицион полимер қопламаларни яратиш ва ишлаб чиқариш тамойилларини назарий ва амалда асослаш имконини беради.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ушбу яратилган антикоррозион композицион полимер қопламаларни самарали таркибларини қўллаш орқали озиқ-овқат саноати ускуналарининг ишлаш қобилияти ва самарадорлигини ошириш ҳамда ёғ-мой саноати корхоналарида чигитларни қайта ишлашда фойдаланиладиган махсус диаратор баклар ва буғ қозонларида қўллаш орқали ускуналарнинг умрбоқийлигини оширганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Озиқ-овқат саноати машина ва ускуналарини физик-кимёвий таъсир натижасида коррозиядан ҳимоялаш учун самарали ресурстежамкор композицион полимер материаллар ва улардан қопламалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш бўйича олинган натижалар асосида:

антикоррозион композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларни олишнинг ресурстежамкор технологияси Сирдарё вилоятидаги «Гулистон экстракт-ёғ» АЖ корхонасида амалиётга жорий этилган («Ўзбекистон Республикаси ЁҒ-МОЙСАНОАТИ КОРХОНАЛАРИ УЮШМАСИ»нинг 2024 йил 5 сентябрдаги №13С/4-311-сон маълумотномаси). Натижада, ишлаб чиқилган антикоррозион композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг физик-кимёвий, механик ва коррозиябардошлик хоссасини 1,5 марта яхшилаш имконини берган;

ишлаб чиқилган антикоррозион қопламалар Сирдарё вилоятидаги «Рискибой-Мироншоҳ» МЧЖ корхонасидаги ускуналарда антикоррозион қоплама сифатида амалиётга жорий этилган («Ўзбекистон Республикаси ЁҒ-МОЙСАНОАТИ КОРХОНАЛАРИ УЮШМАСИ»нинг 2024 йил 5 сентябрдаги №13С/4-311-сон маълумотномаси). Натижада, корхонада фойдаланиладиган диаратор баклари ва металл конструкцияларининг ишлаш муддатини 2-2,5 марта ошириш имконини берган;

Антикоррозион композицион полимер қопламалар Сирдарё вилоятидаги «Гулистон экстракт - ёғ» АЖ ва «Рискибой-Мироншоҳ» МЧЖ корхоналарида амалиётга жорий этилган («Ўзбекистон Республикаси ЁҒ-МОЙСАНОАТИ КОРХОНАЛАРИ УЮШМАСИ»нинг 2024 йил 5 сентябрдаги №13С/4-311-сон маълумотномаси). Натижада, корхоналарда чигитни қайта ишлашда

фойдаланиладиган агрессив муҳитда ишлайдиган буг козонларининг ва насосларнинг ишлаш муддатини 1,5-2 бараварга ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари, жумладан 6 та халқаро ва 15 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 39 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 20 та мақола, жумладан, 14 таси республика ва 6 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 198 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

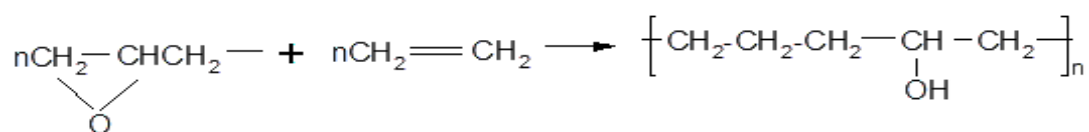
Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объекти ва предмети аниқланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантиришнинг устувор йўналишларига мувофиқлиги аниқланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, уларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг назарий ва амалий аҳамиятлари очиқ берилган, ишлаб чиқилган КППМнинг жорий қилинганлиги, тадқиқот апробацияси натижалари, чоп этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Антикоррозион полимер материалларнинг замонавий ҳолати ва уларни турли озиқ-овқат ускуна ва қурилмаларини коррозиядан химоя қилиш учун қўлланилиши**» деб номланган биринчи бобида сўнгги йилларда кенг қамровли таҳлил асосида ишлаб чиқилган турли хил антикоррозион ва полимер композитларнинг ҳолати ва қўлланилиши бўйича замонавий адабиёт манбаларининг таҳлили келтирилган ва улар асосида юқори физикавий ва механик хусусиятларга эга антикоррозион композит полимер материаллари ва қопламаларини олиш учун композицияларнинг самарали таркиби ва технологияларни яратишга қўйиладиган талаблар аниққса, зарбага бўлган мустаҳкамлик ва адгезион мустаҳкамлик келтирилган.

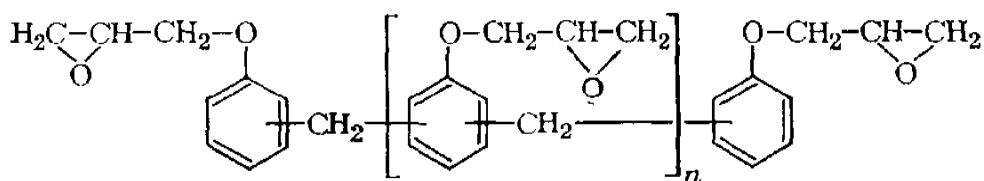
Адабиётлар таҳлили шуни кўрсатдики, агрессив муҳитда қўлланиладиган антикоррозион композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларни ишлаб чиқишда, улар таркибига қўшиладиган органоминарал тўлдирувчиларнинг табиати, тури, таркиби ва нисбати ҳамда самарадорликни яратишда илмий асосланган ёндошувлар йўқлиги аниқланди.

Диссертациянинг «Композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламалар учун объектларни танлаш, хоссаларини ўрганиш усуллари» деб номланган иккинчи бобида объектларни танлаш ва асослаш, композицион полимер материаллари ва улар асосида қопламаларни олиш усуллари, шунингдек, композицион полимер материалларини ўрганиш усуллари, композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг антикоррозион ва физик-механик хусусиятлари келтирилган. Композицион полимер материалларнинг антикоррозион ва физик-механик хусусиятларини ўрганиш натижаларини статистик қайта ишлаш усули кўриб чиқилган.

Диссертациянинг «Антикоррозион композицион материаллар ва қопламаларни ишлаб чиқиш мақсадида полимер материалларнинг органик тўлдирувчилар билан ўзаро таъсир механизми ва агрессив муҳитда емирилиш жараёнининг назарий жиҳатларини ўрганиш» деб номланган учинчи бобида эпоксид смоласининг алифатик ва ароматик бирикмалар билан ўзаро таъсирланиш натижалари келтирилган. Антикоррозион композицион полимер қопламаларни ишлаб чиқишда модификатор сифатида паст зичликдаги полиэтилен ишлатилган. Эпоксид смоласининг паст зичликдаги полиэтилен билан бирикиши куйидаги реакция орқали бориши аниқланган:



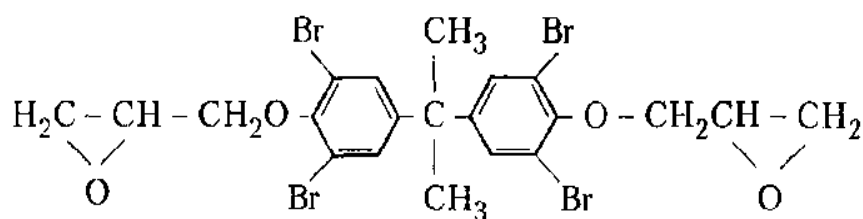
Улар орасида ковалент боғ ҳосил бўлаши ва реакция полимерланиш механизми остида кечиши ўрганилган. Бунда фаол марказлар сонининг ортиши натижасида эпоксид смоласининг модификацияси боради ва юқори молекуляр оғирликка эга бўлган композицион полимер материал ҳосил бўлади. Эпоксид смолаларининг ароматик бирикмалари ишлаб чиқаришнинг турли соҳаларида қўлланилади. Эпоксид-смоласининг олигомерлари кенг қўлланилади.



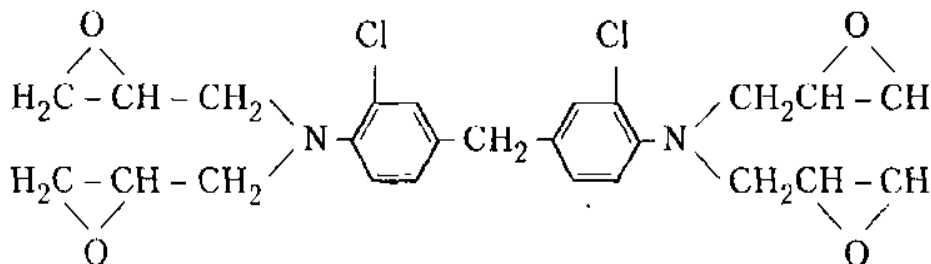
бу ерда $n=1-3$.

Аминоэпоксид смолалари юқори мустаҳкам ва иссиқликка чидамлили материаллар олишда кенг қўлланилади. Галогенсақловчи эпоксид смолалар эпихлоргидрин билан таркибида хлор, бром, фтор атомларини сақловчи компонентларнинг конденсацияси махсулотидир. Уларни куйма композициялар, елимлар, паст ёнувчи боғловчилар олишда қўлланилади. Эпокси-фенолли блок-сополимерлар (ЭФБС) эпоксид ва фенолли смолаларнинг кимёвий бирикишидан ва уларни ташкил этувчи функционал

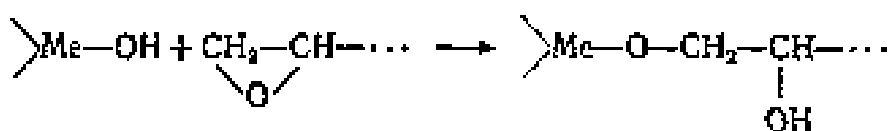
гурухлардан иборатдир. ЭФБС лар эпоксидиан смолалари олишда кенг қўлланилади.



Тетраглицидил 4,4'-диамино-3,3'-хлордиаминодифенилметан ЭХД

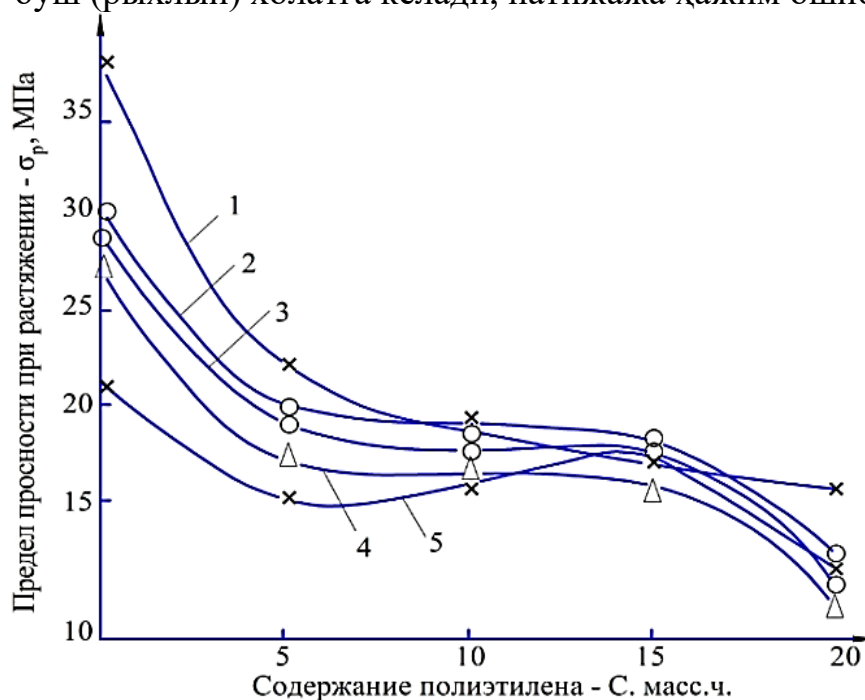


Эпоксид смоласини қотириш мақсадида қолтирувчи сифатида полиэтиленполиамин $H_2N(CH_2CH_2NH)_nH$ (ПЭПА) ва пиперидин қўлладик. Қутбли ковалент боғлар ҳисобига эпоксид смоласининг пиперидин билан қотирилиши натижасида ҳосил бўлган композицион полимер материалнинг реакцияга киришиш қобилияти ортиб боради. Пластификатор сифатида дибутилфталат (ДБФ) ишлатилди. Самарали антикоррозион қопламалар ва эпоксид полимерларнинг умрбоқийлигини ошириш учун уларни турли хил кимёвий бирикмаларини ўрганиш керак. Металлар углеводородлар орасидаги бирикиш реакцияларининг механизмини комплекс ўрганиш полимер адгезивларнинг пленка оксидлари билан ҳар қандай метал юзасида ҳосил бўлиши аниқланди. Эпоксид смолалар металл юзасига таъсир механизми қуйида схема бўйича боради:



Диссертациянинг «Эпоксид ва эпокси-полиэтилен аралашмалари асосида антикоррозион композицион полимер-полимер материалларини таркиби ва олиш технологиясини ишлаб чиқиш тадқиқ этиш ва уларни алкоғолли ва алкоғолсиз ичимликлар ишлаб чиқариш шароитида синовдан ўтказиш» деб номланган тўртинчи бобида термодинамик жиҳатдан мос келмайдиган (эпоксиполиэтилен) ва термодинамик жиҳатдан мос келадиган (эпоксид-эпоксид) композицион материалларнинг мустаҳкамлиги ва адгезион хусусиятларини экспериментал тадқиқотлар натижалари ҳамда антикоррозион полимер-полимер композицион материаллар ишлаб чиқариш технологияси келтирилган. Антикоррозион полимер-полимер композицияларини ишлаб чиқиш учун биз ЭИС-1, Э-181 ва полиэтилен эпокси олигомерларининг аралашмаларини ўргандик. Полиэтилен миқдори 5-20 масс.қ., Э-181 эпоксид олигомерининг миқдори 10 дан 50 масс.қ. ни ташкил

этди. Компонентлар 10-25 минут давомиди 293-323 К термостатда аралаштирилади. Полиэтилен заррачаларининг эриши учун термик ишлов беришда температура 393 К етарли бўлади. Чўзилиш тезлигининг чўзилишдаги мустаҳкамлик ва адгезион бирикманинг мустаҳкамлигига (АБМ) таъсири кенг диапазонда (10-100 мм/мин) ўрганилди. Тажрибалар натижасида ЭИС-1:ПЭ системасида (1-расм) узилиш мустаҳкамлиги барча чўзилиш тезликларида (10-100 мм/мин) полиэтилен концентрацияси 5 масс.к.гача пасайганда экстремал равишда пасая бошлайди. Концентрация 15 масс.к. дан ошганда узилиш тезлиги 10 мм/мин дан ташқари монотон равишда пасаяди. 1-расмдан кўриниб турибдики, эгри чизикни 3 та участкага бўлиш мумкин: 1- участкада чўзилиш мустаҳкамлигининг пасайиши системага паст молекулар оғирликдаги полиэтиленни кўшилиши унинг фаза структурасини ўзгаришига олиб келади, у бўш (рыхлый) ҳолатга келади, натижажа ҳажим ошиб кетади.

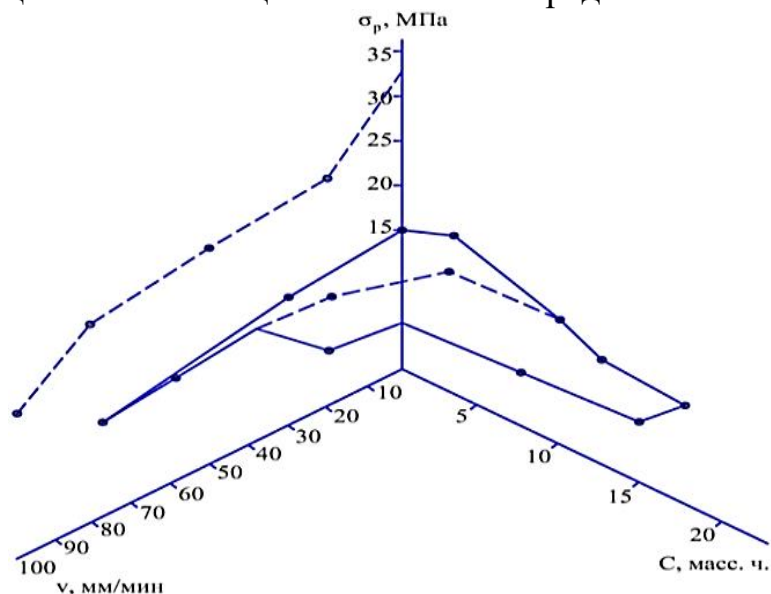


Узилишдаги чўзилиш тезлиги: 1-10мм/мин; 2-20мм/мин; 3-50мм/мин; 4-80мм/мин

1-расм. Турли чўзилиш тезликларидаги эпоксиполиэтилен композициясининг чўзилишдаги мустаҳкамлик чегарасининг полиэтилен миқдorigа боғлиқлиги

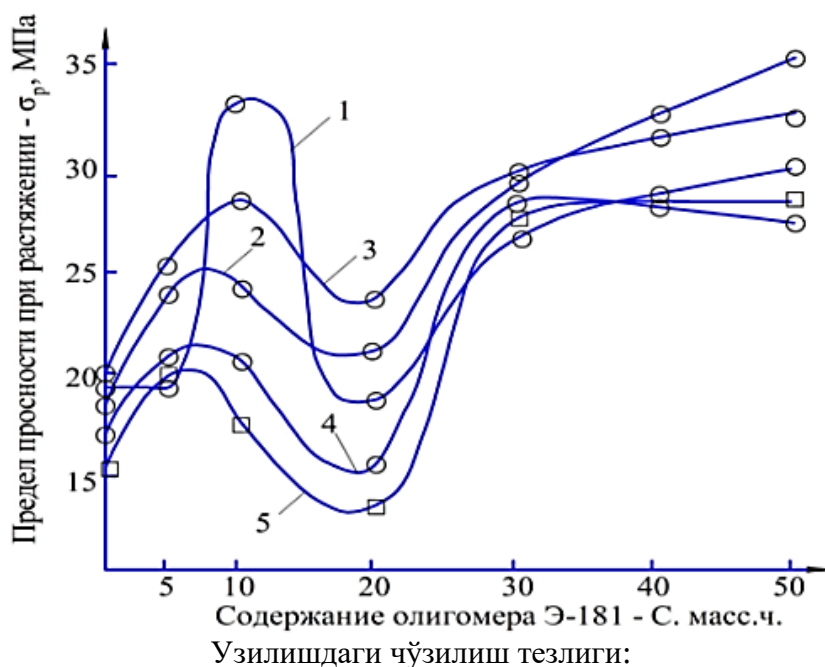
Эҳтимол, бу полиэтиленнинг дисперс фазаси мустаҳкамлик хусусиятларини амалга оширишда устун роль ўйнай бошлаганлиги билан боғлиқ. Бундан ташқари, дисперс заррачаларнинг фаза фракциясининг ошиши билан фазанинг тескари ўзгариши содир бўлишини таъкидлаш керак. Шу билан бирга, ўрганилаётган материалнинг мустаҳкамлик чегараси полиэтиленга ўхшаш бўлади. Шу муносабат билан эпокси полиэтилен композицияларининг бир ўқли чўзилиш мустаҳкамлиги полиэтилен концентрациясига ва деформация тезлигига боғлиқлиги қурилган. Юқоридаги маълумотлардан кўриниб турибдики (2-расм), эгри чизиклар оиласининг маълум бир мунтазамликка эга, бу материалнинг мустаҳкамлик

параметрларини бутун ўрганилган композициялар ва деформация тезликлари бўйича 5% аниқлик билан аниқлаш имконини беради.



