

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.18/30.12.2019.Т.09.01 ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

ИБРАГИМОВ БОТИР ДАСТАМОВИЧ

**КЎП ХУСУСИЯТЛИ ҚОПЛАМА ЁРДАМИДА ТРАНСПОРТ-
ТЕХНОЛОГИК МАШИНАЛАР УЗЕЛЛАРИ ВА КУЗОВ
ҚИСМЛАРИНИНГ ДАВРИЙЛИГИНИ ОШИРИШ**

05.08.06 – Гилдиракли ва гусеничали машиналар ва уларни ишлатиш

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

Тошкент-2021

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

Ибрагимов Ботир Дастамович

Кўп хусусиятли қоплама ёрдамида транспорт-технологик машиналар узеллари ва кузов қисмларининг даврийлигини ошириш3

Ибрагимов Ботир Дастамович

Повышение долговечности деталей кузова и узлов транспортно-технологических машин многофункциональным покрытием 20

Ibragimov Botir Dastamovich

Increasing the durability of body parts and units of transport and technological machines by multi-functional coating.....37

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works40

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ ИЛМИЙ
ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ DSc.18/30.12.2019.Т.09.01 ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

ИБРАГИМОВ БОТИР ДАСТАМОВИЧ

**КЎП ХУСУСИЯТЛИ ҚОПЛАМА ЁРДАМИДА ТРАНСПОРТ-
ТЕХНОЛОГИК МАШИНАЛАР УЗЕЛЛАРИ ВА КУЗОВ
ҚИСМЛАРИНИНГ ДАВРИЙЛИГИНИ ОШИРИШ**

05.08.06 – Ғилдиракли ва гусеничали машиналар ва уларни ишлатиш

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

Тошкент-2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.1.PhD/T2138 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус ва инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (www.tdtu.uz) ва «ZiyoNet» ахборот тўғрисида тармоғида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Хакимов Ровшан Мунинович
техника фанлари номзоли, доцент

Расмий оппонентлар:

Шарипов Қонғратбой Аvezимбетович
техника фанлари доктори, профессор
Нуркулов Файзулла Нурмунинович
техника фанлари доктори

Етакчи ташкилот:

Андижон машинасозлик институти

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги DSc.18/30.12.2019.T.09.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «11» 12 соат 10⁰⁰ даги мажлисида онлайн тарзида бўлиб ўтади (Манзил: 100167, Тошкент ш., Одиҳўджаев кўчаси, 1. Тел./факс: (998-71)-277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Диссертация билан Тошкент давлат транспорт университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (039-рақам билан рўйхатга олинган). Манзил:100167, Тошкент ш., Одиҳўджаев кўчаси, 1. Тел./факс: (998-71)-277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Диссертация автореферати 2021 йил «29» 11 куни тарқатилган.
(2021 йил «30» 10..... № 8 рақамли реестр баённомаси).



[Signature]

А.А. Рискулов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш раиси, т.ф.д., профессор

[Signature]

Р.М. Худайкулов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш котиби, PhD, доцент

[Signature]

А.А. Мухитдинов
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
кошидаги Илмий семинар раиси, т.ф.д., профессор

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертация аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда транспорт-технологик машиналарнинг кузов қисмлари ва узелларини коррозия ҳамда бошқа таъсирлардан сақлашда юқори самадорлик кўрсаткичларга эга бўлган композицион эпоксиуретан полимер қопламаларидан фойдаланишга катта эътибор қаратилмоқда. Шу жиҳатдан транспорт-технологик машиналар узеллари ва кузов қисмларига таъсир этувчи коррозия, шовқин изоляцияси ва вибрацияга чидамлилиқ параметрларига эга эпоксиуретан полимер материаллари асосидаги кўп хусусиятли қопламаларини яратиш муҳим аҳамият касб этади. Ушбу йўналишда дунёнинг ривожланган мамлакатларида, жумладан Германия, Италия, АҚШ, Франция, Япония, Хитой, Россия ва бошқа давлатларда транспорт-технологик машиналарга эксплуатацион шароитларда ишончилиги ва чидамлилиги юқори бўлган янги кўп хусусиятли қопламаларни қўллаб кузов деталлари ва узелларнинг ишлаш даврини ошириш, хусусан транспорт-технологик машиналар кузов ости, рама, қанот каби қисмларини химояловчи мустаҳкам қатламли қопламаларни ишлаб чиқишга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда кўп хусусиятли химоя қопламалари ёрдамида транспорт-технологик машиналарнинг ишлаш даврини оширувчи, вибрация, шовқин даражасини пасайтирувчи усуллар ва математик моделларини ишлаб чиқиш бўйича илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, жумладан транспорт-технологик машиналарнинг узел ва кузов қисмлари учун кўп функцияли қопламаларнинг тебраниш хоссаларини акс эттирувчи математик моделларини такомиллаштириш, антивибрациянинг янги параметрларини ҳисобга олган ҳолда уларнинг хоссаларини аниқловчи динамик моделларини такомиллаштириш, коррозиябардошлиқ, адгезия, иссиқ ва совуққа ҳамда зарбаларга чидамлилиқ усулларини ишлаб чиқиш. Шу билан бирга, транспорт-технологик машиналарнинг узел ва кузов қисмлари учун юқори физик-механик ва эксплуатацион хоссали, кўп хусусиятли қоплама олиш учун эпоксид смоласи асосида оптимал таркиб ишлаб чиқиш зарур ҳисобланмоқда.

Республикамизда енгил автомобиллар ва юк машиналари, йўл қурилиш машиналарини кенг миқёсда ишлаб чиқариш жараёнида металл қисмларининг ишлаш муддатини оширувчи кўп хусусиятли қопламаларни қўллашга алоҳида эътибор берилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...илмий-тадқиқот ва инновация фаолиятини рағбатлантириш, илмий ва инновацион ютуқларни амалиётга жорий этишнинг самарали механизмлари...»¹ вазифалари алоҳида таъкидлаб ўтилган. Мазкур вазифаларни амалга ошириш

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

учун, жумладан транспорт-технологик машиналарнинг коррозиябардошлигини таъминловчи, ишчи ўринларидаги шовқин даражасини камайтирувчи, вибрацияни ютувчи кўп хусусиятли композицион эпоксиуретан полимер қопламаларни ишлаб чиқиш, пластификатор табиати ва унинг концентрациясининг адгезияга, таъсир кучига, юзани қоплаши ва эластиклигига, қуритиш вақтига таъсири каби хоссалари яхшиланган таркибларни ишлаб чиқиш ҳамда амалда уларни қўллаш бўйича усулларни такомиллаштириш муҳим масалалардан ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикасининг «Энергиядан оқилона фойдаланиш тўғрисида»ги Қонуни (2020), Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2018 йил 20 октябрдаги ПҚ-841-сон «2030 йилгача бўлган даврда барқарор ривожланиш соҳасидаги миллий мақсад ва вазифаларни амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги, 2020 йил 15 мартдаги ПҚ-6079-сон «Рақамли Ўзбекистон-2030» Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга диссертация тадқиқоти маълум даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергоресурс-тежамкорлик, машинасозлик ва ресурстежамкорлик» устувор йўналишига мос равишда бажарилган.

Муаммони ўрганилганлик даражаси. Транспорт-технологик машиналарни коррозиядан химоя қилиш ва коррозияга қарши қопламаларнинг транспорт воситаларининг ишлаш давомийлигини ошириш, шовқин ва вибрацияга таъсирини ўрганиш бўйича жаҳондаги йирик тадқиқотчилар, жумладан, Beckford S., McCook N.L., Burris D.L., Bourne G.R., Wang W.H., Yi J., Chen L., Li X.Y. И.Л. Резенфельд, Ж. Тодт, Г.В. Акимов, Н.Д. Томашев, И.И. Артоболовский, Э.Л. Айрапетов, Л.Я.Банах, В.Л. Бидерман, В.В. Болотин, Ю.И. Бобровницкий, Р.Ф. Ганиев, М.Д. Генкин, Ф.М. Диментберг, М.З. Коловский, В.О. Кононенко, Я.Г. Пановко, В.И. Попков, Р.Б.Статников, Г.В.Тарханов, К.Т.Шаталов, К.В.Фролов, Р.Бишоп, С.Крендел, Е.Скучик, К.Завери ва бошқалар илмий тадқиқот ишлари олиб боришган.

Юртимизда транспорт-технологик машиналар ишлаш муддатини оширишда коррозияга қарши қопламаларни тадбиқ қилиш ва транспорт-технологик машиналарнинг шовқин ва вибрацияни камайтириш бўйича бир қатор олимлар томонидан тадқиқотлар олиб борилган. Жумладан, Ш.П.Алимухаммедов, К.А. Каримов, А. Жураев, А.Л. Барханаджян, А. Собиржонов, С.С.Жавлиев, Н.С.Абед, С.С.Негматов ва бошқалар транспорт-технологик машиналарни коррозиядан химоя қилишда қўлланиладиган қопламаларнинг самарали таркибини аниқлаш, шовқин ва вибрацияни уларнинг ишлаш даврига таъсирини ҳисобга олувчи турли

масалаларни назарий ва экспериментал тадқиқотлар орқали ҳал этиб ижобий натижаларга эришган.

Мавжуд ишлар таҳлиliga кўра, шуни таъкидлаш керакки, кўп хусуситли коррозияга қарши қопламаларни ишлаб чиқишда уларнинг ишлаш қобилятини ва ишлаш даврини (даврийлигини) белгиловчи адгезион ва бошқа физик-механик ҳамда эксплуатацион хоссалари ҳисобга олинмаган. Транспорт-технологик машиналарнинг кузов ва қисмларининг ишлаш даврини узайтирувчи коррозияга қарши қопламалар ишлаб чиқиш бўйича илмий-тадқиқотлар етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий-таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқотлари Тошкент давлат транспорт университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг №3473 «А-373 «М-39 а/й-Гулистон-Бўка-Ангрен-Қўқон ва Андижон орқали-Ўш» автомобил йўлининг 183-285 км оралиғида доимий ишлайдиган «Қамчиқавтойул» ихтисослашган йўллардан фойдаланиш унитар корхонаси балансида бўлган машина механизмларни куз-қиш мавсумида қум ва туз аралашмасидан каррозияга учрашини олдини олиш бўйича илмий тадқиқот олиб бориш» (2020-2021) мавзусидаги лойиҳа доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади кўп хусусиятли қопламалар билан транспорт-технологик машиналарнинг кузов деталлари ва узелларининг ишлаш даврини оширишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

коррозия, қоплама ва унинг хусусиятлари бўйича адабиётлар шарҳини ўтказиш ва назарий асослари тадқиқ қилиш;

кўп хусусиятли қопламалар ишлаб чиқиш учун маҳаллий хом-ашёлар танлаш ва асослаш ҳамда улар асосида қопламаларнинг янги турини ишлаб чиқиш;

янги ишлаб чиқилган кўп хусусиятли қопламаларнинг транспорт-технологик машиналар коррозиябардошлилигини ошириш хусусиятларини аниқлаш;

кўп хусусиятли қопламаларнинг транспорт-технологик машиналар турли хил режимларда ишлаганда шовқин ва вибрацияга таъсирини асослаш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида MAN CLA 26.280 самосвал ва MAN CLA 18.280 технологик машиналари олинган.

