

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.15/31.08.2022.Т.73.02 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

АДИЛОВ НОДИР БОТИР ЎҒЛИ

ТЕМИР ЙЎЛ ТАРОЗИЛАРИНИ ТЕКШИРИШ УЧУН
МЎЛЖАЛЛАНГАН ВАГОННИНГ ХИЗМАТ МУДДАТИ
УЗАЙТИРИЛИШINI ИЛМий ЖИХАТДАН АСОСЛАШ

05.08.05 – Темир йўлларнинг ҳаракатланувчи таркиби,
поездларни тортиш ва электрлаштириш

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2022

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси
автореферати мундарижаси**

**Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
по техническим наукам**

**Contents of research work abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Адилов Нодир Ботир ўғли

Темир йўл тарозиларини текшириш учун мўлжалланган вагоннинг
хизмат муддатини узайтирилишини илмий жиҳатдан асослаш..... 3

Адилов Нодир Ботир угли

Научное обоснование продления срока службы вагона для проверки
железнодорожных весов..... 20

Adilov Nodir Botir ugli

Scientific justification for extending the service life of a wagon for checking
railway scales 37

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works..... 40

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.15/31.08.2022.Т.73.02 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

АДИЛОВ НОДИР БОТИР ЎҒЛИ

ТЕМИР ЙЎЛ ТАРОЗИЛАРИНИ ТЕКШИРИШ УЧУН
МЎЛЖАЛЛАНГАН ВАГОННИНГ ХИЗМАТ МУДДАТИ
УЗАЙТИРИЛИШINI ИЛМИЙ ЖИҲАТДАН АСОСЛАШ

05.08.05 – Темир йўлларнинг ҳаракатланувчи таркиби,
поездларни тортиш ва электрлаштириш

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2022

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2022.4.PhD/T3208 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:

Рузметов Ядгор Озодович
техника фанлар номзоди, доцент

Расмий оппонентлар:

Третьяков Александр Владимирович
техника фанлари доктори, профессор (Россия)

Адилова Зиёда Гафурджановна
техника фанлари доктори (DSc), профессор

Етакчи ташкилот:

Фарғона политехника инситути

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги PhD.15/31.08.2022.T.73.02 рақамли Илмий Кенгашнинг 2022 йил «___» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси 1-уй. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz.

Диссертация билан Тошкент давлат транспорт университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (___ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси 1-уй. Тел.: (99871) 299-05-66.

Диссертация автореферати 2022 йил «___» _____ куни тарқатилди.
(2022 йил «___» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

Р.В. Рахимов

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

Д.О. Раджибаев

Илмий даражалар берувчи илмий
Кенгаш илмий котиби, т.ф.н., доцент

Р.М. Мирсаатов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурияти. Жаҳонда темир йўл ҳаракат таркибига кирувчи вагонлардан фойдаланиш самарадорлигини ошириш, вагонларнинг оғирлигини текшириб турувчи тарози текшириш вагонларининг янги авлодини яратиш ва мавжуд тарози вагонларининг узел ва деталларининг ишлаш муддатини ошириш масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда. Ҳозирги кунда ривожланган мамлакатлар темир йўл транспорти тизимида вагонларнинг ғилдирак ўқиға тушадиган оғирлик кучини назорат қилиш, ҳамда ғилдирак жуфтлиги ва рельс орасидаги илашиш коэффициентининг назарий қийматиға яқинлаштириб туриш учун аниқлиги юқори бўлган, замонавий вагон тарозиларидан фойдаланиш муҳим аҳамият касб этмоқда. Бу борада, жумладан, тарози вагонларнинг хизмат муддатини узайтириш учун техник ечимларни асослаш, тарози вагонларнинг металл конструкцияларини техник ҳолатини баҳолаш, тарози вагонларнинг узел ва деталларининг зўриқиш кучланишларини аниқлаш учун чекли элементлар услуги ёрдамида ишлайдиган замонавий муҳандислик дастурий таъминотини қўллаш орқали аниқлиги юқори бўлган илмий тадқиқотлар олиб боришға алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда вагонларнинг техник ҳолатини яхшилаш, уларнинг ғилдирак жуфтлиги ва рельс орасидаги илашиш коэффициентини аниқлаш, вагонларнинг оғирлигини назорат қилувчи тарози вагонларнинг узел ва деталларини бўйлама, горизонтал кучланишларини аниқлаш, янги турдаги тарози вагонларини яратиш, тарози вагонларнинг узел ва деталларининг ишлаш муддатини ошириш, тарози вагонларнинг самарадорлиги ва аниқлигини ошириш учун кузов ва механик қисмида юзага келадиган зўриқиш деформацияларини ҳисоблаш ва математик моделлаштириш, тарози текшириш вагонларининг фойдали ишлатилиш муддатини узайтириш билан капитал таъмирлашнинг техник шартларини ишлаб чиқишға қаратилган илмий тадқиқотларға катта эътибор қаратилмоқда. Бу борада, жумладан, тарози вагонларнинг кузов қисмидаги зўриқиш деформацияларини аниқлашнинг аниқлиги юқори бўлган замонавий усулларини қўллаш бўйича тадқиқот ишларини олиб бориш алоҳида аҳамият касб этмоқда. Шу билан бирға, тарози вагонларнинг кузовларида вужудға келадиган зўриқиш деформацияларини аниқлашни моделлаштириш орқали хизмат муддатини ошириш муҳим долзарб вазифалардан ҳисобланмоқда.

Республикамизда турли транспорт соҳаларини ривожлантириш, жумладан темир йўл транспорти инфратузилмасини такомиллаштириш, юқори тезликда ҳаракатланувчи таркиб участкаларини кенгайтириш, мавжуд темир йўл худудларини электрлаштириш ва такомиллаштириш ишлари амалға оширилмоқда. 2022-2026 йилларға мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан «Барча транспорт турларини узвий боғлаган ҳолда ягона транспорт тизимини

ривожлантириш»¹ бўйича вазифалар белгиланган. Бу борада, жумладан ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларининг хизмат муддатини оширишга, механик ва кузов қисмида юзага келадиган зўриқиш кучларини аниқлашни математик моделлаштириш, ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларининг самарадорлигини ошириш ва илмий жиҳатдан асослаш муҳим вазифа ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида»ги Фармони, 2019 йил 1 февралдаги ПФ-5647-сон «Транспорт соҳасида давлат бошқаруви тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Фармонлари, 2019 йил 1 февралдаги «Ўзбекистон Республикаси Транспорт вазирлиги фаолиятини ташкил этиш тўғрисида»ги ПҚ-4143-сон Қарори, Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2018 йил 12 январдаги 24-сон «Илмий инновацион ишланма ва технологияларни ишлаб чиқаришга татбиқ этишнинг самарали механизмларини яратиш чоратадбирлари тўғрисида»ги ва 2017 йил 23 августдаги ПҚ-3238-сон «Замонавий энергия самарадор ва энергия тежайдиган технологияларни яна жорий этиш чора-тадбирлари тўғрисида»ги қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига боғлиқлиги. Мазкур тадқиқот республикада фан ва технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлик» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Темир йўл транспорти юк вагонлари ва тарози вагонларининг металл конструкцияларининг қолдиқ ресурсини ошириш муаммоларини ҳал этишда дунёнинг етакчи мамлакатларининг илмий тадқиқот марказлари, университет ва институтларининг бир қатор олимлари: Н. Jang, Т. Mauder, Т. Lack, G. Cherniak, A. Wrobel, Т. Нернер, N.Nangolo, A. Baier, J. Gerlici, M.Ramesh, A.Shvets, А.А. Битюцкий, А.В. Васильев, металл конструкцияларининг қолдиқ ресурсини аниқлашнинг математик моделлаштириш бўйича М.М. Болотин, В.С. Воропай, Г.М. Волохов, Н.Н. Воронин, Г.И. Герасименко, А.Д. Кочнов, Н.А. Битюцкий, Ю.П. Портнов, М.А. Соколов, М.Г. Сыровцев, В.П. Сычев, А.В. Третьяков, С.В. Урушев, В.Н. Цюренко, Е.М.Попов, Ю.П. Бороненко, Ю.М. Черкашин ва бошқалар илмий тадқиқотлар олиб борганлар. Тарози вагонларининг қолдиқ ресурсини аниқлаш ва вагонларнинг самарадорлигини ошириш бўйича илмий муаммоларни ҳал қилишда етакчи ўзбек олимлардан М.А. Ибрагимов, В.В. Меликов, Г.А. Хромова, Ш.С. Файзибаев, Р.В. Рахимов, З.Г. Адилова, Б.Т. Файзиев, Н.С. Зайниддинов, М.Ш. Валиев, Я.О. Рузметов ва бошқалар ўз хиссаларини қўшганлар. Вагон кузовлари механик қисмлари ва металл

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60-сон «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида»ги Фармони

конструкцияларида вужудга келадиган зўриқишларни моделлаштириш, ҳисоблашнинг назарий асослари, вагонларнинг хизмат муддатини оширишга қаратилган техник ечимларнинг такомиллашган конструкциялари ва моделларига оид ечимлар ишлаб чиқаришга жорий этилган.

Шу билан бирга, аниқлиги юқори бўлган замонавий дастурларни қўллаш орқали тарози вагонларнинг хизмат муддатини ошириш бўйича вагон элементларининг чегаравий ҳолатини аниқлаш математик моделларини ишлаб чиқиш, вагон кузовларини зўриқиш деформацияларини моделлаштириш усулларини такомиллаштириш бўйича янги ечимларни яратиш, тарози вагон узел ва деталлари материалларининг қолдиқ ва мустаҳкамлик ресурсларини аниқлаш, мазкур тизимлар ва улардаги техник воситаларнинг такомиллашган конструкциялари ва моделларни яратишга йўналтирилган илмий изланишлар етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация мавзусининг диссертация бажарилаётган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат транспорт университети илмий-тадқиқот ишлари режасининг 25-сон ««Ўзбекистон темир йўллари» АЖ шароитида темир йўл тарозиларини текшириш учун мўлжалланган вагонларнинг хизмат муддатини узайтириш учун техник ҳужжатларини ишлаб чиқиш» (2020 йил) хўжалик шартномаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади темир йўл тарозиларини текшириш учун мўлжалланган вагоннинг хизмат муддатини узайтирилишини илмий жиҳатдан асослаш орқали ушбу вагонларнинг хизмат муддатини узайтириш бўйича техник ва технологик ечимларни илмий асослашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

тарози текшириш вагонлари металл конструкциясининг асосий носозликлари, ишдан чиқиш мезонлари ва уларнинг хизмат муддатига таъсир этадиган вагон элементларининг чегаравий ҳолатини аниқлаш мақсадида ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонлари конструкциялари ва техник тавсифларининг таҳлилини тадқиқ қилиш;

тарози текшириш вагонлари металл конструкциясининг техник ҳолатини ва қолдиқ ресурси (хизмат муддати)ни баҳолаш методикасини, ҳамда эксплуатация шароитларида вагон узелларининг конструктив ўзгаришларини ҳисобга олиш имконини берадиган тарози текшириш вағони металл конструкциясининг ҳисоб моделини ишлаб чиқиш;

тарози текшириш вағони металл конструкциясининг қолдиқ ресурсини аниқлаш ва фойдали ишлатиш муддатини узайтириш имконини аниқлашга мўлжалланган замонавий муҳандислик САД дастурларидан фойдаланган ҳолда ушбу вагонлар металл конструкциясининг кучланиш-деформацияланган ҳолатини назарий жиҳатдан тадқиқ этиш;

вагон таъмирлаш корхоналарининг техник имкониятларини ҳисобга олган ҳолда тарози текшириш вагонларини фойдали ишлатиш муддатини узайтириш билан бирга капитал таъмирлашнинг техник шартларини ишлаб чиқиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида ВПВ-640 турдаги тарози текшириш

вагонларининг металл конструкциялари ҳисобланади.