2-расм. Эпоксиполиэтилен композициясининг чўзилишдаги мустаҳкамлик чегарасининг полиэтилен миқдорига ва чўзилиш тезлигига боғлиқлик номаграммаси

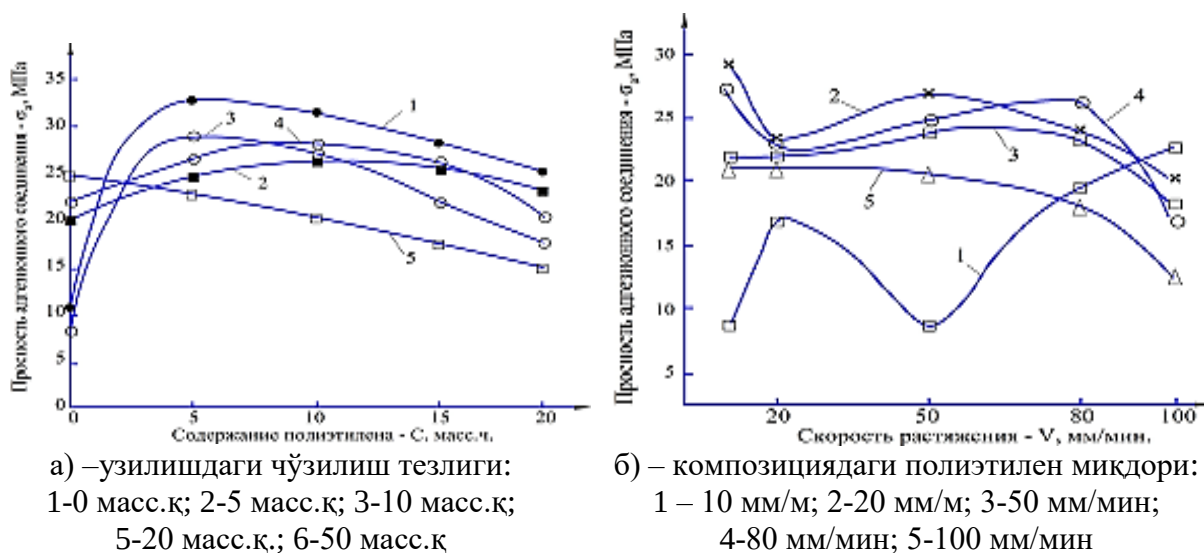
Э-181 эпоксид олигомерининг миқдори 30 масс.қ.дан ошганида ўзаро ўтказувчан тўр ҳосил бўлади. Бунда иккита вариант бўлиши мумкин: асосий матрицанинг эластификацияланиши ёки Э-181 матрицасининг заифланиши технологик параметрларга боғлиқлиги туфайли юзага келади (3-расм).



Узилишдаги чўзилиш тезлиги:
1-10 мм/мин; 2-20 мм/мин; 3- 50 мм/мин; 4-80 мм/мин; 5-100 мм/мин

3-расм.Турли чўзилиш тезлигидаги (ЭИС-1:Э-181) композициясининг мустаҳкамлик чегарасининг Э-181 миқдорига боғлиқлиги

Эпокси ва эпоксиполиэтилен аралашмаларининг адгезион бирикманинг мустаҳкамликлиги (АБМ), шунингдек, узилиш мустаҳкамлигини ўрганишда иккита полимер аралашмасида ўрганилди: 1- аралаш – эпокси олигомери ЭИС-1 – полиэтилен; 2 аралашма - эпоксиолигомер ЭИС-1 – эпокси олигомер Э-181. Узатилиш тезлигининг АБМга таъсири бўйича тадқиқотлар кенг диапазонда (10-100 м/мин) ўтказилди. Ўтказилган тадқиқотлар кўрсатганидек (4-расм), АБМнинг полиэтилен таркибининг концентрацияга боғлиқлиги жуда катта. 4а-расмдан кўриниб турибдики, таркибидаги полиэтилен таркибининг 5 масс.қ. гача кўпайиши билан, 100 мм/мин бундан мустасно, барча чўзиш тезлиги учун АБМда сезиларли ўсиш мавжуд. Полиэтилен таркибининг янада ошиши билан АБМнинг монотон пасайиши кузатилади. Биринчи ҳолда, АБМнинг ўсишини матрицанинг мўртлигининг пасайиши ва унинг ички стрессларининг пасайиши билан изоҳлаш мумкин. Полиэтиленнинг юқори миқдори билан тизимнинг адгезияси сезиларли даражада ошади ва таркиби 20 масса қ. полиэтиленнинг таркиби аралашманинг хусусиятларини олади. Эҳтимол, полиэтиленнинг паст зичлиги билан у матрицада катта ҳажмни эгаллайди ва композицияни тўлдириш даражасига мутаносиб нисбатга мувофиқ матрицанинг субстрат билан ҳақиқий боғланиш майдонини камайтиради. Эҳтимол, АБМни камайтиришда асосий омил ҳисобланади. Матрицали тизимлар учун деформация тезлигининг ўзгариши билан адгезион мустаҳкамликнинг ўзгартириш қоидаси бузилади. Эпокси-эпокси композицияда АБМнинг композицияга боғлиқлиги анча мураккаб, аммо шунини таъкидлаш керакки, ушбу тизимларнинг мутлақ АБМ қийматлари полиэтилен билан ўзгартирилган композицияларга қараганда юқори (4-расм).



4-расм. ЭИС-1:Э-181 композициясининг адгезион бирикма мустаҳкамлигининг

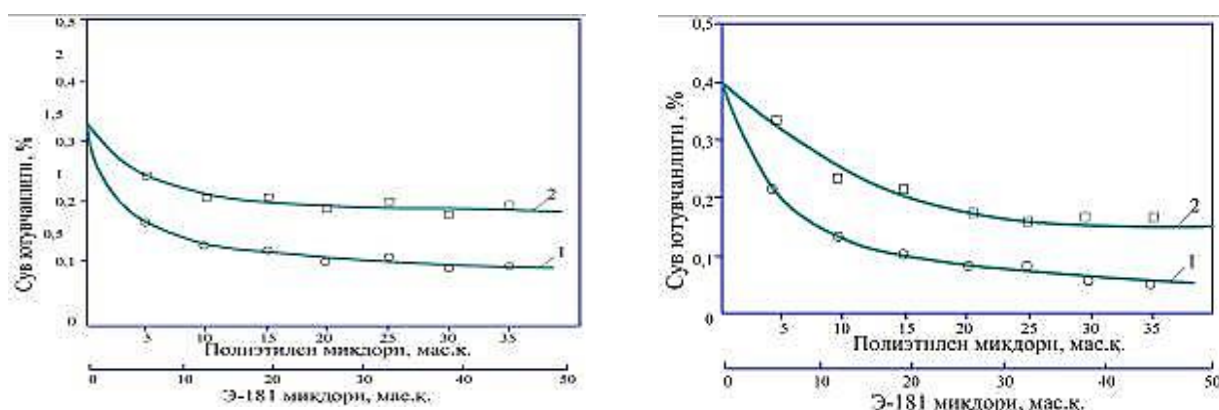
Э-181 олигомери миқдорига (а) ва чўзилиш тезлигига (б) боғлиқлиги

1-жадвалда ҳар хил миқдорда Э-181 олигомери қўшилган эпокси-эпоксид композицион материалларнинг физик-механик хоссаларининг солиштирма кўрсаткичлари берилган.

**Ҳар хил миқдорда Э-181 олигомери қўшилган эпокси-эпоксид
композицион материалларнинг физик-механик хоссаларининг
солиштирма кўрсаткичлари**

Кўрсаткичлар	ЭИС-1- 100 масс.қ. ПП-7 масс.қ.	Э-181 олигомерининг миқдори 100 масс.қ.				
		10	20	30	40	50
Узилиш мустаҳкамлиги, МПа	27,0	23,5	18,6	27,4	28,1	29,2
Букилиш мустаҳкамлиги, МПа	70,0	74,0	80,0	85,0	80,0	71,0
Қисилиш мустаҳкамлиги, МПа	180,0	182,0	188,0	194,0	190,0	183,0
Зарба қайишқоклиги, кДж/м ²	7	7,5	8,0	8,5	8,1	8,2
Адгезив мустаҳкамлиги, МПа	22,0	20,1	22,0	29,0	26,9	21,4
Бринель бўйича қаттиқлиги, МПа	200,0	210,0	220,0	218,0	205,0	195,0
Вик бўйича иссиқбардошлик, °С	150,0	150,0	154,0	160,0	155,0	150,0
24 соатда сувшимуvcчанлик, %	0,4	0,34	0,26	0,19	0,22	0,25

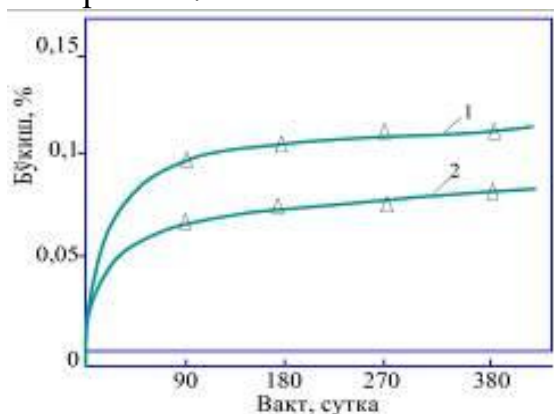
5-расмда асосий компонент миқдори ЭИС-1 100 масса қ., пиперидин – 7 масса қ.дан иборат бўлган таркибли эпоксиполиэтилен ва эпокси-эпоксид композициясининг полиэтилен ва Э-181 - эпоксид смоласи асосидаги қопламанинг 24 соат ичида сувни ютиши кўрсатилган.



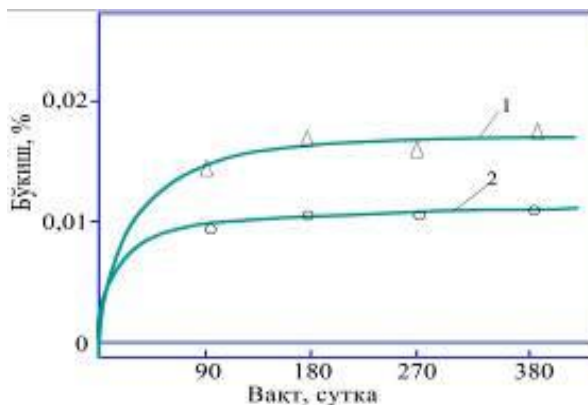
**5-расм. Эпоксиполиэтилен ва эпокси-эпоксид
композицияларининг сув ютуvчанлигининг 24 соат (а), 90 сутка (б)
давомида полиэтилен (1) ва эпоксид смоласи Э-181 (2)нинг миқдorigа
боғлиқлиги**

5а-расмнинг 1-эгри чизигидан кўриниб турибдики, эпоксиполиэтилен композициясида полиэтилен миқдорининг ортиб бориши билан сув ютилиши камайиб боради. Сув ютуvчанликнинг 0,4 дан 0,13 % га кескин камайиши композиция таркибидаги полиэтилен миқдорининг 0 дан 15 масса қ. га ортиши натижасида рўй беради. Бу полиэтиленнинг ЭИС-1 га нисбатан кўпроқ гидрофоблик хоссасига эга эканлиги, унинг сувни ўзи юқтирмаслик хоссасига эга эканлиги сабабли унинг сув ютуvчанлиги пасайган. Шу билан бирга 90 сутка давомида сув ютуvчанлик қонуниятлари ҳам ўрганилган (5б-расм). Озиқ-овқат саноати салқин ичимликлар ишлаб чиқариш ва сақлаш шароити учун ишлаб чиқилган эпоксиполиэтилен ва эпоксид композицион

материалларнинг коррозияга чидамлилигини ўрганиш натижалари келтирилган.



а)

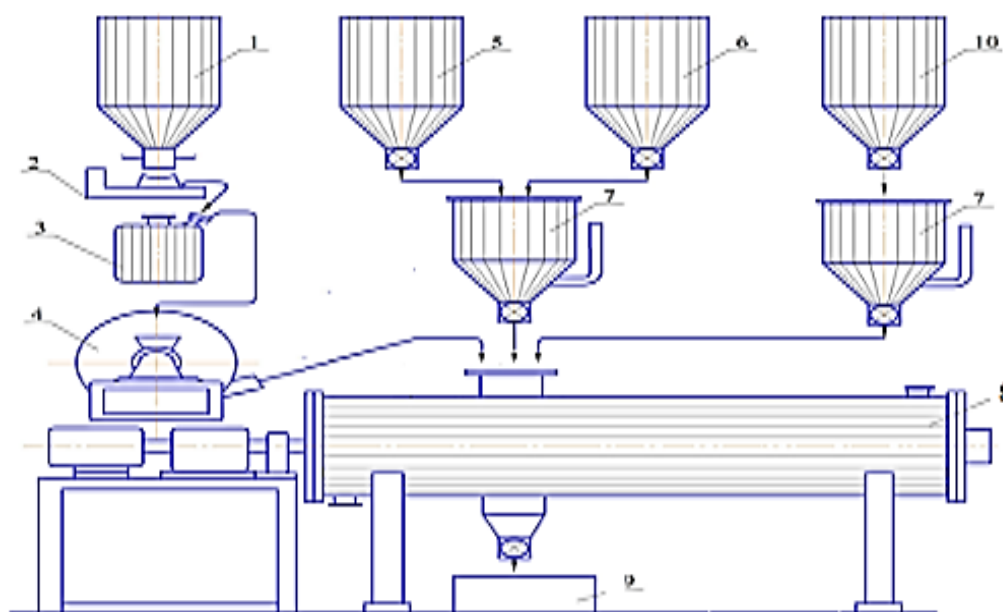


б)

6-расм. 100 масса қ. ЭИС-1 смоласи ва 7 масса қ. пиперидин ҳамда 10 (1) ва 15 (2) масса қ. полиэтилендан иборат намуналарнинг бўқиш хоссасининг уларнинг портвейн (а) ва «Салқин» ичимлиги (б) вақт бўйича бўкувчанлиги

6-расмда портвейн ва "Салқин" ичимлик ишлаб чиқариш ускуналарини 100 масса қ. ЭИС-1 ва 7 масса қ. пиперидин, 10 ва 15 масса қ. полиэтилен таркибли намуналарнинг вақт бўкувчанлиги кўрсатиб ўтилган.

7-расмда полимер композициясини олиш технологияси келтирилган.



1- ПЭНП учун идиш; 2-техногик тарозлар; 3- дюар; 4-дисмембратор; 5,6- эпоксид смоласи учун идиш; 7-ўлчагичлар; 8-аралаштиргич; 9-тайёр махсулот учун идиш; 10-котиргич учун идиш

7-расм. Антикоррозион полимер – полимер композицияси ишлаб чиқариш технологик линияси

Бу қуйидагича кечади, гранула кўринишдаги юқори босимли полиэтилен 1 идишдан 2 торозга тортиб олиш учун юборилади суьултирилган

азот солинган 3 дьюарда 2-3 минут ушлаб турилади. Сўнгра минус 100-120 градусда музлатилган гранулалар дисмембратор 4 га майдалаш учун юборилади. Дисмембраторда майда заррачалар 20 микронли кукун ҳолатига келтирилади. 5-идишдан ЭИС-1 ўлчагич 7 орқали аралаштиргичга юборилади. Шу ерга дисмембраторда майдаланган полиэтилен ҳам юборилади. Композицияни аралаштириш 25 минут давомида 130⁰да аралаштирилади. Бунда полиэтиленнинг эриган бир жинсли гомоген массаси ҳосил бўлади. Қотирувчилар истеъмолчига алоҳида темир сиғимларда етказилади.

