

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

---

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

**НАСРИДДИНОВ АЗИЗБЕК ШАМСИДДИНОВИЧ**

**КОМПОЗИЦИОН ПОЛИМЕР МАТЕРИАЛЛАРНИНГ САМАРАЛИ  
ТАРКИБЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА УЛАР АСОСИДА  
МАШИНАСОЗЛИКДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН АНТИКОРРОЗИОН  
КОПЛАМАЛАР ОЛИШ**

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

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

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

**Тошкент шаҳри–2021 йил**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)**

**Content of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)**

**Насриддинов Азизбек Шамсиддинович**

Композицион полимер материалларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқиш ва улар асосида машинасозликда қўлланиладиган антикоррозион копламалар олиш .....3

**Насриддинов Азизбек Шамсиддинович**

Разработка эффективных составов композиционных полимерных материалов и получение машиностроительных антикоррозионных покрытий на их основе.....20

**Nasriddinov Azizbek Shamsiddinovich**

Development of effective compositions of composite polymer materials and production of machine-building anticorrosive coatings based on them.....39

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

**Список опубликованных работ**

**List of published works .....42**

**Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2020.4.PhD/Т.1896 рақам билан рўйхатга олинган.**

Диссертация И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тарақиёт» давлат унитар кохонасида бажарилган.

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

**Илмий раҳбарлар:**

**Негматов Сойибжан Содиқович**  
техника фанлари доктори, профессор,  
ЎЗР ФА академиги

**Негматова Комила Сойибжоновна**  
техника фанлари доктори, профессор

**Расмий оппонентлар:**

**Муҳиддинов Баходир Фахриддинович**  
кимё фанлари доктори, профессор

**Халимжонов Тохир Салимович**  
техника фанлари номзоди, доцент

**Етакчи ташкилот**

**Андижон машинасозлик институти**

Диссертация ҳимояси И. Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети ҳузуридаги «Фан ва тарақиёт» давлат унитар кохонаси ҳузуридаги DSc.03/30.12.2019.К/Т.03.01 рақамли илмий кенгашнинг «25» февраль 2021 йил соат 11<sup>00</sup> даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўч., 7 а. Тел: (99871) 246-39-28, факс (99871) 227-12-73, e-mail:fan va taraqqiyot@mail.ru, www.gupft.uz «Фан ва тарақиёт» ДУК биноси, 2-қават, анжуманлар зали).

Диссертация И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тарақиёт» давлат унитар кохонасининг Ахборот - ресурс марказида 2-21- рақам билан рўйхатга олинган, диссертация билан корхонанинг Ахборот ресурс марказида танишиш мумкин (Манзил: 100174, Тошкент шаҳри, Мирзо Ғолиб кўч., 7 а. Тел: (99871) 246-39-28, факс: (99871) 227-12-73).

Диссертация автореферати 2021 йил « 13 » февралда тарқатилди.  
(2021 йил «07» январдаги № 2-21 рақамли реестр баённомаси).



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

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

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

## КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати.** Бугунги кунда дунёда машина, механизмлар, ускуналар, қурилиш конструкцияларининг коррозияси сабабли улар муддатидан олдин ишдан чиқмоқда. Ушбу конструкцияларда кечадиган коррозияни олдини олиш муҳим вазифалардан ҳисобланади. Бу борада, асбоб ускуналарни коррозиядан ҳимояловчи антикоррозион композицион полимер қопламалар яратиш муҳим аҳамият касб этади.

Жаҳон миқёсида агрессив муҳитда ишловчи ускуналарни коррозиядан ҳимоя қилиш учун турли хил эмаллар, бўёқлар, мастикалар, полимер эритмалар, шунингдек, органоминерал ингредиентлардан фойдаланган ҳолда машинасозлик учун антикоррозион композицион полимер материаллар ва эпоксид смоласи асосидаги қопламалардан самарали фойдаланилмоқда. Композицион полимер қопламалар ишлаб чиқаришда тўлдирувчилар сифатида саноат чиқиндиларидан фойдаланишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Шунинг учун агрессив муҳит билан таъсирланиш натижасида емириладиган машина ва механизмларнинг ишчи органларини коррозиядан ҳимояловчи, юқори физик-механик ва эксплуатацион хоссаларга эга бўлган машинасозлик мақсадлари учун композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларни ишлаб чиқиш долзарб ва зарурдир.

Республикамизда иқтисодий алоқаларни ривожлантиришнинг замонавий шароитида алоҳида аҳамиятга эга бўлган, саноат ва бошқа корхоналарда агрессив муҳитда ишловчи технологик жиҳозларнинг умрбоқийлигини ошириш бўйича бир қатор илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегиясида «...илмий-тадқиқот ва инновацион фаолиятни рағбатлантириш, инновацион ютуқларни амалиётга жорий этишнинг самарали механизмларини яратиш...»<sup>1</sup> бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Бу борада, антикоррозион машинасозлик композицион материаллар ва улар асосида қопламалар олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш муҳим аҳамиятга эга.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устивор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3236-сон «2017-2021 йилларда кимё саноатини ривожлантириш тўғрисида»ги Қарори, 2019 йил 24 августдаги № ПҚ-4426сон «Давлат ва хўжалик бошқаруви ҳамда маҳаллий ижроия ҳокимияти органларининг ишлаб чиқаришни маҳаллийлаштириш ва саноат тармоқларида кооперация алоқаларини жадаллаштиришнинг янги тизимини жорий этиш бўйича масъулиятини янада ошириш тўғрисида» ги қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа

---

<sup>1</sup> «2017 — 2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устивор йўналиши бўйича Ҳаракатлар стратегияси» тўғрисидаги Ўзбекистон Республикаси Президентининг № УП-4947 сонли фармони

меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишда ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

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

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

Мавжуд ишларни таҳлиliga кўра, юқори физик ва механик хоссаларга эга бўлган антикоррозион машинасозлик композицион полимер материаллари ва улар асосида қопламаларини ишлаб чиқиш ва қўллаш орқали машиналар, механизмлар ва ускуналарнинг самарадорлиги ва умрбўйийлигини ошириш масалалари етарлича ҳал қилинмаган. Бу саноат ишлаб чиқариш машиналари, механизмлари ва ускуналарининг агрессив муҳитида ишлайдиган композицион полимер материалларнинг физик, механик ва антикоррозион хоссаларини ҳар томонлама ўрганишнинг қийинчиликлар билан боғлиқ. Ушбу диссертация иши ушбу муаммоларни ҳал қилишга бағишланган.

**Тадқиқот мавзусининг диссертация бажарилган илмий- тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти И.Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети «Фан ва тараққиёт» давлат унитар корхонасининг фундаментал, амалий ва инновацион ишларнинг давлат илмий-тадқиқот ишлари режасининг Ф-7-9 (Ф-7-95) «Самарали полимер, лок-бўёқ композицион материаллар ва улар асосида қопламалар олишда полимер материалларнинг шаклланиш механизмини ва емирилишининг ингредиентларнинг турига боғлиқлигини ўрганиш» (2017-2020 йй.); ПЗ-20170929228 «Машинасозлик ва бошқа соҳаларда фойдаланиш учун коррозияга чидамлилиги юқори бўлган композицион машиносозлик материалларини олиш учун ресурсларни тежайдиган нитроксидланиш технологияларини ишлаб чиқиш» (2017-2020 йй.) мавзуларидаги илмий тадқиқотлар доирасида бажарилган.

**Тадқиқотнинг мақсади** композицион полимер материалларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқиш ва улар асосида машинасозликда қўлланиладиган антикоррозион қопламалар олишдан иборат.

**Тадқиқотнинг вазифалари:**

полимер боғловчилар ва саноат чиқиндилари асосида антикоррозион полимер композицион материалларни ишлаб чиқиш ва улардан фойдаланишнинг замонавий ҳолатларини ўрганиш ҳамда таҳлил қилиш, баҳолаш усуллари ва шартларини ўрганиш ва таҳлил қилиш;

термореактив полимерлар ва органоминарал тўлдирувчилар асосида композицион полимер материалларининг кимёвий емирилиш жараёнини ўрганиш;

гомоген ва диффузион коррозия пайтида деградация функцияларини ўрганиш;

машинасозлик композицион термореактив полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг антикоррозион ва мустаҳкамлик хоссаларига саноат чиқиндиларининг таъсирини ўрганиш;

саноат чиқиндилари ва органоминарал тўлдирувчилар қўллаган ҳолда композицион полимер материалларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқиш ва улар асосида машинасозлик антикоррозион қопламалар олиш;

ишлаб чиқилган машинасозлик композицион термореактив полимер материаллари ва улар асосидаги яратилган қопламаларнинг электрофизик ва мустаҳкамлик хоссаларини ўрганиш.

**Тадқиқотнинг объекти сифатида** ЭД-16, ЭД-20, ЭД-22 (ТУ 6-05-1747-76) эпоксид смолалар, қотирувчи сифатида полиэтилен полиамин (ПЭПА), пластификатор сифатида дибутилфтолат (ДБФ), шунингдек, Олмалик кимёвий заводи чиқиндиси фосфогипс (ФГ), иссиқлик электр станциялари чиқиндиси фосфосшлак (ФС) ва Маржонбулоқ олтинни қайта ишлаш заводи чиқиндиларидан (ОЗИФ-МБ) танланган.

**Тадқиқотнинг предмети** бўлиб агрессив муҳит таъсирида полимерларни кимёвий емирилиш жараёни, диффузия жараёнлари, саноат чиқиндиларидан органоминарал таркибий қисмларнинг композицион полимер материалларининг ҳимоялаш ва мустаҳкамлик хоссаларига таъсирини ўрганиш, улар асосида машинасозлик антикоррозион қопламалар олиш, шунингдек, уларнинг ишлаш кўрсаткичларини, мустаҳкамлиги ва қўлланилиш самарадорлигини аниқлаш ҳисобланади.

**Тадқиқотнинг усуллари.** Диссертация ишини бажаришда ИҚ-спектроскопия, композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг антикоррозион, физик-механик хусусиятларини аниқлаш учун МДХ мамлакатларида рухсат этилган умумий қабул қилинган стандарт усуллардан фойдаланилган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** қуйидагилардан иборат:

саноат чиқиндиларининг органоминарал ингредиентларидан фойдаланган ҳолда композицион полимер материалларнинг самарали таркиби яратилган ва улар асосида машинасозликда қўлланиладиган антикоррозион қопламалар олиш технологияси ишлаб чиқилган;

ишлатиладиган полимерлар ва саноат чиқиндиларининг тури ва таркибига қараб, композицион полимер материаллари ва улар асосидаги қопламаларнинг антикоррозион ва физик-механик хусусиятларининг ўзгариш қонуниятлари аниқланган;

ишлаб чиқилган композицион полимер материалларнинг мустаҳкамлик ва электр хусусиятларга эга эканлиги ва улар асосидаги қопламалар агрессив муҳит билан таъсирлашганда юқори ҳимоя ва коррозияга қарши хусусиятларининг мавжудлиги аниқланган;

нефт-газ ва тоғ-кон саноати машинасозлик мақсадлари учун композицион полимер материаллар ва уларга асосланган қопламалар олиш технологияси ишлаб чиқилган.

**Тадқиқотнинг амалий натижалари** қуйидагилардан иборат:

саноат чиқиндилари асосидаги органоминарал таркибий қисмлардан фойдаланган ҳолда машинасозлик антикоррозион композицион полимер материалларнинг оптимал композициялари ишлаб чиқилган;

полимер боғловчи ва органоминарал тўлдирувчиларнинг тури ва таркибига боғлиқ ҳолда композицион полимер материалларининг антикоррозион ва физик-механик хусусиятларининг асосий қонуниятлари аниқланган;

ёғ ва мой ишлаб чиқариш ускуна ва механизмларининг ишчи юзалари учун ҳимоя қопламалари саноат чиқиндиларидан фойдаланган ҳолда машинасозлик антикоррозион композицион полимер материалларидан олинган, уларни ишлаб чиқаришнинг оптимал режимлари ўрнатилган ва уларни қўллаш усуллари аниқланган.