Тадқиқотнинг предмети сифатида ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларининг металл конструкциялари материалларининг қолдиқ ва мустаҳкамлик ресурсларини аниқлаш, вагон кузовида ҳосил бўладиган зўриқиш деформацияларни аниқлашни математик моделлаштиришдир.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида машиналар динамикаси ва мустаҳкамлиги, чекли-элементли модели, энергия тенгламаси, Лагранж принципи, Гаусс усули, Крамер қонунияти, SolidWorks ва AnsysWorkbench дастурларидан фойдаланилган.

Тадқиқотининг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

тарози текшириш вагонларининг асосий носозликлари, ишдан чиқиш мезонлари ва уларнинг хизмат муддатига таъсир этадиган вагон элементларининг чегаравий ҳолатини ҳисоблаш усули вагонни жорий техник ҳолат ва қолдиқ ресурс (хизмат муддати)ни баҳолашни ҳисобга олган ҳолда такомиллаштирилган;

эксплуатация шароитларида тарози текшириш вагон кузовининг узел ва деталларини конструктив ўзгаришларини ҳисобга олган ҳолда, замонавий муҳандислик дастурий таъминот асосида динамик модели ишлаб чиқилган;

вагон кузови элементларининг емирилиши ва механик ҳоссаларини ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда, тарози текшириш вагонлари металл конструкциясининг техник ҳолатини ва қолдиқ ресурсини баҳолаш методикаси ишлаб чиқилган;

ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларини фойдали ишлатиш муддатини узайтириш мақсадида, вагонни капитал таъмирлашда техник шартларини қўллаш орқали амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

тарози текшириш вагонининг хизмат муддатига таъсир қиладиган, унинг бир қатор асосий носозликлари, ишдан чиқиш мезонлари ва элементларининг чегаравий ҳолатини имконини берувчи алгоритм ва дастурий таъминотлар асосида инструментал воситалар яратилган;

ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларининг кузов элементларининг зўриқиш деформацияларини ўлчамлари емирилишига боғлиқ ҳолда хизмат муддатини узайтириш бўйича назарий тавсиялар ишлаб чиқилган;

хизмат муддатини узайтиришнинг техник имкониятларига асосланиб, капитал таъмирлашнинг техник шартлари бўйича амалий тавсиялар ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқ қилинган муаммо соҳасида маълум назарий ҳамда тажрибавий тадқиқотларнинг мослиги, SolidWorks ва AnsysWorkbench замонавий усуллардан фойдаланган ҳолда, аниқланган вагон кузовидаги зўриқиш кучланишларини экспериментал натижаларга мувофиқлиги, илмий-тадқиқот ишларини ўрганилган фан соҳасидаги маълумотлар билан солиштира таҳлил қилинганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонлари хизмат муддатига таъсир кўрсатувчи узел ва деталларининг зўриқиш-деформациясини аниқлашнинг замонавий дастурлар асосида моделлаштириш, ҳамда кузов узел ва деталларининг емирилиш даражасини хизмат муддатига таъсири илмий асосланган услубларни ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларининг фойдали хизмат муддатини узайтиришни математик жиҳатдан асослаб бериш услубиёти тарози текшириш вагонлари кузовининг зўрикқан-деформацияланган ҳолатининг юк тушадиган асосий элементларнинг геометрик ўлчамларига боғлиқлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Тарози текшириш вагонларининг фойдали хизмат муддатини узайтиришни математик моделлаштириш асосида:

ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларининг узел ва деталларининг қолдиқ ресурсини аниқлаш методикасини ишлаб чиқиш орқали унинг хизмат муддатини узайтириш бўйича методика «ВЧД-1» да ишлаб чиқаришга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Транспорт Вазирлигининг 2022 йил 25 августдаги №02/5134 (Хужжат коди: FC14586018) маълумотномаси). Натижада, ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларининг капитал таъмирлашнинг техник шартлари ишлаб чиқилиб, унинг ишлаш муддатини 5 йилгача ошириш имконини берган.

ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларининг кузов элементларининг емирилиш даражасини ўлчаш, ҳамда емирилишнинг кузов зўриқиш-деформациясига таъсирини математик асослаб бериш «ВЧД-1» да ишлаб чиқаришга жорий этилган («ВЧД-1» нинг 2022 йил 24 майдаги №01/5869-сон маълумотномаси). Натижада, ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонлари кузовининг ишлаш муддатини 15% га ошириш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертация тадқиқот натижалари 8 та, жумладан 4 та халқаро ва 4 та Республика илмий-амалий анжуманларида, шу жумладан 1 таси SCOPUS базасида рўйхатига киритилган, муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 18 та илмий иш чоп этилган. Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг фалсафа доктори (PhD) диссертациялари асосий илмий натижаларни чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларида 10 та, жумладан 6 таси Республика ва 4 таси (1 таси SCOPUS базасидаги) хорижий журналларда нашр этилган.

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

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Диссертациянинг **Кириш қисмида** мавзу бўйича ўтказилган тадқиқотнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқот мақсади ва вазифалари шакллантирилган, объекти ва предметлари тавсифланган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва асосий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонлари конструкциялари ва техник тавсифларининг таҳлили»** деб номланган биринчи бобда тарози текшириш вағони нима учун мўлжалланган ва унинг техник тавсифлари баён этилган бўлиб, тарози текширув вагоннинг барча узел ва деталлари тўлиқ ёритилиб берилган.

Тарози текшириш вагонларининг узел ва деталларининг ишлаш муддатини узайтириш орқали, вагоннинг умрбоқийлигини ошириш мумкин. Шу муносабат билан вагон детал ва узелларининг ишига салбий таъсир кўрсатувчи, умрбоқийлигини камайтирувчи омиллар муаммосини ҳал қилишнинг узлуксизлигини ўрганишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики тарози текшириш вағонида тельфер стреласи, электр куч шкафи, дизель-электростанция, бошқариш аппаратураси, чилангарлик ишлари учун дастгоҳ ва асбоблар қўйиладиган шкаф жойлашади. Тарози текшириш вагонининг полида иккита ўзи ҳаракатланадиган тарози текшириш аравачаси ва 36 дона микдордаги, оғирлиги 2000 кг дан бўлган, М1 аниқлик тоифасига эга намунавий тарози тошлари ётқизиб қўйилганлиги сабабли кузовнинг полига ва рамасига статик куч таъсири кўрсатилган.

Олимларнинг юк вагонлари ва тарози вагонларининг металл конструкцияларининг қолдиқ ресурсини аниқлашни математик моделлаштириш, ҳамда хизмат муддатини оширишга бағишланган илмий тадқиқот ишларида юкланиш жараёнларини соддалаштиришга қаратилган изланишлари устувор бўлиб келади. Улар вагонларнинг металл конструкцияси элементларини чегаравий кучланишларини аниқлаш орқали, хизмат муддатини аниқлаш мумкин деб ҳисоблайдилар. Хизмат муддатини камайиши элементларнинг маҳаллий нуқсонлари мавжудлиги билан изоҳланган.

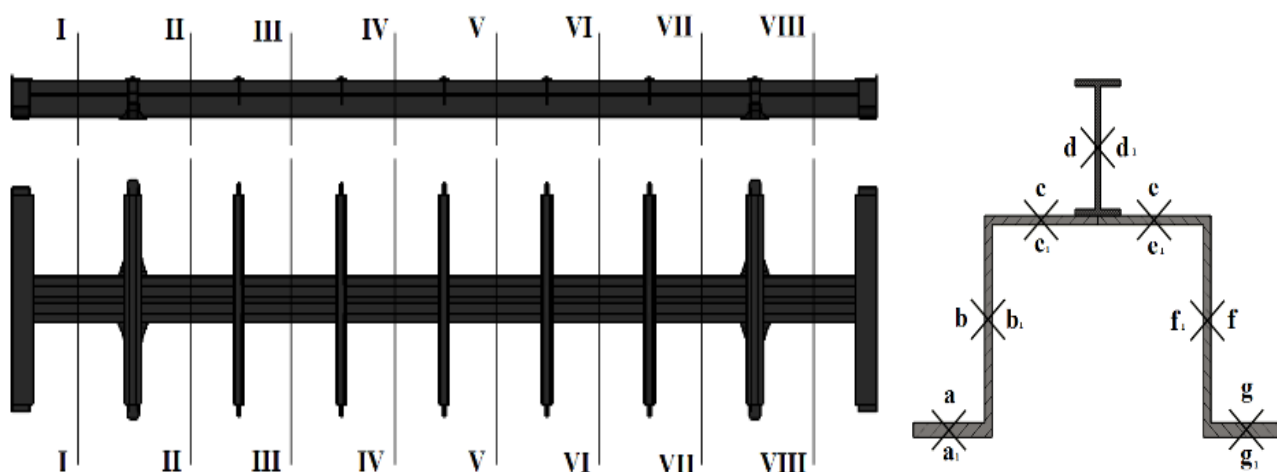
Хорижлик олимлар нуқтаи назаридан вагоннинг қолдиқ ресурсини аниқлаш ва фойдали ишлатиш муддатини узайтириш имконини аниқлашга мўлжалланган замонавий муҳандислик САД дастурларидан фойдаланган ҳолда ушбу вагонлар металл конструкциясининг деформацияланган ҳолатини назарий жиҳатдан тадқиқ этиш устувор бўлиб келади. Ана шу деформацияларни моделлаштириш учун тенгламаларни ҳал қилишнинг стабиллаштирилган схемаларга асосланган хусусий хоссаларидаги самарали рақамли услублари ишлатилган.

Адабиётларнинг критик таҳлили ҳамда кўриб чиқилган нуқтаи назарлар асосида, вагон конструкциялари узел ва деталларининг хизмат муддатини ошириш орқали вагоннинг қолдик ресурсини ошириш мумкин деган саволга жавоб беришини таҳлил қилиш кераклигини кўрсатган.

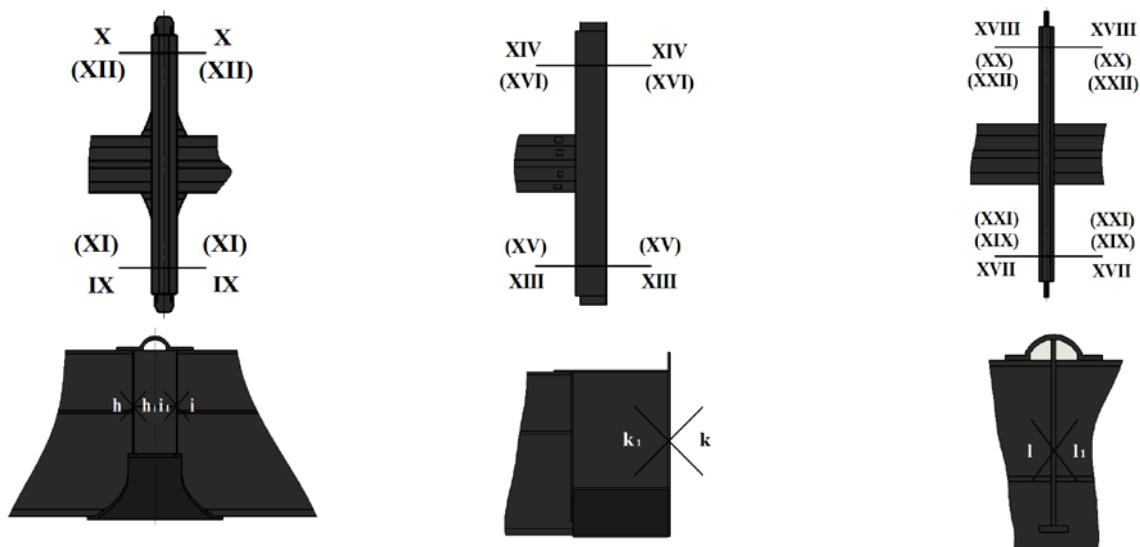
Диссертациянинг «Тарози текшириш вагонлари металл конструкциясининг техник ҳолатини аниқлаш методикасини ишлаб чиқиш» деб номланган иккинчи бобида тарози текшириш вагонларининг қолдик ресурсига салбий таъсир этувчи носозликларни аниқлаш, ҳамда узел ва деталларидаги емирилишни аниқлаш тенгламалари тузилди. Тадқиқотнинг мақсад ва вазифаларидан келиб чиқиб, «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ тасарруфидаги ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вағони танлаб олинди. Дастлаб тарози текшириш вагонлари кузови элементларининг ейилиш(едирилиш)лари қийматларини аниқлаш учун тақдим этилган ўлчаш жойларининг схемалари тузилди (1- ва 2- расмлар). Келтирилган ўлчаш схемалари орқали емирилишни аниқлаш методикаси ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларини баён этиш мақсадида Бухоро минтақавий темир йўл узели (МТУ)га қарашли 1965 йилда ишлаб чиқилган ВПВ-640-271 модели тарози текшириш вағони, Қўқон МТУга қарашли 1966 йилда ишлаб чиқилган ВПВ-640-267, ВПВ-640-263, модели тарози текшириш вагонлари, ҳамда 1966 йилда ишлаб чиқилган Қарши ва Термиз МТУга қарашли ВПВ-640-277, ВПВ-640-285 модели тарози текшириш вағони танлаб олинган.