Эпоксид-эпоксид композициясини олгандан сўнг, ЭИС-1 ва Э-181 5 ва 6 идишларидан эпоксид смолалар, рецепт бўйича, ўлчов стакан 7 орқали миксер 8 га берилади, бу ерда иккала компонент ҳам 25 дақиқа давомида аралаштирилади. 60⁰С ҳароратда композициядан фойдаланганда жойида, у 20-25⁰С ҳароратгача совутилади. У контейнер 10 дан, пиперидин ёки полиэтилен полиамин маълум миқдори миксер 8 га берилади ва аралаштириш 10-12 дақиқа давом этади. Тажриба синов ишлари «Дехконобод асл анори» ҚҚда 5-жадвалда кўрсатилган ишлаб чиқариш меърлари асосида олиб борилди. Бизнинг ҳолатда химояловчи қоплама ПП ва ПЭПА қотирувчиларни қопламани суртишдан аввал кўшиб аралаштирилади ва тайёр композиция субстратнинг сирт юзасига суртилади. Қопламани резервуар ва қувурларнинг сирт юзасига сепиш орқали қопланади.

2-жадвалда кўрсатилган корхонада қабул қилинган харажатлар стандартлари билан ПК “Дехконобод асл Анори” саноат объектларида тажриба-синов синовлари ўтказилди.

2-жадвал

**Шароб заводларининг асбоб ускуналари юзасида қўллаш учун
химоя қопламаларини истеъмол қилиш меърлари**

Резервуарлар ва ускуналарнинг номланиши	Сон и, дона	Ҳаж м, дал	Умумий ички юзаси, м ²	1 м ² га истемол даражаси, кг	Умуми й хаража тлар, кг
Темир-бетон идиш	2	8000	2640	0,3	792
Металл резервуар	3	530	300	0,3	90
Металл резервуар	4	500	294	0,3	88,2
Озиқлантирувчи бункер	3		90,0	0,3	27
Сут учун бетон чуқурлар	4		153,0	0,3	45,9
Қувурлар			600,0	0,3	180,0
Дренажлар	4		20,0	0,3	6,0
Жами			4097		1229,1

Шундай қилиб, ишлаб чиқилган композициялар чидамли материаллар бўлиб, ускуналар ва иншоотларни коррозиядан химоя қилиш учун ишлатилиши мумкин.

Ишлаб чиқилган ЭПЭ ва ЭПП асосидаги антикоррозион композицион қопламаларни алкохолсиз ичимликлар ишлаб чиқариш ускуналарининг ишчи органлаларида қўллашдан олинган иқтисодий самарадорлиги.

2022 йилда “Дехқонобод Асл Анори” ПК томонидан 694 кг ЭЛКОН ва АЛПОЛ бўёқ ва лок-бўёқ материаллари 56000 сўм/кг импорт қилинди, бу 38,864 млн.сўмни ташкил этди (ҳисоблашда божхона божи (0,2%), НДС(20%) ва акциз божи (10%) ҳисобга олинади).

Шу билан бирга, ЭИС-1 эпоксид смоласи ва полиэтилен асосида ишлаб чиқилган ҳимоя қопламаларидан фойдаланиш харажатларни сезиларли даражада камайтириши мумкин: уларнинг нархи 12 100 сўм/кг дан ошмайди (3-жадвал), бу уларни резервуарлар ва ускуналарни ҳимоя қилиш учун иқтисодий жиҳатдан фойдали бўлади.

3-жадвал

ЭПЭ ва ЭПП асосидаги ишлаб чиқилган полимер-полимер ҳимояловчи қопламанинг таннархи

Номланиши	1кг маҳсулотнинг нархи,сўм	1 м ² га кетадиган қоплама, г	1 м ² га кетадиган харажатлар, сум
Эпоксид олигомери	58525 (450 руб)	100	5852,5
Полиэтилен -ПЭ	3500	15	52
ПЭПА	145 663	7	1020
ДБФ	267 615	10	2676
Бошқалар			2500
Жами		132	12100

Шундай қилиб, биргина “Дехқонобод Асл Анори” ПК корхонасида импортнинг камайиши ва 600 кг композицион полимер материали ишлатилиши 5056м² металл бак ва ускуналар учун ҳисобига биргина материалларни алмаштиришнинг иқтисодий самараси 28 млрд. 800 минг сўмни ташкил етди. Агар республикада 100 дан ортиқ корхона мавжуд деб ҳисобласак, биргина материалларни алмаштиришдан кутилаётган йиллик иқтисодий самарадорлик 2 миллиард 880 млн сўмни ташкил этади.

$\Sigma = 38\,864\,000 - 7\,200\,000 \text{ сўм} \cdot 100 = 3 \text{ миллиард } 166 \text{ млн сўм.}$

Диссертациянинг **“Модификацияланган композицион фуран-эпоксид полимер материалларининг физик-механик ва антикоррозион хусусиятларини ўрганиш, уларнинг оптимал таркибини ишлаб чиқиш ва ёғ -мой ишлаб чиқариш ускуналарида фойдаланиш учун улар асосида қопламалар олишнинг техник иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш”** деб номланган бешинчи бобида экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган, озиқ-овқат саноатидаги машиналар ва ускуналарнинг қисмлари, ишчи органлари юзасида антикоррозион қопламаларни олиш учун

композицион фуран-эпоксид полимер материалларининг физик-механик ва коррозияга чидамли хусусиятлари бўйича органоминарал тўлдирувчи моддаларининг таркиби ва ультратовушли ишлов беришнинг технологик омиллари келтирилган.

Фуран-эпоксид композицион материаллари ва улар асосидаги қопламаларнинг чидамлилигини ошириш ва хусусиятларини яхшилаш мақсадида композицион фуран-эпоксид полимер материаллари ва органоминарал ингредиентлар билан тўлдирилган ва ультратовушли ишлов бериш билан модификацияланган қопламаларнинг физик-механик ва коррозияга чидамли хусусиятлари бўйича тадқиқот ўтказилди. Қопламаларни ультратовуш билан ишлов бериш учун максимал акустик интенсивлиги 4 Вт/см^2 гача бўлган 1 МГц гача частотали тебранишларни қўзғатишга имкон берадиган ўрнатиш танланди. Ушбу диапазон оралиғида ультратовушнинг механокимёвий таъсири кучаяди ва турли хил кимёвий реакциялар кучаяди. 3-жадвалдан кўриниб турибдики, полимер композицияларини ультратовуш ёрдамида қайта ишлашда ишлов берилган тизимнинг ҳарорати $333\text{--}343 \text{ К}$ гача кўтарилади, модел тизими сифатида $333\text{--}343 \text{ К}$ гача қиздирилган композиция танланган (4-жадвал). Ультратовуш ишлов бериш вақтининг ошиши билан ишлов берилмаганга нисбатан композициянинг қовушқоқлиги 2 бараварга ва юза тортишиш кучи ҳам камай боради. Бинобарин, ишлов беришнинг дастлабки босқичида ультратовуш тизимнинг молекулалараро ўзаро таъсирга сезиларли таъсир кўрсатади, структуравий қовушқоқликни йўқ қилади ва мосликни, компонентларнинг ўзаро тарқалишини ва полимер композицияларининг бир хиллигини яхшилади. Модификацияланган намуналарнинг ИҚ - спектрларида эркин гидроксил гуруҳларининг деформация тебранишларига мос келадиган $3500\text{--}3600 \text{ см}^{-1}$ оралиғида ассимиляция диапазони ошиши кузатилди. Полимер тузилишида янги кимёвий боғланишлар ҳосил бўлди, бу 1725 см^{-1} диапозонида характерли ассимиляция чизиқлари пайдо бўлишидан далолат беради.

4-жадвал

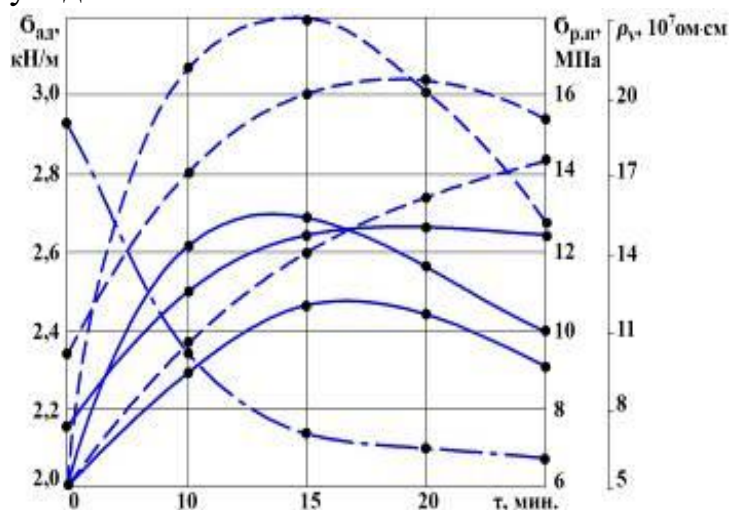
Фуран-эпоксид композициясининг ультратовуш билан ишлов бериш вақтига боғлиқ ҳолда баъзи бир физик-механик хоссаларининг ўзгариши, суратда ультратовуш таъсири ва маҳражда температура

Композицион қопламанинг хоссалари	Таъсир этиш давомийлиги, с			
	0	300	600	900
Муҳитнинг температураси, К	296	333	340	343
Қовушқоқлик, с	56/56	45/42	38/18	36/20
Юза таранглиги, Н/м 10				
Олигомерники	6,43/6,43	6,03/5,48	5,90/5,00	5,86/4,51
Қотирувчини	5,54/5,54	5,18/4,86	4,65/4,30	4,53/4,20
Шаклланиш даражаси, %	84,3/84,3	87,3/87,6	87,8/89,7	88,5/91,2

Изоҳ: Х-20 масс.қ. ялтироқ графит таркибли композиция, қолганлари тўлдирувчисиз

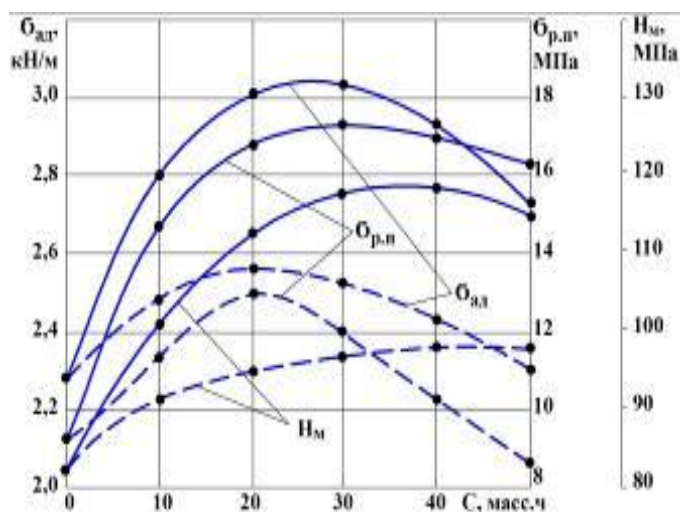
8-расмда алюминий кукуни билан тўлдирилган композициянинг физик-механик ва электр хусусиятларининг ультратовушли ишлов бериш

давомийлигига боғлиқлиги кўрсатилган. Расмдан кўриниб турибдики, 600 с давомида ультратовушли билан ишлов беришдан сўнг, адгезион ва мустаҳкамлик хусусиятлари сезиларли даражада яхшиланади ва полимер қопламаси электр ўтказувчан бўлади. Адгезион мустаҳкамлик 2,0 кН/м дан 2,62 кН/м (32%) гача ошади ва плёнкаларнинг узилиши 9,2 МПа дан 15,7 МПа (65%) гача ошади. Ультратовуш билан ишлов беришнинг самарадорлиги асосан кукунсимон тўлдирувчи моддаларининг таркибига боғлиқ (8-расм). Тўлдирувчи таркиби қанчалик юқори бўлса, ультратовуш ёрдамида композицияларнинг хусусиятларини ошириш самараси шунчалик катта бўлади.



8 масс.к., -16 масс.к., -25 масс.к.
8-расм. Фуран-эпоксид қопламаларининг адгезион мустаҳкамлиги, чўзилишдаги мустаҳкамлиги ва ўзига хос нисбий ҳажм қаршилигининг алюминий кукунининг юқори концентрациясида ультратовуш таъсир қилиш муддатига боғлиқлиги

Мисол учун, агар 10 масса қ. ялтириқ графит, адгезион мустаҳкамлик ва модификацияланган қопламалар мустаҳкамлигига мос равишда 15 ва 50%, кейин 40 масса қ.да эса – 30 ва 60% ошади. Шунинг ҳам таъкидлаш керакки, модификацияланмаган қопламалар учун 20 масса қ. ялтироқ графит оптимал ҳисобланади, ва ультратовуш ёрдамида, 50 масса қ. билан қопламалар ялтироқ графитли янада яхшиланган физик-механик хусусиятлар билан ҳам олиш мумкин, яъни.ультратовуш билан ишлов бериш тўлдирувчи таркибини ошириш орқали композициялар нархини 2,5 баравар камайтиради (9-расм).



$\delta_{ад}$ – адгезион мустаҳкамлик, кН/М:
 $\delta_{р.п}$ – чўзилишдаги мустаҳкамлик, МПа: Нм-микрокаттиклик, МПа.
9-расм. Ультратовуш билан модификацияланган (-) ва модификацияланмаган (- -) композицион фуран-эпоксид қопламаларининг хусусиятларининг ялтироқ графит таркибига боғлиқлиги
 Шундай қилиб,

органоминерал тўлдирувчи моддаларини ультратовушли ишлов бериш билан биргаликда ишлатиш фуран-эпоксид термореактив қопламаларининг физик-

механик ва коррозияга чидамли электр ва бошқа хусусиятларига сезиларли таъсир қилар экан.

Ёғ - мой ишлаб чиқариш объектлари учун маҳаллий хом ашё ва саноат чиқиндилари асосида антикоррозион композицион полимер қопламаларининг оптимал таркибини ишлаб чиқиш. 5-жадвалда фуран-эпоксид материаллари ва улар асосидаги антикоррозион қопламаларнинг оптимал таркибларикўрсатилган.

5-жадвал

Фуран-эпоксид асосида ишлаб чиқилган коррозиябардош композицион материалларнинг оптимал таркиби

Композициянинг белгиланиши	Таркиб масс.қ.					
	ЭД-20 асосидаги композиция	ПЭПА	ДБФ	Тўлдирувчилар		
				Тальк	Цемент	Кварц
КПМ-Уз-1	100	10	16	50/20	-	10
КПМ-Уз-2	100	12	22	120/40	5	-
КПМ-Уз-3	100	10	16	-	120/50	10
КПМ-Уз-4	100	12	22	10	150/70	-
КПМ-Уз-5	100	10	16	10	-	80/20
КПМ-Уз-6	100	12	22	-	5	120/40

6-жадвалда ультратовуш билан модификацияланган ва модификацияланмаган термореактив фуран-эпоксид полимер материаллар ва улар асосидаги қопламанинг ишлов беришдан аввалги ва кейинги асосий физик-механик хоссалари берилган.

6-жадвал

Машинасозлик учун термореактив фуран-эпоксид полимер материал ва унинг асосидаги қопламаларнинг ультратовуш билан ишлов беришдан кейинги асосий физик-механик хоссалари

КПМ маркалари	КПМ ва қопламанинг физик-механик хоссалари				
	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 билан модификацияланган, маҳражда ультратовушсиз қоплама

Шундай қилиб, турли хил тўлдирувчи моддаларини ўз ичига олган композицион фуран-эпоксид полимер материалларининг ультратовуш модификацияси ФАЭД-20 асосидаги композицион материалларнинг физик-механик хусусиятларига ижобий таъсир кўрсатиши аниқланди, яъни агрессив муҳитнинг диффузия жараёнлари секинлашади, адгезион мустаҳкамлик, узилиш ва зарбага бўлган мустаҳкамлик, микроқаттиқлик ва иссиқлик бардошлиги ошади.

Ёғ-мой ишлаб чиқариш ускуналарининг ишчи органлари учун ишлаб чиқилган коррозияга чидамли композицион полимер қопламаларининг синовлари. 7-жадвалда ишлаб чиқилган композицион қопламаларни истеъмол қилиш тўғрисидаги маълумотлар кўрсатилган.

7-жадвал

Детал юзасига суртилган композицион қопламанинг сарфи

Резервуарлар ва ускуналарлар номи	Сони (дона)	ҳажми, л	Умумий ички юза (кг)	1 м ² га кетадиган сарф меъёри, кг	Умумий сарф (кг)
Буғ қозонлари	2	600	1200	0,132	158
Диаратор баки	10	200	2000	0,132	264
Металл резервуарлар	4	250	1000	0,132	132
Дренажлар	5	200	200	0,132	26,4
Жами			4400		580,4

Яратилган композицион полимер-полимер материаллар ва қопламалардан озиқ-овқат ичимликлар ишлаб чиқариш корхоналарида фойдаланишнинг техник-иқтисодий самарадорлигини таҳлил қилиш ва ҳисоблаш. Ишлаб чиқилган антикоррозион композицион полимер материаллар ва қопламалар қуйидагиларга имкон беради: қиммат қотишма ва зангламайдиган пўлатдан ясалган резервуарларни арзон пўлат билан алмаштириш; резервуарларни капитал ва мунтазам таъмирлаш харажатларини сезиларли даражада камайтиради.

Фақат “Гулистон ёғ-мой” заводида “ХС-558-1дан 1572 кг, тупроқ ХС-04-10520 кг, тоннасига 22060,80 АҚШ доллари нархда, божхона тўловларисиз-0,2% ва НДС-20%, 10% - акциз солиғи.