**Тадқиқот натижаларининг ишончилиги** қўлланилган ИҚ-спектроскопик, физик-кимёвий ва физик-механик тадқиқот усуллариининг комбинацияси билан тасдиқланган ҳамда композицион полимер материалларининг антикоррозион ва физик-механик хусусиятларини ўрганиш натижалари математик ва статистик усул билан қайта ишланганлиги билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.** Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, полимер боғловчилари ва саноат чиқиндилари асосидаги тўлдирувчиларнинг тури ва таркибининг композицион полимер материалларининг ҳимоя ва мустаҳкамлик хусусиятларига таъсирининг мунтазамлигини белгилаш орқали, саноат машиналари, механизмлари ва ускуналарининг ишчи органларининг коррозияга қарши қопламаларини олиш тамойилларини назарий жиҳатдан асослаш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ишлаб чиқилган антикоррозион композицион полимер қопламаларни агрессив муҳитда ишловчи машиналар, механизмлар ва ускуналарнинг ишчи органларида ҳимояловчи қоплама сифатида қўлланилиши билан изоҳланади.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Композицион полимер материалларнинг самарали таркибларини ишлаб чиқиш ва улар асосида машинасозлик антикоррозив қопламаларини олиш бўйича илмий натижалара асосида:

«Коррозияга қарши композицион полимер қопламалар» учун ташкилот стандарти ишлаб чиқилган ва «Ўзстандарт» Агентлигида рўйхатдан ўтказилган (Ts 25239558-11:2019). Натижада, маҳаллий хомашё ва саноат чиқиндилари

асосида антикоррозион қопламалар олиш ва уларни агрессив мухитда ишлайдиган машина ва механизмларни емирилишдан ҳимояловчи сифатида ишлатиш имконини берган;

ишлаб чиқилган композицион полимер материалларининг Гулистон экстракт ёғ заводининг диаратор резервуарлари ва насосларининг корпусларида жорий этилган («O`zbekiston Respublikasi yog`-moy sanoati korxonaları uyushmasi»нинг 2021 йил 11 январдаги №КС/3-34- сон маълумотномаси). Натижада, ушбу механизмлар ва ускуналарнинг иш қобилиятини ва самарадорлигини ошириш, шунингдек, қиммат қопламаларни тежаш имконини берган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Тадқиқот натижалари 4 та республика илмий-техник ва 3 та халқаро конференцияларида эълон қилинди.

**Тадқиқот натижаларини эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 11 та илмий мақола мавжуд бўлиб, улардан 4 та илмий мақола, шу жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 3 та республика ва 1 та халқаро журналлардаги мақолалар чоп этилган.

**Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми.** Диссертация иши таркиби кириш, 5 та боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар ҳамда иловадан иборат бўлиб умумий ҳажми 120 саҳифани ташкил этади.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш** қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, тадқиқотнинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотнинг объекти ва предмети аниқланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикасида 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 очиб берилган, ишлаб чиқилган композицион полимер материалнинг жорий қилинганлиги, тадқиқот апробацияси натижалари, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Коррозияга қарши полимер материаллари ва улар асосидаги қопламаларнинг ҳозирги ҳолати ва таҳлили**» деб номланган биринчи бобида диссертация мавзуси бўйича машинасозлик материаллари ва қопламаларининг антикоррозион ва физик-механик хусусиятларини яхшилаш муаммосига бағишланган илмий тадқиқотлар таҳлили шарҳи берилган. Композицион полимер материаллари ва улар асосидаги қопламаларнинг антикоррозион хусусиятларини баҳолашнинг назарий усуллари, шунингдек, саноат чиқиндиларидан, органоминерал ингредиентлардан фойдаланган ҳолда самарали машинасозлик



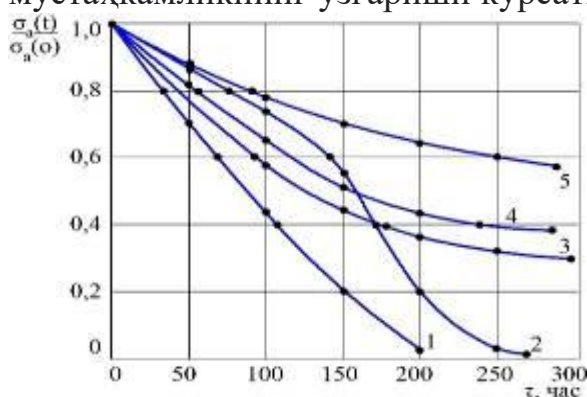
антикоррозион композицион полимер материаллар ва улар асосидаги қопламалар яратиш имкониятлари учун зарур шартлар келтирилган.

Диссертациянинг «**Объектларни танлаш ва асослаш ҳамда хоссаларини ўрганиш усуллари**» деб номланган иккинчи бобида агрессив муҳитлар билан ўзаро таъсирида ишлайдиган машинасозлик композицион полимер материалларини ишлаб чиқариш учун ҳамда саноат чиқиндиларидан терморреактив полимерлар ва органоминерал тўлдирувчиларини танлаш ва асослаш келтирилган. Композицион полимер материаллари ва қопламаларининг физик-кимёвий, механик, электр, термофизик ва антикоррозион хусусиятларини аниқлаш усули, шунингдек, олинган натижаларни математик-статик қайта ишлаш жараёнлари келтирилган.

Диссертациясининг «**Агрессив муҳит таъсирида композицион полимер материаллари ва қопламаларининг емирилишининг физик-кимёвий қонунларини ўрганиш**» деб номланган учинчи бобида кимёвий емирилиш жараёни, бир ҳил ва диффузион коррозия пайтида парчаланиш функциялари ва уларга асосланган композицион полимер материаллар ва қопламаларни емирилиш механизмини ўрганиш натижалари келтирилган.

$\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  агрессив муҳитларининг ўзаро таъсирига қараб, ЭД-16, ЭД-20 ва ЭД-22 олигомерлари асосида эпоксид композицияларининг адгезион мустаҳкамлигининг ўзгаришини ўргандик.

1-расмда ЭД-16 асосида эпоксид композициясининг адгезион мустаҳкамликнинг ўзгариши кўрсатилган.



1 - 50%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 2 - 40%  $\text{HNO}_3$ , 3-70%  $\text{HCl}$ , 4 -60%  $\text{H}_2\text{O}$ , 5- 40%  $\text{H}_2\text{SO}_4$

**1-расм. ЭД-16 асосидаги қопламаларнинг турли коррозия муҳитда пўлат субстратдаги адгезион мустаҳкамлигининг ўзгариши**

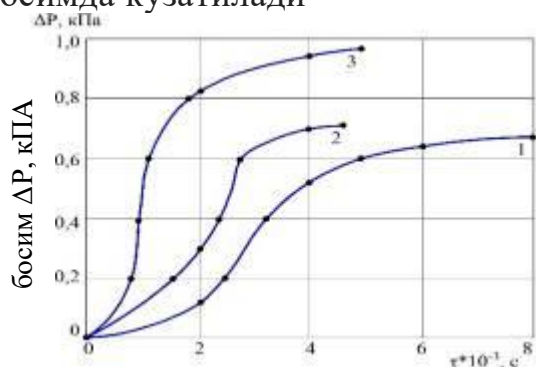
таркибидаги ЭД-20 асосидаги қопламанинг кимёвий емирилишини ўрганиш шуни кўрсатдики, плёнка ҳосил қилувчи восита агрессив муҳит таъсирида муҳим таркибий ўзгаришларга учрайди. Улар жуда кўп миқдордаги оралик ва якуний таъсир ўтказиш маҳсулотларини шакллантиришда ифодаланади.

Сирт спектрларини таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, худди шу кимёвий бирикмалар емирилиш жараёнида пайдо бўлади, чунки механик емирилиш материал юзасида ривожланади, бу эса муҳит билан чегарада содир

Қопламаларнинг адгезияси барча ҳолатларда, сульфат кислотада 40% га, сувда 60% га, хлорид кислота муҳитида 10 кундан ортиқ ушлаб турилганда ҳаводаги қийматига нисбатан 70% га камаяди. Худди шу қопламалар полимер-субстрат орасида полимерларнинг емирилиши сабабли навбати билан 10 ва 6 кун ичида нитрат ва сирка кислоталаридаги адгезион мустаҳкамликни тўлиқ йўқотади. ИҚ-спектроскопия ёрдамида амалга оширилган хлорид кислота

бўладиган ҳодисаларга боғлиқ. Агрессив муҳитда материалда юзасида кечадиган диффузия жараёнларини ўрганиш биз таклиф қилган диффузия деградацияси схемаси бўйича амалга оширилди. Плёнка ҳосил қилувчи воситанинг емирилиши икки жараённинг нисбатига боғлиқ ва учта соҳадан бирида давом этади: ташқи кинетик-диффузия, ички кинетик ва плёнка ҳосил қилувчи жойларда агрессив муҳитнинг ички диффузияси. Биринчи минтақа учун плёнка ҳосил қиладиган жойларда агрессив муҳитнинг тарқалиш даражаси кимёвий диффузия тезлигидан кам бўлади ва материалнинг емирилиши сирт қатламида содир бўлади. Ушбу қатламнинг катталиги вақт ўтиши билан ўзгармайди ва материалнинг ишлаш қобилятини йўқотиш реакция зонаси ўсиши билан кесма майдонининг пасайиши (гетероген деградация) туфайли содир бўлади.

Ички кинетик минтақада диффузия даражаси кимёвий реакция тезлигидан юқори бўлган жараёнлар учун хосдир, масалан, гидрофил материаллар учун. Намуналар агрессив муҳит билан тўлиқ тўйинган ва емирилишга олиб келади (бир хил деградация). HCl пари босимининг ўзгаришини қайд этиш орқали хлорид кислота буғларини ютиш кинетикаси ўрганилди. Тўлдирилмаган композицияларнинг HCl парларини ютиш кинетикаси шуни кўрсатадики, HCl пари босимининг ошиши билан ютилиш тезлиги ошади (2-расм). HCl парининг энг юқори ютилиш даражаси 20 кПа босимда кузатилади

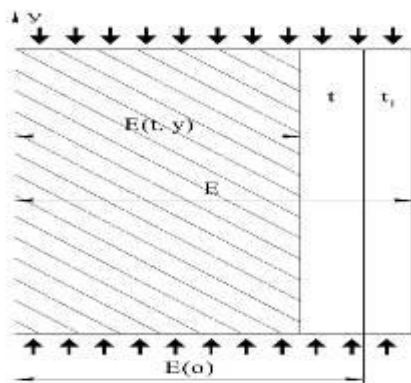


1 – 6 кПа; 2 – 13 кПа; 3 – 20 кПа  
2-расм. HCl парларини турли хил эриш нукталарида тўлдирувчисиз ЭД-16 эпоксид смоласи асосидаги қопламалар билан сингдириш

Бундай ҳолда, реакция жараёнида HCl парларини ютиш тезлиги ошади, натижада эгри чизиқлар S шаклидаги характерга эга бўлади. Шунга ўхшаш натижалар ЭД-20, ЭД-22 асосида қопламаларни ўрганишда ҳам содир бўлади. Шундай қилиб, худди шу шароитда ва қўлланиладиган тузилмаларда бир хил ва гетероген типдаги деградациянинг диффузия модели амалга оширилиши мумкин. Бу агрессив суюқликнинг тўйинганлиги ва ишлаш шароитларига боғлиқ.

Эпоксид материаллардан тайёрланган элементларнинг кесимининг бир хил деградацияси бутун ҳажм давомида композицияни емирилишининг бир хил тезлиги билан тавсифланди. Биз эпоксид композицион полимер материалларининг бир хил парчаланиш моделини таклиф қилдик (3-расм).

Бир хил емирилиш моделларида  $\alpha=90$  шarti билан изохронли деградациянинг характеристикалари вақт ўтиши билан абсцисса бўйлаб ҳаракатланадиган вертикал чизиқлар билан ифодаланади. Бундай ҳолда, агрессив муҳит элемент миқдори бўйича тенг равишда тақсимланган деб тахмин қилинади, шунинг учун емирилиш ҳам бир хил бўлади.



3-расм. Материалнинг гомоген деградация модели

Парчаланиш даражаси компонент-ларнинг агрессив муҳит билан кимёвий таъсир ўтказиш даражаси билан аниқланди. Бир хил емирилиш пайтида қаттиқликнинг деградация функцияси агрессив муҳит таъсирида деформация модулининг ўзгаришини тавсифловчи функцияга тўғри келади. Композит материал элементи кесимининг емирилишга

учрашининг феноменологик моделини таҳлил қилишдан  $D$  функцияси куйидаги кўринишга эга:

$$D_1(W_C) = \frac{E(t_1)}{E(0)} \quad D(N_1) = \frac{\sigma(t)}{\sigma(0)} \quad (1)$$

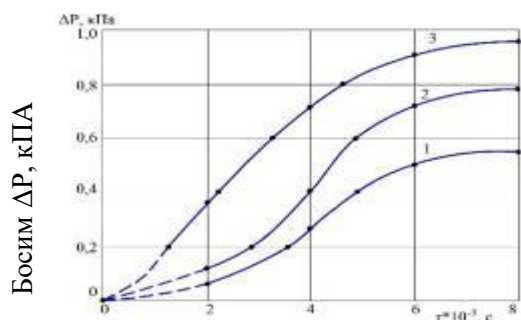
$$D_2(W_C) = \frac{E(t_2)}{E(0)} \quad D(N_2) = \frac{\sigma(t_2)}{\sigma(0)} \quad (2)$$

бу ерда  $D_1(W_C)$  - деградация қаттиқлигининг фракциялари,  $D(N)$  - юк кўтариш қобилиятининг деградация фракциялари. Тенгликдан (1) кўришиб турибдики, фақат бир хил деградацияга учраган тақдирда  $D$  - функцияси кимёвий қаршилиқ коэффициентларига тўғри келади.