Тадқиқотнинг предметини кўп хусусиятли каррозияга қарши қоплама ва унинг коррозияга қарши, шовқин ва вибрацияни камайтириш хусусиятларини ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида математик таҳлил ва математик статистика усуллари, назарий механика, автомобиль назарияси, моделлаштириш, классик механика ва синтез усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

транспорт-технологик машиналарнинг ишлаш даврини ошириш учун кўп хусусиятли қопламаларнинг энг самарали таркиби эпосиуретанни синтез қилиш ёрдамида аниқланган;

кўп хусусиятли қопламаларнинг таркибий формуласи диаминларнинг циклокарбонатлар билан бирикиши натижасида келтириб чиқарилган ва транспорт-технологик машиналар ресурсига боғлиқлиги коррозиябардошлик, шовқин ва вибрацияни камайтириш хусусиятлари ёрдамида асосланган;

кўп хусусиятли қопламанинг шовқинни камайтириш хусусияти қоплама таркиби ва қалинлигига боғлиқлиги товуш босими ва частотасини таҳлили орқали аниқланган;

кўп хусусиятли қопламаларнинг вибрация хусусиятларини ифодаловчи математик модель ҳайдовчи, иш ўрни ва асосга таъсир қилувчи кучлар орқали яратилган ва унинг асосида дифференциал тенгламалар ишлаб чиқилган;

транспорт-технологик машиналар кабинасида вибрация даражаси ҳисоблаш усули Matlab дастурлаш пакети ёрдамида ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари куйидагилардан иборат:

юқори физик-механик ва эксплуатацион хоссали кўп хусусиятли қоплама олиш учун эпоксид смоласи асосида оптимал таркиб ишлаб чиқилган;

вибрацияни ютувчи ва шовқиндан ҳимояловчи ишлаб чиқилган кўп хусусиятли қопламалар ёрдамида транспорт-технологик машиналарнинг ишчи ўринларидаги шовқин даражасини пасайтириш аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлиги изланишларнинг замонавий услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, транспорт-технологик машиналарнинг эксплуатацион кўрсаткичлари ва иш режимларини назарий жиҳатдан асослаш назарий механика, материалшунослик ва олий математика қоидалари асосида амалга оширилганлиги, тажрибалар натижаларига математик статистика услублари билан ишлов берилганлиги ва модел ёрдамида қайта ишланганлиги, назарий ва амалий тадқиқотлар натижаларининг ўзаро адекватлиги, транспорт-технологик машиналарда синовлари ўтказилиб, кўп хусусиятли қопламанинг коррозиябардошлик, шовқин ва вибрацияни камайтирувчи кўрсаткичлари синов жиҳозларида аниқланганлиги, тадқиқот объекти амалиётга, ишлаб чиқариш жараёнига жорий қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти транспорт-технологик машиналарнинг ишлаш даврини узайтирувчи кўп хусусиятли қопламанинг энг самарали таркибини аниқлаш ва структура формуласини ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти эса кўп хусусиятли қопламаларнинг энг самарали таркибини олиш ва уни транспорт-технологик машиналар қисмлари ва узеллари юзаларига сепиш технологияси, қопламанинг вибрациядан ҳимоя қилиш хусусиятини ҳисоблаш бўйича дастурий маҳсулот ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Кўп хусусиятли қоплама ёрдамида транспорт-технологик машиналар узеллари ва кузов

қисмларининг даврийлигини ошириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

эпосиуретанни синтез қилиш ёрдамида аниқланган кўп хусусиятли қопламаларнинг энг самарали таркиби Қамчиқавтойўл ихтисослашган йўллардан фойдаланиш унитар корхонаси тасарруфидаги MAN CLA 26.280 ва MAN CLA 18.280 транспорт-технологик машиналарда жорий этилган («Ўзбекистон Республикаси транспорт вазирлиги ҳузуридаги Автомобиль йўллари кўмитаси»нинг 2021 йил 15 сентябрдаги 03-3623/1-сон маълумотномаси). Натижада, назорат остига олинган MAN CLA 26.280 самосвалининг юриш масофаси 8,35 минг км, MAN CLA 18.280 технологик машинасида мос равишда юриш масофаси 4,8 минг км гача ошириш, транспорт-технологик машиналарининг металл юзаларини коррозиядан самарали химоя қилиш имконини берган;

кўп хусусиятли қопламаларни қоплаш билан вибрация хоссаларини белгилаб берувчи ишлаб чиқилган «манба-ўриндик-оператор танаси» математик модели ва математик модель асосидаги дифференциал тенглама ҳамда транспорт-технологик машиналар ўриндикларидаги вибрация даражасини ҳисоблаш учун Matlab компютер дастури пакети транспорт технологик машиналар ишлаш даврини оширишда жорий этилган («Ўзбекистон Республикаси транспорт вазирлиги ҳузуридаги Автомобиль йўллари кўмитаси»нинг 2021 йил 15 сентябрдаги 03-3623/1-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижасида кўп хусусиятли қопламани транспорт-технологик машиналарга қўллашда коррозияга қарши навбатдаги ишлов бериш миқдорини 4 мартага камайтириш, шовқинга таъсири транспорт-технологик машиналар кабинасида 0, 20, 30 км/соат тезликларида мос равишда 9, 8, 7 дБАга камайтириш, ҳайдовчи иш ўрнидаги вибрация амплитудаси, 20, 30, 40, 50 км/соат тезликларда мос равишда 0,02, 0,05, 0,1, 0,15 мм га камайтириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари 1 та республика ва 3 та халқаро илмий-амалий конференцияларда муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси ва материаллари бўйича жами 9 та илмий иш чоп этилган. Олий Аттестация Комиссиясини диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 4 та мақола, 3 таси республика ва 1 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация таркиби кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати, шартли белгилар ва атамалар рўйхати ҳамда иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 102 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ ҚИСМИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурийлиги келтирилган, мақсад ва вазифалар, шунингдек, муаммонинг ўрганилганлик

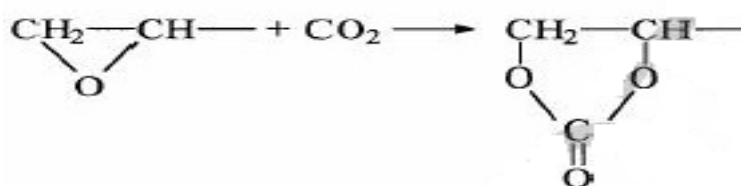
даражаси, тадқиқотнинг усуллари, объекти ва предмети ифодаланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантириш йўналишига мувофиқлиги келтирилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш рўйхати келтирилган, чоп этилган ишлар ва диссертациянинг хажми, тузилиши бўйича маълумотлар берилган.

Диссертациянинг «**Кўп хусусиятли қопламаларнинг замонавий ҳолатини таҳлил қилиш**» деб номланган биринчи бобда коррозия назариясининг умумий қоидалари ва уларнинг кўрсаткичларини аниқлаш бўйича замонавий адабиёт манбаларининг таҳлили берилган. Автомобиль қисмларини коррозиядан ҳимоя қилиш учун коррозияга қарши қопламалар бўйича таниқли олимларнинг илмий тадқиқотлари ўрганилган ва таҳлил қилинган. Транспорт-технологик машиналар қисмларининг самарали кўп хусусиятли қопламаларини яратишга қўйиладиган талаблар шакллантирилган. Транспорт-технологик машиналар қисмлари кўп хусусиятли қопламаларининг шовқин изоляцияси ва вибрацияга чидамли хусусиятлари каби муаммолар кўриб чиқилган. Транспорт-технологик машиналарнинг коррозия, шовқин ва вирациядан ҳимоялаш учун кўп хусусиятли қопламалардан фойдаланишнинг мақсадга мувофиқлиги назарий жиҳатдан асослаб берилган. Илмий-техник ва патент ахборотларини таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, кўп хусусиятли мақсадлар учун коррозияга қарши қопламалар ишлаб чиқишда уларнинг адгезион ва бошқа физик-механик хоссалари ҳамда ишлаш ва чидамлилигини белгиловчи эксплуатацион хоссалари деярли ҳисобга олинмаган. Мазкур диссертация иши ана шу муаммоларни ҳал этишга бағишланган.

Диссертациянинг «**Транспорт-технологик машиналар учун янги кўп хусусиятли қопламалар таркибини асослаш ва ишлаб чиқиш**» деб номланган иккинчи бобда объектларни танлаш асослаб берилган, янги кўп хусусиятли қопламанинг таркиби ва структура формуласи ишлаб чиқилган, ишлаб чиқилган қопламанинг физик-кимёвий ва механик хоссаларини ўрганиш усуллари баён қилинган.

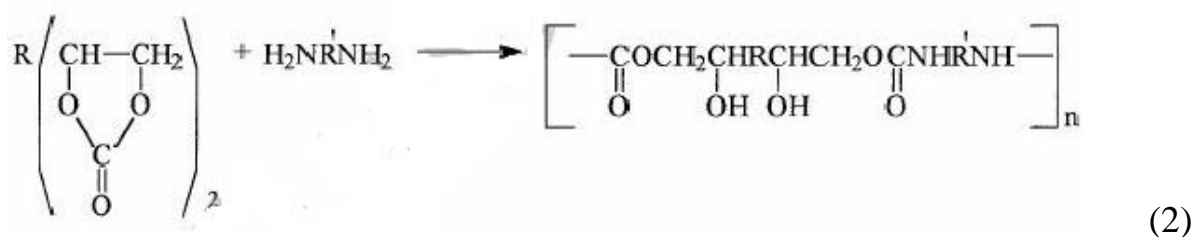
ЭД-16 маркали эпоксид смоласи асосидаги термореактив полимер материаллар қаттиқлик ва емирилишга чидамли хусусиятга эгадир. Шунинг учун биз тадқиқот объекти сифатида ЭД-16 маркали эпоксид смоласини танладик ва циклокарбонат билан модификацияладик ва диаминлар циклокарбонатлар билан таъсири остида эпоксиуретан қопламаси синтез қилинди. Эпоксиуретан қопламасини биз қуйидагича олдик.

1. Циклокарбонатлар карбонат ангидриднинг эпоксид бирикмаларига таъсири натижасида олинган:



(1)

2. Диаминларнинг циклокарбонатлар билан бирикиши натижасида эпоксиуретан қопламаси синтез қилинди:



Қўшимчали эпоксиуретаннинг антикоррозион хоссалари ГОСТ бўйича лаборатория шароитида аниқладик, агрессив муҳит бўлиб 10%ли хлорид кислотаси (HCl) ишлатилди. Натижалар 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Синтез қилинган коррозияга қарши қопламанинг таҳлил натижалари

Намуна	Масса, г		Масса йўқотилиши	Изоҳ
	Текширувгача бўлган	Текширувдан кейинги		
Мис М	5,1072	5,1069	0,0003	чидамли
Пўлат Д	10,8331	10,8330	0,0001	чидамли
Алюминий АЛ-9	2,0691	2,0690	0,0001	чидамли

1-жадвалдан кўриниб турибдики, олинган қоплама кимёвий мустаҳкам бўлиб, пластинкаларнинг масса йўқотиши деярли кўринмайди, пўлат учун 0,0001, мис учун 0,0003, алюминий 0,0001 ни ташкил этди.

Турли факторлар таъсирида (атмосфера, иқлим, температура ўзгариши ва бошқалар) деталларнинг металл юзаларида коррозия жадаллик билан боради, айниқса юқори тузли тупроқларда, масалан Қашқадарё, Қорақалпоғистон ва Ўзбекистоннинг бошқа худудларида. Шунинг учун коррозион мустаҳкамлик бўйича тажрибалар 60°C температурада 120 саот давомида бошқа тузли эритмаларда ҳам олиб борилди, унинг натижалари 2-жадвалда келтирилган. 2-жадвалдан кўриниб турибдики, тажриба намуналарида коррозиядан химоялаш даражаси юқори бўлиб, 98,9% ни ташкил этади.

2-жадвал

Эпоксиуретан асосидаги кўп хусусиятли қопламанинг химоя даражаси натижалари

Тажриба мухити	Кўрсаткичлар	Қоплама билан ишлов берилмаган намуна	Металларга таъсири		
			Пўлат	Алюминий	Мис
NaCl 5%	К	0,0059	0,000069	0,000007	0,000061
	Z	-	98,8	99,8	98,9
Na ₂ CO ₃ 5%	К	0,0061	0,00060	0,000058	0,000080
	Z	-	90,2	99,1	98,6
Na ₂ SO ₄ 5%	К	0,0049	0,000061	0,000058	0,000061
	Z	-	98,7	98,8	98,7
NaHCO ₃ 5%	К	0,0057	0,000058	0,000058	0,000058
	Z	-	99,8	99,8	99,8

CaCO ₃ 5%	K	0,0029	0,000030	0,000028	0,000034
	Z	-	98,9	99	98,8

K (мг/см², сут.) – коррозия тезлиги, Z -% химоя даражаси.

3-жадвалда қопламанинг физик-кимёвий ва эксплуатацион хоссаларининг кўрсаткичлари келтирилган бўлиб, қопламаларнинг эриш ҳарорати 195-197⁰С ни, совуққа чидамлиги эса минус 28-30⁰С ни ташкил этди.

3-жадвал

Қопламанинг физик-кимёвий ва эксплуатацион хоссаларининг кўрсаткичлари

Хоссалари	Кўрсаткичлар	Изоҳ
Зарбага бўлган мустаҳкамлик, см	75	Юқори
Совуққа чидамлилиқ, °С	-28 -30	Етарлича
Иссиқликка чидамлик, (эриш температураси) °С	195-197	Етарлича
Панжара кесимлари усули билан адгезияси, балл, кўпи билан	1	Юқори
Коррозиядан химоялаш даражаси, %	98,9	Юқори

Жадвалдан кўришиб турибдики, транспорт-технологик машиналар қисмларига қўлланиладиган коррозиядан химоя полимер плёнкаси қисмларни нафақат коррозиядан химоя қилиши, балки бошқа муҳим вазибаларни ҳам бажариши мумкин, яъни маълум даражада шовқинни ҳам, вибрацияни ҳам ютади.