Келтирилган схемаларга мувофиқ, сайқаллаш машинаси билан тарози текшириш вағони кузови металл конструкцияси элементларининг ейилиш (едирилиш) қалинликлари ўлчанган жойлари, чуқурлик ўлчаш асбоби ёрдамида металл ярақлагунига қадар тозаланди. Мазкур тарози текшириш вагонлари кузовининг асосий юк тушадиган элементлари техник ҳолати ва конструкцион параметрлари тадқиқ этилди. Ўлчаш натижалари 1-5 жадвалларда келтирилган.



1-расм. Тарози текшириш вағони рамасининг хребет балкасидаги листлар едирилиш қалинликларини ўлчаш схемаси



2-расм. Тарози текшириш вағони (шкворен, орқа қисм ва кўндаланг) балкаларини едирилиш қалинликларини ўлчаш схемаси

Едирилишлар h_i қалинликларини ўлчаш натижалари бўйича тозалашга « $\delta=0,2$ мм» рухсат этилган кўрсаткични ҳисобга олган ўртача қалинлик h_{cp}^i қиймати ҳисоблаб топилиб, у қуйидаги ифодага биноан аниқланади (1).

$$h_{cp}^i = \frac{1}{n} \sum_i h^i - 0,2, \quad (1)$$

бунда n – ўлчашлар сони.



3-расм – Тарози текшириш вағони рамасининг хребет балкасини ўлчаш

1-жадвал

Тарози текшириш вағони рамасининг хребет балкасидаги листларнинг едирилганлик қалинлигини ўлчаш натижалари

Кесими	Кузов рамаси хребет балкаси элементларининг едирилиш қалинлигини ўлчаш қийматлари, мм													
	a	a ₁	b	b ₁	c	c ₁	d	d ₁	e	e ₁	f	f ₁	g	g ₁
I-I	0,67	0,62	0,69	0,28	0,66	0,71	0,35	0,36	0,61	0,69	0,57	0,47	0,41	0,37
II-II	0,64	0,67	0,63	0,47	0,41	0,51	0,30	0,44	0,49	0,72	0,52	0,57	0,47	0,41
III-III	0,58	0,54	0,69	0,40	0,62	0,69	0,67	0,40	0,63	0,46	0,56	0,45	0,39	0,46
IV-IV	0,68	0,60	0,64	0,74	0,59	0,28	0,36	0,73	0,53	0,42	0,47	0,40	0,78	0,38
V-V	0,50	0,48	0,67	0,38	0,60	0,56	0,52	0,28	0,62	0,73	0,49	0,51	0,39	0,31
VI-VI	0,42	0,63	0,64	0,25	0,69	0,41	0,58	0,38	0,50	0,71	0,37	0,51	0,46	0,68
VII-VII	0,70	0,60	0,58	0,63	0,57	0,74	0,39	0,35	0,68	0,69	0,52	0,39	0,45	0,59
VIII-VIII	0,52	0,46	0,62	0,319	0,52	0,71	0,45	0,51	0,57	0,64	0,46	0,57	0,40	0,40
h_{cp}^i	0,86													



4-расм – Тарози текшириш вағони рамасининг шкворен балкасини ўлчаш

2-жадвал

Тарози текшириш вағони рамасининг шкворен балкасидаги листларнинг едилрилганлик қалинлигини ўлчаш натижалари

Кесими	Кузов рамаси шкворен балкаси элементларининг едилрилиш қалинлигини ўлчаш қийматлари, мм			
	h	h ₁	i	i ₁
IX-IX	0,35	0,25	0,37	0,35
X-X	0,40	0,27	0,36	0,38
XI-XI	0,46	0,24	0,39	0,29
XII-XII	0,37	0,29	0,38	0,34
<i>hⁱ_{cp}</i>	0,49			



5-расм – Тарози текшириш вағони рамаси уч (орқа) қисм балкасини ўлчаш

3-жадвал

Тарози текшириш вағони рамасининг (орқа) қисм балкасидаги листлар едилрилганлик қалинлигини ўлчаш натижалари

Кесими	Кузов рамаси (орқа) қисм балкаси элементларининг едилрилиш қалинлигини ўлчаш қийматлари, мм	
	k	k ₁
XIII-XIII	0,71	0,63
XIV-XIV	0,63	0,49
XV-XV	0,59	0,63
XVI-XVI	0,72	0,56
<i>hⁱ_{cp}</i>	1,05	

Тарози текшириш вағони рамасининг бўйлама балкасидаги листларнинг едирилганлик қалинлигини ўлчаш натижалари

Кесими	Кузов рамаси кўндаланг балкаси элементларининг едирилиш қалинлигини ўлчаш қийматлари, мм	
	I	I ₁
XVII-XVII	0,35	0,90
XVIII-XVIII	0,81	0,61
XIX-XIX	0,39	0,71
XX-XX	0,30	0,47
XXI-XXI	0,38	0,40
XXII-XXII	0,69	0,47
h^i_{cp}	0,88	

Тарози текшириш вагонларининг элементлари бўйича едирилишлар ўртача қийматлари натижалари

Вагон модели	Хребет балкаси	Шкворен балкаси	Орқа қисм балкаси	Кўндаланг балка
ВРВ-640-271	0,86	0,49	1,05	0,88
ВРВ-640-267	0,83	0,52	0,96	0,93
ВРВ-640-263	0,86	0,50	1,03	0,83
ВРВ-640-277	0,85	0,53	1,04	0,85
ВРВ-640-285	0,86	0,49	1,03	0,84
h^i_{cp}	0,85	0,51	1,02	0,87

Тадқиқотлар натижасида тарози текшириш вағони элементларининг унинг хизмат муддатига таъсир кўрсатадиган бир қатор асосий носозликлари, ишдан чиқиш мезонлари ва чегаравий (чекли) ҳолатлари аниқланган. Аниқланган асосий носозликлар қуйидагилардан иборат: ён девор қопламасида бўёқ қатлами остида коррозия (занг) излари; тиргакларнинг кўндаланг балка билан ва ён девор қопламасининг тиргаклар билан уланган пайванд чокларидаги дарзлар; ёғоч полнинг синган жойлари; монорельс (икки тавр) элементлари едирилган жойлари; вагон ичидаги аравача тельфери роликларининг едирилишлари; электр сими букилувчан ҳимоя қатламининг ишқаланган (едирилган) жойлари. ВРВ-640-267 модели тарози текшириш вағони шкворен балкасининг қуйи листи пайвандланган жойида дарзга эга. ВРВ-640-285 модели тарози текшириш вағонининг металл қўйилмалари кўндаланг балкаларнинг хребет балкаси билан бириктирилган жойида коррозия таъсирида емирилган. Кўриқдан ўтказиш вақтига келиб, металл қўйилма қалинлиги номинал кўрсаткичга нисбатан 30 % ни ташкил қилди. Тарози текшириш вағонлари аравачаларининг ён рамасида едирилишга чидамли кистирмалар қўйилмаган.

Диссертациянинг «Тарози текшириш вағони металл конструкцияси элементларининг мустаҳкамликка ҳисоблаш методикаси» деб номланган учинчи бобида тарози текшириш вағони металл конструкциясининг назарий тадқиқотлари бажарилиб, тарози текшириш вағони кузови ҳисобий чекли-элементли модели ишлаб чиқилди ва тарози текшириш вағони кузови асосий

юк тушадиган элементларининг уларга эксплуатация юкламалари таъсир килганидаги зўриққан-деформацияланган ҳолати аниқланган.

Тарози текшириш вағони кузовининг мустаҳкамликка ҳисоби биринчи (зарб, тортиш, сиқилиш ва чўзилиш) ва учинчи (зарб, тортиш, сиқилиш ва чўзилиш) ҳисобий режимларда мустаҳкамликка ҳисобланди. Тарози текшириш вағонининг кузовига биринчи ва учинчи ҳисобий режимларда таъсир қиладиган юкламалар йиғиндиси талабларга биноан аниқланган.

Биринчи ҳисобий режим бўйича ҳисоблашда сиқилиш ва чўзилишда тарози текшириш вағонининг кузовига таъсир қиладиган юкламаларнинг куйидаги йиғиндиси қабул қилинган:

- тарози текшириш вағони кузовининг оғирлик кучи;
- юкнинг оғирлик кучи;
- автотиркама тиргакларига қўйилган бўйлама сиқилиш ва чўзилиш кучи;
- автотиркамаларнинг марказий бўлмаган ўзаро таъсирида вертикал куч;
- эгриликлардаги вагонлар орасидаги кўндаланг ўзаро таъсир кучлари.

Эгриликлардаги вагонлар орасидаги кўндаланг ўзаро таъсир кучлари P_n куйидаги ифодаларга биноан аниқланган:

- сиқилишда

$$P_n = N \left[\frac{\delta \cdot L}{l^2} \left(1 + \frac{L}{a} \right) + \frac{L_c}{R} \right] \frac{l}{L}, \quad (2)$$

- чўзилишда

$$P_n = N \frac{L_c}{R}, \quad (3)$$

бунда N – автотиркамага қўйилган ташқи бўйлама куч, биринчи ҳисобий режим учун сиқилишда $N = 2,5$ МН, чўзилишда $N = 2$ МН; $2l$, $2L$, $2L_c$ – мос равишда вагон базаси, автотиркама тиргак плиталари орасидаги масофа ва тарози текшириш вағонининг автотиркама ускуналари ўқлари бўйича узунлиги; a – автотиркама корпусининг ҳисобий узунлиги, махсус вагон нормаси талабларга кўра $a = 1$ м га тенг деб олинади; R – эгрилик радиуси, махсус вагон нормаси талабларига кўра $R = 250$ м га тенг деб олинган; δ – вагон кузови шкворенли кесимининг ғилдирак жуфтлигининг рельс колеясидаги тирқишлар, букса йўналтиргичлари, пятниклардаги тирқишлар ва рессораларнинг қайишқоқ деформацияланиши ҳисобига эҳтимолий ёнлама силжиши, талабларга биноан $\delta = 40$ мм га тенг деб қабул қилинган.

Тенгламаларни ечиш орқали вагонлар орасидаги кўндаланг ўзаро таъсир кучлари биринчи режим учун сиқилишда $P_n = 214,1$ кН, чўзилишда $P_n = 65,6$ кН ни ташкил этиши аниқланган.