Юқоридаги тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатадики, композит полимер қопламасининг емирилиб кетиши умуман материалнинг деградацияси, яъни кучланишлар, коррозия муҳит, нурланиш ва бошқа омиллар таъсирида тузилмалар ва композит полимер материалларнинг физик, кимёвий ва геометрик хусусиятларининг ўзгариши ҳисобланади. Композит полимер материалларини емирилиш механизми юқоридаги шартлар мавжуд бўлганда ишлай бошлайди. Материални емирилиш даражаси, шунингдек, ғовақлилиқ катталигига, микро дефектларнинг мавжудлигига, тўлдиргич моддаларининг агрессив муҳит билан кимёвий ўзаро таъсирининг интенсивлигига боғлиқ.

Шундай қилиб, композицион полимер материалларини агрессив муҳитда емирилиш механизми бу агрессив муҳитнинг кириб бориши тезлигининг материалнинг кимёвий реакция тезлиги нисбатига боғлиқ. Агар бу нисбат бирдан кам бўлса, сиртни қисман емириши, агар у каттароқ бўлса, структура материалнинг тўлиқ емирилиши содир бўлади.

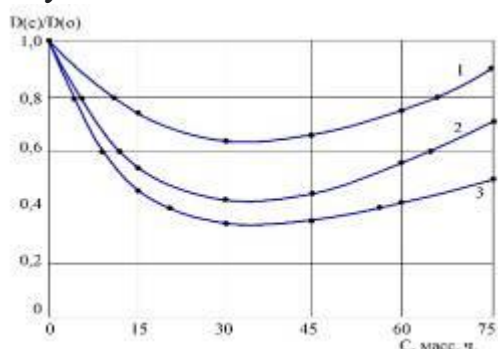
Диссертациясининг «Эпоксид смолалар ва саноат чиқиндилари асосидаги антикоррозия композицион материаллар ва улар асосидаги қопламаларнинг физик-механик хоссаларини ўрганиш ва ишлаб чиқиш» деб номланган тўртинчи бобда физик-механик хусусиятларни ўрганиш ва саноат чиқиндиларидан эпоксид боғловчилар ва органоминерал ингредиентлар асосида коррозияга қарши композит полимер материаллар ва қопламалар ишлаб чиқариш натижалари келтирилган. 4-расмда турли хил босимларда ЭД-16 асосидаги эпоксид композициясининг пар ютилишига боғлиқлиги кўрсатилган.



1-6 кПа, 2-13 кПа, 3-19 кПа

4-расм. ЭД-16 ва ОЗИФ асосидаги эпоксид композициясининг НСІ парларини турли босимларда ютилиши

Худди шундай натижалар ЭД-20 ва ЭД-22 асосидаги қопламалар учун ҳам кузатилди.



1 – фосфослак, 2 – фосфогипс, 3 – ОЗИФ

5-расм. Тўлдирилган ЭД-16 асосидаги композициянинг диффузия коэффициентининг ўзгариши

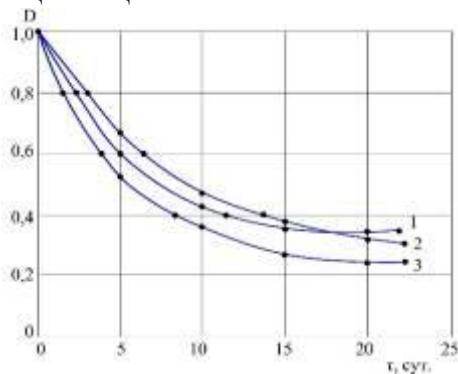
фарқини тенглаштириш жараёни агрессив муҳитнинг диффузияси ва фазази узатилиши ва унинг реакциянинг таркибий қисмлар билан кимёвий ўзаро таъсири туфайли юзага келади. Бундай ҳолда биз ўрганилаётган материалларнинг эластик-деформацион характеристикаларининг нотекис ўзгаришини кузатамиз. Намунанинг ташқи томонларида механик ўзгаришлар минимал қийматларга эга бўлиб, улар намунанинг марказига яқинлашганда ортади. Ўрганилаётган намуналарга ишқорий муҳит таъсири натижасида микроқаттиқлик сезиларли даражада камайганлиги аниқланди. ОЗИФ билан тўлдирилган намуналарнинг ҳам микроқаттиқлиги, ҳам ташиш қобилияти ва қаттиқлиги атроф муҳитга таъсир қилиш муддатига боғлиқ ва маълум бир қонунга биноан ўзгариб туради. 6-расмда сиқилган ҳолда ЭД-16, ЭД-20 ва ЭД-22 асосидаги ОЗИФ билан тўлдирилган эпоксид композицияларининг микроқаттиқлигининг парчаланиш функциялари кўрсатилган.

Бу кесманинг емирилишга учраган икки соҳасини кўрсатади: бир ҳил ва диффузия деградацияси майдони. Биринчи соҳада микроқаттиқлик, мос равишда, ташиш ҳажми ва қаттиқлиги доимий ва минимал қийматга тенг; иккинчи минтақада микро қаттиқлик нуқта координация-сига боғлиқ ва чуқурлик ошгани сайин чизикли равишда ошиб боради. Муайян вақт

4-расмдан кўриниб турибдики, таркибидаги олтинни бойитиш саноати чиқиндилари билан тўлдирилган хлорид кислота парлариди парчаланиш реакцияси боғловчи гуруҳлар жойларида содир бўлади. Бу ерда, эҳтимол, улар таркибидаги кремний оксидлари ва минерал кислоталар таъсирига жуда чидамли бир қатор металллар борлигидандир.

Тўлдирувчи таркибининг диффузия ўтказувчанлигига таъсири (5-расм) шунини кўрсатдики, ушбу ҳодиса диффузия ҳосил бўлиш жараёнини яхши тушунтиради. Материаллар критик даражадан юқори даражада тўлдирилганда, суюқликнинг фазази узатилиши содир бўлади. Шундай қилиб, ўрганилаётган тизимларда концентрация фарқини ва шунга мос равишда кимёвий потенциалларнинг

оралиғида ички минтақанинг мавжудлиги характер-лидир, бу ерда микрокаттиқлик



1 – ЭД-16, 2 – ЭД-20, 3 – ЭД-22

**6-расм. Сикилиш пайтида ОЗИФ билан тўлдирилган эпоксид композицияларнинг микрокаттиқлигининг емирилиш функциялари**

ошиб боради ва қаттиқлиги асл бўлиб қолади. Намуна материалнинг муҳит билан тўғридан-тўғри боғланиш зонасида микрокаттиқликнинг ошиб бориши ва қаттиқлиги қисқа вақт давомида доимий қийматгача пасаяди, сўнгра намуна чуқурлиғида бир хил емирилиш ҳудудининг давом этиши кузатилади. Биринчи ва иккинчи минтақаларнинг қалинлиги ошади ва шунга мос равишда ички минтақа камаяди.

Бундай ҳолда, изохоронинг парчаланиш шакли доимий деб қабул қилиниши мумкин. Эпоксид композицияларнинг диффузия хусусиятларига ишлатиладиган қотирувчининг табиатининг таъсирини ўрганиш (1-жадвал) шуни кўрсатдики, энг паст сув парлари ўтказувчанлиги ва сув сингиши алифатик полиамин диэтиленетрамин билан қотирилган эпоксид композицияларга эга.

**1-жадвал**

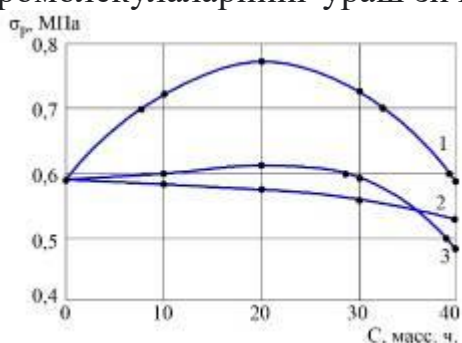
**Эпоксид композицияларнинг диффузия хусусиятларига қотирувчи табиатининг таъсири**

Қотирувчи	Пар ўтказувчанлиги, $A \cdot 10^8$ г/см			10 сутка давомида, сув буғининг ютилиши, % да		
	ЭД-16	ЭД-20	ЭД-22	ЭД-16	ЭД-20	ЭД-22
Диэтилентетрамин	0,90	0,85	0,94	1,89	1,25	1,60
Гексаметилендиамин	1,30	1,27	1,36	2,98	2,65	3,12
Полиамидлар: П-200	1,67	1,59	1,62	5,00	4,24	4,87
П - 300	1,46	1,29	1,32	4,12	3,00	3,34

Шундай қилиб, тўлдирилган композит полимер материалларни емирилиш тезлиги агрессив муҳитнинг кимёвий реакцияси тезлиги ва маълум бир таркибда материалнинг ғовақчилиги ҳосил бўлиши сабабли тўлдиргич моддаларининг активлиги билан белгиланиши аниқланди. Энг паст пар ўтказувчанлиги ва сувни ютиши алифатик полиэтиленполиамин билан қотирилган ЭД-20 асосидаги композицияларда кўрсатилган.

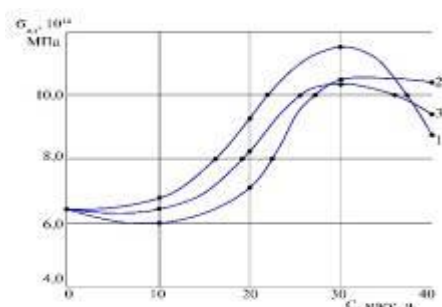
Юқорида эпоксид композит материалларнинг пўлат субстратларига адгезион хусусиятларининг ўзгаришига агрессив муҳитларнинг тўлдиргич моддаси бўлмаган таъсири ўрганилган. Олинган маълумотлардан кўриниб турибдики, адгезион хусусиятларининг энг минимал ўзгариши ЭД-20 эпоксид смоласи асосидаги полимер композицияларида кузатилади. ЭД-20

эпоксид олигомери асосидаги композицияни букилишдаги емирилишнинг тўлдирувчи моддаларига боғлиқлигини экспериментал тадқиқотлар шуни кўрсатдики, фосфошлак таркибининг ошиши билан таркибидаги ва оғирлиги бўйича 20 масса қисмга тенг бўлган фосфошлак миқдоридан максимал даражада ўтади (7-расм). Таркибнинг 20 масса қисмини тўлдирувчи таркибига адгезион кучининг ( $\sigma_a$ ) кўпайиши калций, кремний, магнийнинг оксидларининг фосфошлак таркибида 92% дан юқори бўлганлиги ва уларнинг юқори дисперсилигида марказ ролини ўйнаганлиги ва контакт жараёни ўзаро боғлиқлик даражаси билан тугаганлиги билан боғлиқ. Таркибида оғирлиги 20 қисмдан ортиқ бўлган фосфошлак миқдори композициянинг парчаланиш кучланиши қийматининг пасайишига боғловчи макромолекулаларнинг ўраш зичлигининг пасайиши билан боғлиқ.



1 – фосфошлак, 2 – фосфогипс, 3 – ОЗИФ  
**7-расм. Композицияларнинг емирилишнинг ( $\sigma_p$ ) тўлдирувчи миқдорига боғлиқлиги (боғловчи ЭД-20)**

Фосфогипс таркибининг янада кўпайиши полимер макромолекулаларининг қадоқлаш зичлигини пасайишига олиб келади, шунинг учун  $\sigma_p$  қиймати пасаяди. Кейинчалик композициянинг адгезион хусусиятларини ўрганиб чиқдик. Эпоксид таркибига фосфошлак, фосфогипс ва ОЗИФ киритилиши билан қопламаларнинг адгезион мустаҳкамлиги ( $\sigma_{ад}$ ) ортади (8-расм) ва оғирликнинг 30 қисмига тенг бўлган тўлдирувчи таркибида фосфогипс - 10,93 МПа ва ОЗИФ ҳолатида - 10,86 МПа максимал даражада ўтади. Тўлдирувчилар таркибининг янада кўпайиши қопламларнинг  $\sigma_{ад}$  камайишига олиб келади. Агрессив муҳит таъсири бўлмаганда тўлдирилган композициянинг адгезион мустаҳкамлигининг бундай ўзгариши майда дисперсли тўлдирувчи моддалари таркибида металл оксидлари борлиги сабабли боғловчи макромолекулаларининг адсорбцион ўзаро таъсирини яхшилади. Тўлдирувчилар таркибида 30 дан ортиқ масса қисм бўлганида, композицияларнинг адгезион хусусиятларининг пасайиши, бу концентрациянинг жуда муҳим эканлиги билан боғлиқ. Агар тўлдирувчи моддасининг таркиби асосий қийматдан каттароқ бўлса, текширилаётган композициялар структурасининг бир хиллиги кескин бузилади ва полимер-субстрат орасида адсорбцион ўзаро таъсир кескин равишда бузилади.