Диссертациянинг «Кўп хусусиятли қопламанинг транспорт-технологик машиналар коррозиябардошлилигини ошириш хусусиятларини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқотлари» деб номланган учинчи бобида тўлиқ миқёсда экспериментал тадқиқотларини ўтказиш методикасини ишлаб чиқиш натижалари келтирилган. Ушбу иш доирасида кўп хусусиятли қопламанинг коррозиябардошлилик хусусиятларини аниқлаш учун экспериментал тадқиқотлар ўтказиш методикаси ишлаб чиқилган. Ишлаб чиқилган методика техник агрегатлар ва транспорт ва технологик машиналарнинг таркибий қисмларининг ташқи юзасини кўп функцияли антикоррозион қоплама билан қоплашга асосланган.

Нуктавий коррозия даражасини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқотлар уч босқич, яъни: биринчи босқич-транспорт ва технологик машиналарнинг коррозияга учровчи жойларини назорат қилиш усулда аниқлаш, иккинчи босқич-коррозия қалинлигини аниқлаш коррозия ўчоқларини бурчакли жилвирлаш дастгоҳи ва бошқа чилангарлик жиҳозлари ёрдамида тозалаш, учинчи босқич-тозаланган металл юзаларни қоплама билан қоплаш ва ўлчов асбоблари билан назорат қилиш.

Эксплуатацион кузатувлар Қамчиқ давонида (Наманган вилояти Поп тумани) табиий шароитда олиб борилди.

Дастлаб кузатув ишлари олиб борилди. Юзадаги коррозия (кузовнинг пастки ва ост қисмлари, рамалар) шуни кўрсатдики, юза жуда шикастланган бўлиб, автомобил рамасида коррозия чуқурлиги 3,48 мм, баъзи бир жойларида (орқа қисмлари) металлнинг кўчиши кузатилди.

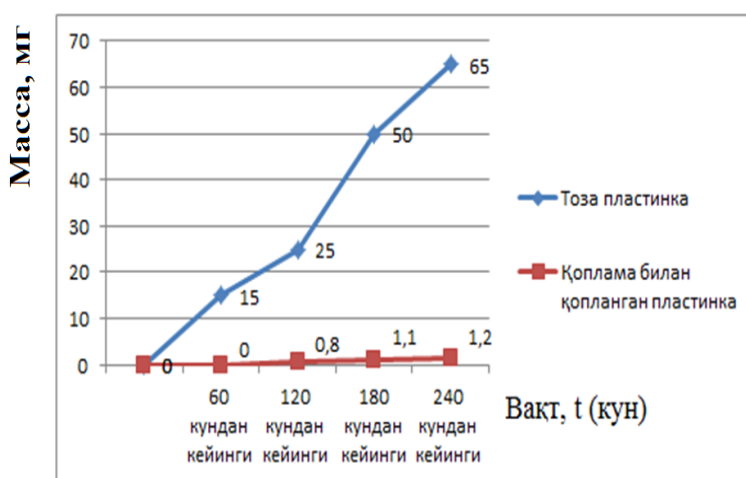
4-жадвалда коррозия даражасини аниқлаш натижалари келтирилган.

4-жадвал

Коррозия даражасини аниқлаш натижалари

Русуми	Давлат номери	Ишлаб чиқилган сана	Металл юзасининг коррозия даражаси, %		
			кузов	рама	орқа ғилдирак қаноти
MAN CLA 26.280	50 874 HAA	2012	90	85	100
MAN CLA 18.280	50 835 HAA	2012	45	85	100
MAN CLA 18.280	50 851 HAA	2013	40	80	100
MAN CLA 18.280	50 421 BBA	2013	40	85	100

1-расмда металл намуналарнинг транспорт эксплуатацион шароитида массасини йўқотишининг вақтга боғлиқлиги кўрсатилган.



1-расм. Металл намуналарнинг транспорт эксплуатацион шароитида массасини йўқотишининг вақтга боғлиқлиги

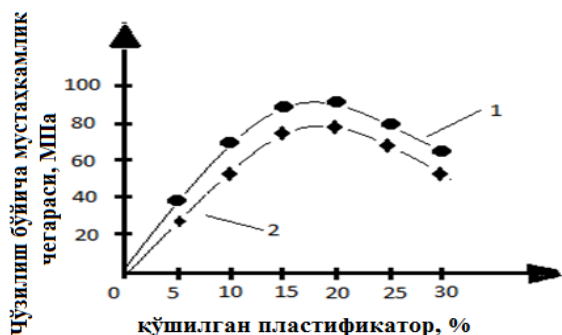
Бизнинг тажрибаларимиз-нинг кейинги босқичи антикоррозион қопламани суртишга тайёргарлик эди. Бунда мавжуд усуллардан

Энг содда ва қулай бўлган - бурчак - абразив-механик усул УШМ (бурчакли жилвирлаш дастгоҳи) танланди. Иккита намуна тайёрланди, бирисида титан қўшилган эпоксиуретан ва иккинчиси титан қўшилмаган. Қопламанинг нисбий қовушқоқлиги стандарт талабига кўра ВЗ-4 асбобида Р-4 эритувчисида 28 секунд давомида олиб борилди. Қоплама кузов ва рамаларга суртилди.

Қотгандан сўнг икки ой давомида кузатув ишлари олиб борилди. Бунда MAN CLA 26.280 самосвалининг ташқи тарафида ортиш-тушириш жараёнида айниқса, кузовнинг орқа қисмида экскаватор ковшининг юкланишдаги урилишидан ёриқлар ҳосил бўлганлиги, баъзи бир жойларда эса тирналишлар ва тозалаш имкони бўлмаган жойларда нуқтали коррозия кузатилди. Ўз-ўзидан зарбага бўлган мустаҳкамлик юқори кўрсаткичларга эга бўлмади. Шунинг учун биз титан қўшимчасисиз қоплама ишлатдик.

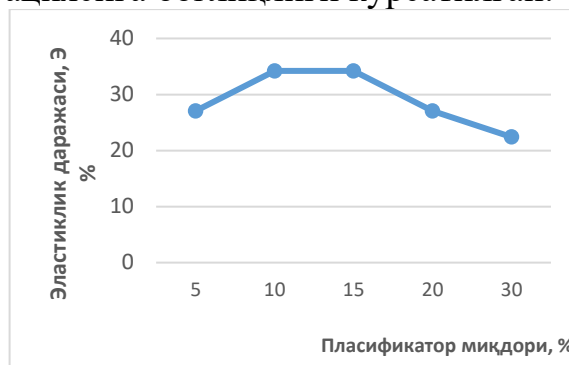
Шу билан бирга қопламанинг хоссаларини яхшилаш учун пластификатор табиати ва унинг концентрациясининг адгезияга, таъсир кучига, юзани қоплаши ва эластиклигига, қуритиш вақтига таъсирини ўрганиш учун лабораторияда бир неча бор синовлар ўтказилди. Бунинг учун пластификаторлар-дибутилфталат ва диоктилфталатнинг турли концентрациялари 5, 10, 15, 20, 30% аниқланди (5-жадвал).

2-расмда кўп функцияли қопламанинг чўзилиш мустаҳкамлик чегарасининг пластификатор концентрациясига боғлиқлиги кўрсатилган.



1-ДБФ, 2- ДОФ

2-расм. Чўзилиш мустаҳкамлик чегарасининг пластификатор концентрациясига боғлиқлиги



3-расм. Букилишдаги мустаҳкамлик чегарасининг пластификатор концентрациясига боғлиқлиги

3-расмда кўп хусусиятли қопламанинг букилишдаги мустаҳкамлик чегарасининг пластификатор концентрациясига боғлиқлиги кўрсатилган. Бунда эластиклик куйидаги формула билан аниқланди:

$$\varepsilon = \left(\frac{h+2t}{2r+h} \right), \% \quad (3)$$

Бунда: h-металл намуна қалинлиги; t-қоплама қалинлиги; r-стержен радиуси.

5-жадвал

Пластификатор концентрацияси ва табиатининг қопламанинг сифатига таъсири

Сифат кўрсаткичлар	Концентрация, %									
	Дибутилфталат (ДБФ)					Диоктилфталат (ДОФ)				
	5	10	15	20	30	5	10	15	20	30
Панжара кесимлари усулидаги адгезияси, балл, кўпи билан	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2
Чўзилишдаги мустаҳкамлик чегараси, МПа	50	80	90	80	55	40	70	78	70	60
Букилишдаги мустаҳкамлик чегараси, %	27	34	34	27	22	27	34	34	27	22
Қуриш вақти, соат	24	24	24	24	23	22	22	23	22	21
Юзани қоплаши, гр/ см ²	80	85	75	80	90	85	80	85	90	75

5-жадвал ва 2, 3-расмлардан кўришиб турибдики, қопламаларда пластификаторнинг табиатидан қатъий назар энг самарали концентрацияси 10 ва 15 % экан. Шунинг учун зарбага бўлган мустаҳкамликни оширувчи эпоксид смоласига пластификатор (дибутилфталат) концентрацияси 10 ва 15% бўлган қопламанинг янги таркиби тайёрланди.

Назоратдаги давлат номери 50 421 ВВА бўлган MAN CLA 18.280 русумли йўл машинасига 10% пластификатор ва давлат номери 50 851 НАА бўлган MAN CLA 18.280 русумли йўл машинасига эса 15% пластификатор қўшилган қоплама суртилди. Рамалар куригандан сўнг қора рангли нитроэмал, кузов эса қизил рангга бўялди.

Диоктилфталат билан пластификацияланган композициянинг демпфрлаш хоссалари аниқланганда, пластификацияланган композициянинг эластиклик модули шишасимон ҳолатнинг барчасида пластификацияланмагандан юқори эканлиги аниқланди. Бу эса пластификатор полимер макромолекулаларини қайтагруппалашини, шу билан бирга материалнинг мустаҳкамлиги оширишини яна бир бор исботлади.

MAN CLA 26.280 самосвали ва MAN CLA 18.280 йўл машинаси тўлиқ юк билан ишлади. Ҳар 1 минг км юрганда кузатув ишлари олиб борилди. Кузатув ишларида юзада ҳеч қандай ёриқлар ва штрихлар кўринмади.

Автомобиль эксплуатацияси йилнинг иссиқ ва совуқ кунларида олиб борилди, юриш MAN CLA 26.280 учун 8,35 минг км, MAN CLA 18.280 йўл машинаси учун 4,8 минг км ни ташкил этди, ҳароратнинг ўзгариши қопламанинг мустаҳкамлиги ва адгезиясига таъсир кўрсатмади.

Диссертациянинг «**Транспорт ва технологик машиналарнинг узел ва деталларида кўп функцияли қопламанинг шовқин ва тебраниш хусусиятларини тадқиқ қилиш**» деб номланган тўртинчи бобида транспорт ва технологик машиналарнинг қисмлари ва деталларида кўп функцияли қопламанинг шовқин ва тебраниш хусусиятларини аниқлаш методикасини ишлаб чиқиш натижалари келтирилган. Транспорт-технологик машиналар турли хил эксплуатацион шароитларда ишлайди. Бу иқлим шароити, автомобиль йўлларининг ҳолати, ҳароратнинг кескин ўзгариши ва бошқалар. Бу жараёнда инсон омили ҳам муҳим аҳамиятга эга. Транспорт воситаси ишлаётганида ҳайдовчининг ҳолатига салбий таъсир кўрсатадиган шовқин ва вибрация мавжуд. Шунинг учун шовқин ва вибрация қийматларининг стандартлардан четга чиқиши транспорт воситаси ишлаётган вақтда ҳайдовчи соғлиғига таъсири қизиқиш уйғотади.

Ушбу бобда икки тизим динамикаси муаммоларини ҳал қилиш учун назарий билимлар, шароит ва усуллари муҳокамаси: “ўтирган” ҳолатда транспорт-технологик машиналарининг вибрация соҳаларда зарарли таъсирдан ҳайдовчини ҳимоясини таъминлаш учун мўлжалланган параметрлари билан «инсон-ўриндиқ-вибрацияни пасайтириш» келтирилган.

Биринчи марта антикоррозион қопламани қўллашдан олдин ва кейин шовқин ва тебранишни ўлчаш бўйича тажрибалар ўтказдик. Шовқин ва тебраниш (БВЕС.438150-005РЕ) «АССИСТЕНТ» курилмасида ўлчанди.

Шовқин ва тебраниш анализатори «АССИСТЕНТ» ўртача (эквивалент), экспоненциал ўртача ва товуш чўққиларини, инфратовуш ва ультратовушнинг юқори даражаларини ўлчаш учун; товуш, инфратовуш ва ультратовуш оралиқларида октава ва учинчи октава частота чизиқларида товуш босими даражалари; тебранишнинг ростланган даражалари умумий ва

маҳаллий вибрациянинг тезланиши, умумий ва маҳаллий вибрация оралиқларида октава ва учинчи октава частота полосаларида вибрациянинг тезланиш даражаларини ўлчашга мўлжалланган. Қурилма иш жойларида, турар-жой ва жамоат биноларида, ҳудудларда товуш, инфратовуш, ультратовуш, умумий ва маҳаллий тебраниш параметрларини ўлчаш учун ишлатилиши мумкин. Илмий тадқиқотларда машина ва механизмларнинг хусусиятларини ўлчаш учун фойдаланиш мумкин.