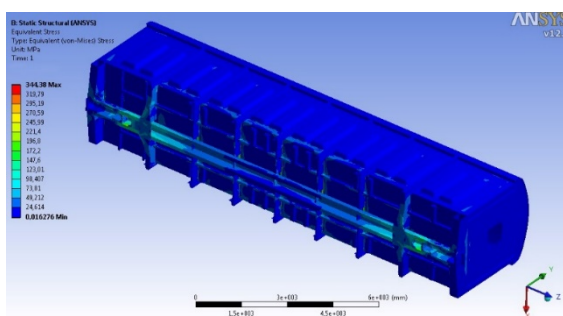
Учинчи ҳисобий режим бўйича ҳисоб-китоб қилишда зарб ва тортишда тарози текшириш вағонининг кузовига таъсир қиладиган юкламаларнинг куйидаги йиғиндиси қабул қилинган:

- тарози текшириш вағони кузовининг оғирлик кучи;
- вагон оғирлик кучини вагон кузови учун вертикал динамика коэффициентига кўпайтириш йўли билан топиладиган вертикал динамик куч;

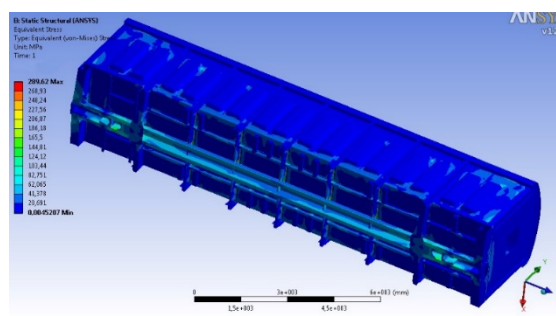
- юк инерциясининг бўйлама кучи;
- бўйлама тезлашишнинг меъёрлаштирилган қийматидан келиб чиқиб топиладиган тарози текшириш вағони кузовининг инерция бўйлама кучи талабларга мувофиқ, учинчи ҳисобий режим учун $1g$ га тенг деб олинган;
- юкнинг оғирлик кучи;
- автотиркама тиргакларига қўйилган бўйлама зарб ёки тортиш кучи;
- автотиркамаларнинг марказий бўлмаган ўзаро таъсиридан юзага келган вертикал куч.

Тарози текшириш вағони кузовининг ҳисобий схемаси имкониятларига кўра ҳақиқий деталлар ижросига ва уларнинг ишлаш характерига нисбатан аниқ мувофиқ келиши учун вагон элементларини тасвирлашда пластинасимон-стерженли чекли элементлар қўлланган. Кузов модели SolidWorks дастурий таъминотида ишлаб чиқилган бўлиб, элементлардаги зўриқишлар ҳисоби, конструкциядаги юкламалар тақсимланиши, шунингдек зўриқишлар ва деформацияларни визуаллаш ANSYS Workbench дастурий пакетидан фойдаланиб амалга оширилди. Мустаҳкамликни баҳолаш Мизес назарияси бўйича ҳисоблаб топиладиган эквивалент зўриқишларга кўра амалга оширилди. Тарози текшириш вагонининг кузови элементлари эквивалент зўриқишларнинг кўриб чиқиладиган ҳисобий режимлар учун тақсимланиш майдонлари 6-расмда келтирилган.

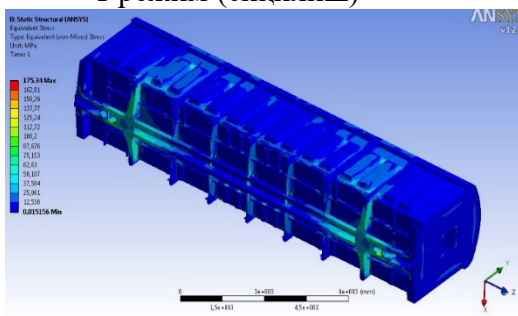
Тарози текшириш вағони кузовининг мустаҳкамлигини аниқлаш бўйича ўтказилган назарий тадқиқотлар натижасида кузов элементлари ейилиш (едирилиш) даражасини ҳисобга олган ҳолда мустаҳкамлик талабларга жавоб бериши аниқланди. Бунда қуйидаги натижалар олинган:



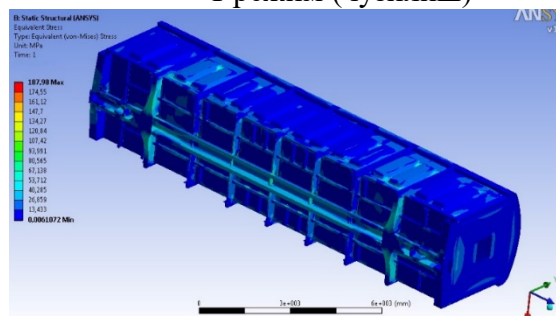
I-режим (сиқилиш)



I-режим (чўзилиш)



III-режим (сиқилиш)



III-режим (чўзилиш)

6-расм. Тарози текшириш вагонининг элементларидаги эквивалент зўриқишларнинг тақсимланиш майдонлари

– I ҳисобий режимда (сиқилиш, чўзилиш, динамика) кузов элементларидаги максимал зўриқишлар ён деворларда 40-62 МПа ни, хребет балкасининг элементларида эса 255-305 МПа ни ташкил қилади;

– II ҳисобий режимда (сиқилиш, чўзилиш, статика) кузов элементларидаги максимал зўриқишлар ён деворларда 36-56 МПа ни, хребет балкасининг элементларида эса 150-185 МПа ни ташкил қилади;

– III ҳисобий режимда (сиқилиш, чўзилиш, динамика) кузов элементларидаги максимал зўриқишлар ён деворларда 30-49 МПа ни, хребет балкасининг элементларида эса 142-185 МПа ни ташкил қилади.

Диссертациянинг «**ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларини фойдали ишлатиш муддатини узайтириш бўйича техник шартларини ишлаб чиқиш**» деб номланган тўртинчи бобида тадқиқотни ўтказиш тартиби ушбу техник шартларга келтирилган тарози текшириш вагонининг техник ҳолатини тадқиқ этиш услубиётини тадқиқ этиш билан белгиланган.

Тадқиқот натижаларига ишлов бериш хизмат муддатини узайтирган ҳолда, таъмирлаш ҳажмини аниқлаш учун бошланғич маълумотларни олиш мақсадида амалга оширилади, ҳамда вагонсозлик ёки вагон таъмирлаш корхонаси темир йўлларда ўтказилиши талаб этилган.

Тарози текшириш вагонларини уларнинг фойдали ишлатиш муддатини узайтириш билан бирга таъмирлаш ишлари «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ вагонсозлик заводларида ва вагон деполарида амалга оширилган.

Хизмат муддати тугаган тарози текшириш вагонларининг техник ҳолатини тадқиқ этиш, мазкур техник шартларга мувофиқ капитал техник шартлар ҳажмидаги таъмирлаш ишлари бажарилганидан сўнг, уларнинг техник ҳолатини, уларни эксплуатация қилиш имкониятлари ва шароитларини аниқлаш мақсадида амалга оширилган.

Тарози текшириш вагонининг ишчи бўлмаган (чегаравий) ҳолати поездлар ҳаракатланиш хавфсизлигига хавф соладиган, вагоннинг габарит ўлчамларидан ташқарига чиқадиган қатор носозликлари мавжудлиги билан тавсифланади. Техник тадқиқ этиш жараёнида рама, кузов, автотиркама ускуналари, зарб-тортув асбоблари ва юриш қисмларининг барча элементлари носозликларини, узеллар бирикмаларидаги яширин дарзларни аниқлаш мақсадида текширувдан ўтказилган.

Тарози текшириш вагонини тадқиқ этишда коррозияли едирилиш даражасини аниқлаш мақсадида вагон рамаси ва кузовининг асосий юк тушадиган элементлари қалинлиги ўлчанган.

Тарози текшириш вагони конструкцияси элементлари пайвандлаш чокларининг шикастламайдиган назорат қилиш услублари билан 100 % назорати ўтказилган.

Техник ҳолатни ўрганиш натижалари техник хулосада ва унинг иловаларида акс эттирилади.

Хулоса қуйидагиларни ўз ичига олган бўлиши керак:

а) тарози текшириш вагони тўғрисидаги паспорт маълумотлари;

б) эксплуатация ва таъмирлаш бўйича техник ҳужжатлар таҳлили натижалари;

в) техник ҳолатни ўрганиш натижалари: аниқланган нуқсонлар, конструкторлик, техник, таъмирлаш ва эксплуатация ҳужжатларидан четлашишларга оид маълумотларни ўз ичига олган баённомалар.

Ишлаб чиқилган тарози текшириш вагонини таъмирлашга қўйиладиган талаблар ва техник диагностика тўғрисидаги хулоса (ҳисобот) тарози текшириш вагонининг хизмат муддатини узайтириш тўғрисидаги техник қарорни расмийлаштириш учун асос бўлган.

Тарози текшириш вагонининг хизмат муддатини узайтириш тўғрисидаги техник қарор техник диагностика тўғрисидаги хулосани ҳисобга олган ҳолда кўпи билан 5 (беш) йилга муддатга берилиши мумкин.

ХУЛОСА

Темир йўл транспорти ўта мураккаб ва доимий иш фаолиятидаги техник тизимдан иборат бўлиб, рақобатбардошлигини яхшилаш мақсадида мустақил такомиллашуви, янги техника билан жиҳозланиши, транспорт хизматлари сифатини ошириши, ташишлар таннархини ва атроф муҳитга кўрсатиладиган зарарли таъсирларни камайтириб бориши шарт. Шундай қилиб, ҳаракатланувчи таркибни такомиллаштириш масаласини ҳал қила туриб, Республика ҳудудида эксплуатация қилинадиган тарози текшириш вагонларининг хизмат муддатини узайтириш бўйича тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар келтирилган:

1. Ўзбекистон Республикасидаги мавжуд ўн битта тарози текшириш вагонларидан Бухоро МТУ, Қўқон МТУ, Қарши ва Термиз МТУ ҳудудларида бўлган бешта вагон мустақил равишда танланиб, уларнинг юк тушадиган асосий элементлари тадқиқ этилиб, улар кузовининг конструктив ўзгаришлари аниқланди. Тадқиқотлар натижасида тарози текшириш вагонининг хизмат муддатига таъсир қиладиган, унинг бир қатор асосий носозликлари, ишдан чиқиш мезонлари ва элементларининг чегаравий ҳолати аниқланган.

2. Тадқиқотлар жараёнида тарози текшириш вагонлари металл конструкциялари элементлари едирилиш қалинликлари ўлчаниб, шу билан бирга едирилишларнинг ўртача қийматлари ҳам аниқланди. Шундай қилиб, тарози текшириш вағони металл конструкциялари ҳисобини бажаришда, девор қалинлиги вагон конструкцияси мустаҳкамлигининг меъёр талабларига мувофиқлигини ўрганиш мақсадида, унинг ўртача едирилиш қийматига камайишини ҳисобга олган ҳолда қабул қилинган.

3. ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонлари кузовининг зўрикқан-деформацияланган ҳолатига оид назарий тадқиқотлар ўтказиш учун, эксплуатациядаги вагон узелларининг конструкцияси бўйича ўзгаришларини ҳисобга олиш имконини берадиган кузовнинг чекли-элементлар модели ишлаб чиқилган.

4. Амалга оширилган назарий тадқиқотлар натижасида ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонлари кузовининг, зўрикқан-деформацияланган ҳолатининг юк тушадиган асосий элементларнинг (уларнинг едирилиш

даражасини ҳисобга олган ҳолда) геометрик ўлчамларига боғлиқликлари олинган. Шунингдек тарози текшириш вагонининг кузови талабларга мувофиқ эканлиги аниқланган.

5. Ўтказилган тадқиқотлар натижасида тарози текшириш вагонлари хизмат муддатини узайтиришнинг техник имкониятлари асосланиб, капитал таъмирлашнинг техник шартлари ишлаб чиқилган. Техник шартлар Ўзбекистон Республикаси умумий фойдаланишдаги ва шахобча темир йўлларда ишлатиладиган турли вагон тарозиларини механизациялашган йўл билан текшириш учун мўлжалланган, 1520 мм колея бўйлаб ҳаракатланувчи ВПВ-640 турдаги олти ўқли тарози текшириш вагонларини хизмат муддатини узайтириш билан капитал таъмирлашга оид бўлиб ҳисобланган.

6. Ишлаб чиқилган техник шартлар бўйича Ўзбекистон Республикасининг вагонсозлик корхоналари ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларининг фойдали хизмат муддатини узайтирган ҳолда капитал таъмирини ўтказишлари мумкин. Белгиланган хизмат муддатидан бир ярим баробар узоқ вақт ишлаган ВПВ-640 турдаги олти ўқли тарози текшириш вагонларига, ишлаб чиқилган техник шартларга биноан хизмат муддатини узайтириш билан капитал таъмирлаш ишлари ўтказилганидан сўнг уларни ишлатиш муддати беш йилга узайтирилади. Бунда тарози текшириш вагонининг умумий ишлаш муддати икки баробар муддатдан ошиб кетмаслиги лозим. Бу эксплуатациядаги вагонлар ресурсидан оқилона фойдаланиб, вагонлар паркини тўлдириш харажатларини камайтириш имконини яратиб, Республика тарози хўжалигига ишлатилаётган вагон тарозиларини мавжуд тарози текшириш воситалари ёрдамида механизациялашган тарзда текшириш имкони яратилган.