1 – фосфошлак, 2 – фосфогипс, 3 – ОЗИФ  
**8-расм. Композицияларнинг адгезион мустаҳкамлигининг ( $\sigma_{ад}$ ) тўлдирувчи миқдорига боғлиқлиги (боғловчи ЭД-20)**

8-расмдан кўришиб турибдики, барча ҳолатларда композицияга киритилган тўлдиргич моддалар қопламаларнинг адгезион мустаҳкамлиги қийматини оширади. Шундай қилиб, агар ЭД-20 асосидаги композиция 250 соат давомида 50% сирка кислота таъсирида тургандан сўнг адгезион хусусиятларини йўқотган бўлса,

бу кўрсаткич фосфошлакнинг 30 масса қисми киритилганидан кейин 38 %, фосфогипс 18 % га ва ОЗИФ 6% га тенг бўлганида бу кўрсаткич ўз вазифасини сақлаб қолади (8-расм). 40% нитрат кислота таъсирида 250 соат тургандан кейин таркибида фосфошлак, фосфогипс ва ОЗИФ киритилиши билан адгезион хусусиятлари мос равишда 43%, 34% ва 20% сақланиб қолади. 25% хлорид кислота таъсирида 250 соат тургандан кейин фосфошлак, фосфогипс ва ОЗИФ киритилганда композицияларнинг адгезион хусусиятлари мос равишда 60%, 53% ва 40% сақланиб қолади. Сувда композицияларнинг адгезион хусусиятлари 250 соат давомида мос равишда фосфошлак, фосфогипс ва ОЗИФ ни 78%, 71% ва 57% билан киритишда сақланиб қолади. 40% сульфат кислотада 250 соат давомида фосфошлак, фосфогипс ва ОЗИФ киритилганда композициянинг адгезияси мос равишда 64%, 80% ва 74% га тенг. Бу ерда аниқ кўришиб турибдики, тўлдиргич моддалари орасида фосфошлак, фосфогипс ва ОЗИФ ЭД-20 эпоксид смоласи асосидаги композицияларнинг адгезион хусусиятларини сезиларли даражада яхшилайти. Бунинг сабаби, ушбу тўлдиргич моддаларининг таркибида метал оксидлари, айниқса қаттиқлашувчи таъсирга эга бўлган фосфат шлакида мавжуд. Бундан ташқари, тўлдиргич моддаларининг табиати ва таркибининг ЭД-20 олигомерида асосланган эпоксид композицияларининг иссиқликка чидамлилигига таъсири ўрганилди. Тўлдирилмаган намунанинг иссиқликка чидамлилиги  $T_v = 348 \text{ K}$  2-жадвалда келтирилган.

## 2-жадвал

### Тўлдирилган композицияни иссиқликка чидамлилиги

Кўшимча моддалар	Викнинг иссиқликка чидамлилиги, К да				
	0	10	20	30	40
Фосфошлак	348	343	340	344	342
Фосфогипс	348	347	347	347	347
ОЗИФ	348	347	350	358	356

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики (2-жадвал) тўлдиргич моддаси фосфо-шлак композициянинг иссиқликка чидамлилигини биров пасайтиради, фосфогипс деярли ўз қийматини ўзгартирмайди. Иссиқлик қаршилигининг максимал қиймати композицияни ОЗИФ нинг 30 масса қисми билан тўлдиришда олинган. Бу олтинни бойитиш заводининг чиқиндилар таркибида алюминий

(12,52%) ва темир (3,87%) оксидлари борлиги билан боғлиқ бўлиб, улар полимер композицияларига иссиқлик қаршилик кўрсаткичига таъсир кўрсатади. Шундай қилиб, ЭД-20 олигомериға асосланган эпоксид таркибига киритилган тўлдиргич моддалар - саноат чиқиндилари - фосфошлак, фосфогипс ва ОЗИФ уларнинг асосий ишлаш кўрсаткичларини - агрессив муҳитда кимёвий қаршилик ва адгезион хусусиятларини (фосфошлак ва фосфогипс), шунингдек иссиқликка чидамлилигини сезиларли даражада яхшилайти (ОЗИФ). Ишлаб чиқилган принциплар асосида турли хил агрессив муҳитда ишлайдиган янги самарали антикоррозив композит материаллар ва улардан қопламалар яратилди, уларнинг таркиби ва хусусиятлари 3 ва 4-жадвалларда келтирилган.

### 3-жадвал

#### Ишлаб чиқилган антикоррозион полимер композициялар

Муҳит	Композицияларни белгиланиши	Таркиби, масса.қисм					
		ЭД-20 эпоксид полимер	ПЭПА	ДБФ	Тўлдирувчилар		
					ФШ	ФГ	ОЗИФ
50% сирка кислотаси	АПКАП	100	12	15	30	-	5
	АПКАЭ	100	10	20	-	25	5
40% нитрат кислота	АПКАП	100	12	15	30	-	-
	АПКАЭ	100	10	20	-	25	10
25% туз кислотаси	АПКАП	100	12	15	20	10	-
	АПКАЭ	100	10	20	20	-	10
40% сульфат кислотаси	АПКАП	100	12	15	10	20	5
	АПКАЭ	100	10	20	-	20	10
Сув	АПКАП	100	12	15	30	-	5
	АПКАЭ	100	10	20	-	25	10

Шундай қилиб, саноат чиқиндилари фосфошлак ва фосфогипс ва (ОЗИФ) ўз таркибида кўплаб металл оксидларини ўз ичига олганлиги сабабли ЭД-20 асосидаги композит материалларнинг коррозияга қарши хусусиятларига, мустаҳкамлик ва ўзига хос ҳажмли электр қаршилигига ижобий таъсир кўрсатади. Диссертациянинг «Ишлаб чиқилган антикоррозион композицион полимер материаллари ва улар асосидаги қопламалардан фойдаланишнинг амалий ва иқтисодий жиҳатлари» деб номланган бешинчи бобида антикоррозион композицион полимер материаллари ва улардан қопламалар олиш технологияси, тажрибавий ишлаб чиқариш синовлари натижалари ва ишлаб чиқилган антикоррозион композит полимер қопламалардан фойдаланишнинг иқтисодий самарадорлигини ҳисоблаш шунингдек, ташкилот стандарти (ТУ) келтирилган.

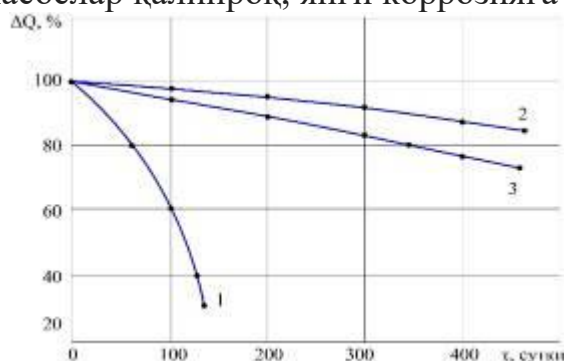
Ишлаб чиқилган антикоррозион материалларнинг тажриба ишлаб чиқариш синовлари Гулистон ёғ экстракция заводининг буғ коммуникацияларининг диаратор резервуарлари ва буғ насосларининг ишчи юзаларида, шунингдек пичоклари ва корпусларида ишлатиш орқали амалга оширилди.



**ЭД-20 олигомери ва бошқа ингредиентлар асосида ишлаб чиқилган  
антикоррозион композицияларнинг асосий физик, кимёвий ва механик  
хусусиятлари**

№	Хусусияти	Кўрсаткич
1.	Мослашувчан модул $E_{из}$ , МПа	3000 - 3200
2.	Мослашувчанлик кучи, $\sigma_{из}$ , МПа	6,7 – 7,4
3.	Викнинг иссиқликка чидамлилиги, К	355 – 360
4.	Диелектрик доимийлиги, $\epsilon$	6,8 – 7,0
5.	Махсус волиметрик электр қаршилиги R, $10^{14}$ Ом·см	31,8
6.	Махсус волиметрик электр қаршилиги Q, $10^{14}$ Ом·см	17 – 18
7.	Кимёвий қаршилиқ коэффициенти	
	30 кундан кейин: 50% ОН СООН	0,68
	40% HNO <sub>3</sub>	0,71
	25% HCL	0,74
	40% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,78
	Сувда	0,76

9- расмда кўрсатилгандек, уч ой ичида қопламасиз насоснинг ишлаши 60% гача пасайди. Бундай насосни алмаштириш керак. Коррозияга қарши қопламали насосларнинг ишлаши 380 - 400 кунлик ишдан кейин атиги 20% га камайди. Янги қопламали насослар 300 - 310 кун ичида 20% ўз иш фаолиятини йўқотади. Бунинг сабаби шундаки, қайта ишлаб чиқарилган насослар қалинроқ, янги коррозияга қарши қоплама билан қопланган.



1 – қопламасиз, 2 –қайта ишланган қопламали насослар, 3 –янги қопламали насослар

**9-расм. Насос ишлашининг қопламасиз ва қопламали хизмат муддатига боғлиқлиги**

Ички юзаси коррозияга қарши композит материаллар билан қопланган диараторли идишлар 6 йилгача таъмирсиз ишлатилиши мумкин.

Иқтисодий самарадорлик ишлаб чиқилган полимер композицион қопламаларини ишчи юзаларига қўллаганидан кейин диатор баклари ва инъекция насосларининг ишлаш муддатини кўпайтириш орқали эришилади. Гулистон ёғ экстракция заводи мисолида иқтисодий самарадорлик куйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$\Theta_1 + \Theta_2 = \left[ \frac{(T_{\text{с покр}} - T_{\text{без покр}})}{2} \cdot (M \cdot \Omega) - Z_1 \right] + \left[ \left( \frac{T_{\text{с покр}}}{T_{\text{без покр}}} - 1 \right) \cdot (M \cdot \Omega) - Z_2 \right]$$

бу ерда:  $\Theta_1$  - диатор бакларининг ишчи юзаларида композицион қопламалардан фойдаланишнинг иқтисодий самараси, миллион, сўм;  $\Theta_2$  - витес қутисини инъекция насослари пичоқларига ишлатишдан иқтисодий самара;  $T_{\text{с покр}}$  - диатор бакларининг ишлаш муддати, йил;  $T_{\text{без}}$  ёпилди - қопланмаган диараторли резервуарларнинг ишлаш муддати, йил;  $M$  - диараторли баклар сони, дона.  $C$  - битта диаратор бакиннинг нархи, миллион сўм;  $Z_1 - Z_2$  - моддий ва меҳнат харажатлари, миллион сўм.

ЭД-16 эпоксид олигомер ва саноат чиқиндилари фосфоршлак, фосфогипс ва ОЗИФ асосида ишлаб чиқарилган антикоррозион композицион полимер материаллари Гулистон ёғ экстракция заводидаги тажриба-ишлаб чиқариш синовлари натижасида ушбу материаллардан фойдаланилганлиги аниқланди. Қоплама агрессив муҳитда инъекция насосларининг ишлаш муддатини 3-4 бараварга, диаратор бакиннинг ишлаш муддатини эса 2-2,5 мартага оширади.

Шундай қилиб, Гулистон ёғ экстракция заводида 2020 йилда инъекция насослари ва технологик линиянинг диатор бакларининг ишчи юзасида қоплама кўринишида ишлаб чиқилган коррозияга қарши композицияларни жорий этишдан бошлаб жами иқтисодий самара 23 миллион сўмни ташкил этди. Республикада ёғ-мой ишлаб чиқариш саноатда кутилаётган умумий иқтисодий самарадорлик йилига 1 миллиард 760 сўмдан ошади.

### ХУЛОСАЛАР

1. Биринчи марта саноат чиқиндиларидан фойдаланган ҳолда эпоксид олигомерлар асосидаги юқори самарали антикоррозион композицион қопламалар ишлаб чиқилган бўлиб, агрессив муҳитда ишлайдиган асбоб-ускуна қисмларини коррозиядан ҳимоялаш учун тавсия этилди.

2. Агрессив муҳит билан тўйинганлик тезлигига ва ҳимоя қопламаларининг ишлаш шароитларига боғлиқлиги ҳамда агрессив муҳит таъсирида бўлган элементнинг кесмаси баландлиги бўйлаб материалнинг эластик-деформацион хусусиятларининг ўзгаришига боғлиқ ҳолда гомоген ва гетероген типдаги деградациянинг диффузия модели тавсия этилди.

3. Композицион полимер материалларнинг агрессив муҳитда емирилишининг мунтазамлиги аниқланди, бу агрессив муҳитнинг кириб бориши тезлигининг материалнинг кимёвий реакция тезлигига нисбати қийматларидан иборат бўлиб, бу нисбат бирдан кам бўлса, сиртни қисман емириш, агар у каттароқ бўлса, тўлиқ емирилиш содир бўлиши кўрсатилди.

4. Тўлдирилган композицион полимер материалларни емирилиш тезлиги маълум бир таркибда материалнинг ғовақлигининг ҳосил бўлиши сабабли тўлдирувчи моддалар билан агрессив муҳитнинг кимёвий реакцияси тезлиги билан белгиланиши аниқланди.

5. Коррозияга қарши, физик ва мустаҳкамлик хусусиятларини сезиларли даражада яхшилайдиган саноат чиқиндилари асосида тўлдирилган

антикоррозион эпоксид композицион қопламанинг оптимал таркиби тавсия этилди.

6. ЭД-20 асосидаги эпоксид смоласи таркибига 30 масса қисмгача фосфошлак, фосфогипс ва ОЗИФ тўлдирувчиларнинг киритилиши антикоррозион материаллар ва қопламалар сифатида фойдаланиш учун мўлжалланган композицион полимер материалларнинг асосий ишлаш кўрсаткичларини, агрессив муҳитда кимёвий қаршилик ва адгезион мустаҳкамликни сезиларли даражада яхшиланганлиги ва иссиқликка чидамликнинг ошиши кўрсатилди.

