

ХУРМАТОВ ЯХЁБЕК АЛИЖОНОВИЧ

**ЮҚОРИ ТОННАЖЛИ КОНТЕЙНЕРЛАРНИ ТАШИШГА
МЎЛЖАЛЛАНГАН УЗУН БАЗАЛИ ПЛАТФОРМА ВАГОНИНИНГ
ПАРАМЕТРЛАРИНИ ТАНЛАШ ВА КОНСТРУКТИВ ЕЧИМЛАРИНИ
АСОСЛАШ**

**05.08.05 – Темир йўлларнинг ҳаракатланувчи таркиби, поездларни тортиш ва
электрлаштириш**

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

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

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

**Contents of the dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)
on technical sciences**

Хурматов Яхёбек Алижонович

Юқори тоннажли контейнерларни ташишга мўлжалланган узун базали
платформа вагонининг параметрларини танлаш ва конструктив
ечимларини асослаш..... 3

Хурматов Яхёбек Алижонович

Выбор параметров и обоснование конструктивных решений
длиннобазного вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных
контейнеров..... 21

Khurmatov Yakhyobek Alijonovich

Selection of parameters and substantiation of design solutions for a long
base flat wagon for transportation of high-capacity containers..... 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 43

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.15/31.08.2022.Т.73.07 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

ХУРМАТОВ ЯХЁБЕК АЛИЖОНОВИЧ

ЮҚОРИ ТОННАЖЛИ КОНТЕЙНЕРЛАРНИ ТАШИШГА
МЎЛЖАЛЛАНГАН УЗУН БАЗАЛИ ПЛАТФОРМА ВАГОНИНИНГ
ПАРАМЕТРЛАРИНИ ТАНЛАШ ВА КОНСТРУКТИВ ЕЧИМЛАРИНИ
АСОСЛАШ

05.08.05 – Темир йўлларнинг ҳаракатланувчи таркиби, поездларни тортиш ва
электрлаштириш

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ
АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент-2025

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Олий таълим, фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида _____ рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгашнинг веб-саҳифасида (<http://tstu.uz>) ва “Ziyonet” Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Рахимов Рустам Вячеславович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Третьяков Александр Владимирович
техника фанлари доктори, профессор

Зайниддинов Нуриддин Савранбек ўғли
техника фанлари доктори, доцент

Етакчи ташкилот:

Жиззах политехника институти

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги илмий даражалар берувчи DSc.15/31.08.2022.T.73.07 рақамли Илмий кенгашнинг 2025 йил __ август соат __ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100167, Тошкент шаҳри, Темирийўлчилар кўчаси, 1-уй. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tdtu.uz)

Диссертация билан Тошкент давлат транспорт университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (193 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100167, Тошкент шаҳри, Темирийўлчи кўчаси, 1-уй. Тел.: (99871) 299-05-66)

Диссертация автореферати ____ йил __ июн куни тарқатилди.
(____ йил __ июн ____ рақамли реестр баённомаси).

А. Абдукаюмов

Илмий даражалар берувчи
Илмий кенгаш раис ўринбосари, т.ф.д., профессор

Я.О. Рузметов

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

Р.М. Мирсаатов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертациясига автореферат)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда транспорт соҳасини самарали ривожлантириш, замонавий моддий-техник базани мустаҳкамлаш, темир йўл тармоғининг хавфсиз ва максимал ўтказувчанлик қобилиятини таъминлаш ҳамда ички ресурсларни қўллаш етакчи ўринлардан бирини эгалламоқда. Юк оқимларини шакллантириш, темир йўллардан фойдаланиш харажатларини оптималлаштириш, шунингдек, поездлар ҳаракати хавфсизлигини таъминлаш халқаро шартномалар доирасида хорижий ҳамкорлар билан яқин ҳамкорликда ва глобал логистика тизимларига интеграциялашувда амалга оширилмоқда. Юк ташиш самарадорлигини таъминлаш, транзит ташиш ҳажмини ошириш, поездлар ҳаракат тезлигини ошириш ва уларнинг энергия сарфини камайтириш учун мавжуд вагонларнинг эксплуатацион хусусиятларини яхшилашни таъминлайдиган вагон паркини такомиллаштириш ва инновацион ҳаракат таркибини амалиётга жорий этишни тақозо этади. Шу жиҳатдан, ўсиб бораётган юк оқимининг эҳтиёжларини қондирувчи ва замонавий логистика ва контейнер ташиш талабларига жавоб берувчи асосий йўналишлардан бири мавжуд юк вагонлари паркидан оқилона фойдаланиш ва юқори сиғим ва эксплуатацион кўрсаткичларга эга такомиллаштирилган конструкцияларни ишлаб чиқиш, фойдаланиш муҳим аҳамитга эга ҳисобланади.