Диссертация иши натижаларидан фойдаланиш, ВПВ-640 турдаги тарози текшириш вагонларининг хизмат муддатини 5 йилга ошириб, бунда кутилаётган бир йиллик иқтисодий самара 200,0 млн. сўмни ташкил этган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ РнD.15/31.08.2022.Т.73.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

АДИЛОВ НОДИР БОТИР УГЛИ

**НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ
ВАГОНА ДЛЯ ПОВЕРКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВЕСОВ**

05.08.05 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

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

Ташкент – 2022

Тема диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD) зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Кабинете Министров Республики Узбекистан за В2022.4.PhD/Т3208.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Научного Совета (www.tstu.uz) и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель:

Рузметов Ядгор Озодович
кандидат технических наук, доцент

Официальные оппоненты:

Третьяков Александр Владимирович
доктор технических наук, профессор (Россия)
Адилова Зиёда Гафурджановна
доктор технических наук (DSc), профессор

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2022 г. в _____ часов на заседании Научного совета PhD.15/31.08.2022.Т.73.02 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Темирийўлчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (регистрационный номер - _____). (Адрес: 100167, Ташкент ул. Темирийўлчилар, 1. Тел.: (99871) 299-05-66).

Автореферат диссертации разослан «_____» _____ 2022 года.
(протокол реестра № _____ от «_____» _____ 2022 года).

Р.В. Рахимов

Председатель Научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., доцент

Д.О. Раджибаев

Ученый секретарь Научного совета
по присуждению учёных степеней, к.т.н., доцент

Р.М. Мирсаатов

Председатель научного семинара
при Научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире отдельное внимание уделяется проблемам повышения эффективности использования вагонов, входящих в железнодорожный состав, создания нового поколения весоповерочных вагонов и продления срока службы узлов и деталей имеющихся весоповерочных вагонов. В настоящее время имеют важное значение в системе железнодорожного транспорта развитых стран контроль силы тяжести, приходящейся на колесные оси вагонов, а также использование современных весоповерочных вагонов с высокой точностью с целью приближения к теоретическому значению коэффициента трения между парами колес и рельсами. В этой связи отдельное внимание уделяется высокоточным научно-исследовательским работам по обоснованию технических решений по продлению срока службы весоповерочных вагонов, по оценке технического состояния металлоконструкций весоповерочных вагонов, по применению современных инженерных программных обеспечений, работающих с помощью метода конечных элементов для определения напряжений узлов и деталей весоповерочных вагонов.

В мировой практике уделяется большое внимание научным исследованиям, направленным на улучшение технического состояния вагонов, определение коэффициента сцепления между колесными парами и рельсами, определение продольного и горизонтального напряжения узлов и деталей весоповерочных вагонов, создание весоповерочных вагонов нового типа, продление срока службы весоповерочных вагонов, расчет и математическое моделирование деформации напряжения, возникающей на кузовах и других элементах механических частей с целью повышения эффективности и точности весоповерочных вагонов, разработку технических условий капитального ремонта с продлением срока службы весоповерочных вагонов. В этой области, в частности, отдельное значение имеют исследовательские работы по применению высокоточных методов определения деформации напряжения на кузовной части весоповерочных вагонов. Вместе с тем, продление срока службы весоповерочных вагонов путем моделирования определения деформации напряжения, возникающей в кузовной части имеет особую актуальность.

В нашей республике осуществляются работы по развитию различных областей транспорта, в частности, по совершенствованию инфраструктуры железнодорожного транспорта, расширению участков движения высокоскоростного подвижного состава, электрификации и совершенствованию имеющихся железнодорожных путей. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан, предназначенной на 2022-2026 годы поставлены такие задачи, включая «Развитие единой транспортной системы путём непрерывного объединения

всех видов транспорта»¹. С этой точки зрения, в частности, продление срока службы весоповерочных вагонов типа ВПВ-640, математическое моделирование определения силы напряжения, возникающей в кузовной и других механических частях вагона, повышение и научное обоснование эффективности весоповерочных вагонов типа ВПВ-640 являются важной задачей сегодняшнего дня.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, обозначенных в Указе Президента Республики Узбекистан № УК-4947 от 7 февраля 2017 года “О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан”, Указе Президента Республики Узбекистан № УП-5647 от 1 февраля 2019 года “О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в области транспорта”, Указе Президента Республики Узбекистан № УП-4143 от 1 февраля 2019 года “Об организации деятельности министерства транспорта Республики Узбекистан”, Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан №24 от 12 января 2018 года “О мерах по созданию эффективных механизмов внедрения научно-инновационных разработок и технологий в производство” и Указе Президента Республики Узбекистан № УП-3238 от 23 августа 2017 года “О мерах по дальнейшему внедрению современных энергоэффективных и энергосберегающих технологий”, а также в других нормативно-правовых документах, касающихся данной деятельности.

Связь темы исследования с приоритетными направлениями развития науки и техники в республике. Данное диссертационное исследование выполнено согласно приоритетному направлению развития науки, техники и технологий в республике II. “Энергетика, энергия и экономия ресурсов”.

Степень изученности проблемы. Решением проблем повышения остаточных ресурсов металлоконструкций грузовых и весоповерочных вагонов железнодорожного транспорта занимается ряд ученых научно-исследовательских центров, университетов и институтов ведущих стран мира, такие как: H.Jang, T.Mauder, T.Lack, G. Cherniak, A. Wrobel, T. Нернер, N.Nangolo, A. Baier, J. Gerlici, M.Ramesh, A.Shvets, A.A. Битюцкий, A.B. Васильев, вопросами математического моделирования остаточных ресурсов металлоконструкций: М.М. Болотин, В.С. Воропай, Г.М. Волохов, Н.Н. Воронин, Г.И. Герасименко, А.Д. Кочнов, Н.А. Битюцкий, Ю.П. Портнов, М.А. Соколов, М.Г. Сыровцев, В.П. Сычев, А.В. Третьяков, С.В. Урушев, Н.Н. Цюренко, Е.М. Попов, Ю.П. Бороненко, Ю.М. Черкашин и др.

Проблемами определения остаточных ресурсов весоповерочных вагонов и повышения эффективности вагона занимались такие ведущие узбекские ученые, как М.А. Ибрагимов, В.В. Меликов, Г.А. Хромова, Ш.С. Файзибаев,

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022-2026-йилларда Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60-сон Фармони

Р.В. Рахимов, З.Г. Адилова, Б.Т. Файзиев, Н.С. Зайниддинов, М.Ш. Валиев, Я.О. Рузметов и др. Внедрены в практику результаты решения проблем моделирования напряжений, возникающих в механических частях кузовов вагона и металлоконструкциях, в теоретических основах расчетов, в усовершенствовании конструкций и моделей технических решений, направленных на продление срока службы вагонов.

Вместе в тем недостаточно изучены вопросы, касающиеся научных исследований по разработке математической модели по определению предельных значений напряжённости элементов вагонов для повышения срока службы весопроверочных вагонов, совершенствование методов моделирования определения деформации напряженности кузовов вагонов, создание новых решений по определению остаточных ресурсов и ресурсов прочности материалов узлов и деталей весопроверочных вагонов посредством использования современных высокоточных программ, а так же научные исследования, направленные на создание совершенствованных моделей и конструкций данных систем и технических средств.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими планами высшего учебного заведения, где выполнялась работа.

Диссертационное исследование выполнено в рамках хозяйственного договора № 25 “Разработка технических документов для продления срока службы железнодорожных весопроверочных вагонов в условиях АО “Ўзбекистон темир йўллари” (2020 год).

Целью исследования является научное обоснование технических и технологических решений продления срока службы весопроверочных вагонов, предназначенных для проверки железнодорожных весов, путем научного обоснования продления срока службы этих вагонов.

Задачи исследования:

аналитическое исследование конструкций и технических характеристик весопроверочных вагонов типа ВПВ-640 с целью определения основных неисправностей металлоконструкций весопроверочных вагонов, критериев неисправностей и предельного состояния элементов вагона, влияющих на продление срока их службы;

разработка методики оценки технического состояния и остаточных ресурсов (срока службы) металлоконструкций весопроверочных вагонов, а также расчетной модели металлоконструкции весопроверочного вагона, позволяющей учитывать конструктивные изменения на узлах вагона в условиях эксплуатации;

определение остаточных ресурсов металлоконструкций весопроверочных вагонов; теоретическое исследование состояния напряженной деформации металлоконструкций данных вагонов с использованием современных инженерных программ САД, предназначенных для определения возможностей продления срока их полезной службы;

разработка технических условий капитального ремонта и продления срока полезного использования весопроверочных вагонов с учетом технических возможностей вагоноремонтных предприятий.

Объектом исследования являются металлоконструкции весопроверочных вагонов типа ВПВ-640.

Предметом исследования является определение остаточных ресурсов и ресурсов прочности металлоконструкционных материалов весопроверочных вагонов типа ВПВ-640, математическое моделирование определения напряженных деформаций, образующихся в кузове вагона.

Методы исследования. В процессе исследования были использованы такие методы, как динамика и прочность машин, конечно-элементная модель, энергетическое уравнение, принцип Лагранжа, метод Гаусса, закономерность Крамера, а так же программы SolidWorks и Ansys Workbench.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

усовершенствованы методы расчета основных неисправностей весопроверочных вагонов, критериев их отказа, а также предельных состояний элементов вагона, влияющих на их срок службы с учетом оценки текущего технического состояния и остаточных ресурсов (срока службы) вагона;

разработана динамическая модель кузова весопроверочного вагона с учётом конструктивных изменений в узлах и деталях этого вагона в условиях эксплуатации, на основе современного инженерного программного обеспечения;

разработана методика оценки технического состояния и остаточного ресурса металлической конструкции весопроверочных вагонов с учётом износа элементов кузова и изменения механических параметров вагона;

для продления срока эксплуатации весопроверочных вагонов ВПВ-640, разработаны практические рекомендации путём применения технических условий на капитальных ремонтах вагона.

Практическая значимость результатов исследования заключается в следующем:

созданы влияющие на срок службы весопроверочных вагонов инструментальные средства, позволяющие определить ряд их неисправностей, критериев отказа и предельного состояния его элементов на основе алгоритмического и программного обеспечения;

разработаны теоретические рекомендации по продлению срока службы в зависимости от размеров напряженно-деформированного износа кузова весопроверочных вагонов типа ВПВ-640;

разработаны практические рекомендации по техническим условиям капитального ремонта на основе технических возможностей продления срока службы.

Достоверность результатов исследования объясняется соответствием некоторых теоретических и экспериментальных исследований в области исследуемой проблемы, соответствием установленных напряженных деформаций на кузове вагона современными методами SolidWorks и Ansys Workbench результатам эксперимента, сравнительным анализом проводимых научно-исследовательских работ с данными изучаемой области науки.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется моделированием на основе современных программных средств определения напряженных деформаций узлов и деталей весоповерочных вагонов типа ВПВ-640, влияющих на срок службы, а также разработкой научно-обоснованных методов определения влияния уровня износа узлов и деталей кузова на срок службы.

Практическая значимость результатов исследования объясняется зависимостью методики математического обоснования продления полезного срока службы весоповерочных вагонов типа ВПВ-640 от геометрических размеров основных нагрузочных элементов напряженно-деформированного состояния кузова весоповерочных вагонов.