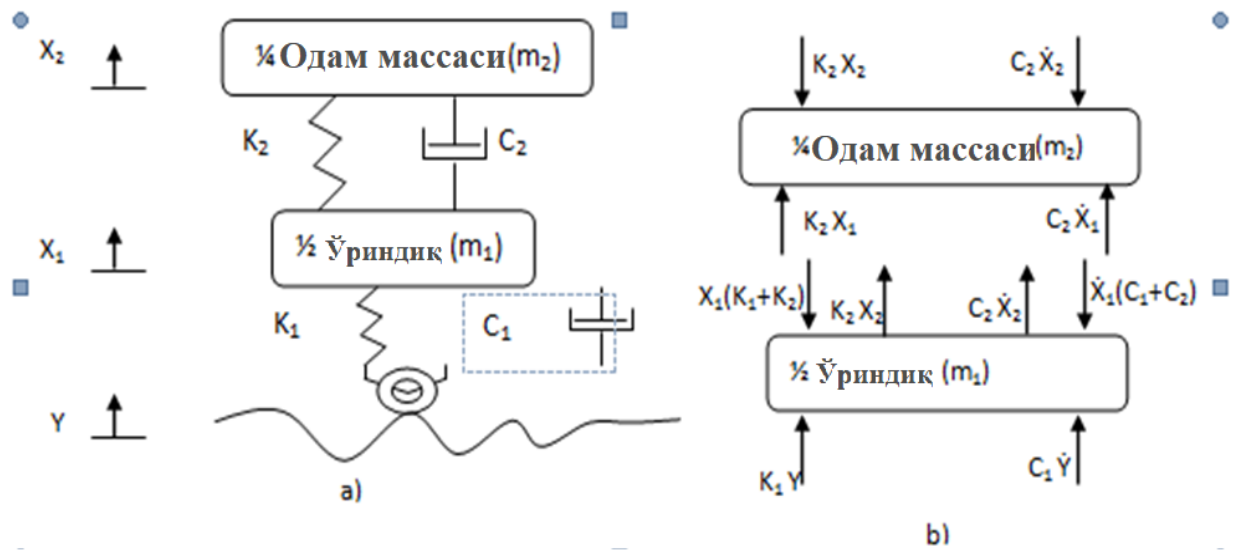
5-жадвалда кўп хусусиятли қопламанинг транспорт-технологик машиналарнинг шовқинига таъсири кўрсатилган.

5-жадвал

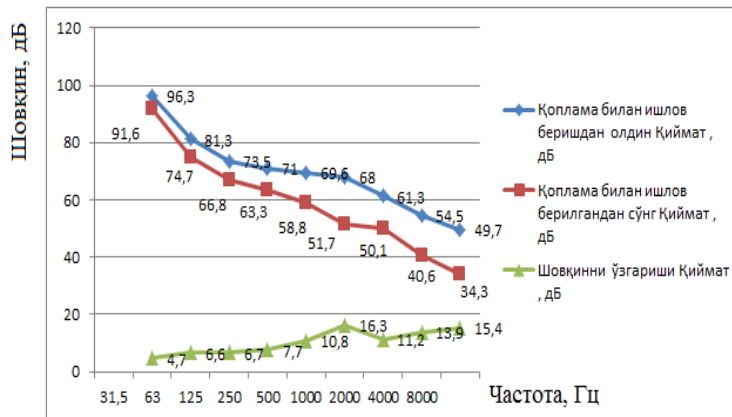
Кўп хусусиятли қопламанинг транспорт-технологик машиналарнинг шовқинига таъсири кўрсаткичлари

Қоплама билан ишлов берилмаган			Рухсат этилган шовқин	Қоплама билан ишлов берилгандан сўнг		Шоқиннинг ўзгариши	
Частота, Гц	Кўрсаткич, дБ	dBA, дБ	dBA, дБ	Кўрсаткич, дБ	dBA, дБ	Кўрсаткич, дБ	dBA, дБ
31.5	95.6	76	70	78.1	67	17,5	9
63.0	76.2			71.7		4,5	
125.0	68.5			65.5		3,0	
250.0	65.2			59.2		6,0	
500.0	61.1			50.8		10,3	
1000.0	58.4			39.9		18,5	
2000.0	51.8			36.6		15,2	
4000.0	45.8			33.5		12,3	
8000.0	39.5			31.9		7,6	

Қопламанинг антивибрация хоссасини аниқлаш учун динамик модель ишлаб чиқилди (4-расм). Биринчи марта шовқин ва тебранишни 20 км/соат автомобил тезлигида антикоррозия қопламани қўллашдан олдин ва кейин ўлчаш тажрибалари ўтказилди (5-расм).



4-расм. Антивибрация хоссасини аниқлаш динамик модели



5-расм. Транспорт воситасининг 20 км/соат тезлигидаги шовқинни ўзгариши

Қуйидаги дифференциал тенгламалар ишлаб чиқилган кўп функцияли қопламаларнинг тебраниш хоссаларини акс эттирувчи математик модел асосида

олинган.

$$\begin{cases} m_2 \ddot{x}_2 + C_2(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + K_2(x_2 - x_1) = 0 \\ m_1 \ddot{x}_1 + C_2(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + K_2(x_1 - x_2) + C_1(\dot{x}_1 - \dot{y}) + K_1(x_1 - y) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} m_2 \ddot{x}_2 + C_2 \dot{x}_2 + K_2 x_2 - C_2 \dot{x}_1 - K_2 x_1 = 0 \\ m_1 \ddot{x}_1 + \dot{x}_1(C_2 + C_1) + x_1(K_2 + K_1) - (C_2 \dot{x}_2 + K_2 x_2) = C_1 \dot{y} + K_1 y \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} X_2(s)(m_2 s^2 + C_2 s + K_2) - X_1(s)(C_2 s + K_2) = 0 \\ X_1(s)(m_1 s^2 + s(C_2 + C_1) + (K_2 + K_1)) - X_2(s)(C_2 s + K_2) = R(s) \end{cases} \quad (6)$$

$$T_1(s) = \frac{X_1(s)}{R(s)} = \frac{(m_2 s^2 + C_2 s + K_2)}{(m_2 s^2 + C_2 s + K_2) * (m_1 s^2 + s(C_2 + C_1) + (K_2 + K_1)) - (C_2 s + K_2)^2} \quad (7)$$

$$T_2(s) = \frac{X_2(s)}{X_1(s)} = \frac{(C_2 s + K_2)}{(m_2 s^2 + C_2 s + K_2)} \quad (8)$$

Олинган параметрлар: $m_1 = 340 \text{ kg}$, $m_2 = 4.4 * 10^3 \text{ kg}$, $C_2 = 27627 \frac{Ns}{m}$, $C_1 = 2 * 10^5 \frac{Ns}{m}$, $K_2 = 967430 \frac{N}{m}$, $K_1 = 2 * 10^6 \frac{N}{m}$.

График ва расм маълумотларига кўра, кузовнинг қисмлари, рамалар ва узелларга қўлланилган қопламалар бошқа функцияларни ҳам бажариши

мумкин экан. Вибрация камаяди, кам вибрацияда эса автомобилнинг ишончилиги ортади, шовқиннинг пасайиши эса хайдовчи учун иш шароитини яхшилади, чарчашни пасайтиради.

Шундай қилиб, ишлаб чиқилган қоплама юқори антикоррозион хоссага эга бўлиб, металл сиртини ҳимоялайди ва бир вақтнинг ўзида автомобилнинг ишлаш даврини ва ишончилигини оширади, шовқин, тебранишни камайтиради.

Қопламани жорий этишдан олинган иқтисодий самарадорлик

$$\mathcal{E}_{УД} = (C_{1УД} * T) - (C_{2УД} * T), \text{сум}/1\text{авто} \quad (9)$$

бу ерда, $C_{1УД}$ – лок-бўёқ қоплама учун нисбий ҳаражатлар, сўм/кг;

$C_{2УД}$ – қоплама олиш учун сарфланган нисбий ҳаражатлар + лок-бўёқ материал, сўм/кг;

T – меҳнат ҳаражатлари, сўм.

Нисбий ҳаражатларни аниқлашда қуйидаги ҳаражатлар ҳисобга олинади: хомашё ва материаллар сотиб олиш; қоплама ишлаб чиқариш; электроэнергия; иш хақи; технологик ускуналар тўпламини сотиб олиш; бошқа ҳаражатлар.

Қоплама олиш учун хомашё: эпоксид смоласи – 75%; қотирувчи ПЭПА – 10%; дибутилфталат – 10%; эритувчи Р-4 – 5%.

Хомашё нархлари: эпоксид смоласи – 58000 сўм/кг; қотирувчи ПЭПА – 65000 сўм/кг; пластификатор Дибутилфталат – 30000 сўм/кг; эритувчи Р-4 – 18700 сўм/кг.

$C_{ап}$ = Қопламанинг таннари, сўм/кг

$C_{лкм}$ = лок-бўёқ материали, 50 000 сўм/кг

$R_{ап}$ = антикоррозион қоплама сарфи = 2,5 кг 1та автомобиль учун

$R_{лкм}$ = лок-бўёқ материалнинг сарфи = 3,9 кг 1та автомобиль учун

$$C_{ап} = 58000 * 75\% + 65000 * 10\% + 30000 * 10\% + 18700 * 5\% = 53935 \text{ сўм/кг}$$

$$C_{2УД} = 53935 * 2,5 + 50000 * 3,9 = 329837,5 \text{ сўм/1 авто (3 йилга)}$$

$C_1 (L_1)$ = лок-бўёқ қоплама учун нисбий ҳаражатлар, сўм/кг

$$C_{1УД} = C_{лкм} * R_{лкм} = 50000 * 7,8 = 390000 \text{ сўм/1 авто (1 йил)}$$

$R_{лкм}^*$ = Қопламасиз лок-бўёқ материалга кетган ҳаражат = 7,8 кг 1 та автомобиль (автомобиль 1 йилда 1 марта қопланиши керак).

$$\mathcal{E}_{УД} = 390000 * 3 - 329837,5 = 840162,5 \text{ сум}/1\text{авто 3 йилда}$$

Иқтисодий самарадорлик 280 054 сўм 1 та авто учун 1 йилда.

$$T = Z_{сут} * P * D_{раб} \quad (10)$$

$Z_{сут}$ = ишчининг бир суткадаги маоши, (ушбу корхона учун 4 ишчининг бир суткадаги маоши 2 200 000 дан 3 000 000 сўмгача, бир ойда 15 кун иш смена) = 173 333 сўм 1 кунда.

P = ишчилар сони, (эски қопламани тозалаш ва суртиш учун камида) 2 киши; $D_{раб}$ = юзани тозалаш ва суртиш 4 кун.

$$T = 173333 * 2 * 4 = 1386650 \text{ сўм}$$

$$\mathcal{E}_{УД} = (C_{1УД}(L_1) * T) - (C_{2УД}(L_2) * T), \text{сум}/1\text{авто}$$

$$\mathcal{E}_{УД} = (390000 + 1386650) * 3 - 329837,5 + 1386650 = 5329950 - 1716487,5 = 3613462,5 \text{ сум}/1\text{авто 3 йилда}$$

Бизнинг қопламани жорий этишдаги иқтисодий самарадорлик 1204487,5 сўмни ташкил этади (1 йилда 1 та автомобиль учун).

$$\begin{aligned} & \text{Умумий иқтисодий самарадорлик } Э_{\text{уд}} * A_{\text{тр}} \\ A_{\text{тр}} &= \text{корхонадагидаги автомобиллар сони } 60 \text{ та} \\ & 1\ 204\ 487,5 * 60 = 72269250 \text{ сўм йилига.} \end{aligned}$$

ХУЛОСАЛАР

1. Илмий техник адабиётлар, мақола ва бошқа манбалар таҳлили асосида коррозия ва унинг хусусиятлари назарий ва амалий ўрганилди ҳамда транспорт-технологик машиналарда кўп хусусиятли қопламаларни қўллаш уларнинг даврийлигини ошириши, шовқин ва титрашни пасайтиришга таъсири асосланди.

2. Маҳаллий хомашёлар асосида кўп хусусиятли қопламалар ишлаб чиқиш бўйича энг самарали таркиби танланди, унинг структура формуласи ишлаб чиқилди ва асосланди.