7. Ишлаб чиқилган антикоррозион машинасозлик композицион материаллари ва улар асосидаги қопламалар олиш учун ташкилот стандарти (техник шарт) ишлаб чиқилди ва агрессив муҳитда ишловчи асбоб-ускуналарни коррозиядан ҳимоялаш учун тавсия этилди.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03.30.12.2019.К/Т.03.01 ПО  
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ФАН ВА ТАРАККИЁТ» ПРИ  
ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ  
УНИВЕРСИТЕТЕ имени ИСЛАМА КАРИМОВА**

---

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

**НАСРИДДИНОВ АЗИЗБЕК ШАМСИДДИНОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ СОСТАВОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ  
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ПОЛУЧЕНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ АНТИКОРРОЗИОННЫХ  
ПОКРЫТИЙ НА ИХ ОСНОВЕ**

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

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

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

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2020.4.PhD/Т.1896 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.**

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

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

**Научные руководители:**

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

**Негматова Комила Сайибжановна**  
доктор технических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Мухиддинов Боходир Фахрудинович**  
доктор химических наук, профессор

**Халимжонов Тохир Салимович**  
кандидат технических наук, доцент

**Ведущая организация:**


**Андижанский машиностроительный институт**


Защита диссертации состоится **«25» февраля 2021 года в 11:00 часов** на заседании научного совета DSc.03.30.12.2019.К/Т.03.01 при ГУП «Фан ва тараққиёт» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба 7а. тел.: (99871) 246-39-28; факс: (99871) 227-12-73; e-mail: [fan\\_va\\_taraqqiyyot@mail.ru](mailto:fan_va_taraqqiyyot@mail.ru) в здании «Фан ва тараққиёт» ГУП, 2 этаж, зал конференций).

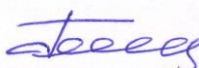
С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре ГУП «Фан ва тараққиёт» (Зарегистрированный номером №2-21). (Адрес: 100174, г. Ташкент, ул. Мирзо Голиба, 7а. Тел. (99871) 246-39-28, факс: (+99871) 227-12-73).

Автореферат диссертации разослан « 13 » февраля 2021 года (протокол реестра № 2-21 от 7 января 2021 г.).



  
**А.В.Умаров**  
Заместитель председателя научного совета по присуждению учёных степеней, д.т.н., профессор

  
**М.Э. Икромова**  
Ученый секретарь научного совета по присуждению учёных степеней, к.х.н., с.н.с.

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

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** На сегодняшний день в мире машины, механизмы, оборудование, строительные конструкции вышли из строя из-за коррозии. Предотвращение коррозии в этих конструкциях - одна из важных задач. В связи с этим актуальным является создание антикоррозионных композиционных полимерных покрытий, защищающих оборудование от коррозии.

В мире в масштабе антикоррозионные композиционные полимерные материалы и покрытия на основе эпоксидных смол для машинного оборудования с использованием различных эмалей, красок, мастик, растворов полимеров, а также органоминеральных ингредиентов эффективно используются для защиты оборудования, работающего в агрессивных средах, от коррозии. Особое внимание уделяется использованию промышленных исходных материалов в качестве наполнителей при производстве композиционных полимерных покрытий. Поэтому разработке композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе инженерного назначения с высокими физико-механическими и эксплуатируемыми качествами актуальна и необходима и востребована.

В республике проводятся мероприятия по повышению долговечности технологического оборудования на промышленных и других предприятиях с агрессивными средами, что приобретает особую актуальность в современных условиях развития экономических отношений. В программе Стратегических действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан отмечены важные задачи по «...стимулированию научно-исследовательской и инновационной деятельности, созданию эффективных механизмов внедрения инновационных достижений в практику»<sup>2</sup>. В этом аспекте разработка эффективных составов и получение антикоррозионных машиностроительных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе представляет особое значение.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. № УП-4947 «О стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития экономики Узбекистан в 2017-2021 годы», в постановлении № ПП-3236 от 23 августа 2017 г. «О развитии химической промышленности в 2017-2021 гг.», в постановлении от 24 августа 2019 года № ПП-4426 «О дальнейшем повышении ответственности органов государственного и хозяйственного управления и органов исполнительной власти на местах за внедрение новой системы локализации производства и ускорение кооперационных связей в отраслях

---

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

промышленности», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

**Соответствие исследований 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».

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

Исходя из анализа существующих работ, следует отметить, что вопросы повышения работоспособности и долговечности машин, механизмов и оборудований путем разработки и применения в их рабочих органах антикоррозионных машиностроительных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе, обладающих высокими физико-механическими свойствами не достаточно решены. Это связано со сложностями, связанными с комплексным изучением физико-механических и антикоррозионных свойств композиционных полимерных материалов и покрытий из них, работающих в агрессивных средах машин, механизмов и оборудований промышленных производств. Решению этих проблем и посвящена настоящая диссертационная работа.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках плана государственных научно-исследовательских работ фундаментальных, прикладных и инновационных работ в Государственном унитарном предприятии «Фан ва тараккиёт» ТашГТУ по теме: Ф-7-9 (Ф-7-95) «Выявление закономерностей и исследование механизма формирования и разрушения свойств полимерных материалов в зависимости от различных ингредиентов для получения эффективных полимерных, лакокрасочных, композиционных материалов и покрытий на их основе» (2017-2020 г.г.); ПЗ-20170929228 «Разработка ресурсосберегающих технологий нитрооксидирования для получения композиционных металлических машиностроительных материалов с повышенной коррозионной стойкостью с целью применения в машиностроении и других отраслях промышленности» (2017-2020 г.г.).

**Целью исследования** является разработка эффективных составов композиционных полимерных материалов и получение машиностроительных антикоррозионных покрытий на их основе.

**Задачи исследования:**

изучение и анализ современных состояний, методы оценки и предпосылки возможностей разработки и применения антикоррозионных полимерных и композиционных материалов из них на основе полимерных связующих и индустриальных отходов.

исследование процесса химического разрушения композиционных полимерных материалов на основе термореактивных полимеров и органоминеральных наполнителей;

исследование деградационных функций при гомогенной и диффузионной коррозии;

изучение закономерности влияния индустриальных отходов на антикоррозионные и прочностные свойства машиностроительных композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе;

исследование электрофизических и прочностных свойств разрабатываемых машиностроительных композиционных термореактивных полимерных материалов и покрытий на их основе;

разработка эффективных составов композиционных полимерных материалов с использованием органоминеральных наполнителей из индустриальных отходов и получение машиностроительных антикоррозионных покрытий на их основе.

**Объекты исследования:** в качестве полимерных связующих были выбраны эпоксидные смолы ЭД-16, ЭД-20, ЭД-22 (ТУ 6-05-1747-76), в качестве отвердителя – полиэтиленполиамин (ПЭПА), в качестве пластификатора дибутилфтолат (ДБФ), а также органоминеральные наполнители из отходов Алмалыкского химического завода удобрений фосфогипса (ФГ), теплоэлектрических станций фосфошлак (ФШ) и золотоизвлекательной фабрики Маржонбулок (ОЗИФ-МБ).

**Предметом исследования является** изучение процесса химического разрушения полимеров под действием агрессивных сред, диффузионных процессов, влияния органоминеральных ингредиентов из индустриальных отходов на защитные и прочностные свойства композиционных полимерных материалов, получение машиностроительных антикоррозионных покрытий на их основе, а также определение их работоспособности, долговечности и эффективности применения.

**Методы исследования.** При выполнении диссертационной работы использованы ИК-спектроскопия, для определения антикоррозионных физико-механических свойств композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе применялись общепринятые стандартные методы, разрешенные в странах СНГ.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

создан эффективный состав композиционных полимерных материалов с использованием органоминеральных ингредиентов из индустриальных отходов и разработана технология получения машиностроительных антикоррозионных покрытий на их основе;



установлены закономерности изменения антикоррозионных и физико-механических свойств композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе в зависимости от вида и содержания применяемых полимеров и индустриальных отходов;

выявлено, что разработанные машиностроительные композиционные полимерные материалы обладают хорошими прочностными и электрофизическими свойствами, а полученные покрытия на их основе обладают высокими защитными и антикоррозионными свойствами при взаимодействии с агрессивными средами;

разработана технология получения композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе машиностроительного назначения в масложировых и горнодобывающих областях промышленности.

**Практические результаты исследования** заключаются в следующем:

разработаны оптимальные составы машиностроительных антикоррозионных композиционных полимерных материалов с использованием органоминеральных ингредиентов на основе индустриальных отходов;

определены основные закономерности изменения антикоррозионных и физико-механических свойств композиционных полимерных материалов от вида и содержания полимерных связующих и органоминеральных наполнителей;

получены защитные покрытия для рабочих поверхностей механизмов и оборудования масложировых производств из машиностроительных антикоррозионных композиционных полимерных материалов с использованием индустриальных отходов, а также установлены оптимальные режимы их получения и определены способы их нанесения.

**Достоверность полученных результатов** обоснована совокупностью использованных ИК-спектроскопических, физико-химических и физико-механических методов исследования, а результаты исследования антикоррозионных и физико-механических свойств композиционных полимерных материалов обработаны математически-статистическим методом.

**Научная и практическая значимость результатов исследований.**

**Научная значимость** полученных результатов исследований заключается в том, что путем установления закономерности влияния вида и содержания полимерных связующих и органоминеральных наполнителей из индустриальных отходов на защитные и прочностные свойства композиционных полимерных материалов, позволили теоретически обосновать принципы получения машиностроительных антикоррозионных покрытий рабочих поверхностей машин, механизмов и оборудования в промышленности.

**Практическая значимость** результатов исследования заключается в повышении работоспособности и долговечности рабочих органов машин, механизмов и оборудования путем использования разработанных антикоррозионных композиционных полимерных покрытий.

**Внедрение результатов исследований.** На основе научных результатов по разработке эффективных составов композиционных полимерных материалов и получение машиностроительных антикоррозионных покрытий на их основе:

разработан и зарегистрирован в Агентстве «Узстандарт» Стардарт организации на «Антикоррозионные композиционные материалы и покрытия на их основе» (Ts 25239558-11:2019). В результате, появилась возможность получить антикоррозионные покрытия на основе местного сырья и промышленных отходов и использовать их в качестве защиты от износа машин и механизмов, работающие в агрессивных средах;

разработанные композиционные полимерные материалы покрытия на их основе были использованы для защиты рабочих поверхностей диараторбаков и нагнетательных насосов в АО «Гулистан экстракция ёг» (справка от «O`zbekiston Respublikasi yog`-moy sanoati korxonaları uyushmasi» за № КС/3-34 от 11 января 2021г.). В результате, появилась возможность сэкономить дорогостоящего покрытия и позволит увеличить срок покрываемых деталей и узлов.

**Апробация результатов исследования.** Результаты исследования оглашены на 4 республиканских научно-технических и 3 Международных конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** По теме диссертации опубликовано все 11 научных работ. Из них 4 научных статей, в том числе 3 статей в республиканских и 1 статей в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 120 страницах и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованных литератур, приложений.

## **ОСНОВНЫЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ**

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

В первой главе диссертации «**Современное состояние и анализ антикоррозионных полимерных материалов и покрытий на их основе**» приводится обзор с анализом научных исследований по теме диссертации,

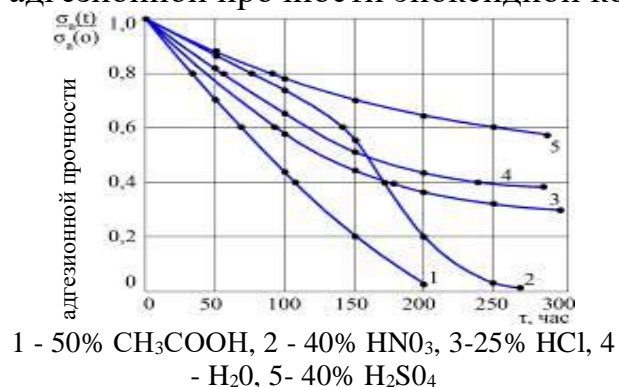
посвященных проблеме повышения антикоррозионных и физико-механических свойств машиностроительных материалов и покрытий.

Приведены теоретические методы оценки антикоррозионных свойств композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе с учетом накопления дефектов и деграционных явлений, а также предпосылки возможности разработки эффективных машиностроительных антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе с использованием органоминеральных ингредиентов из промышленных отходов.

Во второй главе диссертации «**Выбор и обоснование объектов и методики исследований свойств**» формируется выбор и обоснований терморезистивных полимеров и органоминеральных наполнителей из промышленных отходов для разработки машиностроительных композиционных полимерных материалов, работающих при взаимодействии с агрессивными средствами, а также методов для проведения опытно-экспериментальных исследований. Проведена методика получения и определения физико-химических и механических, электро- и теплофизических и антикоррозионных свойств композиционных полимерных материалов и покрытий, а также методика обработки математико-статистической обработки полученных результатов.