Внедрение в практику результатов исследования. На основе математического моделирования продления срока службы весоповерочных вагонов:

разработана методика продления срока службы весоповерочных вагонов типа ВПВ-640 посредством разработки методики определения остаточных ресурсов узлов и деталей, внедрена в производство «ВЧД-1» (Справка №02/5134 Министерства Транспорта Республики Узбекистан от 25 августа 2022 года (Код документа: FC14586018)), в результате чего разработаны технические условия капитального ремонта весоповерочного вагона типа ВПВ-640, что позволило продлить срок службы на 5 лет;

измерен уровень износа элементов кузова весоповерочного вагона типа ВПВ-640, а также математическое обоснование влияния износа кузова на напряженную деформацию, внедрено в производство на «ВЧД-1» (Справка «ВЧД-1» №01/5869 от 24 мая 2022 года), в результате чего достигнуто продление срока службы кузова весоповерочного вагона типа ВПВ-640 на 15 %.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационного исследования обсуждались в 8 научно-практических конференциях (4 из которых международные и 4 – республиканские), в том числе 1 из которых внесена в базу SCOPUS.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 18 научных работ. 10 работ издано в научных изданиях, рекомендованных для публикации основных результатов диссертации доктора философии (PhD) Высшей Аттестационной Комиссией, 6 из которых республиканские и 4 – зарубежные журналы (1 внесен в базу SCOPUS).

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Общий объем диссертации составляет 117 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обоснована актуальность и востребованности темы исследования, показано соответствие приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, сформированы цель и задачи исследования, приведены объект и предмет исследования, изложены научная новизна и основные результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта научная и практическая значимость, приведены данные о внедрении в практику результатов исследования, об опубликованных работах и о структуре диссертации.

В первой главе диссертации, называемой **«Анализ конструкций и технических характеристик весоповерочных вагонов типа ВПВ-640»**, изложены предназначение и технические характеристики вагонов весовых поверок, а также полностью освещены все узлы и детали вагонов весовых поверок.

Путем продления срока службы узлов и деталей весоповерочных вагонов можно достичь продления долговечности вагона. В этой связи отдельное внимание уделяется изучению непрерывности решения проблем факторов, уменьшающих долговечность, отрицательно влияющих на работу деталей и узлов вагонов. Как показывают исследования, в весоповерочном вагоне располагаются стрела тельфера, электросилового шкафа, дизельная электростанция, аппаратура управления, кузнечный станок и шкаф для приборов. На полу весоповерочного вагона должны быть установлены две самодвигающиеся тележки весовых поверок и 36 штук образцовых гирей, массами по 2000 кг каждая, с категорией точности М1, в связи с чем на пол и раму кузова оказана большая статическая нагрузка.

Приоритетными направлениями в научных исследованиях ученых, посвященных математическому моделированию определения остаточных ресурсов металлических конструкций грузовых вагонов и весовых вагонов, а также продлению срока их службы, является упрощение процессов загрузки, которые считают возможным определение срока службы посредством предельных значений напряженности элементов металлических конструкций вагонов. Уменьшение срока службы объясняется наличием местных недостатков в элементах.

Для зарубежных ученых приоритетным направлением является теоретическое исследование деформированного состояния металлической конструкции вагонов с использованием современных инженерных программ САД, предназначенных для определения остаточных ресурсов вагонов и определения возможностей продления срока полезной службы. Используются эффективные цифровые методы специфических свойств, основанные на стабилизированных схемах решения уравнений моделирования этих деформаций.

Критический анализ литературы, а также рассмотренных точек зрения, показал необходимость анализа ответа на вопрос о том, что возможно

продление остаточных ресурсов вагона путем увеличения срока службы узлов и деталей конструкции вагона.

Во второй главе диссертации, называемой “**Разработка методики определения технического состояния металлических конструкций весопроверочного вагона**”, составлены уравнения определения отрицательно влияющих недостатков на остаточные ресурсы весопроверочных вагонов, а также определения разложений в узлах и деталях. Исходя из цели и задач исследования, был выбран весопроверочный вагон типа ВПВ-640 в распоряжении АО «Ўзбекистон темир йўллари». Сначала с целью определения значений разложения элементов кузова весопроверочного вагона была составлена схема мест, представленных для измерения (рис.1 и 2). С помощью приведенных схем для измерения, разработана методика определения износа.

В целях апробации результатов измерения отобраны весопроверочный вагон модели ВПВ-640-271, произведенный в 1965 году, находящийся в распоряжении Бухарского регионального железнодорожного узла (РЖУ), весопроверочные вагоны моделей ВПВ-640-267, ВПВ-640-263, произведенные в 1966 году, находящиеся в распоряжении Кокандского РЖУ, а также весопроверочный вагон модели ВПВ-640-277, ВПВ-640-285, произведенный в 1966 году, находящийся в распоряжении Каршинского РЖУ и Термезского РЖУ.

Согласно приведенным схемам, шлифовальной машиной производилась зачистка до металлического блеска мест измерений глубомером толщин износов элементов металлоконструкции кузова весопроверочного вагона. Исследовано техническое состояние и конструкционные параметры основных нагрузочных элементов кузова данного весопроверочного вагона. Результаты замеров приведены в таблицах 1-5.

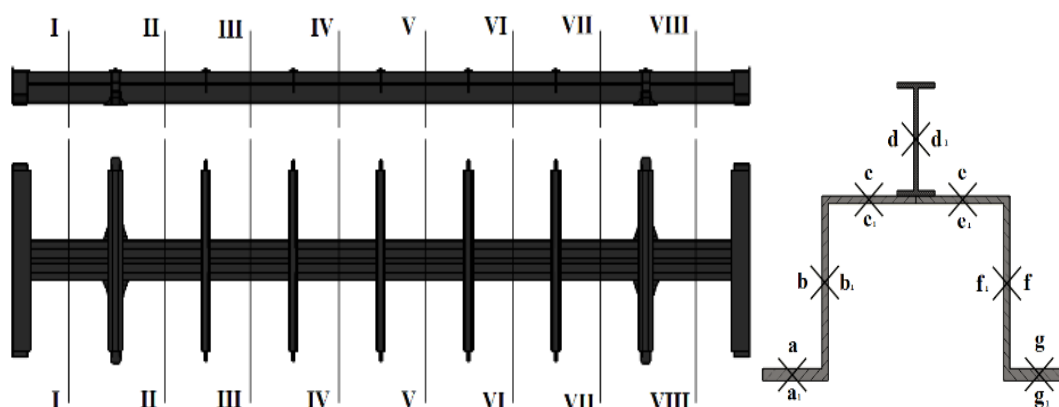


Рис.1. Схема замеров толщин износов листов на хребтовой балке рамы весопроверочного вагона

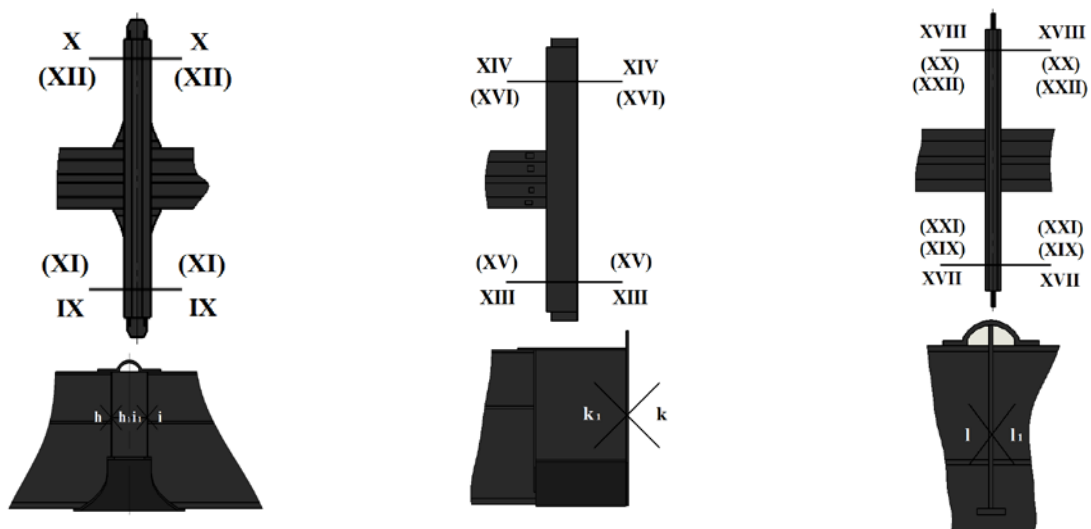


Рис.2. Схема замеров толщин износов балок несоповерчного вагона (шкворневая, задняя и поперечная части)

По результатам замеров толщин износов h^i рассчитана величина усредненной h_{cp}^i толщины с учетом допуска « $\delta=0,2$ мм» на зачистку, которая определяется по формуле (1).

$$h_{cp}^i = \frac{1}{n} \sum_i^n h^i - 0,2 \quad (1)$$

где n – число замеров.



Рис.3. – Замер хребтовой балки рамы несоповерчного вагона

Таблица 1
Результаты замеров толщины износа листов хребтовой балки рамы несоповерчного вагона

Разрез	Значения замеров толщины износа элементов хребтовой балки рамы кузова, мм													
	a	a ₁	b	b ₁	c	c ₁	d	d ₁	e	e ₁	f	f ₁	g	g ₁
I-I	0,67	0,62	0,69	0,28	0,66	0,71	0,35	0,36	0,61	0,69	0,57	0,47	0,41	0,37
II-II	0,64	0,67	0,63	0,47	0,41	0,51	0,30	0,44	0,49	0,72	0,52	0,57	0,47	0,41
III-III	0,58	0,54	0,69	0,40	0,62	0,69	0,67	0,40	0,63	0,46	0,56	0,45	0,39	0,46
IV-IV	0,68	0,60	0,64	0,74	0,59	0,28	0,36	0,73	0,53	0,42	0,47	0,40	0,78	0,38
V-V	0,50	0,48	0,67	0,38	0,60	0,56	0,52	0,28	0,62	0,73	0,49	0,51	0,39	0,31
VI-VI	0,42	0,63	0,64	0,25	0,69	0,41	0,58	0,38	0,50	0,71	0,37	0,51	0,46	0,68
VII-VII	0,70	0,60	0,58	0,63	0,57	0,74	0,39	0,35	0,68	0,69	0,52	0,39	0,45	0,59
VIII-VIII	0,52	0,46	0,62	0,319	0,52	0,71	0,45	0,51	0,57	0,64	0,46	0,57	0,40	0,40
h_{cp}^i	0,86													



Рис. 4. Измерение шкворневой балки рамы несоповерочного вагона

Таблица 2

Результатты замеров толщины износа листов на шкворневой балке рамы несоповерочного вагона

Разрез	Значения замеров толщины износа элементов шкворневой балки рамы кузова, мм			
	h	h ₁	i	i ₁
IX-IX	0,35	0,25	0,37	0,35
X-X	0,40	0,27	0,36	0,38
XI-XI	0,46	0,24	0,39	0,29
XII-XII	0,37	0,29	0,38	0,34
h^i_{cp}	0,49			



Рис. 5. Замер балки конечной (задней) части рамы несоповерочного вагона

Таблица 3

Результаты замеров толщины износа листов на балке конечной (задней) части рамы несоповерочного вагона

Разрез	Значения замеров толщины износа элементов балки конечной (задней) части рамы кузова, мм	
	k	k ₁
XIII-XIII	0,71	0,63
XIV-XIV	0,63	0,49
XV-XV	0,59	0,63
XVI-XVI	0,72	0,56
h^i_{cp}	1,05	

Таблица 4

**Результаты замеров толщины износа листов на продольной балке рамы
весоповерочного вагона**

Разрез	Значения замеров толщины износа элементов продольной балки рамы кузова, мм	
	I	I ₁
XVII-XVII	0,35	0,90
XVIII-XVIII	0,81	0,61
XIX-XIX	0,39	0,71
XX-XX	0,30	0,47
XXI-XXI	0,38	0,40
XXII-XXII	0,69	0,47
h_{cp}^i	0,88	

Таблица 5

Результаты средних значений износа по элементам весоповерочных вагонов

Модель вагона	Хребтовая балка	Шкворневая балка	Концевая балка	Поперечная балка
ВПВ-640-271	0,86	0,49	1,05	0,88
ВПВ-640-267	0,83	0,52	0,96	0,93
ВПВ-640-263	0,86	0,50	1,03	0,83
ВПВ-640-277	0,85	0,53	1,04	0,85
ВПВ-640-285	0,86	0,49	1,03	0,84
h_{cp}^i	0,85	0,51	1,02	0,87

В результате исследования определён ряд основных неисправностей элементов весоповерочного вагона, влияющих на его срок службы, критерии отказа и предельные состояния. Основные неисправности, которые были определены, состоят в следующем: следы коррозии (ржавчины) под слоем краски на покрытии боковой стены; трещины на сварочных швах стоек с поперечной балкой, и покрытия боковой стены со стойками; изломы на деревянном полу; износы на элементах монорельса; износы на роликах тельфера тележки внутри вагона; места трения скольжения гибкого защитного слоя электропровода. Сварочные швы нижнего листа шкворневой балки весоповерочного вагона типа ВПВ-640-267 имеют трещины. Металлические накладки на месте соединения поперечных балок с хребтовой балкой весоповерочного вагона модели ВПВ-640-285 изношены под воздействием коррозии. К моменту осмотра толщина металлических нагрузок составляет 30 % от номинального показателя. На боковине тележек весоповерочных вагонов не проставлены прокладки.