3. Янги ишлаб чиқилган кўп хусусиятли қопламаларнинг эксплуатацион хоссалари ўрганилди ҳамда юқори ёпишувчанлиги ва бошқа эксплуатацион хусусиятларини, жумладан, шовқин ва титрашни пасайтирувчи хусусиятлари тадқиқ қилинди ва кўп хусусиятли қоплама сифатида фойдаланиш имконини берди.

4. Кўп хусусиятли қопламаларни транспорт-технологик машиналарга қўллаш натижасида транспорт-технологик машиналарга коррозияга қарши навбатдаги ишлов бериш миқдори 4 мартага камайишига хизмат қилади.

5. Қопламанинг шовқинга таъсири тадқиқ қилинди ва транспорт-технологик машиналар кабинасида 0, 20, 30 км/соат тезликларида мос равишда 9, 8, 7 дБАга камайтириш имконини яратади.

7. Транспорт-технологик машиналарининг ҳайдовчи иш ўрнидаги вибрация амплитудаси аниқланди, 20, 30, 40, 50 км/соат тезликларда мос равишда 0,02, 0,05, 0,1, 0,15 мм га камайишга эришилди.

8. Тадқиқотнинг иқтисодий самарадорлиги баҳоланди. Тажриба натижаларини амалиётга тадбиқ этганда, фақатгина материаллар сарфидан ҳар бир транспорт-технологик машина учун йилига 280 054 сўм маблағни, сарфланадиган бўяш маҳсулотлари ва ишчи кучи сарфи камида 4 баробар тежалиши орқали йилига 1 автомобиль учун 1, 204 487 5 млн. сўмни иқтисод қилиш имконини яратади. Корхона миқёсида кутилаётган иқтисодий самарадорлик 72 269 250 сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.18/30.12.2019.Т.09.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ИБРАГИМОВ БОТИР ДАСТАМОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ КУЗОВА И УЗЛОВ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

05.08.06 – Колесные и гусеничные машины и их эксплуатация

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

Ташкент - 2021

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована под номером В2021.1.PhD/T2138 в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

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

Научный руководитель:

Хакимов Ровшан Муминович
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Шарипов Конгратбой Аvezимбетович
доктор технических наук, профессор
Нуркулов Файзулла Нурмунинович
доктор технических наук

Ведущая организация:

Андижанский машиностроительный институт

Защита диссертации состоится «11» 12 2021 года в 10⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.18/30.12.2019.T.09.01 при Ташкентском государственном транспортном университете (Адрес: 100167, г. Ташкент, улица Адылходжаев, 1. Тел./факс: (998-71)-277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (зарегистрирована № 039). (Адрес: 100167, г. Ташкент, улица Адылходжаев, 1. Тел.: (998-71)-277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Автореферат диссертации разослан «09» 11 2021 года.
(реестр Протокола рассылки № 8 от «30» 10 2021 года).



А.А.Рискулов

Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, д.т.н., профессор

Р.М. Худайкулов

Член научного совета по присуждению ученых степеней, PhD, доцент

А.А.Музитдинов

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации.

На сегодняшний день, во всем мире уделяется большое внимание применению композиционных эпоксиуретановых полимерных покрытий с высокой эффективностью для защиты деталей кузова и узлов транспортно-технологических машин от коррозии и других воздействий. В связи с этим, важно создание многофункциональных покрытий на основе эпоксиуретановых полимерных материалов от коррозии, шумоизоляции и виброустойчивости, влияющие на узлы и части кузова транспортно-технологических машин. В связи с этим, в развитых странах, в том числе в Германии, Италии, США, Франции, Японии, Китае, России и других странах, применение новых многофункциональных покрытий с высокой надежностью и долговечностью в эксплуатации транспортно-технологических машин для увеличения срока службы деталей, узлов, кузова транспорта является особо важной задачей. Особое внимание уделяется разработке прочных многослойных покрытий, защищающие детали технологических машин такие как кузов, рамы, крылья.

В мире ведутся исследования по разработке методов и математических моделей, позволяющих увеличить срок службы транспортных и технологических машин, снизить уровень вибрации и шума с помощью многофункциональных защитных покрытий. В связи с этим, разработка математических моделей, отражающих вибрационные свойства многофункциональных покрытий ступиц и кузовных деталей транспортно-технологических машин, разработка динамических моделей для определения их свойств с учетом новых параметров антивибрации, коррозионной стойкости, адгезии, тепло- и морозостойкости и ударопрочности является особо важной. В то же время, необходимо разработать оптимальный состав на основе эпоксидной смолы для получения высоких физико-механических и эксплуатационных свойств, многофункционального покрытия узлов и деталей кузова транспортно-технологических машин.

В процессе массового производства легковых и грузовых автомобилей, дорожно-строительной техники особое внимание уделяется использованию многофункциональных покрытий, увеличивающих срок службы металлических деталей. Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан подчеркивает задачи, в том числе «... эффективные механизмы продвижения исследований и инноваций, внедрения научных и инновационных достижений». Для выполнения этих задач, в том числе разработка многофункциональных композиционных эпоксиуретановых полимерных покрытий, обеспечивающих коррозионную стойкость транспортно-технологических машин, снижающих уровень шума на рабочем месте, поглощающих вибрацию, характеристику пластификатора и его влияние на адгезию, ударную прочность и эластичность поверхности, время

высыхания. Одним из важных вопросов является разработка улучшенных свойств и их применение на практике.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Законе Республики Узбекистан «О рациональном использовании энергии» (2020 г.), Указе Президента Республики Узбекистан от 7 февраля 2017 г. № ПФ-4947 «О Стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан», № PQ-841 от 20 октября 2018 г. «Реализация национальных целей и задач в области устойчивого развития до 2030 г. а также указанных Постановлением Правительства Республики Узбекистан от 15 марта 2020 года № ПП-6079 «Цифровой Узбекистан-2030» и другим нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением науки и технологий Республики Узбекистан II «Энергетика, энерго- ресурсосбережение, машиностроение и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. Ведущие мировые исследователи, в том числе Beckford S., McCook NL, Burriss DL, Bourne GR, Wang WH, Yi J., Chen L., Li X.Y. И.Л. Резенфельд, Ж. Тодт, Г.В. Акимов, Н.Д. Томашев, И.И. Артоболевский, Э.Л. Айрапетов, Л.Я.Банах, В.Л. Бидерман, В.В. Болотин, Ю.И. Бобровницкий, Р.Ф. Ганиев, М.Д. Генкин, Ф.М. Диментберг, М.З. Коловский, В.О. Кононенко, Я.Г. Пановко, В.И. Попков, Р.Б.Статников, Г.В.Тарханов, К.Т.Шаталов, К.В.Фролов, Р.Бишоп, С.Крендел, Е.Скучик, К.Завери и другие проводили научные исследования, изучили влияние защиты от коррозии транспортно-технологических машин и влияния антикоррозионных покрытий на увеличения срока службы транспортных средств, уровня шума и вибрация.

В нашей стране рядом ученых проведены исследования по применению антикоррозионных покрытий для увеличения срока службы транспортно-технологических машин, снижения шума и вибрации транспортно-технологических машин. В частности, Ш.П. Алимухаммедов, К.А. Каримов, А. Джураев, А. Барханаджян, А. Собиржонов, С.С. Джавлиев, Н.С. Абед, С.С. Негматов и другие путем теоретических и экспериментальных исследований по определению эффективного состава покрытий, используемых в защите от коррозии транспортных и технологических машин, с учетом влияния шума и вибрации на срок их службы добились положительных результатов.

Исходя из анализа существующих работ, необходимо отметить, что при разработке антикоррозионных покрытий многофункционального назначения практически не учтены их адгезионные и другие физико-механические, а также эксплуатационные свойства, определяющие их работоспособность и долговечность (срок службы, периодичность). Разработка антикоррозионных покрытий многофункционального назначения для повышения долговечности деталей кузова и узлов транспортно-технологических машин ещё далеки от

своего завершения. Решению этих проблем и посвящена настоящая диссертационная работа.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ в Ташкентском государственном транспортном университете №3473 «А-373 «М-39 а/й-Гулистон-Бўка-Ангрен-Кўкон ва Андижон орқали-Ўш» автомобил йўлининг 183-285 км оралиғида доимий ишлайдиган «Камчикавтойул» ихтисослашган йўллардан фойдаланиш унитар корхонаси балансида бўлган машина механизмлари куз қиш мавсумида кум ва туз аралашмасидан каррозияга учрашни олдини олиш бўйича илмий тадқиқот олиб бориш» (2020-2021)

Целью исследования является увеличение срока службы деталей кузова и узлов транспортно-технологических машин многофункциональным покрытием.

Задачи исследования:

обзор литературы и изучение теоретических основ коррозии, покрытия и ее свойств;

выбор и обоснование выбора местного сырья для разработки многофункциональных антикоррозионных покрытий и разработки новых видов покрытий на их основе;

определение свойств разработанных антикоррозионных покрытий многофункционального назначения;

изучить влияние многофункционального покрытия на шум и вибрацию при работе транспортно-технологических машин в различных режимах.

Объектами исследования являются самосвал MAN CLA 26.280 и MAN CLA 18 280 технологические машины.

Предметом исследования является многофункциональное антикоррозионное покрытие для защиты от коррозии и снижении шума и вибрации.

Методы исследования. В процессе исследования использовались методы математического анализа и математической статистики, теоретической механики, теории автомобилей, моделирования, классической механики и методов синтеза.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

определен наиболее эффективный состав многофункциональных покрытий путем синтеза эпоксиуретана для увеличения срока службы транспортно-технологических машин;

обоснована структурная формула многофакторных покрытий, основанная на сочетании диаминов с циклокарбонатами и зависимости от ресурса транспортно-технологических машин с использованием антикоррозионных, шумовых и вибрационных свойств;

определена зависимость шумоподавляющих свойств многофункционального покрытия от состава и толщины покрытия, которая определялась путем анализа звукового давления и частоты;

разработана математическая модель, отражающая колебательные свойства многофункциональных покрытий за счет действующих сил на пол, сидение и водителя, и на ее основе выведены дифференциальные уравнения;

разработана методика расчета уровня вибрации в кабине транспортно-технологических машин с использованием пакета программ Matlab.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработаны оптимальные составы на основе эпоксидной смолы для получения многофункционального покрытия с высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами;

установлено что с помощью разработанных вибропоглощающих и звукоизолирующих антикоррозионных многофункциональных покрытий снижается уровень шума рабочих мест транспортно-технологических машин.

Достоверность полученных результатов. Исследования проводились с использованием современных методов и средств, теоретическое обоснование характеристик и режимов работы транспортно-технологических машин основывалось на принципах теоретической механики, материаловедения и высшей математики, результаты экспериментов обрабатывались математико-статистическими методами, теоретическими и практическими моделями. Точность результатов исследований объясняется тем, что испытания проводились на транспортно-технологических машинах, на испытательном оборудовании определялась коррозионная стойкость, шумо- и виброизоляционные свойства многофункционального покрытия, объект исследования внедрен в практику и запущен производственный процесс.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследований обосновывается определением наиболее эффективного состава многофункционального покрытия и разработкой структурной формулы, продлевающей срок службы транспортно-технологических машин.

Практическая значимость результатов исследований заключается в разработке программного продукта для получения наиболее эффективного состава многофункциональных покрытий и технологии напыления его на поверхности деталей и узлов транспортно-технологических машин, для расчета виброзащитных свойств покрытие.