В третьей главе диссертации «**Исследование физико-химических закономерностей разрушения композиционных полимерных материалов и покрытий под воздействием агрессивных сред**» приведены результаты исследований процесса химического разрушения, деграционных функции при гомогенной и диффузионной коррозии и механизм разрушения композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе.

При изучении химического сопротивления композиционных материалов, применяемых в качестве покрытия, один из важных критериев оценки их стойкости принимают изменение адгезионной прочности в условиях воздействия агрессивных сред. Исследованы изменение адгезионной прочности эпоксидных композиций на основе олигомеров ЭД-16, ЭД-20 и ЭД-22 в зависимости от взаимодействия агрессивных сред  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . На рисунке 1 приведены изменения адгезионной прочности эпоксидной композиции на основе ЭД-16.



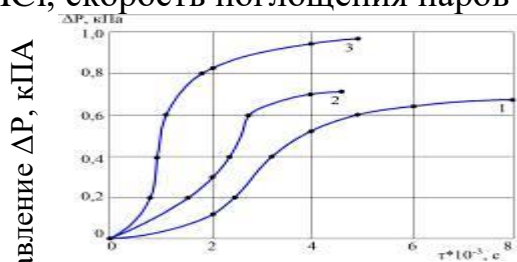
**Рис. 1. Изменение адгезионной прочности покрытий на основе ЭД-**

Анализируя изменения адгезионной прочности можно судить о проницаемости покрытий, характере химического взаимодействия между подложкой и агрессивной средой. Адгезионная прочность этих покрытий во всех случаях снижается, в сульфитной кислоте на 40, в воде на 60, соляной кислоте на 70% относительно величины в воздухе при выдержке в этих средах более 10

**16 к стальной подложке в различных агрессивных средах**

нитратной и уксусной кислотах в течение 10 и 6 суток соответственно вследствие деструкции полимеров на границе раздела фаз полимер-подложка. Исследования химической деструкции покрытия на основе ЭД-20 в соляной кислоте, проведенные с помощью ИК-спектроскопии, показали, что под действием агрессивной среды пленкообразующее претерпевает значительные структурные изменения. Они выражаются в образовании большого количества промежуточных и конечных продуктов взаимодействия. Анализ спектров поверхности показал, что на ней в процессе деструкции возникают те же химические соединения, что и в механическое разрушение развивается на поверхности материала и зависит от явлений, протекающих в пограничном со средой слое.

Сложность изучения химического разрушения материала под действием агрессивных сред связана с диффузионными процессами в нем. Изучение диффузионных процессов, протекающих в материале в агрессивных средах проводилось по схеме диффузионной деградации, предложенной нами, сущность которой заключается в следующем. Согласно этой модели важным является установление связи между скоростью проникновения среды и скоростью химического реагирования, так как деструкция пленкообразующего зависит от соотношения этих двух процессов и протекает в одной из трех областей: внешней диффузионно-кинетической, внутренней кинетической и внутренней диффузии агрессивной среды в пленкообразующих. Для первой области скорость диффузии агрессивной среды в пленкообразующих меньше скорости химической диффузии и разрушение материала происходит в поверхностном слое. Размер этого слоя не меняется во времени, а потеря работоспособности материала происходит из-за уменьшения площади поперечного сечения по мере продвижения реакционной зоны (гетерогенная деградация). Внутренняя кинетическая область характерна для процессов, в которых скорость диффузии больше скорости химической реакции, например, для гидрофильных материалов. Образцы насыщаются агрессивной средой полностью и деструкции подвергаются, вес объем материала (гомогенная деградация). Кинетика поглощения паров соляной кислоты исследована путем регистрации изменения давления паров HCl. Кинетика поглощения паров HCl ненаполненных композитов показывает, что при повышении давления паров HCl, скорость поглощения паров HCl возрастает (рис.2).



1 – 6 кПа; 2 – 13 кПа; 3 – 20 кПа  
**Рис. 2. Поглощение паров HCl**

суток. Эти же покрытия полностью теряют адгезионную прочность в

Наибольшая скорость поглощения паров HCl наблюдается при давлении 20 кПа. При этом скорость поглощения паров HCl в ходе реакции возрастает, вследствие чего кривые приобретают S-образный характер. Аналогичные результаты получается и при исследовании

эпоксидными покрытиями на основе смолы ЭД-16 без наполнителей при различных плавлениях

покрытий на основе ЭД-20, ЭД-22. Таким образом, в одних и тех же

условиях и применяемых конструкциях может реализоваться диффузионная модель деградации гомогенного и гетерогенного типа. Это зависит от скорости насыщения агрессивной жидкостью и условиями эксплуатации. Гомогенная деградация поперечного сечения элементов из эпоксидных материалов характеризовалась равномерной интенсивностью деструкции композита по всему объему. Нами была предложена модель гомогенной деградации эпоксидных композиционных полимерных материалов (рис.3).

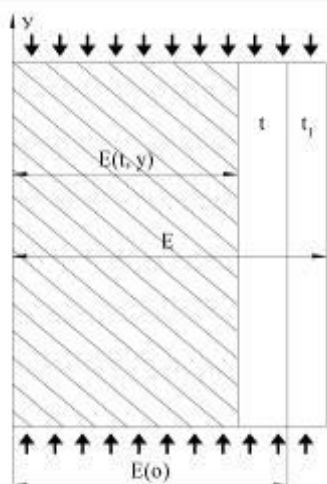


Рис. 3. Модель гомогенной деградации материала

В моделях гомогенной деградации при условии  $\alpha=90$  характеристики изохронны деградации будут представляться вертикальными линиями, которые со временем перемещаются вдоль оси абсцисс. При этом предполагается, что агрессивная среда равномерно распределяется по объему элемента, поэтому деструкция также однородна. Скорость деградации определялась по скорости химического взаимодействия реакционноспособных компонентов с агрессивной средой.

При гомогенной деградации изменение свойств материала по объему образцов происходило равномерно, поэтому можно предположить, что деградационная функция несущей способности будет отражать изменение прочности материала во времени. Деградационная функция жесткости при гомогенной деструкции соответствует функции, описывающей изменение модуля деформации под действием жидких агрессивных сред. Из анализа феноменологической модели деградации поперечного сечения элемента композиционного материала D- функция имеет вид:

$$D_1(W_c) = \frac{E(t_1)}{E(0)} \quad D(N_1) = \frac{\sigma(t)}{\sigma(0)} \quad (1)$$

$$D_2(W_c) = \frac{E(t_2)}{E(0)} \quad D(N_2) = \frac{\sigma(t_2)}{\sigma(0)} \quad (2)$$

где  $D_1(W_c)$  – деградационные фракции жесткости,

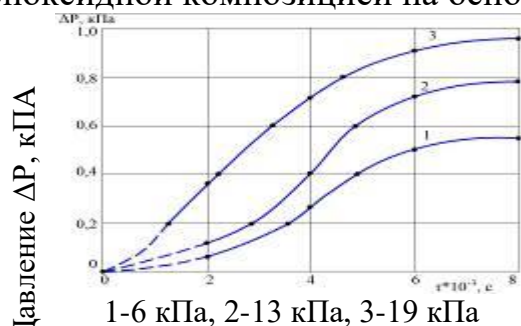
$D(N)$  - деградационные фракции несущей способности.

Из равенства (1) видно, что лишь в случае гомогенной деградации D – функция соответствует коэффициентам химической стойкости. Механизм разрушения композиционных полимерных материалов состоит в следующем. Анализ вышеприведенных исследований показывают, что разрушение композиционного полимерного покрытия – это есть в общем случае деградация материала, т.е. изменение физических, химических и

геометрических характеристик конструкций и композиционного полимерного материалов под действием напряжений, агрессивных сред, излучений и других факторов. Механизм разрушения композиционных полимерных материалов начинает действовать при наличии вышеперечисленных условий. Степень разрушения материала зависит также от величины пористости, наличия микродефектов, интенсивности химического взаимодействия наполнителей со агрессивной средой, в первую очередь на границе раздела фаз наполнитель-матрица. Исследованиями было установлено влияние скорости проникновения агрессивной среды и скорости химического реагирования на процесс разрушения материала. Выявлено, что в зависимости от этих скоростей разрушение пленкообразующих может протекать в трех областях: внешней диффузионно-кинетической, внутренней кинетической и внутренней диффузии агрессивной среды в пленкообразующих.

Таким образом, механизмом разрушения композиционных полимерных материалов в агрессивных средах является, отношение скорости проникновения агрессивной среды к скорости химического реагирования материала. Если это отношение меньше единицы происходит частичное поверхностное разрушение, если больше единицы – полное разрушение материала конструкции. При этом, наполнители, введенные в композицию выше критического содержания вызывают ускоренное разрушение материала и изделий на его основе, работающих в агрессивных средах.

В четвертой главе диссертации **«Исследование физико-механических свойств и разработка антикоррозионных композиционных материалов и покрытий на основе эпоксидных смол и промышленных отходов»** приводятся результаты исследований физико-механических свойств и разработка антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий на основе эпоксидных компаундов и органоминеральных ингредиентов из промышленных отходов. Исследованием установлено, что органоминеральные наполнители проявляют положительный эффект к физико-механическим и антикоррозионным свойствам, разрабатываемых композиционных материалов и покрытий на их основе. Для выявления отмеченного далее нами были приведены результаты следующих исследований композиции на основе ЭД-16, ЭД-20 ЭД-22, наполнителей ОЗИФ. На рисунке 4 приведена зависимость поглощения паров HCl эпоксидной композицией на основе ЭД-16 при различных давлениях.



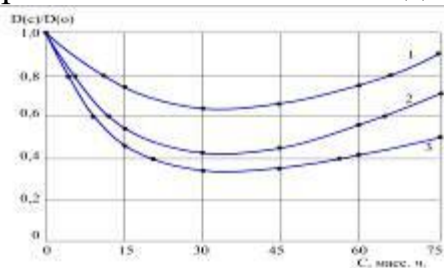
**Рис. 4. Поглощение паров HCl эпоксидной композиций на основе ЭД-16**

Как видно из рисунка 4 деградация в парах соляной кислоты, наполненных отходом золотодобывающих производств ОЗИФ-МБ композиции, по-видимому, происходит по местам реакционноспособных групп связующих. Здесь будет уместно сказать о том, что по-видимому происходит явление стабилизиру-

**наполненный ОЗИФом при различных давлениях**

ющего эффекта хвостовым отходом ЗИФ и обусловлен их составом,

так как они включают в себя оксиды кремния и ряда металлов, весьма стойких к действию минеральных кислот, кроме того реализуется эффект Нельсона, когда увеличивается путь прохождения агрессивной жидкости в глубь матрицы. Аналогичные результаты наблюдаются и покрытий на основе ЭД-20 и ЭД-22. При наполнении материала выше критического уровня имеет место фазовый перенос жидкости. Далее приводятся результаты исследований физико-механических свойств и разработка составов антикоррозионных композиционных материалов и покрытий из эпоксидных смол и органоминеральных ингредиентов на основе промышленных отходов. Отмечено, что наблюдается резкое повышение проницаемости, если концентрация наполнителя в пленкообразующем превышает некоторую критическую величину. В связи с этим, нами исследовано влияние содержания наполнителей на диффузионную проницаемость (рис.5).



1 – фосфощлак, 2 – фосфогипс, 3 – ОЗИФ

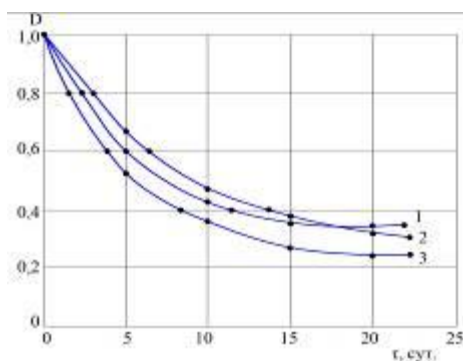
**Рис. 5. Изменение коэффициента диффузии композиции на основе ЭД-16 от содержания наполнителей**

Это явление хорошо объясняет процесс образования сквозной пористости. Исследованием установлено, что органоминеральные наполнители проявляет положительный эффект к физико-механическим и антикоррозионным свойствам разрабатываемых композиционных материалов и покрытий на их основе.

Таким образом, процесс выравнивания разности концентрации и соответственно разности химических потенциалов в исследуемых системах происходит за счет диффузионного и фазового переноса агрессивной жидкости и ее химического взаимодействия с реакционными компонентами. В этом случае мы наблюдаем неравномерное изменение упруго-деформационных характеристик исследованных материалов. У внешних сторон образца механические изменения имеют минимальные значения, возрастающие по мере приближения к центру образца.

Установлено, что в результате действия щелочной среды на исследуемые образцы, микротвердость значительно снижается. Как микротвердость, так и несущая способность и жесткость образцов, наполненных ОЗИФом зависит от продолжительности выдержки в среде и изменяется по определенному закону. На рисунке 6 приведены деграционные функции микротвердости эпоксидных композиций наполненных ОЗИФом на основе ЭД-16, ЭД-20 и ЭД-22 при сжатии. Отсюда видно, что две области деграции поперечного сечения: область гомогенной и диффузионной деграции. В первой области микротвердость, соответственно и несущая способность и жесткость постоянна и равна минимальной величине; во второй области микротвердость зависит от

координаты точки и линейно увеличивается с ростом глубины. Для некоторого интервала времени характерно наличие внутренней области, где микротвердость и соответственно несущая способность и жесткость остается первоначальной. В зоне непосредственного контакта материала образца со средой, микротвердость, несущая способность и жесткость снижается до постоянного значения в течение короткого времени, а затем наблюдается продолжение области гомогенной деградации в глубь образца.