В третьей главе диссертации, называемой “Методика расчета прочности элементов металлоконструкции весоповерочного вагона” выполнены теоретические исследования металлоконструкций весоповерочного вагона, разработана расчетная конечно-элементная модель кузова весоповерочного вагона, определено напряженно-деформированное состояние элементов основной нагрузки кузова весоповерочного вагона под действием эксплуатационной нагрузки.

Расчет на прочность весопроверочного вагона проводился на первом (удар, подтяжка, сжатие и растяжение) и третьем (удар, подтяжка, сжатие и растяжение) расчетном режимах. Сумма нагрузок, влияющих на кузов весопроверочного вагона на первом и третьем режимах определена согласно требованиям.

При расчете по первому расчетному режиму принята следующая сумма нагрузок, действующих на кузов весопроверочного вагона при сжатии и растяжении:

- сила тяжести кузова весопроверочного вагона;
- сила тяжести груза;
- сила продольного сжатия или растяжения, приложенного на клин автосцепки;
- вертикальная сила при нецентральных взаимодействиях автосцепок;
- поперечные силы взаимодействия между вагонами на кривых радиусах.

Силы поперечного взаимодействия между вагонами на кривых радиусах P_n определены согласно следующему выражению:

- при сжатии

$$P_n = N \left[\frac{\delta \cdot L}{l^2} \left(1 + \frac{L}{a} \right) + \frac{L_c}{R} \right] \frac{l}{L}, \quad (2)$$

- при растяжении

$$P_n = N \frac{L_c}{R}, \quad (3)$$

где N – внешняя продольная сила, приложенная к автосцепке, для первого расчетного режима при сжатии $N = 2,5$ МН, при растяжении $N = 2$ МН; $2l, 2L, 2L_c$ – расстояния между базой вагона и шпильчными плитами автосцепки, и длина весопроверочного вагона по осям автосцепки, соответственно; a – расчетная длина корпуса автосцепки, по требованиям норма принимается за $a = 1$ м; R – радиус кривизны, по требованиям норма принимается за $R = 250$ м; δ – вероятностное боковое смещение за счет гибкой деформации рессор, зазоров на рельсовой колее колесных пар, шкворневого разреза кузова вагона, на направляющих буксы, на пятниках, по требованиям принято $\delta = 40$ мм.

Установлено, что силы взаимодействия между вагонами в результате решения уравнений для первого режима при сжатии составляют $P_n = 214,1$ кН, а при растяжении $P_n = 65,6$ кН.

При выполнении расчетов по третьему расчетному режиму принята следующая сумма нагрузок, действующая на кузов весопроверочного вагона во время ударных и тяговых нагрузок:

- сила тяжести кузова весопроверочного вагона;
- вертикальная динамическая сила, определяемая произведением силы тяжести вагона и вертикального динамического коэффициента для кузова вагона;
- продольная сила инерции груза;

- продольная сила инерции кузова весоповерочного вагона, определяемая исходя из нормированного значения продольного ускорения, принятого согласно требованиям для третьего расчетного режима равным $1g$.

- сила тяжести груза;

- продольный удар или сила тяги, приложенная к шпилькам автосцепка; вертикальная сила, возникающая вследствие нецентрального взаимодействия автосцепов.

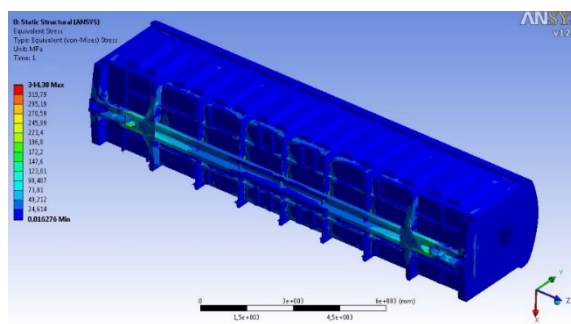
Использованы пластинчато-стержневые конечные элементы в изображении элементов вагона с целью точного соответствия расчетной схемы кузова весоповерочного вагона с выполнением настоящих деталей и их характера работы. Модель кузова разработана с помощью программного обеспечения SolidWorks, а расчеты напряжений на элементах, распределение нагрузок в конструкциях, а также визуализация напряжений и деформаций выполнены с использованием программного пакета Ansys Workbench. Оценка прочности осуществлена согласно эквивалентным напряжениям, которые вычисляются согласно теории Мизеса. Распределительные поля для рассматриваемых расчетных режимов эквивалентных напряжений элементов кузова весоповерочного вагона приведены на рисунке 6.

В результате теоретических исследований, проведенных по определению прочности кузова весоповерочного вагона, установлено, что прочность с учетом износа элементов кузова удовлетворяет требованиям. При этом получены следующие результаты:

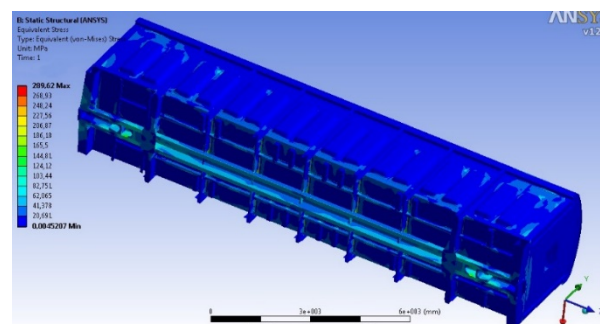
– в I расчетном режиме (сжатие, растяжение, динамика) максимальные напряжения в элементах кузова составляют в боковых стенах 40-62 МПа, в элементах хребтовой балки 255-305 МПа;

– в III расчетном режиме (сжатие, растяжение, статика) максимальные напряжения в элементах кузова составляют в боковых стенах 35-56 МПа, в элементах хребтовой балки 150-185 МПа;

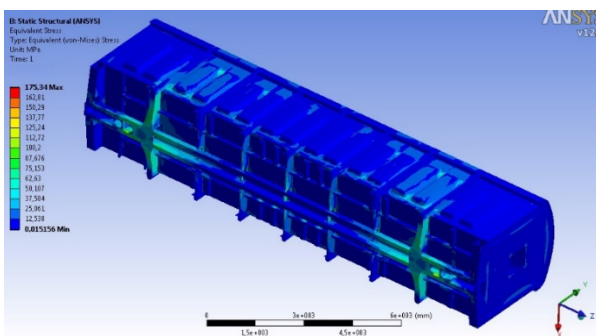
– в III расчетном режиме (сжатие, растяжение, динамика) максимальные напряжения в элементах кузова составляют в боковых стенах 30-49 МПа, в элементах хребтовой балки 142-185 МПа.



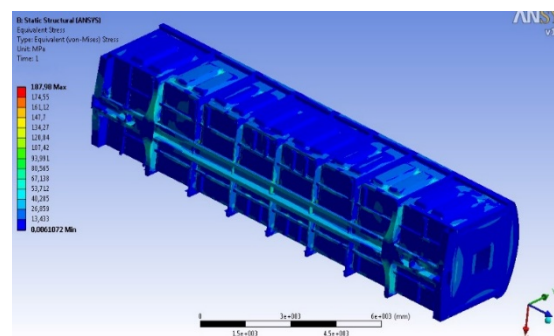
I-режим (сжатие)



I-режим (растяжение)



III-режим (сжатие)



III-режим (растяжение)

Рис. 6. Распределительные поля эквивалентных напряжений элементов кузова весоповерочного вагона

В четвертой главе диссертации, именуемой “**Разработка технических условий по продлению срока полезного использования весоповерочных вагонов типа ВПВ-640**”, разработан порядок исследования, исследована методология проверки технического состояния весоповерочных вагонов, представленных в данных технических требованиях.

Ремонтные работы с продлением срока их полезного использования проводились в вагоностроительных заводах и депо вагонов АО “Ўзбекистон темир йўллари”.

Исследование технического состояния весоповерочных вагонов с истёкшим сроком службы проводились с целью определения их технического состояния, возможностей и условий их эксплуатации после выполнения ремонтных работ в объеме капитальных технических условий согласно данным техническим условиям.

Не рабочее (предельное) состояние весоповерочного вагона характеризуется наличием ряда неисправностей, выходящих за пределы габаритных размеров вагона, создающих опасность безопасному движению поездов. В процессе технического исследования проверялись рама, кузов, автосцепное оборудование, ударно-тяговые приборы и все элементы подвижных частей с целью определения неисправностей, скрытых трещин в соединениях узлов.

Во время исследования весоповерочного вагона с целью определения уровня коррозионного износа произведен замер толщины элементов основной грузовой нагрузки рамы и кузова вагона.

Конструкционные элементы весоповерочного вагона контролировались на все 100 % методами теоретического неразрушающего контроля сварных швов.

Результаты исследования технического состояния отражены в техническом заключении и его приложениях:

Заключение должно включать в себя следующее:

- а) паспортные данные весоповерочного вагона;

б) результаты анализа технических документов по эксплуатации и ремонту;

в) результаты исследования технического состояния: протоколы, включающие в себя данные об установленных неисправностях, об отклонениях от конструкторских, технических, ремонтных и эксплуатационных документов.

Разработанные требования к ремонту весопроверочного вагона и заключение (отчет) о технической диагностике весопроверочного вагона были основой для оформления технического решения по продлению срока службы.

Техническое решение о продлении срока службы весопроверочного вагона с учетом заключения технической диагностики может быть выдано на срок не более 5 (пяти) лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Железнодорожный транспорт представляет собой сложнейшую и постоянно функционирующую техническую систему, которая для повышения конкурентоспособности должна самостоятельно совершенствоваться, оснащаться новой техникой, повышать качество транспортных услуг, снижать себестоимость перевозок и вредные воздействия на окружающую среду. Таким образом, решая вопрос совершенствования подвижного состава, необходимо было проведение исследований по определению возможности продления срока службы весопроверочных вагонов, эксплуатируемых на территории республики.

1. Из имеющихся в Республике Узбекистан одиннадцати весопроверочных вагонов, было проведено обследование состояния основных несущих элементов и определены конструктивные изменения кузовов пяти независимо выбранных вагонов, находящихся на территории РЖУ Бухара, РЖУ Коканд, РЖУ Карши и РЖУ Термез. В результате обследования был выявлен ряд основных неисправностей, критерии отказов и предельные состояния элементов весопроверочного вагона, влияющие на его срок службы.

2. В ходе проведения исследования были произведены замеры толщин износов элементов металлоконструкций весопроверочных вагонов, а также определены величины средних значений износов. Таким образом, при проведении расчетов металлоконструкции весопроверочного вагона толщина стенки принималась с учетом уменьшения ее на величину среднего значения износа для определения соответствия прочности конструкции вагона требуемым нормам.

3. Для проведения теоретических исследований напряженно-деформированного состояния кузова весопроверочного вагона типа ВПВ-640 разработана конечно-элементная модель кузова, позволяющая учитывать конструктивные изменения узлов вагона в эксплуатации.

4. В результате проведенных теоретических исследований получены зависимости напряженно-деформированного состояния кузова

весопроверочного вагона типа ВПВ-640 от геометрических размеров основных несущих элементов с учетом их износа. А также установлено, что прочность кузова весопроверочного вагона удовлетворяет требованиям.