Внедрение результатов исследования. На основе научных данных по повышению долговечности деталей кузова и узлов транспортно-технологических машин многофункциональным покрытием:

разработанное наиболее эффективное многофункциональное покрытие внедрено в технологических машинах MAN CLA 26.280 и MAN CLA 18.280, принадлежащих унитарному предприятию «Камчикавтойул» (Комитета по автомобильным дорогам при Министерстве Транспорта Республики Узбекистан от 15 сентября, 2021 03-3623). В результате при достижении пробега MAN CLA 26.280 - 8,35 тыс. км, а MAN CLA 18.280 - 4,8 тыс. км полученное покрытие эффективно защитило металлические поверхности транспортно-технологических машин от коррозии;

разработанная математическая модель «источник-сидения-тело оператора», дифференциальные уравнения на основе математической модели, отражающей вибрационные свойства многофункциональных покрытий, а также разработанная компьютерная программа для расчета уровня вибрации в кабине транспортно-технологических машин с использованием пакета программирования Matlab внедрена при оформлении технических документов (Справка «Комитета по автомобильным дорогам при Министерстве Транспорта Республики Узбекистан» №03-3623/1 от 15 сентября 2021 года). В результате научных исследований нанесение многофункционального покрытия на транспортно-технологические машины снижает коррозию в 4 раза, а снижение шума в кабине транспортно-технологических машин снизилось на скоростях 0, 20, 30 км./ч соответственно до 9, 8, 7 дБА., а вибрация снижена до 0,02, 0,05, 0,1, 0,15 мм соответственно на скоростях 20, 30, 40, 50 км / ч.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования обсуждены на 3 международных и 1 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 9 научных работ. Из них 3 научные статьи опубликованы в научных изданиях, рекомендованных ВАК РУз и 1 научная статья опубликована в индексируемом журнале международной базе Scopus для публикации основных научных результатов диссертации доктора философии (PhD), в том числе 3 в республиканских и 2 в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 102 страницы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность исследования, сформулированы цели и задачи исследования, охарактеризованы объект и предмет исследования, показано соответствие темы диссертации приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики, изложена научная новизна и основные результаты, раскрыты научное и практическое значение исследования, обоснована достоверность полученных результатов, даны сведения о внедрении результатов исследования в производство, публикациях и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Анализ современного состояния многофункциональных антикоррозионных покрытий**» приведен анализ современных литературных источников, общее положение теории коррозии и определения их показателей. Изучены и проанализированы научные исследования известных ученых по антикоррозионным покрытиям для защиты деталей автомобиля от коррозии. Сформулированы требования, предъявляемым к созданию эффективных многофункциональных

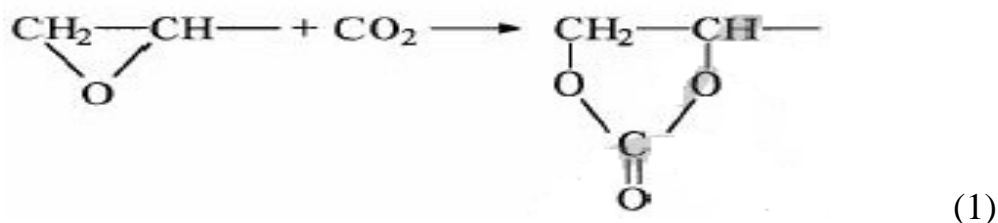
антикоррозионных покрытий узлов деталей транспортно-технологических машин. Рассмотрены проблемы шумоизоляции и виброзащитные характеристики многофункциональных покрытий узлов деталей транспортно-технологических машин. Теоретически обоснована целесообразность использования многофункциональных покрытий для защиты от коррозии, шума и вибрации транспортно-технологических машин.

Анализ научно-технической и патентной информации показал, что при разработке антикоррозионных покрытий многофункционального назначения, практически не учтены их адгезионные и другие физико-механические, а также эксплуатационные свойства, определяющие их работоспособность и долговечность. Данная диссертационная работа посвящена решению этих задач.

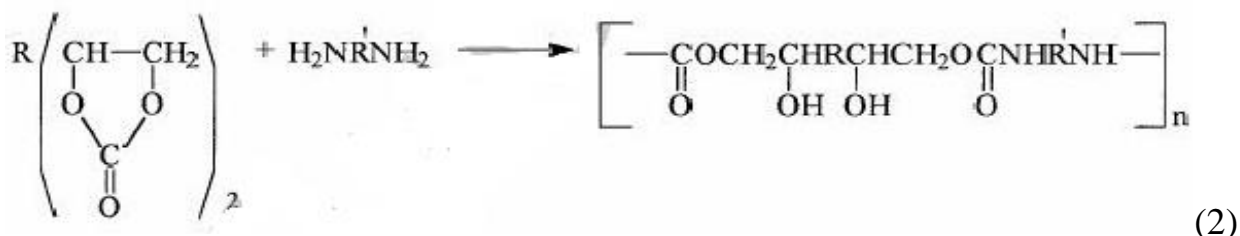
Во второй главе диссертации «**Обоснование и разработка новых многофункциональных покрытий для транспортно-технологических машин**» изложен и обоснован выбор объектов, разработке состава и структурная формула нового многофункционального антикоррозионного покрытия, описаны методики изучения физико-химических и механических свойств разработанного покрытия.

Термореактивные полимерные материалы на основе олигомера ЭД-16 обладают твердостью и износостойкостью. Поэтому нами выбран в качестве объекта исследования эпоксидная смола марки ЭД-16 и модифицирована циклокарбонатом и синтезирована взаимодействием диаминов с циклокарбонатами было синтезировано эпоксиуретановое покрытие.

1. Циклокарбонаты получили действием углекислого газа на эпоксидные соединения:



2. Взаимодействием диаминов с циклокарбонатами было синтезировано эпоксиуретановое покрытие:



Определение антикоррозионных свойств эпоксиуретана с добавкой проводили в лабораторных условиях по ГОСТу, агрессивной средой служила 10% соляная кислота (HCl). Результаты анализов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты анализов по антикоррозионным свойствам синтезированного антикоррозионного покрытия

Образец	Масса, г		Потеря массы	Примечание
	До испытаний	После испытаний		
Медь М	5,1072	5,1069	0,0003	Стойкие
Сталь Д	10,8331	10,8330	0,0001	Стойкие
Алюминий АЛ-9	2,0691	2,0690	0,0001	Стойкие

Из таблицы 1 следует, что полученное покрытие обладает достаточной химической стойкостью, потери массы пластин не существенны, так, для стали составляет 0,0001, для меди 0,0003, алюминия 0,0001. Опыты по антикоррозионной стойкости эпоксиуретана с добавкой были испытаны и в других агрессивных средах, при этом учитывались условия эксплуатации автомобиля. Под влиянием различных факторов (атмосферные, климатические условия, перепад температур и т.д.) металлические поверхности деталей подвергаются интенсивной коррозии, особенно существенны коррозионные процессы там, где в почве высокое содержание солей, например, в областях Кашкадарьи, Каракалпакистана, и др. в Республики Узбекистана.

Поэтому опыты по коррозионной стойкости проведены в растворах различных солей при температуре 60°C в течении 120 часов, результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

**Результаты степени защиты эпоксиуретанового
многофункционального покрытия**

Испытуемая среда	Показатели	Контрольный образец	Металлы		
			Сталь	Алюминий	Медь
NaCl 5%	К	0,0059	0,000069	0,000007	0,000061
	Z	-	98,8	99,8	98,9
Na ₂ CO ₃ 5%	К	0,0061	0,00060	0,000058	0,000080
	Z	-	90,2	99,1	98,6
Na ₂ SO ₄ 5%	К	0,0049	0,000061	0,000058	0,000061
	Z	-	98,7	98,8	98,7
NaHCO ₃ 5%	К	0,0057	0,000058	0,000058	0,000058
	Z	-	99,8	99,8	99,8
CaCO ₃ 5%	К	0,0029	0,000030	0,000028	0,000034
	Z	-	98,9	99	98,8

К (мг/см², сут.) – скорость коррозии, Z -% степень защиты.

Как видно из таблицы 2, у опытного образца высокая степень антикоррозионной защиты и составляет 98,9%.

Проведены эксперименты также по термической и морозостойкости покрытия, температура плавления покрытия наблюдалась при температуре 195-197°C, морозостойкость (появление штрихов и небольших трещин) составила минус 28-30°C.

Результаты проведенных наблюдений и анализов приведены в таблице 3.

Таблица 3

**Физико-химические и эксплуатационные показатели
антикоррозионного полимерного покрытия**

Показатели	Значение	Примечание
Прочность на удар, см	75	Высокая
Морозостойкость, °С	-28 -30	Достаточная
Теплостойкость, (температура плавления) °С	195-197	Достаточная
Адгезия методом решетчатых надрезов, балл, не более	1	Высокая
Степень коррозионной защиты, %	98,9	Высокая

Из таблицы 3 видно, что антикоррозионное полимерное покрытие по основным свойствам имеет высокие значения показателей и может быть использовано в качестве защиты металлов от коррозии.

В третьей главе диссертационной работы «**Экспериментальные исследования по определению свойств многофункционального покрытия для повышения коррозионной стойкости транспортно-технологических машин**» приведены результаты разработки методики проведения натурных экспериментальных исследований.

В рамках настоящей работы разработана методика проведения экспериментальных исследований по определению механических характеристик многофункционального антикоррозионного покрытия. Разработанная методика основывается на покрытии внешней поверхности агрегатов и узлов транспортно-технологических машин многофункциональным антикоррозионным покрытием. Для проведения экспериментальных исследований по влиянию шума и вибрации в кабине транспортно-технологических машин использовались стандартизованное и поверенное измерительное оборудование.

Экспериментальные исследования по определению точечной степени коррозии проводили в три этапа, а именно: первый этап - определение самых коррозионных мест транспортно-технологических машин визуальным способом, второй этап - очистить коррозионные места с помощью угловой шлифовальной машины, третий этап - определение толщины коррозии с помощью измерительных приборов.

Эксплуатационные испытания проводили в натурных условиях на перевале «Камчик» (Наманганская область Папский район).

В начале провели визуальный анализ. Анализ поверхностей коррозии (днища кузова, рамы) показал, что поверхности сильно повреждены, глубина коррозии на раме автомобиля составила 3,48 мм, а в некоторых местах (хвостовая часть) было обнаружено сильное расслоение металла.

На таблице 4 приведены результаты по определению степени коррозии.

Результаты по определению степени коррозии

Модели	Гос. номер	Год выпуска	Степень коррозии металлической поверхности, %		
			кузов	рама	крыло заднего колеса
MAN CLA 26.280	50 874 HAA	2012	90	85	100
MAN CLA 18.280	50 835 HAA	2012	45	85	100
MAN CLA 18.280	50 851 HAA	2013	40	80	100
MAN CLA 18.280	50 421 BBA	2013	40	85	100

На рисунке 1 показана зависимость потери массы металлических образцов от времени в транспортных условиях эксплуатации

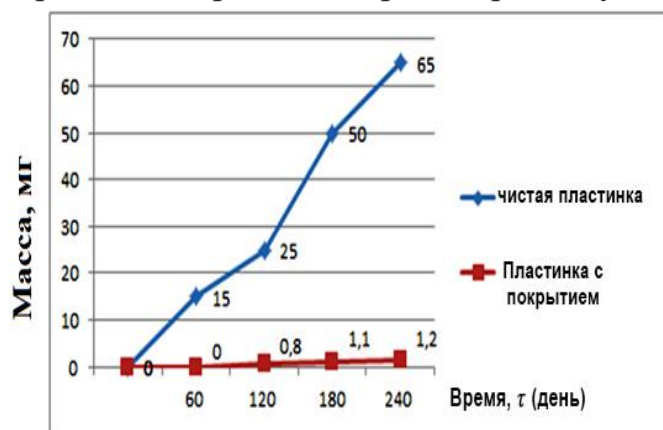


Рис. 1. Зависимость потери массы металлических образцов от времени в транспортных условиях эксплуатации

Следующим этапом нашего эксперимента была подготовка антикоррозионного покрытия для нанесения. Из существующих методов очистки выбран наиболее

простой, удобный и эффективный метод – абразивно-механический с использованием УШМ (угловая-шлифовальная машинка). Были подготовлены два образца, первый образец содержал эпоксиуретан в присутствии титана и второй образец без добавления титана. Антикоррозионное покрытие подвергали анализу на условную вязкость прибором ВЗ-4, которая была доведена растворителем Р-4 до 28 с. согласно требованиям стандарта.

Покрытия наносили на днища кузовов и рамы. После высыхания проводили наблюдение за состоянием покрытия в течении двух месяцев. При этом было выявлено, что на самосвале MAN CLA 26.280 с наружной стороны кузова обнаружены трещины из-за удара ковшем при погрузке, особенно повреждено покрытие в хвостовой части кузова, а в некоторых местах царапины и точечная коррозия из-за недоступности при очистке. Следовательно, ударопрочность покрытия имела не высокие показатели. В связи с этим нами было использовано другое покрытие без титана.

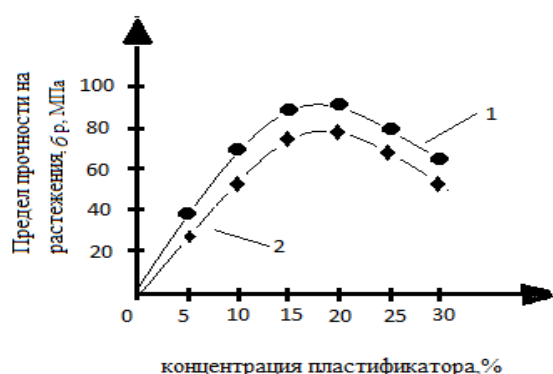
Для улучшения свойств покрытия в лабораторных условиях повторно проведены испытания по изучению влияния природы пластификатора и ее концентрации на адгезию, прочность на удар, укрывистость, время высыхания. Для этого были определены различные концентрации пластификаторов дибутилфталата и диоктилфталата 5, 10, 15, 20, 30%. Полученное новое покрытие, испытали на эффективность по указанным показателям. Результаты приведены в таблице 4.