ЭИС-1 эпоксид смоласи ва полиэтилен асосида ишлаб чиқилган бир килограмм ҳимоя қопламасининг нархи 10000 сўмдан ошмайди. “Дехқонобод Асл Анори” кооперативининг фақат битта ишлаб чиқариш бўлими импортини қисқартириш орқали қопламалар ва ускуналарнинг ишлаш муддатини 2 баравар оширишнинг кутилаётган иқтисодий самараси ҳисобланган:

$$\Delta = (C_1 - C_2) \cdot K_1 - K_2 ;$$

бу ерда C_1 - 1 кг импорт ҳисобига келтирилган қопламанинг таннархи- 20 000 сўм;

C_2 -ишлаб чиқилган ҳимоя қопламасининг қиймати-10000 сўм;

K_1 -чет элдан олиб келинган қоплама миқдори - 1500 кг;

K_2 -ишлаб чиқилган қопламанинг чидамлилиқ коэффициенти -2; $\Delta = (20000 - 10000) \cdot 1500 \cdot 2 = 30000000$ сўм.

Ушбу турдаги ҳимоя қопламаларига республиканинг йиллик талаби тахминан 600 кг ни ташкил қилади. Шунда йиллик иқтисодий самарадорлик: $30000000 \cdot 4 = 120,0$ млн. сўм. Республикамиз еҳтиёжларини тўлиқ қондириш ва импортни тўлиқ қисқартириш билан ривожланиш натижаларини амалга

оширишдан кутилаётган йиллик иқтисодий самарадорлик 120,0 млн сўмни ташкил этади.

Гулистон ёғ-мой комбинати мисолида иқтисодий самарадорлик қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = \left[\frac{(T_{\text{с покр}} - T_{\text{без покр}})}{2} \cdot (M \cdot \mathcal{C}) - \mathcal{Z}_1 \right] + (M \cdot \mathcal{C}) - \mathcal{Z}_2$$

Бу ерда: $\mathcal{E}_1$ - композицион полимер қопламани диаратор баклари ишчи юзасига суртилишдан олинган иқтисодий самарадорлик, млн. сум;

$\mathcal{E}_2$ - композицион полимер қопламани ютувчи насосларнинг парракларига ишлатилганда олинган иқтисодий самарадорлик; $T_{\text{с покр}}$ қоплама – композицион полимер материаллари суртилган диаратор бакининг ишлатиш вақти, йил; $T_{\text{қопламасиз}}$ – композицион полимер қопламасиз ишлаш вақти, йил; M – деаратор бакларининг сони, дон. $\mathcal{C}$ – битта диаратор бакининг таннари, млн. сўм; $\mathcal{Z}_1$ - $\mathcal{Z}_2$ – материал ва ишчи ҳаражатлар, млн. сўм.

Шуни таъкидлаш керакки, ишлаб чиқариш тажриба синов ишларининг натижасидан фуран-эпоксид коррозиябардош композицион қопламани Гулистон ёғ-мой комбинатида қоплама сифатида қўллашдан шу нарса маълум бўлдики, агрессив муҳитда ишлайдиган ютувчи насосларнинг ишлатилиш муддати 3-4 барабар, диаратор бакларники эса 2-2,5 барабар ошганлиги аниқланди.

Шундай қилиб, Гулистон ёғ-мой комбинатининг линиясида ушбу қопламани қўллашдан кутилаётган умумий иқтисодий самарадорлик 2020 йилда 136,7 млрд.сўм ни ташкил қилиши аниқланди. Республикамиз бўйича йиллик кутилаётган иқтисодий самарадорлик эса 3 миллиард 906 сўмни ташкил қилиши ҳисобланди.

ХУЛОСАЛАР

1. Озиқ-овқат саноати ускуналари ва механизмларининг ишчи органларини ҳимоя қилиш учун эпокси-полиэтилен, эпокси-эпокси ва фурано-эпокси асосида уларнинг чидамлилиги, ишончлилиги ва коррозияни олдини олишга ёрдам берувчи антикоррозион композицион материаллар ҳамда ишлаб чиқариш жараёнида ичимликлар сифатини сақлаб қолиш бўйича илмий асосланган ёндашув ишлаб чиқилди.

2. Юқори антикоррозион ва физик-механик хусусиятларга эга бўлган композицион сополимерларни олиш имконини берувчи алифатик ва ароматик бирикмаларнинг эпоксидли ва фурано-эпоксидли смолалари, шунингдек органоминарал тўлдирувчилар билан ўзаро таъсирлашуви синергетик самарадорликка олиб келиши аниқланди.

3. Тўлдирилган композицион полимер материалларнинг парчаланиш тезлиги берилган таркибда материалнинг ғоваклиги ҳосил бўлиши ҳисобига тўлдирувчилар билан агрессив муҳитнинг кимёвий реакция тезлиги билан аниқланиши ва бунда композицион полимер материалларнинг агрессив

муҳитда парчаланиш қонунияти агрессив муҳитнинг кириб бориш тезлигини материалнинг кимёвий реакция тезлигига нисбати сифатида аниқланди.

4. Ҳимоя қопламаларини ишлаб чиқиш, уларнинг таркибини оптималлаштириш, физик-механик хусусиятларини яхшилаш ва чидамлилигини ошириш имконини берувчи агрессив суяқликнинг тўйинганлик даражаси ва ҳимоя қопламаларининг ишлаш шароитларини ҳисобга олган ҳолда гомоген ва гетероген деградациянинг диффузия модели тавсия этилди.

5. Озиқ-овқат ишлаб чиқариш ва ичимликларни сақлаш шароитида юқори барқарорликни таъминловчи эпокси-эпокси ва эпокси-полиэтилен полимерлар асосидаги композицион материалларнинг оптимал композициялари ишлаб чиқилди.

6. 360 сутка давомида эпокси-полиэтилен композицияларнинг сув шимувчанлиги 0,5% дан, эпокси-эпоксид композицияларнинг сув шимувчанлиги эса 1,2% дан ошмаслиги кўрсатилди, бу эса уларнинг озиқ-овқат ичимликлари резервуарларининг ҳимоя қопламалари учун яроқлилиги исботланди.

7. Ёғ-мой саноати машина ва ускуналари ишчи органларининг коррозияга қарши юқори ҳимояси ва чидамлилигини таъминлайдиган ФАЭД-20 асосида органоминарал ингредиентлар билан модификацияланган ва ультратовуш билан ишлов берилган коррозияга чидамли фуран-эпоксидли композицион полимерларнинг оптимал таркиблари ишлаб чиқилди.

8. Коррозияга қарши полимер-полимер ва тўлдирилган композицион материаллар олишнинг илмий-услубий тамойиллари ва технологиялари ишлаб чиқилди ҳамда илмий-техник ҳужжатлар, шу жумладан технологик регламент ва ташкилот стандарти тайёрланди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 03/30.12.2019.К/Т.03.01 ПО
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ»
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ФАН ВА ТАРАККИЁТ»
ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

СУЛТАНОВ САНЖАР УРАЗАЛИЕВИЧ

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ
КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ НИХ ДЛЯ ЗАЩИТЫ
МАШИН И ОБОРУДОВАНИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОТ
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ**

**02.00.07 – «Химия и технология композиционных, лакокрасочных и
резиновых материалов»**

**02.00.06 – «Высокомолекулярные соединения»
(химические науки)**

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА (DSc)
ПО ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

ТАШКЕНТ – 2025

Тема диссертации доктора (DSc) зарегистрирована под номером B2024.4.DSc/K201 в Высшей аттестационной комиссии Министерство высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан.

Диссертационная работа выполнена в ГУП «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 (www.gurft.uz) и Информационно-образовательном портале «Ziynet» (www.ziynet.uz).

Научные консультанты:

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

Негматова Комила Сайибжановна
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Бабаев Туйгул Мирзаахмедович
доктор химических наук, профессор

Мухиддинов Баходир Фахриддинович
доктор химических наук, профессор

Тухтаев Феруз Садуллоевич
доктор химических наук, доцент

Ведущая организация:

Ташкентский химико-технологический институт

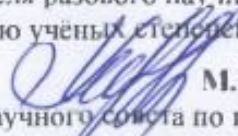
Защита диссертации состоится «27» марта 2025 года в 14³⁰ часов на заседании разового научного совета DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 при ГУП «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а. тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; -mail: fanvataraqqiyot@mail.ru, в здании «Фан ва тараккиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

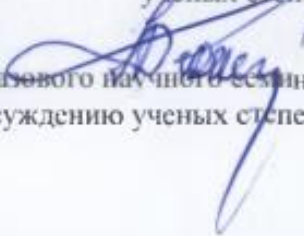
С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараккиёт» (Зарегистрированный номером №1-25). Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан «17» марта 2025 года.
(протокол реестра №1-25 от «07» января 2025 года)




Т.О. Камолов
Заместитель председателя разового научного совета по
присуждению учёных степеней, д.т.н., с.н.с.


М.Э. Икрамова
учёный секретарь разового научного совета по присуждению
учёных степеней, д.т.н., с.н.с.


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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора наук (DSc))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время для защиты оборудования, эксплуатируемого в агрессивных средах, применяются различные типы антикоррозионных покрытий. Однако под воздействием высоких температур, влажности, химических реагентов, солей, микроорганизмов и щелочных моющих средств эти покрытия подвергаются ускоренной биодegradации, что приводит к сокращению срока службы оборудования и снижению его эксплуатационной эффективности. В связи с этим актуальной задачей является разработка эффективных антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на их основе, а также ресурсосберегающих технологий их производства.

В мировой практике ведутся научные исследования, направленные на разработку экономичных методов получения антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на их основе путем переработки минерального сырья и промышленных отходов. Это позволяет получать экологически и химически чистые продукты с рядом важных свойств, востребованных в пищевой промышленности. Особое внимание уделяется созданию антикоррозионных композиционных покрытий на основе полимерных материалов с повышенной биостойкостью, что способствует увеличению их долговечности в 15–20 раз и обеспечению длительной защиты оборудования. Разработка таких покрытий особенно актуальна для металлических емкостей, используемых при переработке, хранении и транспортировке пищевых продуктов.

В нашей республике уделяется большое внимание научным исследованиям, направленным на разработку эффективных составов антикоррозионных композиционных материалов и покрытий, обеспечивающих защиту оборудования пищевой промышленности от коррозии. Реализуются мероприятия государственного стратегического и народнохозяйственного значения, достигаются определенные результаты. В стратегии дальнейшего развития нового Узбекистана определены ключевые задачи, включая «поднятие промышленности на качественно новый уровень, глубокую переработку местных источников сырья, ускорение производства готовой продукции, освоение новых видов продукции и технологий». В этом контексте особое значение приобретает разработка и совершенствование технологий получения современных композиционных полимерных материалов и покрытий, предназначенных, в частности, для защиты от коррозии оборудования, используемого в производстве пищевых продуктов, алкогольных и безалкогольных напитков.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в постановлениях Президента Республики № ПП-3983 от 25 октября 2019 г., № ПП-4426 от 24 августа 2019 года «О дальнейшем повышении ответственности органов государственного и хозяйственного управления и местных исполнительных органов за внедрение новой системы локализации производства и ускорения кооперационных

отношений в отраслях промышленности», Указ Президента № УП-6079 от 05 октября 2020 года об утверждении стратегии «Цифрового Узбекистана-2030» и мерах по ее эффективному развитию, а также других нормативных правовых документах, касающихся этой деятельности.

Соответствие исследования основным приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII «Химические технологии и нанотехнологии».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации. Научные исследования, направленные на разработку антикоррозионных композиционных полимерных покрытий, проводятся в ведущих научных центрах и высших учебных заведениях мира, среди которых: Technische Chonnam National University (Корея), Universitat Munchen (Германия), Ebonyi State University (Нигерия), Istanbul Technical University (Турция), Yunnan University (Китай), Southwest Petroleum University (Китай), Slovak University of Technology (Словакия), Ebonyi State University (Нигерия), Indian School of Mines (Индия), Kazan State Technology University (Россия), National University of Uzbek (Узбекистан), Ташкентский химико-технологический институт, Ташкентский государственный технический университет ГУП «Наука и развитие» (Узбекистан).

В мире достигнут ряд научных результатов в области исследований по получению и разработке антикоррозионных композиционных полимерных покрытий из вторичных продуктов и усовершенствованию существующих технологий, в том числе разработка эффективных составов антикоррозионных покрытий на основе промышленных отходов (научно – исследовательский институт полимерных материалов (Россия), Indian School of Mines (Индия), Ebonyi State University (Нигерия), Technische Chonnam National University (Корея)); Определены эффективные методы получения коррозионно-стойких композиционных полимерных материалов путем переработки вторичных продуктов (Universitat Munchen (Германия), Istanbul Technical University (Турция)); Разработана технология получения защитных композиционных полимерных материалов для предотвращения коррозии (Yunnan University (Китай), Southwest Petroleum University (Китай), Slovak University of Technology (Словакия)), на основе данных Техасского университета в Остине, Миссурийского университета науки и технологий, Хьюстонского университета, Техасского технологического университета изучены физико-химические и технологические свойства коррозионно-стойких покрытий, их структура, механизмы технологических процессов, происходящих при их производстве.

В мире проводятся исследования по следующим приоритетным направлениям предотвращения коррозии и снижения ее последствий, в том числе: определение минералогического и комплексного состава компонентов антикоррозионных композиционных покрытий, созданных для решения

проблемы коррозии, вызванной эксплуатацией металлов и других материалов в агрессивной среде; добавление в покрытия коррозионно-стойких наночастиц для дальнейшего повышения их антикоррозионных свойств; определить изменения физико-химических и технологических свойств антикоррозионных композиционных покрытий в зависимости от их состава, вида, природы и соотношения органоминеральных ингредиентов; улучшение их механических, термохимических и антикоррозионных свойств; научное обоснование принципов и механизмов создания новых составов импортозамещающих антикоррозионных композиционных покрытий; Совершенствование и разработка технологии получения антикоррозионных композиционных покрытий на основе местного сырья и промышленных отходов.

Степень изученности проблемы. В области разработки и создания антикоррозионных композиционных полимерных покрытий внесли определенный вклад следующие ученые: Розенфельд И.Л., Журков С.Н., Коршак В.В., Фомин М.Н., Вольфсон С.А., Яковлев А.Д., Берлин А.А., Ениколопов Н.С., Емельянов Ю.В., Чернин И.З., Смехов Ф.М., Малинин А.В., Кравцов В.В., Минскер К.С., Марьин А.П., Жердев Ю.В., Карякина М.И., Скороходов О.Н., Козловский А.А., Рубинштейн Ф.И., академики Негматов С.С., Джалилов А.Т., профессора Юсупбеков А.Х., Тиллаев Р.С., Магрупов Ф.А., Таджиходжаев З.А., Акбаров Х.И., Жуманиязов М.Ж., Дюсебеков Б.Д., Курамбаев Ш.Р. и другие.

Анализ существующих исследований показывает, что вопрос использования вторичных продуктов в качестве наполнителей при производстве композиционных полимерных покрытий для оборудования пищевой промышленности изучен недостаточно, особенно с учетом требований к их эксплуатационным, антикоррозионным, адгезионным и физико-механическим свойствам. Решению этой проблемы посвящено настоящее исследование.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполнена диссертационная работа. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ в государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» Ташкентского государственного технического университета имени И. Каримова в следующих проектах: ИОТ-2012-18 «Разработка технологии высокозащитных покрытий и новых модификаторов ржавчины для нанесения на поверхность запасных частей с целью повышения долговечности сельскохозяйственной техники»; А-6-2013— «Разработка эффективных технологий получения стабилизированных композиционных покрытий на основе местного сырья и отходов промышленности»; ЁА-12-001 «Создание эффективных антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе».

Целью исследований является разработка эффективных ресурсосберегающих композиционных полимерных материалов и технологии их применения для создания покрытий, защищающих машины и оборудование пищевой промышленности от физико-химической коррозии.

Задачи исследования:

изучение современного состояния антикоррозионных полимерных материалов, применяемых для защиты раз оборудования и сооружений.

выбор и обоснование объектов для разработки антикоррозионных композиционных покрытий.

исследование механизмов взаимодействия эпоксидной смолы с органическими ингредиентами и изучение их физико-химических свойств.

изучение механизма взаимодействия эпоксидной смолы с алифатическими соединениями и их физико-химических свойств.

исследование механизма взаимодействия эпоксидной смолы с ароматическими соединениями.

изучение механизма взаимного соединения композиционных полимерных материалов.

разработка антикоррозионных композиционных полимер-полимерных материалов на основе эпоксидных и эпокси-полиэтиленовых смесей и их лабораторные испытания.

разработка покрытий на основе антикоррозионных высоконаполненных композиционных полимерных материалов, созданных из местного сырья и минеральных промышленных отходов, и исследование их физико-механических свойств.

разработка технологии получения созданных антикоррозионных полимер-полимерных и композиционных материалов.

расчет экономической эффективности производства опытных образцов.

испытание разработанных антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий путем нанесения на рабочие поверхности оборудования различных отраслей пищевой промышленности.

Объектами исследования являются композиционные материалы на основе ЭИС-1, Э-181, полиэтилена низкой плотности (ПЭНП), пластификатора дибутилфталата (ДБФ), аминных отвердителей полиэтиленполиамина (ПЭПА) и пиперидина.

Предметом исследования являются установление комплексных закономерностей изменения физико-механических и эксплуатационных свойств материалов в зависимости от вида, состава и соотношения ингредиентов, а также разработка эффективных составов и технологий получения композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе.