5. В результате проведенных исследований обоснована техническая возможность продления срока службы весопроверочных вагонов и разработаны технические условия на капитальный ремонт. Технические условия распространяются на капитальный ремонт с продлением срока полезного использования шестиосных весопроверочных вагонов типа ВПВ-640 колеи 1520 мм для механизированной поверки различных типов вагонных весов с эксплуатацией по путям общего пользования и подъездным путям Республики Узбекистан.

6. По разработанным техническим условиям вагоноремонтные предприятия Республики Узбекистан могут проводить капитальный ремонт весопроверочных вагонов типа ВПВ-640 с продлением срока полезного использования. Шестиосным весопроверочным вагонам типа ВПВ-640, прослужившим более полуторного срока службы, после проведения капитального ремонта с продлением срока полезного использования в соответствии с разработанными техническими условиями срок службы продлевается на пять лет. При этом общий срок службы весопроверочного вагона не должен превышать удвоенного срока. Это позволит рационально использовать ресурс эксплуатируемых вагонов и снизить расходы на пополнение вагонного парка, что обеспечит весопроверочному хозяйству республики возможность производить механизированную поверку вагонных весов существующими весопроверочными вагонами.

Применение результатов диссертационной работы привело к продлению срока службы весопроверочных вагонов типа ВПВ-640 на 5 лет, при этом, ожидаемая годовая экономическая эффективность составила 200,0 млн. сумов.

**TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY
SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDED
SCIENTIFIC DEGREES PhD.15/31.08.2022.T.73.02**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

ADILOV NODIR BOTIR UGLI

**SCIENTIFIC JUSTIFICATION FOR EXTENDING THE SERVICE LIFE
OF A WAGON FOR CHECKING RAILWAY SCALES**

05.08.05 – Rolling stock, draft of trains and electrification

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

Tashkent – 2022

The topic of the dissertation of Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD) is registered by the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with registration number B2022.4.PhD/T3208.

The dissertation has been prepared at the Tashkent state transport university.

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific Council (www.tstu.uz) and on the website of "ZiyoNet" Information and educational portal (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Ruzmetov Yadgor Ozodovich

candidate of technical sciences, docent

Official opponents:

Tretyakov Alexander Vladimirovich

doctor of technical sciences, professor (Russia)

Adilova Ziyoda Gafurdjanovna

doctor of technical sciences, (DSc)

Leading organization:

Ferghana politechnical institute

The defense will be take place on «_____» _____ 2022 at _____ at the meeting of Scientific Council at the Scientific Council PhD.15/31.08.2022.T.73.02 Tashkent state transport university. Address: 1, Temiryo'lchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: tstu_info@tdtu.uz.

The doctoral (PhD) dissertation can be reviewed at the Information-Resource Centre of the Tashkent state transport university (Registered number №. _____). (Address: 1, Temiryo'lchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan,1. Phone: (+99871) 299-05-66)

Abstract of the dissertation was distributed on «_____» _____ 2022 year.
(mailing recort №. _____ on «_____» _____ 2022 year.).

R.V. Rakhimov

Chairman of Scientific Council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

D.O. Radjibaev

Scientific secretary of the Scientific Council
on awarding scientific degrees,
Candidate of technical sciences, docent

R.M. Mirsaatov

Chairman of this scientific seminar under Scientific Council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the research is the scientific substantiation of technical and technological solutions for extending the service life of weighing wagons intended for checking railway scales, by scientifically substantiating the service life extension of these wagons.

Research objectives: analytical study of the structures and technical characteristics of weighing wagons of the 640-VPV type in order to determine the main faults in the metal structures of weight checking wagons, the criteria for faults and the limit state of the wagon elements that affect the extension of their service life;

development of a methodology for assessing the technical condition and residual resources (service life) of the metal structures of weighing wagons, as well as a calculation model of the metal structures of a weighing wagon, which makes it possible to take into account structural changes at the wagon nodes under operating conditions;

determination of residual resources of metal structures of weighing wagons; theoretical study of the state of stress deformation of the metal structures of these wagons using modern CAD engineering programs designed to determine the possibility of extending their useful life;

development of technical conditions for overhaul and extension of the useful life of weight-testing wagons, taking into account the technical capabilities of wagon repair enterprises.

The scientific novelty of the research is as follows:

methods for calculating the main malfunctions of weighing wagons, the criteria for their failure, as well as the limit states of wagon elements that affect their service life, taking into account the assessment of the current technical condition and residual resources (service life) of the wagon, have been improved;

a dynamic model of the body of a weighing wagon was developed, taking into account structural changes in the units and parts of this wagon under operating conditions, based on modern engineering software;

a methodology was developed for assessing the technical condition and residual life of the metal structure of weighing wagons, taking into account the wear of body elements and changes in the mechanical parameters of the wagon;

In order to extend the service life of the VPV-640 weighing wagons, practical recommendations have been developed by applying technical conditions for the overhaul of the wagon.

The structure and the volume of the research work. The research work consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and an appendix. The total volume of the research work is 117 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Adilov N.B. Analysis of the technical condition of the weight checking wagon type 640-VPV-277 of the joint stock company “Uzbekiston temir yullari”. //Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent, 2022, 31, 70-73 Published Online March 2022 in Acta TTPU (<http://www.acta.polito.uz/>). Acta of Turin Polytechnic University in Tashkent, 2022 y. №1 , pp. 70-73. (05.00.00; № 25);

2. Adilov N.B. Analysis of the technical condition of the weight checking wagon type 640-VPV-263 of the joint stock company “Uzbekiston temir yullari”. // Scientific and Technical Journal Namangan Insitute of Engineering and Technology. Vol. 7 Issue 1, 2022 y. ISSN: 2181-8622,pp.159-165. (05.00.00; № 33);

3. Adilov N.B. Theoretical studies of the strength of the wagon body for verification of railway scales. //THE SCIENTIFIC JOURNAL OF VEHICLES AND ROAD. Issue 2, 2022 y. №3, pp.145-153. (05.00.00; № 11);

4. Adilov N.B. Analysis of the technical condition of the weight checking wagon type 640-VPV-285 of the JSC “Uzbekiston temir yullari”. //THE SCIENTIFIC JOURNAL OF VEHICLES AND ROAD. Issue 3, 2022 y. №3, pp.123-130. (05.00.00; № 11);

5. Ruzmetov Ya.O., Adilov N.B., Jabbarov Sh.B. Assessment of repair of weight checking wagons of type 640-vpv with the extension of the useful life. // Scientific and Technical Journal Namangan Insitute of Engineering and Technology. Vol. 7, Issue 3, 2022 y. ISSN: 2181-8622, pp.226-230. (05.00.00; № 33);

6. Рузметов Я.О., Адилов Н.Б., Кодиров Н.С. Анализ технического состояния всеповерочных вагонов типа ВПВ-640. // Universum: Технические науки. Научный журнал, 2022. DOI - 10.32743/UniTech.2022.95.2.13153. (02.00.00; № 2);

7. Ruzmetov Ya.O., Adilov N.B., Sultonov Sh.X. Analysis of the Technical Condition of Weighted Wagons of Type 640-Vpv Operated on Railways of the Republic Of Uzbekistan. // ISSN: 2350-0328. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol.8, Issue3, March 2021 y. pp. 17000-17005.<http://www.ijarset.com/upload/2021/march/34-research-apr-19.PDF>. (05.00.00; № 8).

8. Adilov N.B., Analysis of Faults in the Mechanical Part of Railway Weight Checking Wagons. // Eurasian Journal of Engineering and Technologe, ISSN: 2795-7640, Volume- 5, Impact factor: 7.995.pp. April, 2022 y. pp. 50-54.

9. Adilov N.B., Analysis of the Technical Condition of the Load-Bearing Elements of the Wagon 640-Vpv Body, Designed to Check the Railway Scales. //Spanish Journal of Innovation and Integrity, ISSN - 2792-8268,Volume-6, 2022. Impact Factor: = SJIF – 5.72 <http://sjii.indexedresearch.org> Page.37-43.

II бўлим (II часть; II part)

10. Adilov N.B., Analysis of Damage and Requirements for the Bodies of Weighing Wagons During Repair. // International Conference Innovative Science in Modern Research <http://www.conferenceseries.info/>. 2022 y. pp.1-4.

11. Ruzmetov Ya.O., Adilov N.B., Mamayev Sh.I., Turgunaliyev E.T. Theoretical analysis of the strength of the weigh wagon body. // Ministry of higher and secondary specialized education of the Republic of Uzbekistan Andijan machine-building institute. Scientific and technical journal machine building, 2022 y. №2, pp.485-492. (05.00.00);

12. Adilov N.B., Development of Technical Conditions for the Repair of Weighing Wagons with the Extension of the Useful Life. //International Scientific Conference on Integrated Education and Humanities. www.online-conferences.com. 2022 y.pp.1-3.

13. Мамаев Ш.И., Адиллов Н.Б., Тургуналиев Э.Т., Нафасов Ж.Х. Темир йўл тарозиларини текшириш учун мўлжалланган вагонларини фойдали ишлатиш муддатини узайтириш билан таъмирлаш (кузов рама учун). // “Янги материаллар технологияси. Машинасозликда қўлланиладиган полимер композит материалларининг ривожланиш истикболлари” мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференцияси. Андижон Машинасозлик институти. 2022 г. С. 509-513.

14. Adilov N.B., Temir yo'l tarozilarini tekshirish uchun mo'ljallangan vagon kuzovi elementlarini ekspluatatsion yuklanishlarga tekshirish. // Ўзбекистонда илмий тадқиқотлар: даврий анжуманлар: 16-ҚИСМ. 16-qism, 2022 yil. 7-10 bet.

15. Мамаев Ш.И., Адиллов Н.Б., Тургуналиев Э.Т., Нафасов Ж.Х. Темир йўл тарозиларини текшириш учун мўлжалланган вагонларни металл конструкциясининг қолдиқ ресурсини аниқлаш методикасини ишлаб чиқиш. // “Янги материаллар технологияси. Машинасозликда қўлланиладиган полимер композит материалларининг ривожланиш истикболлари” мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференцияси. Андижон Машинасозлик институти. 2022 г. С. 462-465.

16. Ruzmetov Ya.O., Adilov N.B., Ermatov N.Kh. Analysis of faults in the bodies of railway scales inspection wagons type VPV-640. //Международный научный электронный журнал «Транспорт шелкового пути», 2022, ISSN: 2181-0710 №1, pp.16-21.

17. Ruzmetov Ya.O., Adilov N.B., Sulonov Sh.X. Strength assessment of the body of a weight checking wagon type 640-VPV. // E3S Web of Conferences 264 05021 (2021). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126405021> CONMECHYDRO - 2021.(SCOPUS).

18. Мамаев Ш.И., Адиллов Н.Б., Тургуналиев Э.Т., Нафасов Ж.Х. Темир йўл тарозиларини текшириш учун мўлжалланган вагонларни металл конструкцияси билан ўтказилган назарий тадқиқотлар. // “Янги материаллар технологияси. Машинасозликда қўлланиладиган полимер композит материалларининг ривожланиш истикболлари” мавзусидаги халқаро илмий-

амалий конференцияси. Андижон Машинасозлик институти. 2022 г. С. 420-424.

19. Рахимов Р.В., Султонов Ш.Х., Адиллов Н.Б., Бубнов В.П., Рузметов Я.О. Программа для определения значений поперечных сил взаимодействия между вагонами в кривых участках пути. // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. №2021681547. Российская Федерация, 2021 г.

Автореферат «ТДТрУ хабарномаси» илмий-амалий журнали таҳририятида
таҳрирдан ўтказилиб, ўзбек, рус ва инглиз тилларидаги матнларни ўзаро
мослиги текширилди
(09.11.2022 йил).

Қоғоз бичими 84x60-1/16. Ризограф босма усули Times гарнитураси
Шартли босма табағи: 3 б.т. Адади: 60 нусха. Буюртма № 43-11/2022
Нашрга рухсат этилди: 15.11.2022 й.

Тошкент давлат транспорт университети босмахонасида чоп этилган.
Манзил: 100167, Тошкент шаҳар, Темирийўлчилар кўчаси, 1-уй.