Влияние концентрации и природы пластификатора на качество антикоррозионного покрытия

Показатели качества	Концентрация, %									
	Дибутилфталат (ДБФ)					Диоктилфталат (ДОФ)				
	5	10	15	20	30	5	10	15	20	30
Адгезия методом решетчатых надрезов, балл, не более	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2
Предел прочности на растяжения, МПа	50	80	90	80	55	40	70	78	70	60
Предел прочности на изгиб, %	27	34	34	27	22	27	34	34	27	22
Время высыхания, час	24	24	24	24	23	22	22	23	22	21
Укрывистость, гр/ см ²	80	85	75	80	90	85	80	85	90	75

На рисунке 2 показана зависимость предела прочности на растяжения многофункционального покрытия от концентрации пластификатора.

На рисунке 3 показана зависимость предела прочности на изгиб многофункционального покрытия от концентрации пластификатора.



1-ДБФ, 2- ДОФ

Рис.2. Зависимость предела прочности на растяжения от концентрации пластификатора

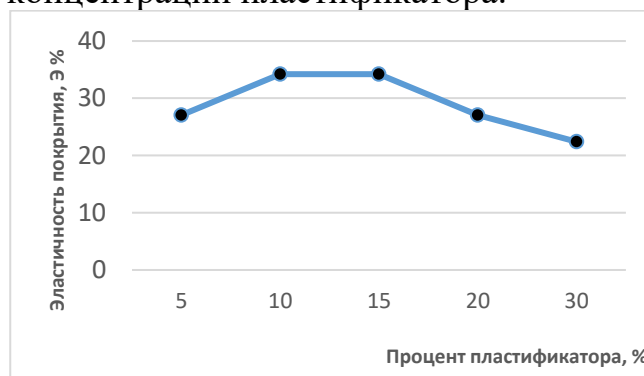


Рис.3. Зависимость предела прочности на изгиб от концентрации пластификатора

Эластичность покрытия Э вычисляется по формуле,

$$\mathcal{E} = \left(\frac{h+2t}{2r+h} \right), \% \quad (3)$$

где: h-толщина подложки; t-толщина покрытия; r-радиус стержня.

Как следует из таблицы 5 и рисунков 2 и 3 наиболее эффективной концентрацией пластификатора в покрытии оказалось 10 и 15%, независимо от природы пластификатора. Поэтому были подготовлены новые составы

покрытий с концентрацией пластификатора (дибутилфталата) 10 и 15%, для улучшения ударопрочности покрытия вводили эпоксидную смолу.

Полученное покрытие наносили на подконтрольные автомобили, дорожную машину MAN CLA 18.280 с гос. номером 50 421 ВВА с концентрацией пластификатора 10% и на дорожную машину MAN CLA 18.280 с гос. номером 50 851 НАА с концентрацией пластификатора 15%. После высыхания раму окрасили нитроэмалью в черный цвет, а кузов в красный цвет.

При использовании демпфирующих свойств композиции, пластифицированного диоктилфталатом обнаружено, что динамический модуль упругости пластифицированного композита во всей области стеклообразного состояния выше, чем модуль не пластифицированного. Эти данные еще раз подтверждают то, что пластификатор позволяет макромолекулам полимеров перегруппироваться, тем самым способствуя увеличению прочности материала.

Автомобили самосвал MAN CLA 26.280 и дорожные машины MAN CLA 18.280 работали под полной нагрузкой. Наблюдение проводили через каждые 1 тыс. км. пробега. При визуальном анализе на поверхностях не наблюдались изменения в виде штрихов и трещин.

Эксплуатацию автомобиля проводили в теплое и холодное время года, пробег составил для самосвала MAN CLA 26.280 8,35 тыс. км., а для дорожных машин MAN CLA 18.280 соответственно в пределах 4,8 тыс. км., перепад температур не повлиял на прочность и адгезию покрытия.

Четвертая глава диссертации **«Исследование шумо- и вибрационных свойств многофункциональных покрытий на узлах и деталях транспортно-технологических машин»** содержит результаты разработки методики определения шумовых и вибрационных характеристик многофункционального покрытия на узлах и деталях транспортно-технологических машин. Транспортно-технологические машины работают в самых различных условиях эксплуатации - это климатические условия, состояние автомобильных дорог, перепад температур и др. Воздействие этих факторов приведены в данной работе при изучении антикоррозионных свойств полученного нами покрытия. Однако, вместе с тем немаловажным также является человеческий фактор. При работе автомобиля возникают шумы и вибрации, которые негативно воздействуют на состояние водителя. Поэтому влияние возможного отклонения величин шума и вибрации от нормативов на здоровье водителя при работе автомобиля представляет интерес.

В данной главе рассматриваются теоретические предпосылки и методы решения задач динамики двух систем: «человек - сидения автомобиля - виброгаситель» с распределенными параметрами предназначенных для обеспечения виброзащиты водителя от вредного воздействия полей вибрации транспортно-технологических машин в позе «сидя».

Нами впервые проведены эксперименты по замеру шума и вибрации до и после нанесения антикоррозионного покрытия. Шум и вибрацию измеряли

на приборе АССИСТЕНТ (БВЕК.438150-005РЭ). Анализатор шума и вибрации «АССИСТЕНТ» предназначен для измерения средних (эквивалентных), экспоненциально усредненных и пиковых уровней звука, инфразвука и ультразвука; уровней звукового давления (УЗД) в октавных и третьоктавных полосах частот в диапазонах звука, инфразвука и ультразвука; скорректированных уровней виброускорения общей и локальной вибрации и уровней виброускорения в октавных и третьоктавных полосах частот в диапазонах общей и локальной вибрации. Прибор может применяться для измерений параметров звука, инфразвука, ультразвука, общей и локальной вибрации на рабочих местах, в жилых и общественных зданиях, на территориях. Использоваться для измерений характеристик машин и механизмов, в научных исследованиях.

На таблице 5 показано влияние многофункционального покрытия на шум транспортно-технологических машин

Таблица 5

Показатели влияния многофункционального покрытия на шум транспортно-технологических машин

Перед обработкой покрытием			Допустимый шум	После обработкой покрытием		Изменение шума	
Частота, Гц	Значение, дБ	дВА, дБ	дВА, дБ	Значение, дБ	дВА, дБ	Значение, дБ	дВА, дБ
31.5	95.6	76	70	78.1	67	17,5	9
63.0	76.2			71.7		4,5	
125.0	68.5			65.5		3,0	
250.0	65.2			59.2		6,0	
500.0	61.1			50.8		10,3	
1000.0	58.4			39.9		18,5	
2000.0	51.8			36.6		15,2	
4000.0	45.8			33.5		12,3	
8000.0	39.5			31.9		7,6	

Разработана динамическая модель для определения антивибрационных свойств покрытия (рис.4)

Были впервые проведены эксперименты по замеру шума и вибрации до и после нанесения антикоррозионного покрытия при скорости транспортного средства 20 км/час (рис.5).

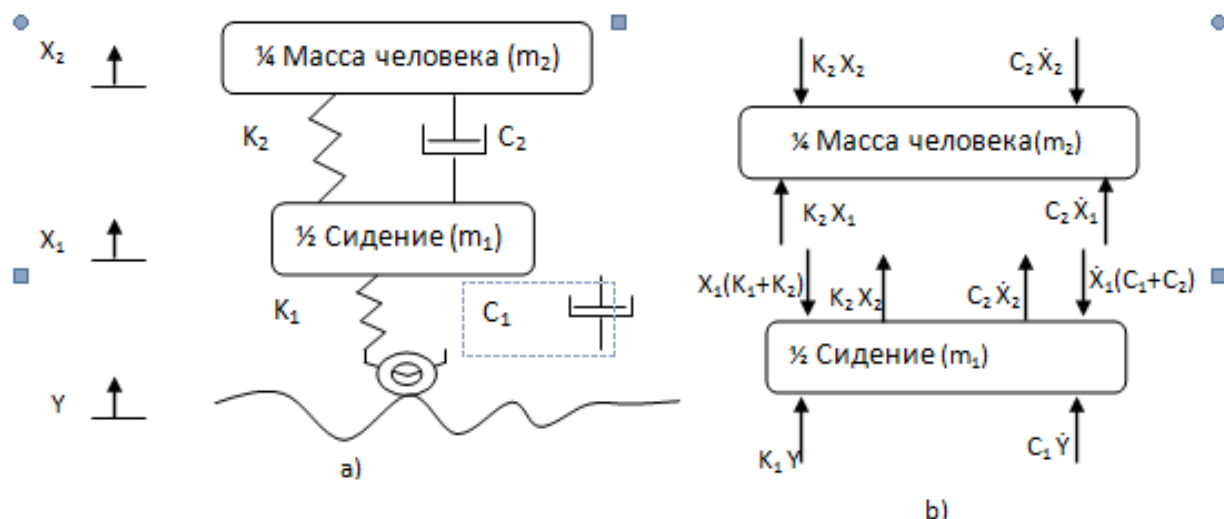


Рис.4. Динамическая модель для определения антивибрационных свойств покрытия

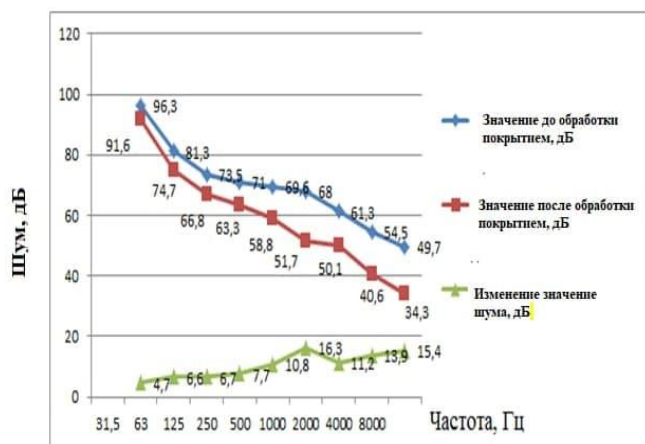


Рис.5. Изменение шума до и после обработки покрытием при скорости транспортного средства 20 км/час

Выводим дифференциальные уравнения на основе математической модели, отражающей вибрационные свойства многофункционального покрытия.

$$\begin{cases} m_2 \ddot{x}_2 + C_2(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) + K_2(x_2 - x_1) = 0 \\ m_1 \ddot{x}_1 + C_2(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + K_2(x_1 - x_2) + C_1(\dot{x}_1 - \dot{y}) + K_1(x_1 - y) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} m_2 \ddot{x}_2 + C_2\dot{x}_2 + K_2x_2 - C_2\dot{x}_1 - K_2x_1 = 0 \\ m_1 \ddot{x}_1 + \dot{x}_1(C_2 + C_1) + x_1(K_2 + K_1) - (C_2\dot{x}_2 + K_2x_2) = C_1\dot{y} + K_1y \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} X_2(s)(m_2 s^2 + C_2 s + K_2) - X_1(s)(C_2 s + K_2) = 0 \\ X_1(s)(m_1 s^2 + s(C_2 + C_1) + (K_2 + K_1)) - X_2(s)(C_2 s + K_2) = R(s) \end{cases} \quad (3)$$

$$T_1(s) = \frac{X_1(s)}{R(s)} = \frac{(m_2 s^2 + C_2 s + K_2)}{(m_2 s^2 + C_2 s + K_2) * (m_1 s^2 + s(C_2 + C_1) + (K_2 + K_1)) - (C_2 s + K_2)^2} \quad (4)$$

$$T_2(s) = \frac{X_2(s)}{X_1(s)} = \frac{(C_2 s + K_2)}{(m_2 s^2 + C_2 s + K_2)} \quad (5)$$

Полученные параметры: $m_1 = 340 \text{ kg}$, $m_2 = 4.4 * 10^3 \text{ kg}$, $C_2 = 27627 \frac{Ns}{m}$,
 $C_1 = 2 * 10^5 \frac{Ns}{m}$, $K_2 = 967430 \frac{N}{m}$, $K_1 = 2 * 10^6 \frac{N}{m}$.

Из результатов, приведенных на гистограмме и рисунках можно полагать, что покрытие, которое мы использовали в целях защиты днища кузова, рамы и других деталей автомобиля может выполнять и другие функции. Снижается вибрация, а при малых вибрациях повышается надежность, долговечность автомобиля, снижение шума улучшает условия работы водителя, снижается усталость. Резюмируя и обобщая результаты выполненных нами работ можно сделать выводы, что полученное антикоррозионное покрытие обладает высокими антикоррозионными свойствами, надежно защищает металлические поверхности от коррозии и вместе с тем снижает шум, вибрацию, увеличивая долговечность и надежность автомобиля.

Экономическая эффективность от внедрения разработанного многофункционального антикоррозионного покрытия

$$Э_{уд} = (C_{1уд} * T) - (C_{2уд} * T), \text{ сум/1авто}$$

где $C_{1уд}$ – удельные затраты на лакокрасочное покрытие сум/кг;

$C_{2уд}$ – удельные затраты на получение антикоррозионного покрытия + лакокрасочный материал сум/кг;

T – трудовые расходы, сум.