Жаҳонда соҳа олимлари ва мутахассислари томонидан вагон паркидан самарали фойдаланиш, юк вагонларининг янги конструкцияларини ишлаб чиқиш ва мавжудларини такомиллаштиришга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, ривожланаётган контейнер ташувлари ва халқаро логистика йўналишлари талабларига жавоб берадиган ҳаракатланувчи таркибни яратишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Мазкур йўналишда темир йўлларнинг ташиш қобилияти, вагонларни ишлаб чиқариш, таъмирлаш ва улардан фойдаланиш жараёнларини механизациялаш ҳамда автоматлаштириш имкониятлари, зарур капитал ҳажми ва ташиш таннархига таъсир этувчи конструктив ечимларнинг рационалиги ҳал қилувчи омил ҳисобланади. Шу боис юк вагонининг сиғимини ошириш ва эксплуатацион хусусиятларини яхшилашни таъминлайдиган параметрларини танлаш ва конструктив ечимларини асослаш вагонсозлик корхоналари учун долзарб илмий-амалий вазифа бўлиб, унинг ечими юк айланмаси бирлигига тўғри келувчи ёқилғи-энергетика ресурслари сарфини қисқартириш, ҳаракатланувчи таркибдан фойдаланиш самарадорлигини ошириш ва натижада, ташиш таннархини камайтиришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда транспорт соҳасини янада ривожлантириш, хусусан, темир йўл вагонлари паркини сақлаш ва эксплуатация ишларини ташкил этиш самарадорлигини ошириш, шунингдек, уни техник-иқтисодий кўрсаткичлари яхшилانган замонавий вагонлар билан тўлдириш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2022-2026

йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси¹ ва Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПҚ-329-сон қарорида² “...транспортнинг барча турлари билан ўзаро боғлиқ ҳолда ягона транспорт тизимини ривожлантириш..., транспорт ва логистика хизматлари бозори ва инфратузилмасини ривожлантириш..., транспорт тизимида “яшил коридорлар” ва транзит имкониятларини кенгайтириш...,” шунингдек, “...йўловчи ва юк ташиш таннархи ва харажатларини камайтириш..., ... темир йўл инфратузилмасини ривожлантириш, локомотив ва вагонлар паркинни янгилаш...” бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга ошириш, жумладан, поездларни тортиш ва техник хизмат кўрсатиш харажатларини камайтиришга, шунингдек, юк сиғимини ошириш орқали ҳар бир юк учун ташиш таннархини қисқартиришга имкон берувчи юк вагонининг конструкциясини такомиллаштириш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикасининг 2021 йил 9 августдаги “Транспорт тўғрисида”ги ЎРҚ-706-сон ва 1999 йил 15 апрелдаги “Темир йўл транспорти тўғрисида”ги 766-I-сон қонунлари, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60-сон ва 2019 йил 1 февралдаги “Транспорт соҳасида давлат бошқаруви тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5647-сон фармонлари, 2020 йил 4 майдаги “Транспорт соҳасида кадрлар тайёрлаш тизимини тубдан такомиллаштириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-4703-сон, 2023 йил 10 октябрдаги “Ўзбекистон Республикаси темир йўл транспорти соҳасини тубдан ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-329-сон ва 2025 йил 27 январдаги “Ўзбекистон Республикасининг транспорт-логистика тизимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-28-сон қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация иши муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Ўзбекистон Республикасида фан ва технологияларни ривожлантиришнинг II. “Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлик”, ИТД-3 – “Энергетика, энергия, ресурс тежамкорлик, транспорт, машина ва асбобсозлик” устувор йўналишларига мувофиқ бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Ҳаракатланувчи таркиб конструкцияларини назарий ҳисоблаш ва экспериментал тадқиқ қилиш усуллари янада ривожлантириш ва такомиллаштириш билан боғлиқ долзарб муаммоларни ҳал қилишга қаратилган илмий тадқиқотлар етакчи мамлакатларнинг университетлари, илмий марказлари ва илмий-тадқиқот

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги “2022 – 2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида”ги ПФ-60-сонли Фармони

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2023 йил 10 октябрдаги “Ўзбекистон Республикаси темир йўл транспорти соҳасини тубдан ислоҳ қилиш чора-тадбирлари тўғрисида”ги ПҚ-329-сонли қарори