Методы исследований. В диссертации использованы стандартные методы изучения физико-химических свойств исходных материалов. Теплостойкость на приборе ВИК, условная вязкость определялась по ГОСТ 8420-74, прочность при изгибе по ГОСТ 4648-71, адгезионная прочность по ГОСТ 14-760-69, электрофизические свойства по ГОСТ 6433.2.3.4-71, коррозионная стойкость по ГОСТ 120-20-72, ИК и ЭПР-спектроскопия.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработаны антикоррозионные композиционные полимерные покрытия для оборудования пищевой промышленности, основанные на механизмах взаимодействия термодинамически совместимых (эпоксидно-эпоксиполимерных) и несовместимых полимеров (эпокси-полиэтиленовых).

установлено, что синергетическое воздействие компонентов на полимерную матрицу в эпоксидно-эпоксиполимерных композиционных материалах, а также применение покрытий на резервуарах, контейнерах и другом оборудовании пищевой промышленности повышает их коррозионную стойкость в 1,5 раза.

доказано, что срок службы промышленного оборудования может быть увеличен за счет улучшения физико-химических, механических и эксплуатационных свойств разработанных антикоррозионных композиционных материалов.

исследовано влияние вида, содержания и соотношения ингредиентов на формирование антикоррозионного композита, установлена корреляционная зависимость «состав–структура–свойство».

разработан оптимальный состав антикоррозионных покрытий для защиты резервуаров, емкостей и другого оборудования пищевой промышленности.

определены научно-методические принципы получения композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе, а также разработана эффективная технология получения эпокси-полиэтиленовых и эпоксидно-эпоксиполимерных композиционных покрытий.

Практические результаты исследования: разработаны оптимальные составы термодинамически совместимых и термодинамически несовместимых полимеров для защиты пищевой промышленности и производства напитков от коррозии;

определено, что за счет повышенной химической стойкости оборудования, покрытых антикоррозионным композиционным материалом, их срок безремонтной эксплуатации увеличивается в 2–2,5 раза;

разработана технология получения антикоррозионных покрытий на основе термодинамически несовместимых и термодинамически совместимых полимеров;

разработаны и утверждены научно-технические документы на получение полимерных композиционных материалов и покрытий для защиты оборудования пищевых производств от коррозии.

Достоверность полученных результатов подтверждена данными лабораторных и промышленных экспериментов, выполненных автором с применением современных методов физико-химического анализа. Исследования проводились в рамках комплексной переработки местного сырья и промышленных отходов с использованием физико-химических и физико-механических методов, а также ИК- и ЭПР-спектроскопии.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость проведенных исследований заключается в теоретическом

и практическом обосновании принципов создания и производства антикоррозионных композиционных полимерных покрытий на основе местного сырья и промышленных отходов. Выявлены закономерности влияния природы, вида и состава органоминеральных и неорганических ингредиентов на их физико-химические и эксплуатационные свойства.

Практическая значимость работы состоит в разработке эффективного состава антикоррозионных композиционных полимерных покрытий, позволяющего повысить производительность и эффективность работы оборудования пищевой промышленности. Их применение в специальных деаэрационных баках и паровых котлах, используемых при переработке семян на предприятиях масложировой промышленности, способствует увеличению долговечности оборудования.

Внедрение результатов исследований. На основе разработанных ресурсосберегающих композиционных полимерных материалов и технологий их нанесения для защиты оборудования пищевой промышленности от коррозии внедрены следующие решения:

На предприятии АО «Гулистан экстракт-ёг» (Сырдарьинская область) реализована ресурсосберегающая технология получения антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе (справка №13С/4-311 Ассоциации предприятий масложировой промышленности Республики Узбекистан от 5 сентября 2024 года). В результате применение разработанных материалов и покрытий позволило улучшить их физико-химические, механические и коррозионно-стойкие свойства в 1,5 раза;

Разработанные антикоррозионные покрытия внедрены в эксплуатацию на оборудовании предприятия ООО «Рискибой-Мироншок» (Сырдарьинская область) в качестве защитных покрытий (справка №13С/4-311 Ассоциации предприятий масложировой промышленности республики узбекистан от 5 сентября 2024 года). Их применение позволило увеличить срок службы деаэрационных баков и металлоконструкций предприятия в 2–2,5 раза.

Антикоррозионные композиционные полимерные покрытия также внедрены на предприятиях АО «Гулистон экстракт-ойл» и ООО «Рискибой-Мироншок» (Сырдарьинская область) для защиты оборудования, эксплуатируемого в агрессивных средах (справка №13С/4-311 Ассоциации предприятий масложировой промышленности республики узбекистан от 5 сентября 2024 года). Их использование позволило увеличить срок службы паровых котлов и насосов, применяемых при переработке семян, в 1,5–2 раза.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования оглашены на 15 республиканских научно-технических и 6 международных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 39 научных работ. Из них 20 научных статей, в том числе 14 статьи в республиканских и 6 зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 198 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных литератур, приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, выявлены объект и предмет исследования, определено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснована их достоверность, раскрыты теоретические и практические значимости полученных результатов, приведены результаты внедрений разработок, результаты апробации работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

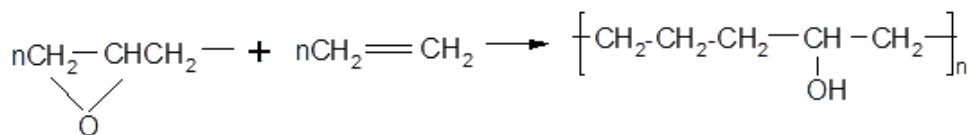
В первой главе диссертации **«Современное состояние антикоррозионных полимерных материалов для защиты оборудования и конструкций от коррозии и их применение в пищевой промышленности»** представлен анализ современных литературных источников, посвященных разработке и применению различных антикоррозионных и полимерных композиционных материалов последних лет. На основе комплексного обзора сформулированы требования к созданию эффективных составов и технологий получения антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий, обладающих высокими физико-механическими характеристиками, в частности ударной вязкостью и адгезионной прочностью.

Из анализа литературы установлено, что при разработке антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий из них, эксплуатирующихся при агрессивных средах недостаточно рассматриваются влияния природы, вида, содержания и соотношения органоминеральных наполнителей, вводимых в состав композиции, а также отсутствие научно-обоснованных подходов к созданию их эффективных составов и технологии получения. Данная диссертационная работа посвящена решению этих задач.

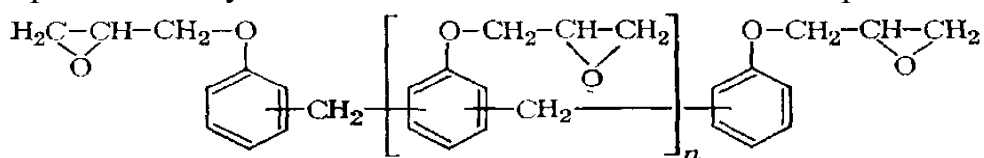
Во второй главе диссертации под названием **«Выбор и обоснование объектов и методики исследований свойств композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе»** изложен и обоснован выбор объектов, описаны методики получения композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе, а также методика изучения антикоррозионных и физико-механических свойств композиционных полимерных материалов и покрытий из них. Рассмотрена методика статистической обработки результатов исследований антикоррозионных и физико-механических показателей композиционных полимерных материалов.

В третьей главе диссертации под названием **«Исследование теоретических аспектов механизма взаимодействия полимерных материалов с органическими наполнителями и процесса разрушения в**

агрессивных средах с целью разработки антикоррозионных композиционных материалов и покрытий» приведены результаты взаимодействия эпоксидной смолы с алифатическими и ароматическими соединениями. При разработке антикоррозионных композиционных полимерных покрытий в качестве модификатора использовали полиэтилен низкой плотности. При взаимодействии эпоксидных смол с полиэтиленом низкой плотности происходят следующие реакции:

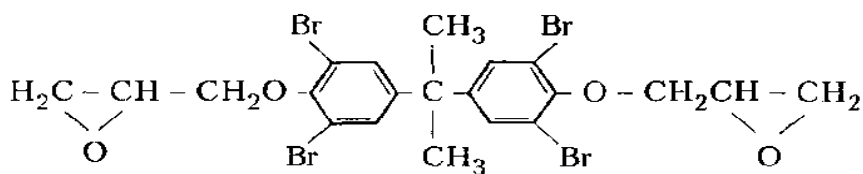


Между ними образуется ковалентная связь и реакция протекает по механизму полимеризации. При этом увеличивается количество активных центров, за счет которого идет модификация эпоксидных смол с образованием композиционного полимерного материала с высокой молекулярной массой. Эпоксидные смолы, содержащие ароматические соединения, широко применяются в различных отраслях промышленности. Особое распространение получили эпоксидно-новолачные олигомеры.

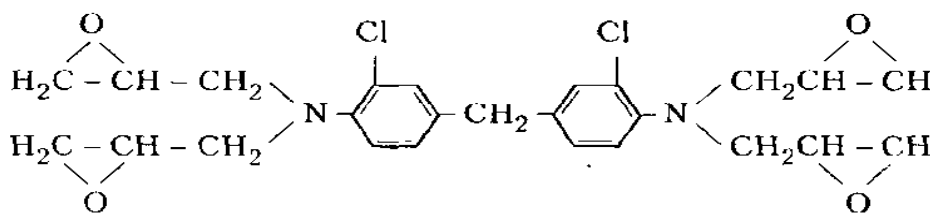


где $n=1-3$.

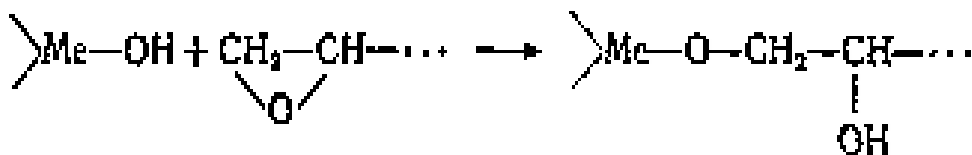
Аминоэпоксидные смолы используются для получения материалов с повышенной прочностью и термостойкостью. Галогенсодержащие эпоксидные смолы представляют собой продукты конденсации эпихлоргидрина с компонентами, содержащими атомы хлора, брома или фтора. Их применяют для получения заливочных композиций, клеев, связующих с пониженной горючестью. Эпоксидно-фенольные блок-сополимеры (ЭФБС) представляют собой продукты предварительного химического взаимодействия эпоксидных и фенольных смол, и содержат функциональные группы, характерные для компонентов, из которых они получены. Наибольшее практическое применение получили ЭФБС на основе эпоксидно-диановых смол.



Тетраглицидил 4,4'-диамино-3,3'-хлордиаминодифенилметан ЭХД



Для отверждения эпоксидной смолы в качестве отвердителей применяли полиэтиленполиамин $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH})_n\text{H}$ (ПЭПА) и пиперидин. В результате отверждения эпоксидных смол с пиперидином образуется гидроксильная группа, сшитая с пиперидином за счет полярной ковалентной связи, и увеличивается реакционная способность полученного композиционного полимерного материала. В качестве пластификатора использовали дибутилфталат (ДБФ). Для создания эффективных антикоррозионных покрытий и повышения долговечности эпоксидных полимеров необходимо изучить их взаимодействие с различными химическими соединениями. Комплексный анализ этих механизмов позволяет разработать композиционные материалы с улучшенными защитными свойствами, что особенно важно для оборудования пищевых производств, работающего в агрессивных условиях. Несмотря на возможность химического взаимодействия между металлом и углеводородами, значительно больший интерес в адгезионных системах представляет механизм взаимодействия полимерных адгезивов с оксидной пленкой, образующейся на поверхности большинства металлов. Эпоксидные смолы с поверхностью металла реагируют по схеме:



В четвертой главе диссертации под названием «Исследование и разработка составов и технологии получения антикоррозионных композиционных полимер-полимерных материалов на основе эпоксидных и эпокси-полиэтиленовых смесей и их испытания в условиях производства виноводочных и безалкогольных напитков» приведены результаты экспериментальных исследований прочности и адгезионных свойств, полученных термодинамически несовместимых (эпоксиполиэтиленовых) и термодинамически совместимых (эпоки-эпоксидных) композиционных материалов, а также технология производства антикоррозионных полимер-полимерных композиционных материалов. Для разработки антикоррозионных полимер-полимерных композиций нами исследовались смеси эпоксидных олигомеров ЭИС-1, Э-181 и полиэтилена. Содержание полиэтилена 5-20 масс.ч., эпоксидного олигомера Э-181 от 10 до 50 масс.ч. соответственно. При смешении компонентов исследуемого материала время и температура были термостатированы в диапазоне 10-25 минут и 293-323 К соответственно. Температура термообработки составляла 393 К, что обеспечило оплавление частиц полиэтилена. Исследование влияния скорости растяжения на прочность при растяжении и прочности адгезионного соединения (ПАС) проводилось в широком диапазоне скоростей (10-100 мм/мин). В результате проведенных исследований было выявлено (рис.1), что для систем ЭИС-1: ПЭ, разрывная прочность имеет тенденцию к

экстремальному снижению при всех исследованных скоростях растяжения (10-100 мм/мин), до концентрации полиэтилена 5 масс. ч. имеет место стабилизация и выше 15 масс. ч. идет монотонное снижение этого показателя, за исключением скорости разрыва, равной 10 мм/мин. Как видно из рис.1, кривые можно разделить на три участка: на 1 участке снижение прочности при растяжении объясняется тем, что ввод в композицию более низкомолекулярного полиэтилена приводит к существенному изменению фазовой структуры, ее разрыхлению и, соответственно, увеличению свободного объема.

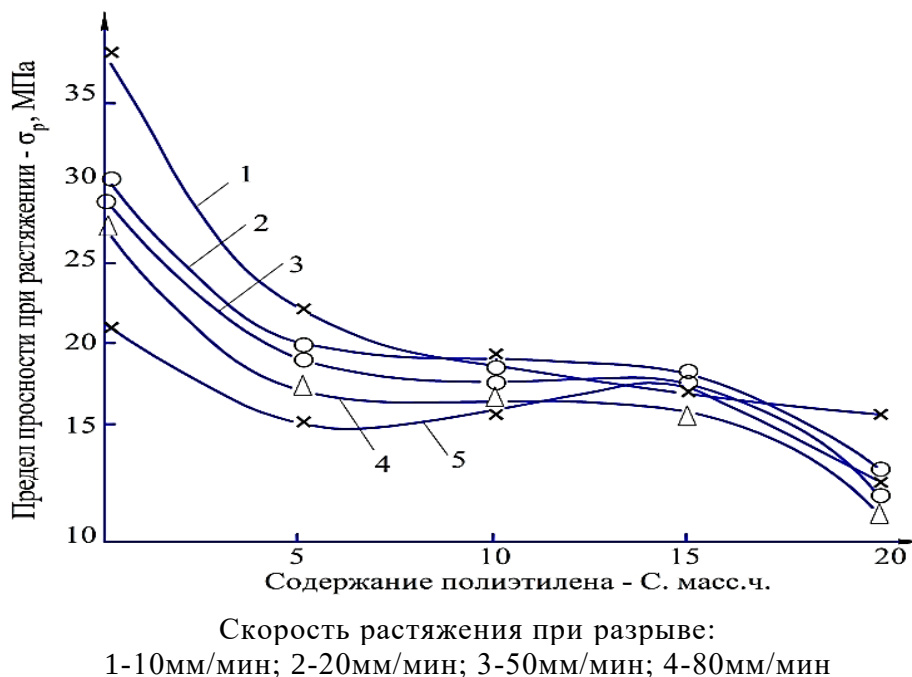


Рис. 1. Зависимость предела прочности при растяжении эпоксиполиэтиленовых композиций от содержания полиэтилена при различных скоростях растяжения

По всей вероятности, это связано с тем, что дисперсная фаза полиэтилена начинает играть превалирующую роль в реализации прочностных свойств. Кроме того, необходимо отметить, что с ростом фазовой доли дисперсных частиц происходит обращение фаз. При этом предел прочности исследованного материала стремится к аналогичному показателю полиэтилена. В связи с этим построена зависимость предела прочности при одноосном растяжении эпоксиполиэтиленовых композиций от концентрации полиэтилена и скорости деформации. Как видно из приведенных данных (рис.2), ход кривых имеет определенную закономерность, что позволяет с 5% точностью определять прочностные показатели материала во всем исследованном интервале составов и скоростей деформации. При дальнейшем увеличении содержания эпоксидного олигомера Э-181 наблюдается экстремальный рост показателя и последующая стабилизация после 30 масс.ч. В указанной области дисперсная фаза становится непрерывной и здесь можно говорить об образовании композиции с взаимопроникающими сетками.