1 – ЭД-16, 2 – ЭД-20, 3 – ЭД-22

**Рис.6. Дegradационные функции микротвердости эпоксидных композиций наполненных ОЗИФом при сжатии**

Растет толщина первой и второй областей, и соответственно, уменьшается внутренняя область. При этом форму изохоро деградации можно принять постоянной. Исследованиями установлено, что на антикоррозионные свойства эпоксидных композиций оказывает влияние тип используемого отвердителя. Изучение влияния природы применяемых отвердителей на диффузионные свойства эпоксидных композиций показали

(табл. 1), что наименьшей проницаемостью паров воды и водопоглощением обладают эпоксидные композиции, отвержденные алифатическим полиамином диэтилентрамином.

**Таблица 1**

**Изучение влияния природы отвердителей на диффузионные свойства эпоксидных композиций**

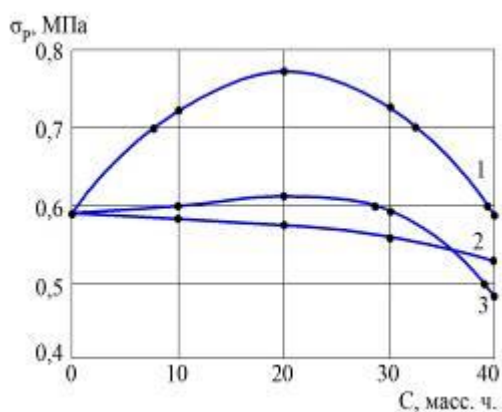
Отвердители	Проницаемость пара, $A \cdot 10^8$ г/см			Поглощение, % за 10 суток, %		
	ЭД-16	ЭД-20	ЭД-22	ЭД-16	ЭД-20	ЭД-22
Диэтилентетрамин	0,90	0,85	0,94	1,89	1,25	1,60
Гексаметилендиамин	1,30	1,27	1,36	2,98	2,65	3,12
Полиамиды: П-200	1,67	1,59	1,62	5,00	4,24	4,87
П - 300	1,46	1,29	1,32	4,12	3,00	3,34

Таким образом, установлено, что скорость разрушения наполненных композиционных полимерных материалов определяется скоростью химической реакции агрессивной среды и реакционной способностью наполнителей за счет образования сквозной пористости материала при их некотором критическом содержании. Показано, что наименьшей проницаемостью пара и водопоглощением обладает композиция на основе ЭД-20, отвержденная алифатическим полиэтиленполиамином.

Проведенные экспериментальные исследования зависимости разрушающего напряжения при изгибе композиции на основе эпоксидного олигомера ЭД-20 от содержания наполнителей показали, что с увеличением содержания фосфошлака в композиции увеличивается и проходит через



максимум при количестве фосфошлака, равным 20 масс. ч. (рис.7.). Дальнейшее увеличение содержания данного наполнителя разрывная прочность -  $\sigma_p$  резко снижается. Увеличение адгезионной прочности  $\sigma_{ад}$  композиции до содержания наполнителя 20 масс. ч. связано с тем, что содержание фосфошлака, оксиды кальция, кремния, магния, составляющие в совокупности более 92% и их высокая дисперсность играют роль центра при гелеобразовании и процесс содержания завершается с более высокими степенями сшивки. Уменьшение величины разрушающего напряжения композиции при содержании фосфошлака более 20 масс. ч. обусловлено снижением плотности упаковки макромолекул связующего. При введении в композицию наполнителя фосфогипса наблюдается монотонное снижение величины разрушающего напряжения. Отход ЗИФ до содержания 20 масс. ч. Ощутимо увеличивает величину  $\sigma_p$  за счет наличия в своем составе оксидов алюминия и кремния, которые оказывают упрочняющее действие. Дальнейшее увеличение содержания фосфогипса приводит к снижению плотности упаковки макромолекул полимера, следовательно величина  $\sigma_p$  снижается.



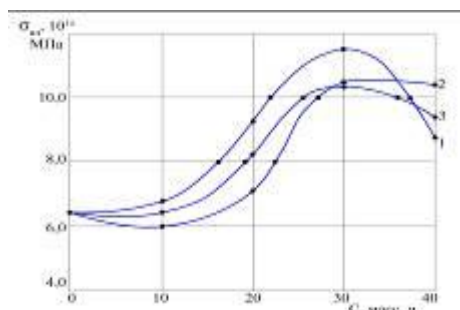
1 – фосфошлак, 2 – фосфогипс, 3 – ОЗИФ

**Рис. 7. Зависимость разрушающего напряжения ( $\sigma_p$ ) композиций от содержания наполнителей (связующий ЭД-20)**

композиции при наполнении в отсутствие агрессивных сред обусловлено тем, что тонкодисперсные наполнители благодаря наличию в своем составе оксидов металлов способствуют улучшению адсорбционного взаимодействия макромолекул связующего напряжения. Уменьшение адгезионных свойств композиций, при содержании наполнителей больше 30 масс. ч. обусловлено тем, что эта концентрация является критической. При содержании наполнителя больше критической, резко нарушается однородность структуры исследованных композиций, и адсорбционное взаимодействие на границе раздела фаз полимер – подложка. Так, если композиция на основе ЭД-20 теряла свои адгезионные свойства после пребывания 250 часов в 50%-ной уксусной кислоте в течение 150 часов, то этот показатель сохраняет свою функцию после введения в композицию 30 масс. ч. фосфошлака на 38%, фосфогипса на 18% и ОЗИФ на 6% (рис. 8). В 40%-ной нитратной кислоте

С введением в эпоксидную композицию фосфошлака, фосфогипса и ОЗИФ адгезионная прочность ( $\sigma_{ад}$ ) покрытий увеличивается (рис.8) и проходит через максимум при содержании наполнителей, равной 30 масс. ч. Так, в случае фосфошлака величина  $\sigma_{ад}$  достигает до 11,37 МПа, в случае фосфогипса – 10,93 МПа и в случае ОЗИФ – 10,86 МПа. Дальнейшее увеличение содержания наполнителей приводит к уменьшению  $\sigma_{ад}$  покрытий. Такое изменение адгезивной прочности

после 250 часов пребывания адгезионные свойства композиции сохраняется при введении фосфошлака, фосфогипса и ОЗИФ на: 43%, 34% и 20% соответственно. В 25%-ной соляной кислоте после 250 ч. Пребывания адгезионные свойства композиций сохраняется при введении фосфошлака, фосфогипса и ОЗИФ на: 60%, 53% и 40% соответственно.



1 – фосфошлак, 2 – фосфогипс, 3 – ОЗИФ  
**Рис. 8. Зависимость адгезионных свойств ( $\sigma_{ад}$ ) композиций от содержания наполнителей (связующий ЭД-20)**

В воде адгезионные свойства композиций в течение 250 часов сохраняется при введении фосфошлака, фосфогипса и ОЗИФ на: 78%, 71% и 57% соответственно. В 40%-ной сульфатной кислоте в течение 250 часов адгезионные свойства композиции сохраняется при введении фосфошлака, фосфогипса и ОЗИФ на: 64%, 80% и 74% соответственно.

Здесь отчетливо видно, что среди наполнителей фосфошлак, фосфогипс и ОЗИФ значительно улучшают адгезионные свойства эпоксидных композиций на основе смолы ЭД-20. Это обусловлено, по видимому с тем, что в составе этих наполнителей содержатся окислы металлов, особенно у фосфошлака, которые оказывают упрочняющий эффект. Далее было изучено влияние природы и содержания наполнителей на теплостойкость эпоксидных композиций на основе олигомера ЭД-20. Теплостойкость ненаполненного образца составила  $T_v = 348$  К (табл.2). Исследования показали (таблица 2), что наполнитель фосфошлак незначительно снижает теплостойкость композиции, фосфогипс практически не изменяет ее величину. Максимальное значение теплостойкости было получено при наполнении композиции 30 масс. ч. ОИЗФом. Это, по-видимому, обусловлено наличием в составе отхода золотоизвлекательной фабрики оксидов алюминия (12,52%) и железа (3,87%), которые придают полимерным композициям стойкость к тепловому старению.

**Таблица 2**

**Теплостойкость наполненных композиций**

Наполнители	Теплостойкость по Вику, К при содержании				
	0	10	20	30	40
Фосфошлак	348	343	340	344	342
Фосфогипс	348	347	347	347	347
ОЗИФ	348	347	350	358	356

Таким образом, установлено, что введенные в эпоксидную композицию на основе олигомера ЭД-20 наполнители – промышленные отходы – фосфошлак, фосфогипс и ОЗИФ значительно улучшают их основные эксплуатационные показатели – химическую стойкость и адгезионные свойства в агрессивных средах, а также теплостойкость. На основе

разработанных принципов были созданы новые эффективные антикоррозионные композиционные материалы и покрытий из них составы и свойства, которых, работающих в различных агрессивных средах приведены в таблицах 3 и 4.

Таким образом, установлено, что индустриальные отходы фосфошлак и фосфогипс и ОЗИФ, имеющие в своем составе множества окислов металлов положительно влияют на антикоррозионные свойства композиционных материалов на основе ЭД-20, а именно прочность и удельное объемное электрическое сопротивление.

**Таблица 3**

**Составы разработанных антикоррозионных полимерных композиций**

Наименование среды	Обозначение композиций	Состав в масс.ч.					
		Комп-я из ЭД-20	ПЭПА	ДБФ	Наполнители		
					ФШ	ФГ	ОЗИФ
50% уксусная кислота	АПКАП	100	12	15	30	-	5
	АПКАЭ	100	10	20	-	25	5
40% нитратная кислота	АПКАП	100	12	15	30	-	-
	АПКАЭ	100	10	20	-	25	10
25% соляная кислота	АПКАП	100	12	15	20	10	-
	АПКАЭ	100	10	20	20	-	10
40% сульфатная кислота	АПКАП	100	12	15	10	20	5
	АПКАЭ	100	10	20	-	20	10
В воде	АПКАП	100	12	15	30	-	5
	АПКАЭ	100	10	20	-	25	10

**Таблица 4**

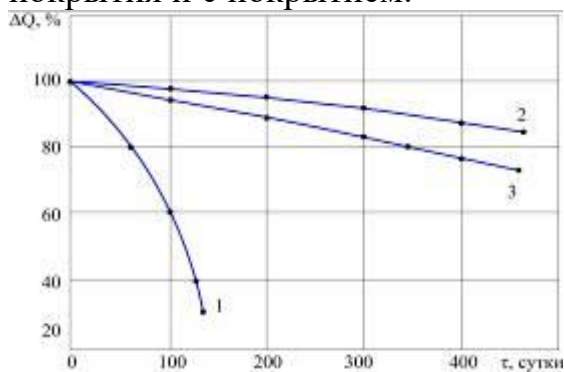
**Основные физико-химические и механические свойства разработанных антикоррозионных композиций на основе олигомера ЭД-20 и других ингредиентов**

Свойства		Показатели
1	Модуль упругости при изгибе $E_{из}$ , МПа	3000-3200
2	Придел прочности при изгибе, $a_{из}$ , МПа	6,7-7,4
3	Теплостойкость по Вика, К	355-360
4	Диэлектрическая проницаемость, $\epsilon$	6,8-7,0
5	Удельное поверхностное электрическое сопротивление R, $10^{14}$ Ом	31,8
6	Удельное объемное электрическое сопротивление Q, $10^{14}$ Ом см	17-18
7	Коэффициент химостойкости через 30 суток в: 50% OH COOH	0,68
	40% HNO <sub>3</sub>	0,71
	25% HCl	0,74
	40% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,78
	в воде	0,76

В пятой главе диссертации «**Практические и экономические аспекты использования разработанных антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе**» приводятся технология получения антикоррозионных композиционных полимерных материалов и покрытий из них, результаты опытно-производственных

испытаний и расчет экономической эффективности от применения разработанных антикоррозионных композиционных полимерных покрытий, в производственных условиях, а также стандарт предприятий (ТУ).

Опытно-производственные испытания разработанных антикоррозионных материалов проведены путем использования их в рабочих поверхностях диараторбаков и нагнетательных насосов паровых коммуникаций Гулистанского масложирового комбината. На рисунке 9 приведена зависимость производительности насосов от срока эксплуатации без покрытия и с покрытием.