институтларида кенг кўламда олиб борилмоқда, жумладан: Pennsylvania State University (АҚШ), Washington State University (АҚШ), Newcastle Centre for Railway Research (Newcastle University) (Буюк Британия), Griffith University (Австралия), Technische Universität München (Германия), Technische Universität Dresden (Германия), Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des reseaux (Франция), Rīgas Tehniskā universitāte (Латвия), Karabük University (Туркия), Warsaw University of Technology (Польша), Silesian University of Technology (Польша), Beijing Jiaotong University (Хитой), Shanghai JiaoTong University (Хитой), University of Science and Technology of China (Хитой), Россия транспорт университети (Россия), Петербург давлат алоқа йўллари университети (Россия), Урал давлат алоқа йўллари университети (Россия), Ростов давлат алоқа йўллари университети (Россия), Темир йўл транспорти илмий-тадқиқот институти (Россия), Брянск давлат техника университети (Россия), Вагонсозлик илмий-тадқиқот институти (Россия), Днепр миллий темир йўл транспорти университети (Украина), Украина давлат темир йўл транспорти университети (Украина), Белоруссия давлат транспорт университети (Белоруссия), Логистика ва транспорт академияси (Қозғоғистон), Тошкент давлат транспорт университети (Ўзбекистон) ва бошқа темир йўл транспорти муҳандисларининг таълим, тадқиқот ва илмий марказлари.

Дунёнинг етакчи машинасозлик корхоналарининг олимлари ва муҳандислари ҳаракатланувчи таркиб конструкцияларини ривожлантириш ва такомиллаштиришга ҳисса қўшган ва қўшиб келмоқдалар, жумладан: American Car and Foundry (АҚШ), Amtrak (АҚШ), FreightCar America (АҚШ), Bombardier (Канада), Alstom (Франция), Siemens (Германия), Talgo (Испания), Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (Испания), CRRC (Хитой), Hyundai Rotem (Корея Республикаси), Stadler Rail (Швейцария), Kawasaki Heavy Industries (Япония), Hitachi (Япония), Трансмашхолдинг (Россия), Уралвагонзавод (Россия), Брянск машинасозлик заводи (Россия), Демихов машинасозлик заводи (Россия), Тверь вагонсозлик заводи (Россия), Тихвин вагонсозлик заводи (Россия), Рузаев кимё машинасозлик заводи (Россия), Тошкент йўловчи вагонларини қуриш ва таъмирлаш заводи (Ўзбекистон), Қуюв-механика заводи (Ўзбекистон), Андижон механика заводи (Ўзбекистон) ва бошқа бир қатор машинасозлик ташкилотлари.

Ҳаракатланувчи таркибнинг замонавий конструкцияларини ривожлантириш ва уларнинг техник-иктисодий хусусиятларини яхшилашга қаратилган муҳим назарий ва амалий тадқиқотлар таниқли хорижий олимлар, жумладан П.С. Анисимов, Ю.П. Бороненко, Ю.В. Демин, М.Б. Кельрих, Г.Н. Кирпа, Л.М. Костюченко, А.В. Кузнецов, Л.А. Манашкин, И.А. Мащенко, Н.И. Миронов, Л.М. Резников, Е.В. Пискунова, В.С. Плоткин, Р. Росберг, Н.Е. Науменко, Л.А. Свешников, Ю.Г. Соболевская, И.И. Челноков, А.Ю. Черняк, Л.А. Шадур, А.В. Юрченко, Е.Н. Никольский, Н.А. Панькин, М.П. Пахомов, Ю.И. Першиц, И.Ф. Скиба, М.М. Соколов, А.В. Третьяков, Н.П. Петров, Ю.С. Ромен, А.А. Попов ва бошқа таниқли олимлар томонидан амалга оширилган.

Мамлакатимизда ҳаракатланувчи таркибнинг янги конструкцияларини ишлаб чиқиш ва мавжудларини такомиллаштириш, уларнинг динамик сифатларини яхшилаш, тара оғирлигини камайтириш, юк кўтариш қобилиятини ошириш ҳамда хизмат муддатини узайтириш бўйича А.Д. Глущенко, Ш.С. Файзибаев, Г.А. Хромова, Я.О. Рўзметов, О.Р. Хамидов, Д.О. Раджибаев, Н.С. Зайниддинов каби олимлар ва уларнинг шогирдлари томонидан илмий изланишлар олиб борилган.

Жаҳон тажрибасининг таҳлили ҳаракатланувчи таркибнинг мавжуд конструкцияларининг хилма-хиллигини ва уларни такомиллаштиришга йўналтирилган тадқиқотларнинг кенг қўламлилигини кўрсатди. Бирок, Ўзбекистон Республикасида узун базали вагон-платформанинг сиғимини ошириш мақсадида унинг конструкцияларини такомиллаштиришга қаратилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар етарли даражада ўрганилмаган ва тўлиқ ҳажмда ўтказилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат транспорт университети илмий-тадқиқот ишлари режасига мувофиқ бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади эксплуатацион хусусиятларни яхшилаш ва юқори тоннажли контейнерларни ташиш самарадорлигини оширишни таъминловчи узун базали вагон-платформанинг такомиллаштирилган конструкциясини ишлаб чиқишдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун мўлжалланган маҳаллий ва хорижий вагон-платформалар конструкцияларини кўриб чиқиш ва таҳлил қилиш;