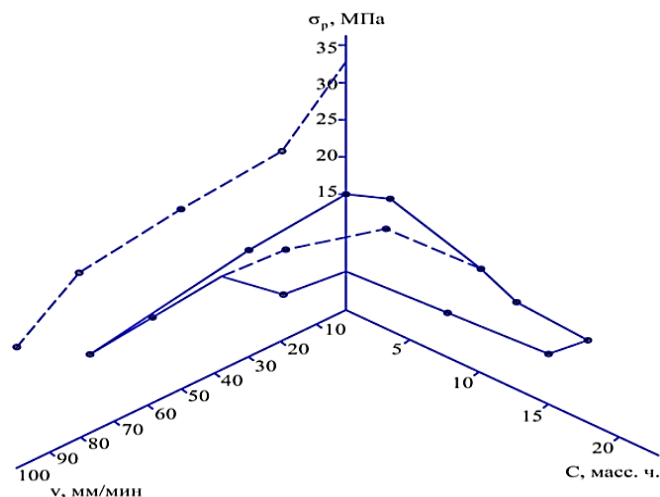
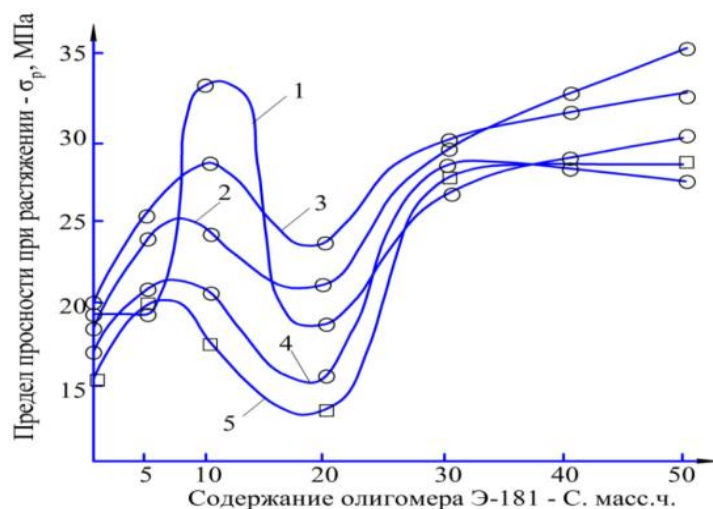


Рис. 2. Номограмма зависимости предела прочности при растяжении эпоксиполиэтиленовых композиций от содержания полиэтилена и скорости растяжения

При этом возможны два варианта: в зависимости от технологических параметров получения происходит эластификация основной матрицы либо упрочнение более слабой матрицы, но уже на основе эпоксидного олигомера Э-181(рис.3).



Скорость растяжения при разрыве:

1-10 мм/мин; 2-20 мм/мин; 3- 50 мм/мин; 4-80 мм/мин; 5-100 мм/мин

Рис. 3. Зависимость предела прочности эпоксидных композиций (ЭИС-1:Э-181) от содержания олигомера Э-181 при различных скоростях растяжения

Исследование прочности адгезионных соединений (ПАС) эпоксидных и эпоксиполиэтиленовых смесей, как и при изучении прочности разрыва, были проведены в двух смесях полимеров: 1 смесь – эпоксидный олигомер ЭИС-1 – полиэтилен; 2 смесь - эпоксидный олигомер ЭИС-1 – эпоксидный олигомер Э-181. Исследования по влиянию скорости растяжения на ПАС проводились в широком диапазоне скоростей (10-100 м/мин). Как показали проведенные исследования (рис. 4), концентрационная зависимость ПАС от содержания

полиэтилена носит экстремальный характер. Как видно из рис. 4а, с увеличением содержания полиэтилена в композиции до 5 масс.ч. наблюдается существенный рост ПАС для всех скоростей растяжения, за исключением 100 мм/мин. При дальнейшем увеличении содержания полиэтилена наблюдается монотонное снижение ПАС. В первом случае повышение ПАС можно объяснить понижением хрупкости матрицы, снижением её внутренних напряжений. При большем содержании полиэтилена вязкость системы существенно возрастает и при содержании 20 масс.ч. полиэтилена композиция приобретает свойства компаунда. По всей вероятности, при малой плотности полиэтилена он занимает большой объем в матрице и снижает фактическую площадь контакта матрицы с подложкой в соответствии с соотношением пропорциональной степени наполнения композиции, что, по всей вероятности, является превалирующим фактором снижения ПАС. Для матричных систем нарушается правило изменения адгезионной прочности с изменением скорости деформации. В случае эпокси-эпоксидной композиции зависимость ПАС от состава носит более сложный характер, но следует отметить, что абсолютные показатели ПАС этих систем выше, чем у композиций, модифицированных полиэтиленом (рис.4).

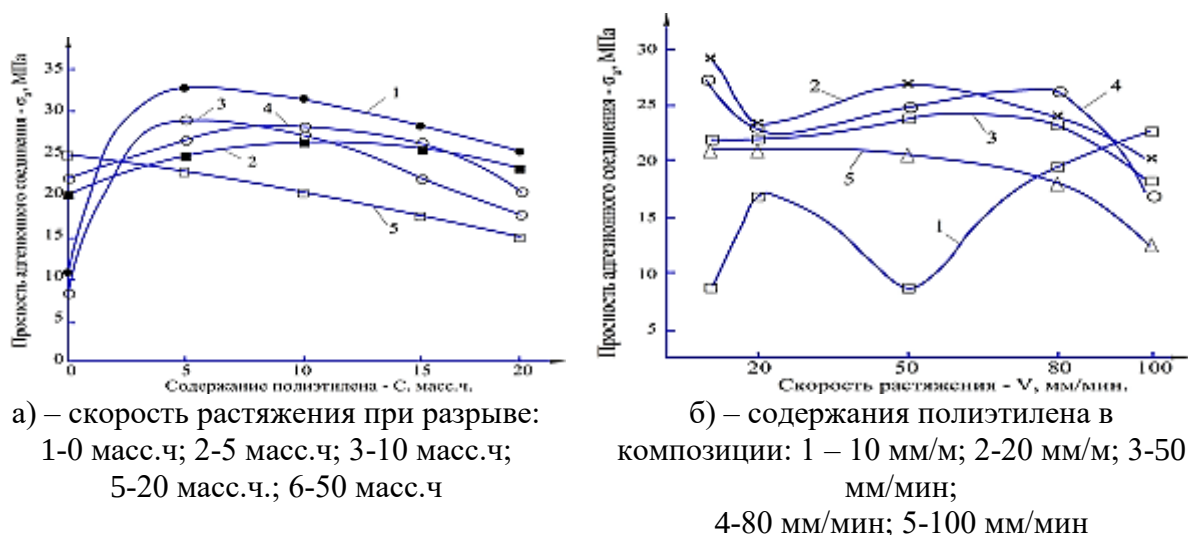


Рис. 4. Зависимость прочности адгезионного соединения эпоксидных композиций (ЭИС-1 : Э-181) от содержания олигомера Э-181 (а) и от скорости растяжения (б)

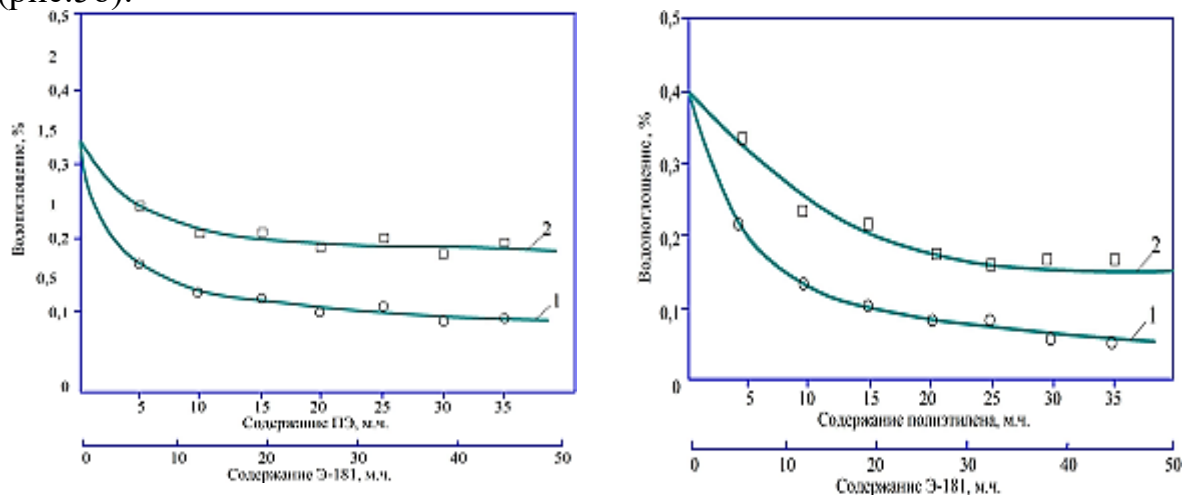
В таблице 1 показаны сравнительные характеристики физико-механических свойств эпокси-эпоксидных композиций при различных содержаниях олигомера Э-181.

На рисунке 5 приведены результаты исследования зависимости водопоглощения эпоксиполиэтиленовых и эпокси-эпоксидных композиций от содержания полиэтилена и эпоксидной смолы Э-181 за 24 часа при содержании основного компонента – ЭИС-1 100 масс.ч., отвердителя пиперидина - 7 масс.ч.

Сравнительные характеристики физико-механических свойств эпокси-эпоксидных композиций материалов при различных содержаниях олигомера Э-181

Показатели	ЭИС-1-100 масс.ч. ПП-7 масс.ч.	Содержание олигомера Э-181 на 100 масс.ч .				
		10	20	30	40	50
Прочность при разрыве, МПа	27,0	23,5	18,6	27,4	28,1	29,2
Прочность при изгибе, МПа	70,0	74,0	80,0	85,0	80,0	71,0
Прочность при сжатии, МПа	180,0	182,0	188,0	194,0	190,0	183,0
Ударная вязкость, кДж/м ²	7	7,5	8,0	8,5	8,1	8,2
Адгезионная прочность, МПа	22,0	20,1	22,0	29,0	26,9	21,4
Твердость по Бринеллю, МПа	200,0	210,0	220,0	218,0	205,0	195,0
Теплостойкость по Вику, °С	150,0	150,0	154,0	160,0	155,0	150,0
Водопоглощение за 24 часа, %	0,4	0,34	0,26	0,19	0,22	0,25

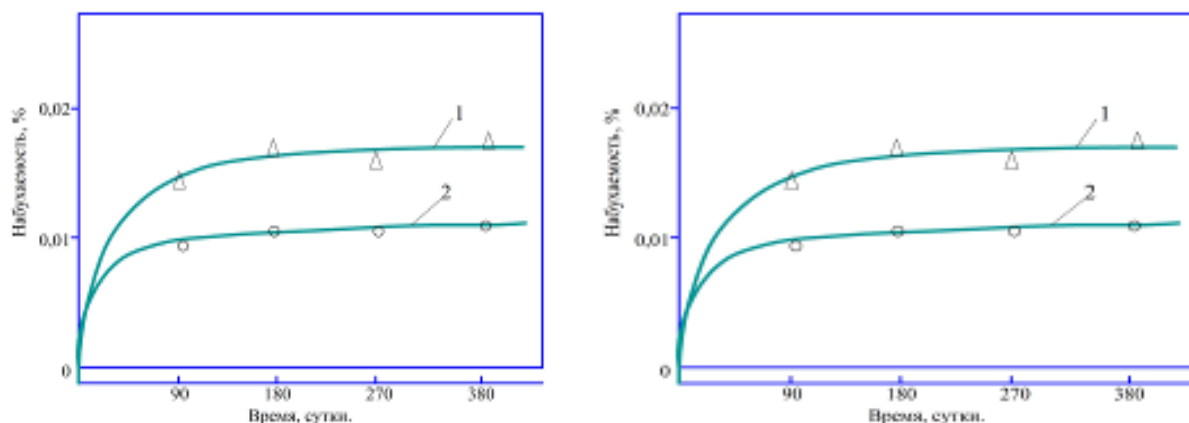
Как видно из кривой 1 рисунка 5а, по мере увеличения количества полиэтилена в эпоксиполиэтиленовой композиции происходит снижение водопоглощения. Резкое снижение водопоглощения от 0,4 до 0,13% наблюдается при увеличении количества полиэтилена в композиции от 0 до 15 масс.ч. Это объясняется тем, что полиэтилен является более гидрофобным веществом по сравнению с ЭИС-1, обладает водоотталкивающим свойством и это приводит к снижению водопоглощения композиции. А также были исследованы закономерности зависимости водопоглощения образцов разработанных композиций после выдержки их в воде в течение 90 суток (рис.5б).



содержание –ЭИС-1 100 массовых частей, пиперидина-7 массовых частей

Рис.5. Зависимость водопоглощения эпоксиполиэтиленовых и эпокси-эпоксидных композиций за 24 часа (а), за 90 суток(б), от содержания полиэтилена (1) и эпоксидной смолы Э-181 (2)

На рисунке 6 приведены зависимости набухаемости от времени пребывания образцов содержащих 10 и 15 массовых частей полиэтилена на 100 массовых частей ЭИС-1 и 7 масс.ч. пиперидина в среде портвейна и напитка «Напитка».



1-ёмкость для ПЭНП; 2-технологические весы; 3-сосуд дьюара; 4-дисмембратор; 5,6-сосуды для эпоксидных смол; 7-мерники; 8-смеситель; 9-жестяные баночки для затаривания; 10-ёмкость для отвердителя

Рис. 6. Зависимость набухаемости образцов, содержащих 10 (1) и 15 (2) масс.ч. полиэтилена на 100 масс.ч. смолы ЭИС-1 и 7 масс.ч. пиперидина от времени пребывания в портвейн (а) и в среде «Напитка» (б)

На рисунке 7 приведена технология получения полимерных композиций.

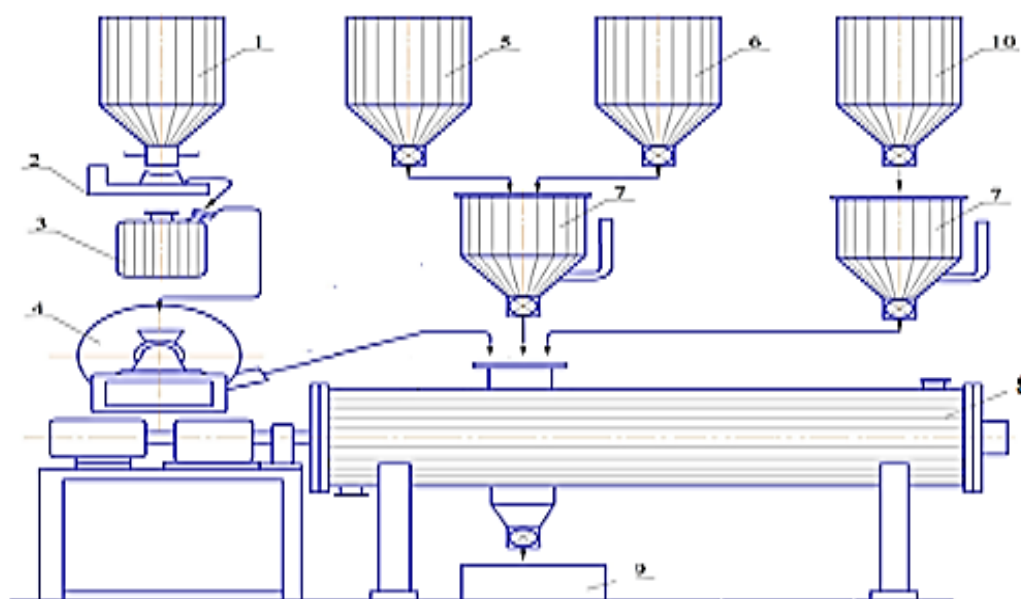


Рис.7. Технологическая линия производства антикоррозионных полимер-полимерных композиционных материалов

Принцип работы состоит в том, что полиэтилен высокого давления в виде гранул из ёмкости 1 поступает на весы 2, где он взвешивается согласно рецептурной карте и подается в дьюар 3 с жидким азотом. В жидком азоте гранулы выдерживаются в течение 2-3 мин. Затем замороженные до температуры $-100 - 120^{\circ}\text{C}$ гранулы подаются для измельчения в дисмембратор 4. В дисмембраторе происходит измельчение гранул до тонкодисперсного порошкообразного состояния с размерами частиц не более 20 микронов. Из ёмкости 5 эпоксидная смола ЭИС-1 подается через мерник 7 в смеситель. Туда же из дисмембратора поступает измельченный полиэтилен. Смешение

композиции осуществляется при температуре 130⁰С в течение 25 минут. При этом образуется однородная гомогенная масса, в которой расплавлен полиэтилен.

При получении эпокси-эпоксидной композиции эпоксидные смолы ЭИС-1 и Э-181 из ёмкостей 5 и 6, согласно рецептурной карте через мерник 7 подаются в смеситель 8, где оба компонента перемешиваются в течение 25 минут при температуре 60⁰С. При использовании композиции прямо на месте она охлаждается до температуры 20-25⁰С. Из ёмкости 10 отвердители пиперидин или полиэтиленполиамин в расчетном количестве подаются в смеситель 8 и смешивание продолжается в течение 10–12 минут. Отвердители поставляются потребителю в отдельных жестяных баночках.

Опытно-промышленные испытания проводились на промышленных объектах ПК «Дехконобод асл анори» с принятыми на предприятии нормами расходов, которые приведены в таблице 2.

В данном случае нанесение защитного покрытия проводилось путем смешения отвердителей пиперидин (ПП) и ПЭПА с разработанными композициями непосредственно перед использованием. Подготовленная таким образом композиция наносилась на поверхности резервуаров и трубопроводов путем распыления.

Таким образом, разработанные композиции являются стойкими материалами и могут быть использованы для защиты оборудования и сооружений от коррозии.

Таблица 2

Нормы расхода защитных покрытий для нанесения на поверхности оборудования резервуаров винодельческих предприятий

Наименование резервуаров и оборудования	Количество, шт	Объем, дал	Общая внутренняя поверхность, м ²	Норма расхода на 1 м ² , кг	Общий расход, кг
Железобетонный резервуар	2	8000	2640	0,3	792
Металлический резервуар	3	530	300	0,3	90
Металлический резервуар	4	500	294	0,3	88,2
Бункер питатель	3		90,0	0,3	27
Бетонные ямы для суслу	4		153,0	0,3	45,9
Трубопроводы			600,0	0,3	180,0
Стекатели	4		20,0	0,3	6,0
Итого			4097		1229,1

Экоомиическая эффективность использования разработанных антикоррозионных композиционных покрытий ЭПЭ и ЭПП в рабочих органах оборудования производств безалкогольных напитков.