При определении удельных затрат учитываются следующие затраты: на приобретение сырья и материалов; на производство антикоррозионного покрытия; на энергоносители; на заработную плату; на покупку и комплектацию технологического оборудования; на непредвиденные затраты.

Сырьё для получения антикоррозионного покрытия: эпоксидная смола – 75%; отвердитель ПЭПА – 10%; пластификатор Дибутилфталат – 10%; растворитель р-4 – 5%.

Цена на сырье: эпоксидная смола – 58000 сум/кг; отвердитель ПЭПА – 65000 сум/кг; пластификатор Дибутилфталат – 30000 сум/кг; растворитель р-4 – 18700 сум/кг.

$C_{ап}$ = цена антикоррозионного покрытия, сум/кг

$C_{лкм}$ = цена лакокрасочного материала, 50 000 сум/кг

$R_{ап}$ = расход антикоррозионного покрытия = 2,5 кг на 1 автомобиль

$R_{лкм}$ = расход лакокрасочного материала = 3,9 кг на 1 автомобиль

$$C_{ап} = 58000 * 75\% + 65000 * 10\% + 30000 * 10\% + 18700 * 5\% = 53935 \text{ сум/кг}$$

$$C_{2уд} = 53 935 * 2,5 + 50 000 * 3,9 = 329 837,5 \text{ сум/ 1 авто (на 3 года)}$$

$C_1 (L_1)$ = удельные затраты на лакокрасочное покрытие сум/кг

$$C_{1уд} = C_{лкм} * R_{лкм} = 50 000 * 7,8 = 390 000 \text{ сум/ 1 авто (на 1 год)}$$

$R_{\text{ЛКМ}}^*$ = расход лакокрасочного материала без антикоррозионного ниже лежащего слоя = 7,8 кг на 1 автомобиль (покрывать автомобиль необходимо 1 раз в год).

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{уд}} &= 390000 * 3 - 329837,5 = \\ &840162,5 \text{ сум/1авто на 3 года} \end{aligned}$$

Экономический эффект составит 280 054 сум 1 авто за 1 год

* 3 = коэффициент который зависит от того, что наше антикоррозионное покрытие выполняет свои свойства 3 года, а без антикоррозионного покрытия ЛКМ необходимо покрывать раз в год.

$$T = Z_{\text{сут}} * P * D_{\text{раб}}$$

$Z_{\text{сут}}$ = зарплата рабочего за сутки, (зарплата рабочего на данном предприятии составляет от 2 200 000 до 3 000 000, рабочая смена 15 дней в месяц) = 173 333 сум в 1 день

P = количество рабочих, (минимальное количество для снятия старого слоя ЛКМ и нанесения) 2 чел.

$D_{\text{раб}}$ = дней работы по очистке поверхности от краски и нанесению ЛКМ, 4 дня.

$$T = 173\,333 * 2 * 4 = 1\,386\,650 \text{ сум}$$

$$\mathcal{E}_{\text{уд}} = (C_{1\text{уд}}(L_1) * T) - (C_{2\text{уд}}(L_2) * T), \text{ сум/1авто}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{уд}} &= (390000 + 1386650) * 3 - 329837,5 + 1386650 = \\ &5329950 - 1716487,5 = 3613462,5 \text{ сум/1авто на 3 года} \end{aligned}$$

Экономический эффект от внедрения нашего антикоррозионного покрытия составит порядка 1 204 487,5 сум на 1 автомобиль на 1 год.

Общая экономическая выгода составит $\mathcal{E}_{\text{уд}} * A_{\text{тр}}$

$A_{\text{тр}}$ = количество автомобилей на АТП, 60 авто.

$$1\,204\,487,5 * 60 = 72269250 \text{ сум в год.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На основе анализа научно-технической литературы, статей и других источников теоретически и практически изучена коррозия и ее свойства, а также влияние нанесения многофункциональных покрытий на транспортно-технологические машины на повышение их периодичности, снижение шума и вибрации.

2. Выбран наиболее эффективный и обоснованный состав для многофункционального антикоррозионного покрытия на основе местного сырья и разработана его структурная формула.

3. Были исследованы эксплуатационные свойства недавно разработанного многофункционального покрытия, а также изучена вязкость и другие эксплуатационные свойства, в том числе свойства снижения шума и вибрации, что позволило использовать их в качестве многофункционального покрытия.

4. В результате нанесения многофункциональных покрытий на транспортно-технологические машины объем постоянной антикоррозионной обработки транспортно-технологических машин сократится в 4 раза.

6. Изучено влияние покрытия на шум и достигнуто снижение на 9, 8, 7 дБА соответственно на скоростях 0, 20, 30 км / ч в кабине транспортно-технологических машин.

7. Определена амплитуда вибрации на рабочем месте машиниста транспортно-технологических машин, уменьшенная на 0,02, 0,05, 0,1, 0,15 мм соответственно на скоростях 20, 30, 40, 50 км / ч.

8. Была проведена оценка экономической эффективности исследования. По результатам эксперимента будет получена экономия 280 054 сумов в год на каждую транспортно-технологическую машину, и 1 204 487 5 млн сумов на 1 транспортное средство в год за счет экономии не менее 4-х кратной стоимости лакокрасочной продукции и рабочей силы. Ожидаемая экономическая эффективность предприятия составит - 72 269 250 сумов.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.18/30.12.2019.T.09.01 ON AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES AT THE TASHKENT STATE TRANSPORT
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

IBRAGIMOV BOTIR DASTAMOVICH

**INCREASING THE DURABILITY OF BODY PARTS AND UNITS OF
TRANSPORTATION AND TECHNOLOGICAL MACHINES BY MULTI-
FUNCTIONAL COATING**

05.08.06 - Wheeled and tracked vehicles and their operation

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

Tashkent – 2021

The topic of the thesis of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan for B2021.1.PhD/T2138 The dissertation was completed at the Tashkent State Transport University.

The abstract of the thesis is posted in three languages (uzbek, russian and english (summary)) on the website of the scientific council (www.tdtu.uz) and in the information and educational portal «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Scientific supervisor:

Khakimov Ravshan Muminovich
candidate of technical sciences, dostent

Official opponents:

Sharipov Kongratboy Avezimbetovich
Doctor of technical sciences, professor
Nurkulov Fayzulla Nurmuminovich
Doctor of technical sciences

Leading organization:


Andijan Machine-building institute


Dissertation defense DSc.18/30.12.2019.T:09.01 Scientific Council under the Tashkent State University of Transport 2021 year « 11 » 12 hour 10⁰⁰ (Address: 100167, Tashkent, Odilkhojaev str. 1. Tel./fax: (998-71) -277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).


The dissertation is available at the Information Resource Center of Tashkent State Transport University (registered under 039). (Address: 100167, Tashkent, Odilkhojaev street 1. Tel./fax: (998-71) -277-54-87, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

Abstract of dissertation sent out on « 29 » 11 2021 y.
(mailing report No. 8 on 20. 10 2021 y.).




A.A. Riskulov
Chairman of the scientific council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor


R.M. Khudaykulov
Scientific secretary of scientific council for awarding degree, doctor of philosophy in technical sciences


A.A. Muxitdinov
Chairman of the academic seminar under the scientific council for awarding scientific degrees, doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to increase the durability of body parts and units of transport and technological machines with a multifunctional coating.

The object of the research work are a MAN CLA 26.280 dump truck and a MAN CLA 18.280 road vehicle.

Scientific novelty of the research work:

the most effective composition of multifunctional coatings was determined by synthesis to increase the service life of transport and technological machines;

the structural formula of multifactor coatings has been derived and the dependence on the resource of transport and technological machines has been established;

it was determined that the noise-suppressing properties of a multifunctional coating depend on the composition and thickness of the coating, which was determined by analyzing the sound pressure and frequency;

a mathematical model has been developed that reflects the vibrational properties of multifunctional coatings, and on its basis differential equations have been derived;

a method for calculating the level of vibration in the cab of transport and technological machines has been developed.

Implementation of research results. Based on scientific data on the development of an increase in the durability of body parts and units of transport and technological machines with a multifunctional coating:

the developed most effective multifunctional coating was introduced in the MAN CLA 26.280 and MAN CLA 18.280 technological machines belonging to the Kamchikavtoyul unitary enterprise (certificate of the Committee on Roads under the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan No. 03-3623 / 1 dated September 15, 2021). As a result, upon reaching the mileage of MAN CLA 26.280 - 8.35 thousand km, and MAN CLA 18.280 - 4.8 thousand km, the resulting coating effectively protected the metal surfaces of transport and technological vehicles from corrosion;

the developed mathematical model "source-seat-operator's body", differential equations based on a mathematical model reflecting the vibration properties of multifunctional coatings, as well as a developed computer program for calculating the vibration level in the cab of transport and technological machines using the Matlab programming package was implemented in the preparation of technical documents (certificate of the Committee on Roads under the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan No. 03-3623 / 1 dated September 15, 2021). As a result of scientific research, the application of a multifunctional coating on transport and technological machines reduces corrosion by 4 times, and the noise reduction in the cab of transport and technological machines decreased at speeds of 0, 20, 30 km / h, respectively, to 9, 8, 7 dBA, and vibration is reduced to 0.02, 0.05, 0.1, 0.15 mm, respectively, at speeds of 20, 30, 40, 50 km / h.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 104 pages.

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

1. Aida Barxanadjyan, Ravshan Hakimov, Botir Ibragimov. Research of the possibility of using waste of paint and varnish materials for anti-corrosion protection of metal parts of transport equipment // Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers, 2020, Iss. 4, page 54-60 (05.00.00. №16).

2. Барханаджян А.Л., Хакимов Р.М., Ибрагимов Б.Д., Собирова Д.К., Абдукаримова Г.О., Айрапетов Д.А. Проблема использования отходов лакокрасочных материалов и их утилизация // Известия Томского политехнического университета инжиниринг георесурсов, Том 33, 2020, DOI <https://doi.org/10.18799/24131830/2020/9/2821>, - С. 179-183 (**Scopus**) (Пятилетний импакт-фактор РИНЦ за 2017 г. - 0,338 (без самоцитирования – 0,291) (05.00.00. №9).

3. Барханаджян А.Л., Хакимов Р.М., Ибрагимов Б.Д., Вафаев О., Айрапетов Д.А. Анतिकоррозионная защита металлических деталей транспортной техники полимерным покрытием на основе эпоксиуретана //Ж. Химия и химическая технология, 2021, №72, - С. 32-35 (02.00.00. №3).

4. Ибрагимов Б.Д. Изучение влияния нового полимерного антикоррозионного покрытия в транспортно-технологических машинах на шум и вибрацию // Узбекский Научно-технический и производственный журнал Композиционные материалы. ISSN 2091-5527, №3/2021, 108-110 стр. (05.00.00. №13).

5. Hakimov, R., Ibragimov, B., Barxanadjyan, A., & Kodir, N. (2021). *DEVELOPMENT OF A POLYMER COATING FOR CORROSION PROTECTION OF METAL CAR PARTS*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4935271> Eurasian journal of academic research, Issue 03, 2021, ISSN 2181-2020, Page 170-175. (05.00.00. №1).

II-бўлим (II-часть; II-part)

6. Хакимов Р.М., Барханаджян А.Л., Ибрагимов Б.Д., Мусаждонов М.З. Решение проблемы коррозионного износа деталей дорожно-строительной и автомобильной техники // Сборник материалов международной научно-технической конференции “Перспективы развития дорожно-транспортных и инженерно-коммуникационных инфраструктур”. ТИПСЭАД, 2017 год. 410-412 стр.

7. Хакимов Р.М., Барханаджян А.Л., Ибрагимов Б.Д., Вафаев О. Защита металлических деталей от коррозии высокомолекулярными композиционными покрытиями // Глобальное партнерство-как условие и гарантия устойчивого развития. Международная научно-техническая конференция. ТИПСЭАД, 2019. – С132-135.

8. Барханаджян А.Л., Хакимов Р.М., Ибрагимов Б.Д. Исследование возможности использования отходов лакокрасочных материалов для

антикоррозионной защиты металлических деталей транспортной техники // Материалы республиканской научно-практической конференции с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте инновационные технологии в строительстве». ТашИИТ, Выпуск 15, Ташкент-2020.

9. Botir Ibragimov. Determination of corrosion, noise and vibration characteristics of multifunctional epoxyurethane-based coating for transport and technological machines/International Conference on Multidisciplinary Research and Innovative Technologies is organized by Academia Science Publishing Group Spain, European Union. (Vol.1), August 28-29 th, 2021. –P.243-246.

«ТДТУ Хабарномаси» илмий-техник журнали тахририяида тахрирдан
08.10.2021 йилда ўтказилди.