1 – без покрытия, 2 – новые насосы с покрытием, 3 – восстановленные с покрытием насосы

**Рис. 9. Зависимость производительности насосов от срока эксплуатации без покрытия и с покрытием**

ленные насосы были покрыты более толстым, а новые тонким слоем антикоррозионного покрытия. Тонкие покрытия, по сравнению с толстым, менее устойчивы к ударным нагрузкам. Следовательно, они предохраняют металлические поверхности от коррозии меньше, поэтому срок службы новых насосов с покрытиями немного меньше. Насосы, лопасти которых покрыты антикоррозионным композиционным материалом толщиной от 3 до 5 мм, служат дольше, так как покрытия более устойчивы к ударным нагрузкам, имеющихся в агрессивных средах мелких твердых включений. Диараторбаки, внутренней поверхности, которой покрыты антикоррозионными композиционными материалами, эксплуатируются до 6 лет без ремонта.

Экономический эффект на примере Гулистанского масложиркомбината рассчитывается по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = \left[ \frac{(T_{\text{с покр}} - T_{\text{без покр}})}{2} \cdot (M \cdot Ц) - \mathcal{Z}_1 \right] + \left[ \left( \frac{T_{\text{с покр}}}{T_{\text{без покр}}} - 1 \right) \cdot (M \cdot Ц) - \mathcal{Z}_2 \right]$$

где:  $\mathcal{E}_1$  – экономический эффект от применения композиционных покрытий на рабочих поверхностях диараторбаков, млн, сум;  $\mathcal{E}_2$  – экономический эффект от применения КП на лопастях нагнетательных насосов;  $T_{\text{с покр}}$  – срок службы диараторбаков, год;  $T_{\text{без покр}}$  – срок службы диараторбаков без покрытия, год;  $M$  – количество диараторбаков, шт.  $Ц$  – стоимость одного диараторбака, млн. сум;  $\mathcal{Z}_1$ – $\mathcal{Z}_2$  – материальные и трудовые

затраты, млн.сум. Необходимо отметить, что в результате проведенных опытно-производственных испытаний разработанных антикоррозионных композиционных полимерных материалов на основе эпоксидного олигомера ЭД-16 и промышленных отходов ОЗИФа, фосфшлака и фосфогипса 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 диараторбака в 2-2,5 раза.

Таким образом, суммарный экономический эффект от внедрения разработанных антикоррозионных композиций в виде покрытия на рабочей поверхности нагнетательных насосов и диараторбака технологической линии в Гулистанском масложировом комбинате за 2020 год составил 23 млн.сум. Ожидаемый суммарный экономический эффект по отрасли республике составляет более 1 млрд.760 сум в год.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Впервые разработаны и рекомендованы для защиты от коррозии деталей оборудования, работающего в агрессивных средах, высокоэффективные антикоррозионные композиционные покрытия на основе эпоксидных олигомеров с использованием промышленных отходов.

2. Рекомендована диффузионная модель деградации гомогенного и гетерогенного типа, который зависит от скорости насыщения агрессивной жидкостью и условиями эксплуатации защитных покрытий, а также показано изменение упруго-деформационных характеристик материала по высоте поперечного сечения элемента, находящегося под действием агрессивных сред.

3. Закономерность разложения композиционных полимерных материалов в агрессивной среде определялась как отношение скорости проникновения агрессивной среды к скорости химической реакции материала.

4. Установлено, что скорость разложения наполненных композиционных полимерных материалов определяется скоростью химической реакции агрессивной среды с наполнителями за счет образования пористости материала в заданном составе.

5. Рекомендован оптимальный состав антикоррозионного эпоксидного композиционного покрытия на основе промышленных отходов, значительно улучшающий антикоррозионные, физические и долговечные свойства.

6. Наполнения фосфшлака, фосфогипса и наполнителей ОЗИФ в эпоксидные смолы на основе ЭД-20 в количестве до 30 массовых частей значительно улучшает основные характеристики композиционных полимерных материалов, предназначенных для использования в качестве антикоррозионных материалов и покрытий, химическую стойкость и прочность сцепления в агрессивных средах было показано повышение теплостойкости.

7. Разработан стандарт организации (технических условий) на разработанных антикоррозионных машиностроительных композиционных материалов и покрытий и использованием органоминеральных наполнителей из инструментальных отходов и рекомендован для защиты оборудования от коррозии на предприятиях работающие в агрессивных средах.

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

---

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

**NASRIDDINOV AZIZBEK SHAMSIDDINOVICH**

**DEVELOPMENT OF EFFECTIVE COMPOSITIONS OF  
COMPOSITE POLYMER MATERIALS AND PRODUCTION OF  
MACHINE-BUILDING ANTICORROSIVE COATINGS BASED ON THEM**

**02.00.07 – Chemistry and technology of composite, paint and varnish and rubber  
materials**

**05.02.01 – Materials science in mechanical engineering. Foundry. Heat treatment and  
processing of metals under pressure. Metallurgy of ferrous, non-ferrous and rare metals.  
Technology of radioactive, rare and noble elements (technical science)**

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

**Tashkent – 2021**

The theme of dissertation doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under number B2020.4.PhD/T.1896.

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](http://www.gupft.uz) and on the website of «Ziyonet» Information and educational portal [www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz).

**Research supervisor:**

**Negmatov Soyibjan Sadikovi**  
doctor of technical sciences, professor  
Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

**Negmatova Kamila Soyibjanovna**  
doctor of technical sciences, professor

**Official opponents:**

**Mukhiddinov Bohodir Fakhriddinovich**  
doctor of chemical sciences, professor

**Halimjonov Tohir Salimovich**  
candidate of technical sciences, dosent

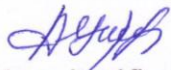
**Leading organization:**

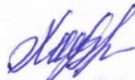
**Andijan Mechanical Engineering Institute**

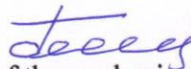
The defense will take place «25» 02. 2021 at 11<sup>00</sup> at the meeting of Scientific council No.DSc.03/30.12.2019.K/T.03.01 at Tashkent State technical university named after Islam Karimov at State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot», (Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (+99871) 246-39-28/(+99871) 227-12-73, e-mail: fan va taraqqiyot@mail.ru. The dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the State unitary enterprise «Fan va tarakkiyot», (is registered under No.2-21). Address: 100174, Tashkent city, Almazar district, Mirzo Golib street, 7a. Tel./fax: (+99871) 246-39-28 / (+99871) 227-12-73).

Abstract of dissertation sent out on «13» 02. 2021 y.  
(mailing report No. 2-21 on «07» 01. 2021 y.).



  
**A.V. Umarov**  
Chairman of the scientific council awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

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

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



## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is to develop effective compositions and obtain composite polymer materials using organic-mineral fillers from industrial waste and obtain machine-building anticorrosive coatings on their basis, intended for operation in aggressive environments of machines, mechanisms and equipment of oil and fat, mining and other industrial industries.

**The object of the research work** epoxy resins ED-16, ED-20, ED-22 (TU 6-05-1747-76) were chosen as polymer binders, polyethylene polyamine (PEPA) as a hardener, dibutyl phtolate (DBP) as a plasticizer, as well as organomineral fillers from the waste of the Almalyk chemical plant of phosphogypsum fertilizers (FG), thermal power plants phospho-slag (FSh) and the gold-recovery plant Marjonbulok (OZIF-MB).

### **Scientific novelty of the research work:**

an effective composition of composite polymeric materials has been created using organic-mineral ingredients from industrial waste and a technology has been developed for producing machine-building anticorrosive coatings based on them;

regularities of changes in anticorrosive and physical and mechanical properties of composite polymer materials and coatings based on them, depending on the type and content of used polymers and industrial waste, have been established;

it was revealed that the developed machine-building composite polymer materials have good strength and electrical properties, and the resulting coatings based on them have high protective and anti-corrosion properties when interacting with aggressive media;

a technology has been developed for producing composite polymer materials and coatings based on them for machine-building purposes in the oil and fat and mining industries.

**Implementation of the research results.** Based on scientific results on the development of effective compositions of composite polymer materials and the production of machine-building anticorrosive coatings based on them:

the developed composite polymer coating materials based on them were used to protect the working surfaces of diator tanks and injection pumps at JSC «Gulistan Extraction Yog`» (reference of «Association of fat & oil industry enterprises of the Republic of Uzbekistan» No KC/3-34 from 11 January 2021). As a result, it became possible to save expensive coatings and increase the life of the coated parts and assemblies.

developed and registered in the Agency «Uzstandart» Standart of the organization for «Anticorrosive Composite Materials and Coating Based on Them» (Ts 25239558-11: 2019). As a result, it became possible to obtain anti-corrosion coatings based on local raw materials and industrial waste and use them as wear protection for machines and mechanisms operating in corrosive environments.

**The structure and volume of the thesis.** The thesis structure of consists of an introduction, four chapters, conclusion, list of literature applications. The dissertation volume consists 123 pages.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Nasriddinov A.Sh., Negmatov S.S., Negmatova K.S., Madrahimov A.M. Anticorrosive Composite Polymer Coatings for Corrosion Protection of Equipment of Gold Recovery Factories // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology www.ijarset.com Vol. 7, Issue 10 , October 2020 (05.00.00.№ 8).

2. Насриддинов А.Ш., Негматов С.С., Абед Н.С., Саидахмедов Р.Х., Улмасов Т.У., Султанов С.У. Формирование исследование прочности адгезионных соединений композиционных терморепактивных полимерных материалов и покрытий на их основе. // Композиционные материалы – Ташкент, 2019 - №2. – С. 31-32 ( 02.00.00 № 4).

3. Насриддинов А.Ш., Негматов С.С., Абед Н.С., Негматова К.С., Саидахмедов Р.Х., Улмасов Т.У., Юсупбеков А.Х., Султанов С.У., Бабаханова М.Г. Исследование адгезионной прочности композиционных эпоксидных материалов наполненных минеральными отходами различных производств // Композиционные материалы –Ташкент, 2019 - №2. – С. 123-124 ( 02.00.00 № 4).

4. Насриддинов А.Ш., Бабаханова М.А., Негматова К.С., Султанов С.У., Улмасов Т.У., Негматов С.С. Исследование антикоррозионных свойств композиционных терморепактивных полимерных материалов работающих при взаимодействии с агрессивной средой // Композиционные материалы. – Ташкент, 2018 - №4. – С. 17-20 ( 02.00.00 № 4).

**II-бўлим (II часть; II part)**

5. Насриддинов А.Ш., Негматова К.С., Негматов С.С., Рахимов Х.Ю., Бабаханова М.Г. Исследование адгезионной прочности и теплостойкости эпоксидных материалов наполненных фосфослаком, фосфогипсом и озиф, применяемых в агрессивных средах рабочих органах оборудования масложировых производств. // «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и наноконпозиционные материалы» - Ташкент, 2019. -С. 274-276.

6. Насриддинов А.Ш., Негматов С.С., Негматова К.С., Рахимов Х.Ю., Султанов С.У., Раупова Д.Н., Джураев Р.А., Дустмуродов Э.Б., Абдуллаев Л.О. Композиционное антикоррозийное покрытие на основе госсиполовой смолы.// «Ресурсо- и энергосберегающие, экологически безвредные композиционные и наноконпозиционные материалы» - Ташкент, 2019. -С. 264-266.

7. Насриддинов А.Ш., Негматов С.С., Тилолов Х., Кадиров Х.И., Шодиев Х.Р., Анварова М.Т., Икрамова М.Э., Рахимов Ю.К., Раупова Д.Н., Султанов С.У. Изучение синергетической эффективности аминокротонла и пиридиновых оснований при ингибировании коррозии // Композиционные и

металлополимерные материалы для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства. Международная Узбекско-Белорусская научно-техническая конференция. – Тошкент, 2020.-С. 168-172.

8. Насриддинов А.Ш., Султанов С.У., Бабаханова М.А., Негматова К.С., Шодиев Х.Р., Аскарлов К., Негматов С.С., Умирова Н.О. Эффективные антикоррозионные полимер-полимерные композиционные материалы для защиты металлических конструкций.// VI Республиканская научно-техническая конференция молодых ученых, посвящённая памяти члена-корреспондента НАН Беларуси С.С. Песецкого Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования – Гомел, 2020.- С. 64-65.

9. Насриддинов А.Ш., Тухлиев Г.А., Бабаханова М.А., Негматова К.С., Рахимов Х.К. Разработка научно-методических принципов технологии получения композиционных полимерных клеев.// VI Республиканская научно-техническая конференция молодых ученых, посвящённая памяти члена-корреспондента НАН Беларуси С.С. Песецкого Новые функциональные материалы, современные технологии и методы исследования – Гомел, 2020.- С. 70-72.

10. Насриддинов А.Ш., Негматова К.С., Бабаханова М.А., Шодиев Х.Р., Султонов С.У., Умирова Н.О. Исследование влияния состава композиций на физико-механические свойства полимерных покрытий // «Polimerlar haqidagi fanning zamonaviy muammolari» Respublika ilmiy anjumani ZOOM dasturi 2020. – С. 102-103.

11. Насриддинов А.Ш., Бабаханова М.А., Негматова К.С., Шодиев Х.Р., Негматов С.С. Султонов С.У., Умирова Н.О. Исследование процесса химического разрушения композиционных эпоксидных материалов под воздействием агрессивных сред // Международная научно-техническая конференция «Совершенствование и внедрения инновационных идей в области химии и химической технологии» - Фергана, 2020, - С. 24-28.

Автореферат Композицион журнали тахририятдан 4 январь 2021 йилда  
ўтказилган