В 2022 году ПК «Дехконобод Асл Анори» импортировал 694 кг лакокрасочных материалов марок ЭЛКОН и АЛПОЛ стоимостью 56 000 сум/кг, что составило 38,864 млн сумов (Расчет учитывает таможенную пошлину (0,2%), НДС (20%) и акцизный сбор (10%)). Вместе с тем, использование разработанных защитных покрытий на основе эпоксидной

смолы ЭИС-1 и полиэтилена позволяет существенно снизить затраты: их себестоимость составляет не более 12 100 сум/кг (табл. 3), что делает их экономически более выгодными для защиты резервуаров и оборудования.

Таблица 3

**Себестоимость разработанных полимер-полимерных
защитных покрытий ЭПЭ и ЭПП**

Наименование	Цена 1 кг продукции, сум	Расходы на 1 м ² , г	Стоимость 1 м ² расходн. материала, сум
Эпоксидные олигомеры	58525	100	5852,5
Полиэтилен-ПЭ	3500	15	52
ПЭПА	145 663	7	1020
ДБФ	267 615	10	2676
Разные			2500
Итого		132	12100

Таким образом, только на предприятии ПК «Дехканабад Асл анори» при снижении импорта и путем применения 600 кг композиционного полимерного материала для 5056 м² металлических резервуаров и оборудования экономический эффект от замены материалов составил 28 млн 800 тыс. сум.

Если учесть, что в республике насчитывается более 100 предприятий, то ожидаемая годовая экономическая эффективность только от замены материалов составляет 2 млрд. 880 млн. сум.

$$\mathcal{E} = (32480000 - 7800000) * 100 = 2468000000 \text{ (2,468 млрд сум)}$$

В пятой главе диссертации под названием **«Исследование физико-механических и антикоррозионных свойств модифицированных композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов, разработка их оптимального состава и расчет технико-экономической эффективности получения покрытий на их основе для использования в оборудовании масложировых производств»** приведены результаты экспериментальных исследований влияния 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.

Для повышения долговечности и улучшения свойств термореактивных фурано-эпоксидных композиционных материалов и покрытий проведено исследование их физико-механических и коррозионностойких характеристик. В исследовании использованы композиционные фурано-эпоксидные полимерные материалы и покрытия, наполненные органоминеральными ингредиентами и модифицированные ультразвуковой обработкой. Для ультразвуковой обработки выбрана установка, генерирующая колебания с частотой до 1 МГц и максимальной акустической интенсивностью до 4 Вт/см². В этом диапазоне мощности усиливаются механохимические эффекты ультразвукового воздействия, что способствует интенсификации различных

химических реакций. Как показано в таблице 3, в результате ультразвуковой обработки температура полимерной композиции повышается до 333–343 К.

В качестве модельной системы выбрана композиция, предварительно прогретая до 333–343 К (табл. 4).

Таблица 4

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

Свойства композиций и покрытий	Продолжительность воздействия, с			
	0	300	600	900
Температура среды, К	296	333	340	343
Вязкость, с	56/56	45/42	38/18	36/20
Поверхностное натяжение, Н/м 10				
Олигомера	6,43/6,43	6,03/5,48	5,90/5,00	5,86/4,51
Отвердителя	5,54/5,54	5,18/4,86	4,65/4,30	4,53/4,20
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

С увеличением продолжительности ультразвуковой обработки вязкость композиции снижается почти в два раза по сравнению с необработанной, а также уменьшается её поверхностное натяжение. Это свидетельствует о том, что ультразвуковое воздействие на начальном этапе обработки оказывает значительное влияние на межмолекулярные взаимодействия в системе, устраняет структурную вязкость, улучшает совместимость компонентов, способствует их взаимной диффузии и повышает гомогенность полимерной композиции. В ИК-спектре модифицированных образцов наблюдается увеличение интенсивности полосы поглощения в области 3500–3600 см⁻¹, соответствующей деформационным колебаниям свободных гидроксильных групп. Образование новых химических связей в структуре полимера подтверждается появлением характерной полосы поглощения в области 1725 см⁻¹.

На рисунке 8 представлена зависимость физико-механических и электрических свойств композиции, наполненной алюминиевой пудрой, от продолжительности ультразвуковой обработки. Как видно из рисунка, после 600 с ультразвуковой обработки значительно улучшаются адгезионные и прочностные свойства и полимерное покрытие становится более электропроводящим. Адгезионная прочность возрастает с 2,0 кН/м до 2,62 кН/м (32%), а прочности на разрыв пленок с 9,2 МПа до 15,7 МПа (65%). Эффективность ультразвуковой модификации в значительной мере зависит от содержания порошкообразных наполнителей (рис.8). 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.9).

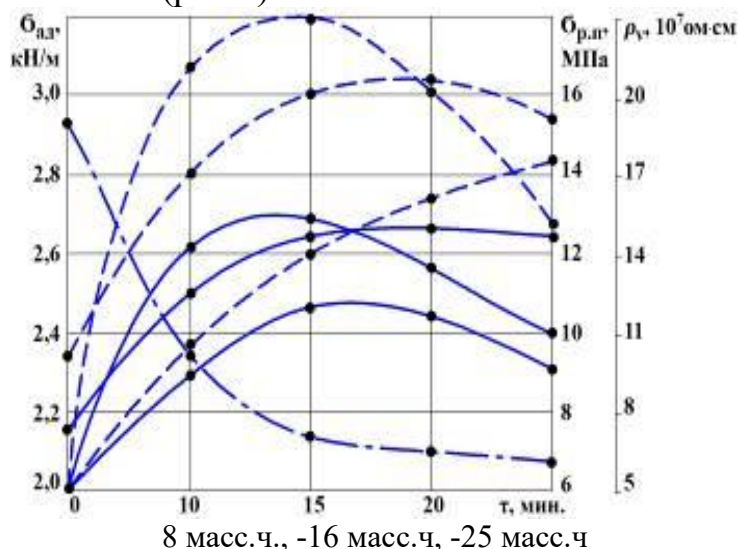
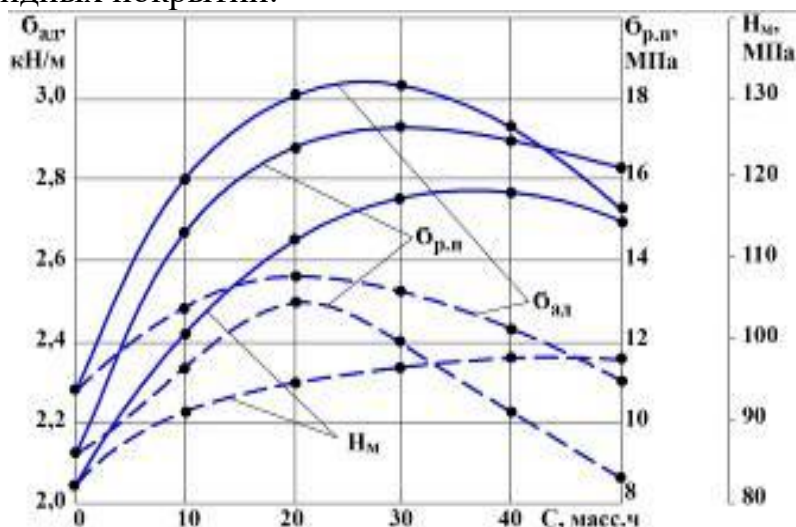


Рис.8. Зависимость адгезионной прочности, прочности при растяжении и удельного объемного сопротивления композиционных фурано-эпоксидных покрытий от продолжительности воздействия ультразвука при различных содержаниях алюминиевой пудры

Таким образом, сочетание органоминеральных наполнителей с ультразвуковой обработкой существенно улучшает физико-механические, коррозионностойкие, электрические и другие свойства термореактивных фурано-эпоксидных покрытий.



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

Рис.9. Зависимость свойств модифицированных ультразвуком (-) и немодифицированных (- -) композиционных фурано-эпоксидных покрытий от содержания чешуйчатого графита

Разработаны оптимальные составы антикоррозионных композиционных полимерных покрытий на основе местного сырья и промышленных отходов для оборудования масложирового производства, представленные в таблице 5.

Таблица 5

Состав разработанных коррозионностойких композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов

Обозначение композиций	Состав в масс.ч.					
	Эпоксидный полимер из ЭД-20	ПЭПА	ДБФ	Наполнители		
				Тальк	Цемент	Кварц
<i>КПМ-Уз-1</i>	<i>100</i>	10	16	50/20	-	10
<i>КПМ-Уз-2</i>	<i>100</i>	12	22	120/40	5	-
КПМ-Уз-3	100	10	16	-	120/50	10
КПМ-Уз-4	100	12	22	10	150/70	-
КПМ-Уз-5	100	10	16	10	-	80/20
КПМ-Уз-6	100	12	22	-	5	120/40

В таблице 6 приведены основные физико-механические свойства разработанных композиционных термореактивных фурано-эпоксидных полимерных материалов и покрытий на их основе до и после их ультразвуковой модификации.

Таким образом, установлено, что ультразвуковая модификация композиционных фурано-эпоксидных полимерных материалов, имеющих в своем составе различные наполнители, положительно влияют на физико-механические свойства композиционных материалов на основе ФАЭД-20, а именно замедляются диффузионные процессы агрессивных сред, повышаются адгезионная прочность, прочность на разрыв и удар, микротвердость и теплостойкость.

Таблица 6

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

Марки КПМ	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

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

Опытно-производственные испытания разработанных коррозионностойких композиционных полимерных покрытий для рабочих органов оборудования масложировых производств. В таблице 7 представлены данные о расходе разработанных композиционных покрытий.

Таблица 7

Расход разработанных композиционных покрытий

Наименование резервуаров и оборудования	Кол-во, (шт)	Объем, л	Общая внутренняя поверхность (кг)	Норма расхода на 1 м ² , в кг	Общий расход (кг)
Паровые котлы	2	600	1200	0,132	158
Бак диаратора	10	200	2000	0,132	264
Металлический резервуар	4	250	1000	0,132	132
Стекатели	5		200	0,132	26,4
Итого			4400		580,4

Анализ и расчет технико-экономической эффективности применения созданных композиционных полимер-полимерных материалов и покрытий в оборудовании производств пищевых напитков показал, что разработанные антикоррозионные композиционные полимерные материалы и покрытия позволяют: заменить дорогостоящие легированные и нержавеющие стальные резервуары на дешевую сталь; значительно снизить затраты на капитальный и текущий ремонт резервуаров. Только ПК «Гулистанском масложировом комбинате» импортировал эмаль ХС-558-1 1572 кг, грунт ХС-04-10520 кг по цене 22060,80 долларов США за тонну без таможенных платежей-0,2% и НДС-20%, 10%-акциз. Себестоимость одного килограмма разработанного нами защитного покрытия на основе эпоксидной смолы ЭИС-1 и полиэтилена не превышает 10000 сумов. От сокращения импорта только по одному предприятию ПК «Дехконобод Асл Анори» кооператив и увеличения срока эксплуатации покрытий и оборудования в 2 раза рассчитанной по ниже следующей формуле экономический эффект будет составлять: $\mathcal{E} = (C_1 - C_2) \cdot K_1 - K_2$; где, C_1 - стоимость одного килограмма импортируемых покрытий-20000 сум; C_2 - стоимость разработанного защитного покрытия-10000 сумов; K_1 - количество импортируемого покрытия из зарубежа-1500 кг; K_2 -коэффициент долговечности разработанного покрытия -2; $\mathcal{E} = (20000 - 10000) \cdot 1500 \cdot 2 = 30000000$ сум. Ежегодная потребность республики в этом виде защитных покрытий составляет порядка 600 кг. Тогда годовой экономический эффект будет составлять: $30000000 \cdot 4 = 120,0$ млн. сум.

При полном удовлетворении потребностей нашей республики и полном сокращении импорта ожидаемый ежегодный экономический эффект от внедрения результатов разработки будет составлять 120,0 млн. сум.

Расчет экономической эффективности применения созданных антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий в оборудовании масложировых производств показал, что использование разработанных коррозионностойких фурано-эпоксидных полимерных композиционных материалов и покрытий из них позволяют: заменить дорогостоящих легированных и нержавеющих сталей на дешевую сталь; значительно снизить затраты на капитальный и текущий ремонт оборудования

и установок; увеличить в 3 - 4 раза срок службы оборудования и установок, а также улучшить экологическую обстановку на предприятиях, в которых используются агрессивные среды в технологических процессах. Экономический эффект на примере Гулистанского масложиркомбината рассчитывается по следующей формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = \left[\frac{(T_{\text{с покр}} - T_{\text{без покр}})}{2} \cdot (M \cdot Ц) - 3_1 \right] + (M \cdot Ц) - 3_2$$

где: $\mathcal{E}_1$ -экономический эффект от применения композиционных полимерных покрытий на рабочих поверхностях деаэратора баков, млн. сум; $\mathcal{E}_2$ -экономический эффект от применения композиционных полимерных покрытий на лопастях нагнетательных насосов; $T_{\text{с покр}}$ - срок службы деаэратора баков, рабочие органы которые покрыты композиционными полимерными материалами год; $T_{\text{без.покр}}$ - срок службы деаэратор баков без композиционного полимерного покрытия, год; M - количество деаэратор баков, шт. $Ц$ - стоимость одного деаэраторов бака, млн. сум; 3_1 - 3_2 - материальные и трудовые затраты, млн. сум. Необходимо отметить, что в результате проведенных опытно-производственных испытаний разработанных коррозионностойких композиционных фурано-эпоксидных покрытий в Гулистанском масложировом комбинате установлено, что с применением этих материалов в виде покрытия в 3-4 раза увеличивается срок службы нагнетательных насосов в агрессивной среде, а срок службы деаэратора бака в 2- 2,5 раза.

Таким образом, суммарный экономический эффект от внедрения разработанных коррозионностойких фурано-эпоксидных композиций в виде покрытия на рабочей поверхности нагнетательных насосов и деаэратора бака технологической линии в Гулистанском масложировом комбинате за 2020 год составил 136,7 млрд. сум. Ожидаемый суммарный экономический эффект по отраслям Республике составляет более 3 миллиардов 906 сум в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан научно обоснованный подход к созданию антикоррозионных композиционных материалов на основе эпоксиполиэтилена, эпоксид-эпоксиды и фурано-эпоксиды для защиты рабочих органов оборудования и механизмов пищевой промышленности, что способствует повышению их долговечности, надежности и предотвращению коррозии, а также сохранению качества напитков в процессе производства.

2. Установлено, что взаимодействие алифатических и ароматических соединений с эпоксидными и фурано-эпоксидными смолами, а также органоминеральными наполнителями приводит к синергетическому эффекту, который позволяет получать композиционные сополимеры с высокими антикоррозионными и физико-механическими свойствами.

3. Установлено, что скорость разложения наполненных композиционных полимерных материалов определяется скоростью

химической реакции агрессивной среды с наполнителями за счет образования пористости материала в заданном составе, при этом закономерность разложения композиционных полимерных материалов в агрессивной среде определялась как отношение скорости проникновения агрессивной среды к скорости химической реакции материала.

4. Рекомендована диффузионная модель деградации гомогенного и гетерогенного типа, учитывающая скорость насыщения агрессивной жидкостью и условия эксплуатации защитных покрытий, в результате которого показано, что разработка защитных покрытий с учетом данной модели позволяет оптимизировать их состав, улучшить физико-механические свойства и увеличить долговечность.

5. Разработаны оптимальные составы композиционных материалов на основе эпокси-эпоксидных и эпокси-полиэтиленовых полимеров, обеспечивающие высокую стойкость в условиях пищевых производств и хранения напитков.

6. Показано, что водопоглощение эпокси-полиэтиленовых композиций составляет не более 0,5%, а эпокси-эпоксидных — 1,2% в течение 360 суток, что подтверждает их пригодность для защитных покрытий резервуаров пищевых напитков.

7. Разработаны оптимальные составы коррозионностойких фурано-эпоксидных композиционных полимеров на основе ФАЭД-20, модифицированных органоминеральными ингредиентами и обработанных ультразвуком, которые обеспечивают высокую антикоррозионную защиту и долговечность рабочих органов машин и оборудования масложировой промышленности.

8. Разработаны научно-методические принципы и технологии получения антикоррозионных полимер-полимерных и наполненных композиционных материалов, а также подготовлены научно-технические документы, включая технологический регламент и стандарт организации.

**TASHKENT STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER ISLAM
KARIMOV SINGLE 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**

SULTANOV SANJAR URAZALIEVICH

**DEVELOPMENT OF EFFICIENT RESOURCE-SAVING COMPOSITE
POLYMER MATERIALS AND TECHNOLOGIES FOR OBTAINING
COATINGS FROM THEM TO PROTECT MACHINES AND EQUIPMENT
OF THE FOOD INDUSTRY FROM PHYSICAL AND CHEMICAL
CORROSION**

**02.00.07 – «Chemistry and technology of composite, varnish-paint and rubber materials»
02.00.06 – «High-molecular compounds» chemical sciences)**

DISSERTATION OF ABSTRACT OF THE DOCTOR (DSc) OF CHEMICAL SCIENCES

The topic of the doctor's dissertation (DSc) is registered under number B2024.4.DSc/K201 with the Higher Attestation Commission of the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan.

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 «Ziynet» Information and Educational portal (www.ziynet.uz).

Research supervisor:

Negmatov Sayihjan Sadikovich
Academician of the AS RUz,
doctor of technical sciences, professor

Negmatova Komila Sayibjanovna
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Babaev Tuygun Mirzaakhmedovich
doctor of chemical sciences, professor

Muxiddinov Bahodir Faxriddinovich
doctor of chemical sciences, professor

Tukhtaev Feruz Sadullovich
doctor of technical sciences, docent

Leading organization:

Tashkent institute of Chemical-technology

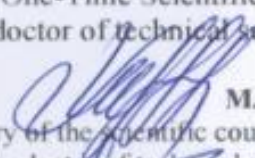
The defense will take place on «27» March, 2025 at 14³⁰ at the meeting of Single Scientific council DSc 03/30.12.2019.K/T.03.01 at Tashkent State Technical University named after Islam Karimov at State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot» (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (71) 246-39-28/(71) 227-12-73; e-mail: fanvatarakkiyot@mail.ru).

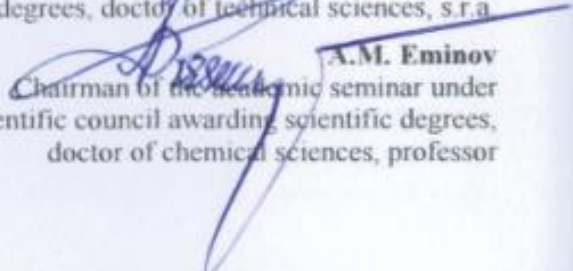
The dissertation can be reviewed at the Information Recourse Centre of the State Unitary Enterprise «Fan va tarakkiyot» (is registered under №15). (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (71) 246-39-28/(71) 227-12-73).

Abstract of dissertation sent out on «17» March 2025 year
(mailing report №1-25 on «07» January 2025 year).




T.O. Kamolov
Deputy Chairman of the One-Time Scientific Council for
awarding academic degrees, doctor of technical sciences, s.r.a.


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


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

INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

The aim of the research work is the purpose of the research is to develop effective resource-saving composite polymer materials and technology for producing coatings from them to protect machines and equipment of the food industry from physical and chemical corrosion.

The objects of research are composite materials based on epoxy oligomers EIS-1, E-181, low-density polyethylene (LDPE), plasticizer - dibutyl phthalate (DBP), amine hardeners - polyethylene polyamine (PEPA) and piperidine.

The scientific novelty of the study is as follows:

for the first time, anti-corrosion composite polymer coatings were developed to protect against corrosion of food production equipment based on thermodynamically incompatible (epoxy-polyethylene) and thermodynamically compatible polymers (epoxy-epoxy polymers);

when studying epoxy-epoxy polymer composite materials, a synergistic effect and an increase in the maintenance-free operation life of tanks, containers and other food equipment were revealed;

the basic patterns of the formation of physicochemical, mechanical and operational properties of the developed anti-corrosion composite materials were studied;

by studying the influence of the type, content and ratio of ingredients, the correlation dependence “composition-structure-property” of the forming anti-corrosion composite was established;

an optimal anti-corrosion coating composition has been developed to protect tanks, containers and other food equipment from corrosion;

scientific and methodological principles for producing composite polymer materials and coatings based on them have been developed;

an effective technology has been developed for the production of epoxy-polyethylene and epoxy-epoxy composite materials, and coatings based on them;

scientific and technical documents have been developed to obtain anti-corrosion coatings for food equipment operating in aggressive conditions.

Implementation of the research results. Based on the results obtained on the development of effective resource-saving composite polymer materials and technology for producing coatings from them to protect machines and food industry equipment from corrosion under physical and chemical influence:

developed and registered with the Agency Uzstandard Standard Startart of the organization on «Anticorrosive composite materials and coatings based on them» (Ts 25239558-11: 2019). As a result, it became possible to use anticorrosive polymer coatings in the working bodies of equipment for food production of beverages;

pilot tests were carried out at industrial facilities "Guliston extract Yog" (certificate "O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI YOG'-MOYSANOATI KORXONALARI UYUSHIISI No. 13C/4-311 dated September 05, 2024"). As a result, it became possible to save expensive coatings and will increase service life of coated parts and assemblies;

the developed anti-corrosion coatings were introduced on equipment as anti-corrosion coatings at Riskiboy-Mironshoh LLC (certificate “O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI YOG'-MOYSANOATI KORXONALARI UYUSHIISI No. 13C/4-311 dated September 05, 2024”). As a result, it became possible to increase the service life of diaphragm tanks by 2-2.5 times, the service life of pumps 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 dissertation is 198 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

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

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

3. 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).

4. 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).

5. 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).

6. Султанов С.У., Негматов С.С., Негматова К.С., и др. Антикоррозионные композиционные материалы на основе органоминеральных ингредиентов // Universum: технические науки :электрон. научн. журн. 2021. 1(82). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11184> (дата обращения: 24.01.2021) (05.00.01. №1).

7. 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).

8. Султанов С.У., Негматова К.С., Негматов С.С. и др. Исследование физико-химических характеристик разрушения композиционных полимерных

материалов и покрытий под воздействием агрессивных сред // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 3(96). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/13327>. (05.00.01. №1).

9. Султанов С.У., Негматов С.С., Негматова К.С. Исследование тепловой устойчивости и прочностных свойств композиционных полимер-полимерных связующих // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 11(104). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14612>. (05.00.01. №1).

10. Негматов С.С., Негматова К.С., Икрамова М.Э., Султанов С.У., Кобилов У.К., Рахимов Х.Ю., Бабаханова М.А., Насриддинов А.Ш., Машарипова М.М. Разработка эффективных составов машиностроительных антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий на основе местного сырья и промышленных отходов // Композиционные материалы. Ташкент, 2022, №1, - С. 93-95 (02.00.00; № 4).

11. Негматов С.С., Рахимов Ш.В., Иноятлов К.М., Умирова Н.О., Негматова К.С., Абед Н.С., Имомназаров С.К., Раджабов Ё.С., Абдураззаков М.А., Улмасов Т.У., Махаммаджанов З.У., Бозорбоев Ш.А., Султонов С.У. Влияние природы, вида и содержания органоминеральных наполнителей на адгезионную прочность при формировании покрытий // Композиционные материалы. Ташкент, 2022, №2, - С. 59-63 (02.00.00; № 4).

12. Негматова К.С., Рахимов Ш.В., Абед Н.С., Умирова Н.О., Улмасов Т.У., Иноятлов К.М., Махаммаджанов З.У., Раджабов Ё.С., Абдураззаков М.А., Имомназаров С.К., Султонов С.У., Бозорбоев Ш.А. Влияние вида, морфологии твердой поверхности субстрата -металлической подложки на адгезионную прочность полимерных покрытий // Композиционные материалы. Ташкент, 2022, №2, - С. 64-68 (02.00.00; № 4).

13. Иноятлов К.М., Рахимов Ш.В., Негматова К.С., Абед Н.С., Улмасов Т.У., Махаммаджанов З.У., Умирова Н.О., Султонов С.У., Бабаханова М.А., Бозорбоев Ш.А., Имомназаров С.К., Раджабов Ё.С., Абдураззаков М.А. Влияние диффузионных и реляционных процессов на формирование адгезионного контакта материалов // Композиционные материалы. Ташкент, 2022, №2, - С. 162-164 (02.00.00; № 4).

14. Ш.В. Рахимов, К.С. Негматова, З.У. Махаммаджанов, К.М. Иноятлов, Н.О. Умирова, Ш.А. Бозорбоев, Н.С. Абед, С.К. Имомназаров, Т.У. Улмасов, М.А. Бабаханова, С.У. Султонов. Об электронной теории адгезии материалов // Композиционные материалы. Ташкент, 2022, №2, - С. 164-165 (02.00.00; № 4).

15. Кучков У.К., Негматова К.С., Негматов С.С., Рахманов Ш.В., Икрамова М.Э., Абед Н.С., Султонов С.У., Бабаханова М.А., Икрамов Н.А., Тожибоев Б.М. О разработке композиционных полимерных материалов для защиты и ремонта трубопроводов и оборудования нефтегазовой промышленности от коррозионно-механических повреждений // Композиционные материалы. Ташкент, 2022, №3, - С. 221-227 (02.00.00; № 4).

16. Икрамов Н.А., Рахимов Ш.Э., Негматова К.С., Жовлиев С., Хаминов Б., Ходжаева Д.Н., Джаббаров Б.Б, Улмасов А.А., Бозорбоев Ш.А., Негматов С.С., Абед Н.С., Раззаков А.Я., Негматов Ж.Н., Хотамкулов Б.И, Султанов С.У. Физико – химическая и механическая обработка полимерных материалов и покрытий на их основе // Композиционные материалы. Ташкент, 2022, №4, - С. 214-216 (02.00.00; № 4).

17. Негматов С.С., Кочкаров У.К., Абед Н.С., Негматова К.С., Султанов С.У., Бозорбоев Ш.А., Жавлиев Ш.Х., Эшмуратов Б., Негматов Ж.Н. Исследование влияния органоминеральных наполнителей на физико-механические свойства термореактивных полимерных материалов и разработка эффективных составов антикоррозионных покрытий на их основе // Композиционные материалы. Ташкент, 2022, №4, - С. 38-43 (02.00.00; № 4).

18. Юлдашев Б.Б., Негматов С.С., Кучкаров У.К., Негматова К.С., Султанов С.У., Бозорбоев Ш.А, Жовлиев Ш.Х. Исследование влияния агрессивных сред и атмосферных факторов на защитные свойства термопластичных полимерных материалов, применительно для изготовления резервуаров ротационным способом. // Композиционные материалы. Ташкент, 2022, №4, - С. 215-218 (02.00.00; № 4).

19. Негматов, С. С., Кучкаров, У. К., Абед, Н. С., Негматова, К. С., Султанов, С. У., Бозорбоев, Ш. А., Эшмуратов, Б. Б. Research and development of effective compositions of anti-corrosion composite polymer materials and coatings // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2023. 3(108). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15158> (05.00.01. №1).

20. Негматов С.С., Султанов С.У и др. Исследование влияния внутренних напряжений на долговечность полимерных и лакокрасочных материалов и возможности их понижения различными технологическими приемами с целью повышения срока службы получаемого покрытия // Universum: технические науки :электрон. научн. журн. 2023. 7(112). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/15791> (05.00.01. №1).

II бўлим (II часть; part II)

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

22. Холмуродова Д.К., Негматов С.С., Абед Н.С., Бойдадаев М.Б., Султанов С.У. Практические и экономические аспекты разработанной технологии получения производства композиционных древесно-пластиковых плитных материалов на основе наполнителей из стеблей хлопчатника и модифицированных мочевиноформальдегидных смол // Табиий фанлар соҳасидаги долзарб муаммолар ва инновацион технологиялар. Халқаро

илмий-амалий on-line анжуман илмий ишлар тўплами. - Тошкент. ТошДТУ, 2020.-С.96-98.

23. Шодиев Х.Р., Султанов С.У., Насриддинов А.Ш., Бабаханова М.А., Негматова К.С., Негматов С.С., Аскарлов К. Анतिकоррозион полимер-полимер композицион материалларни олиш технологияси // Табиий фанлар соҳасидаги долзарб муаммолар ва инновацион технологиялар. Халқаро илмий-амалий on-line анжуман илмий ишлар тўплами. - Тошкент. ТошДТУ, 2020. -С.107-109.

24. Султанов С.У., Бабаханова М.А., Негматова К.С., Шодиев Х.Р., Насриддинов А.Ш., Аскарлов К., Негматов С.С., Умирова Н.О. Эффективные антикоррозионные полимер-полимерные композиционные материалы для защиты металлических конструкций // Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования: материалы VI Республиканской научно-технической конференции молодых ученых, посвящённая памяти члена-корреспондента НАН Беларуси С.С. Песецкого.— Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2020. —С. 64-65.

25. Бабаханова М.А., Негматова К.С., Шодиев Х.Р., Негматов С.С., Насриддинов А.Ш., Султонов С.У., Умирова Н. О Исследование процесса химического разрушения композиционных эпоксидных материалов под воздействием агрессивных сред // Международной конференции «Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии» прошедшей 23-24 октября 2020, -С. 24-25.

26. Бабаханова М.Г., Негматова К.С., Рахимов Х.Ю, Тухлиев Г.А., Султонов С.У Модификацияланган композицион полимер клейнинг сувга чидамлигини ўрганиш. // Международной конференции «Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии» прошедшей 23-24 октября 2020, -С.85-86.

27. Бозорбоев Ш.А, Халимжанов Т.С.,Негматов С.С.,Абед Н.С, Эминов Ш.О., Гулямов Г., Тухташева М.Н.,Улмасов Т.У.,Султонов С.У.,Шодиев Х.Р. Разработка технология получения композиционных полимерных материалов и деталей из них машиностроительного назначения. // Международной конференции «Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии» прошедшей 23-24 октября 2020, -С. 485-487.

28. Халимжанов Т.С., Абед Н.С., Негматов С.С., Садикова М.М.,Бозорбоев Ш.А.,Султонов С.У., Наврузов Я.М., Улмасов Т.У., Эминов Ш.О., Шодиев Х.Р., Махаммаджонов З.У. Антифрикционно-износостойкие композиционные Полиэффиновые материалы для применения в рабочих Органов хлопкоперерабатывающих машин и Механизмов. // Международной конференции «Совершенствование и внедрение инновационных идей в области химии и химической технологии» прошедшей 23-24 октября 2020, - С.488-491.

29. Бабаханова М.А.,. Негматова К.С., Эшмурадов Б.Б., Негматов С.С., Султанов С.У.,. Тухлиев М.С. Особенности структуры и их влияние на свойства композиционных полимерных материалов // «Композиционные

материалы на основе техногенных. Международная научно-техническая конференция Ташкент, 2021 года 16-17 сентября – С. 170-171.

30. Бабаханова М.А., Негматова К.С., Эшмурадов Б.Б., Негматов С.С., Султанов С.У., Тухлиев М.С. Модификацияланган полимер композицион қопламалар.// «Композиционные материалы на основе техногенных. Международная научно-техническая конференция Ташкент, 2021 года 16-17 сентября – С 172-173.

31. Sultanov S.U., Negmatova K.S., N.S.Abed, M.A.Babakhanova., M.M. Matsharipova., G. Valiyeva, O Madraximov, N.O Umirova, M. Babakhanova, A Nasriddinov. Anti-corrosion coating for engineering purposes//« Cite as: AIP Conference Proceedings 2432, 050016 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0090796>(Scopus).

32. Babakhanova M.G., Negmatova K.S., Sultonov S.U., Babakhanova M.A., Ahmedova D.U. Investigation of the influence of fillers on the adhesive properties of composite polymer coatings // Thematics Journal of Chemistry ISSN 2250-382X Vol. 6 No. 1 (2022) SJIF 2022: 4.582 <https://doi.org/10.5281/zenodo.6562755>.

33. Султанов С.У., Бабаханова М.Г., Кучкаров У.К., Негматов С.С., Негматова К.С., Бабаханова М.А., Облобердиев С.Н., Жовлиев Ш.Х., Юлдашев З.Ю.. Анतिकоррозион композицион материалларнинг коррозияга чидамлигини ўрганиш // Республиканская научно-техническая конференция «Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности» 15-16 сентября 2022, –С. 52-54.

34. Бабаханова М.Г., Эшмуратов Б.Б., Султанов С.У., Кучкаров У.К., Негматов С.С., Негматова К.С., Бабаханова М.А., Облобердиев С.Н., Жовлиев Ш.Х. Анतिकоррозион қопламанинг шаклланиш жараёнини ўрганиш ва унинг физик-механик хоссаларига таъсири // Республиканская научно-техническая конференция «Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности» 15-16 сентября 2022, -С. 54-55.

35. Султанов С.У., Бабаханова М.Г., Негматов С.С., Негматова К.С., Кучкаров У.К., Бабаханова М.А., Облобердиев С.Н., Жовлиев Ш.Х., Юлдашев З.Ю. Исследование коррозионной стойкости композиционных полимерных покрытий, применяемых в различных отраслях промышленности, в том числе для автотранспортных средств // Республиканская научно-техническая конференция «Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности» 15-16 сентября 2022,- С.55-56.

36. Султанов С.У., Негматова К.С., Кучкаров У.К., Абед Н.С., Облобердиев С.Н., Тухлиев М., Ходжаева Д.Н. Исследование механизма взаимодействия эпоксидных смол с реакционноспособными соединениями применительно к разработке антикоррозионных покрытий // Республиканская научно-техническая конференция «Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности» 15-16 сентября 2022, -С. 150-152.

37. Султанов С.У., Ходжаева Д.Н., Негматов С.С, Негматова К.С., Бабаханова М.А., Облобердиев С.Н., Жовлиев Ш.Х. Исследование механизма

взаимодействия эпоксидных смол с органическими ингредиентами применительно к разработке антикоррозионных покрытий // Республиканская научно-техническая конференция «Новые композиционные материалы: получение и применение в различных отраслях промышленности» 15-16 сентября 2022,- С.199-200.

38. Султанов С.У., Имомназаров С. Антиккоррозионные композиционные материалы на основе органоминеральных ингредиентов //Иновационные исследования в современном мире: теория и практика. – 2023. – Т. 2. – №. 14. – С. 51-56.

39. Negmatov S.S., Abed N.S., Sultanov S.U., Kochkarov U.K. Machine-building anti-corrosion composite polymeric materials and coatings based on local raw materials and production waste // E3S Web of Conf. Volume 401, 2023 V International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO - 2023) <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340105042> (Scopus).

Автореферат «Композицион материаллар», журнали таҳриҳиятида
10.10.2024 йилда таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги
матнлар ўзаро мувофиқлаштирилди.

Босмахона лицензияси:



9338

Бичими: 84x60 ¹/₁₆. «Times New Roman» гарнитураси.
Рақамли босма усулда босилди.
Шартли босма табағи: 4. Адади 100 дона. Буюртма № 8/25.

Гувоҳнома № 851684.
«Тірографф» МЧЖ босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100011, Тошкент ш., Беруний кўчаси, 83-уй.