узун базали вагон-платформани такомиллаштирилган конструкциясининг рационал техник параметрлари ва юк кўтарувчи элементларини танлаш;

чекли элементлар усулидан фойдаланган ҳолда узун базали вагон-платформани такомиллаштирилган конструкциясининг юкланганлигини аниқлаш бўйича назарий тадқиқотлар ўтказиш;

статик ва ҳаракат синовлар асосида узун базали вагон-платформа тажриба намунасининг экспериментал тадқиқотларини ўтказиш;

ишлаб чиқилган конструкциянинг ишончлилигини тасдиқлаш учун экспериментал олинган натижаларни ҳисобий ва меъёрий маълумотлар билан таққослаш.

Тадқиқот объекти сифатида вагон-платформа конструкцияси олинган.

Тадқиқот предмети сифатида вагон-платформа конструкциясининг кучланганлик-деформация ҳолати олинган.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот жараёнида таҳлилий, назарий ва экспериментал усуллардан фойдаланилган. Узун базали вагон-платформа конструкцияси элементларининг кучланганлик-деформация ҳолатини назарий тадқиқ қилишда ANSYS Workbench ва SolidWorks замонавий муҳандислик дастурий мажмуаларидан фойдаланган ҳолда таҳлилий ва чекли элементлар

усули қўлланилган. Узун базали вагон-платформа конструкцияси элементларининг юкланганлигини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқотлар дала шароитида тензометрия усулидан фойдаланган ҳолда ўтказилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

юк кўтарувчи элементларнинг рационал ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда геометрик параметрларни асосли танлаш имконини берувчи узун базали вагон-платформа конструкциясининг пластина-стерженли чекли-элементли модели ишлаб чиқилган;

таъсир этувчи эксплуатацион юкламаларни ҳисобга олган ҳолда вагон узайтирилган рамасининг рационал ўлчамларини асосли танлаш имконини берувчи вагон-платформа конструкциясининг кучланганлик-деформация ҳолатини унинг элементларининг геометрик параметрларига боғлиқликлари аниқланган;

базасини узайтириш ва фойдали юза майдонини кенгайтириш орқали юқори тоннажли контейнерларни ташиш самарадорлигини ошириш имконини берувчи вагон-платформанинг такомиллаштирилган конструкцияси ишлаб чиқилган;

эксплуатация шароитида мустаҳкамлик ва ишончлилиكنинг ҳисобий кўрсаткичларини тасдиқлаш имконини берувчи узун базали вагон-платформа конструкцияси элементларининг кучланганлик-деформация ҳолатини тензометрик усулни қўллаган ҳолда ўлчаш учун статик ва ҳаракат-динамик синовларини ўтказишнинг такомиллаштирилган дастури ва услугиёти ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

“Барнаул вагон таъмирлаш заводи” АЖ томонидан ишлаб чиқарилган 13-644 русумли вагон-платформа асосида юк ташиш самарадорлигини оширишга ва поездларни тортиш ва техник хизмат кўрсатиш харажатларини қисқаришига олиб келадиган юқори тоннажли контейнерларнинг сиғимини оширишга имкон берувчи узун базали вагон-платформанинг илмий асосланган такомиллаштирилган конструкцияси ишлаб чиқилган;

узун базали вагон-платформа конструкциясининг юкланганлигини баҳолаш бўйича экспериментал тадқиқотлар жараёнида олинган маълумотларни узлуксиз қайд этиш ва уларни қайта ишлаш имконини берувчи тензометрик усул ва махсус ўлчаш воситаларини қўллаган ҳолда узун базали вагон-платформа конструкциясининг статик ва ҳаракат-динамик синовларини ўтказиш дастури ва услугиёти ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги узун базали вагон-платформа конструкциясининг юкланганлигини баҳолаш бўйича назарий тадқиқотларда замонавий сонли усуллар ва муҳандислик амалиётида синовдан ўтган дастурий мажмуалар, ишлаб чиқариш ва дала шароитларида ўтказилган экспериментал тадқиқотларда сертификатланган ва калибрланган ўлчаш воситаларидан фойдаланилганлиги; назарий тадқиқотлар натижаларининг ишлаб чиқилган узун базали вагон-платформа конструкциясининг

мустаҳкамликка статик ва ҳаракат-динамик синовларини ўтказиш давомида олинган экспериментал маълумотларга мос келиши билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти юк кўтарувчи элементларнинг рационал ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда геометрик параметрларни асосли танлаш имконини берувчи узун базали вагон-платформа конструкциясининг пластина-стерженли чекли элементли модели ишлаб чиқилганлиги, шунингдек, вагон-платформа конструкциясининг кучланганлик-деформация ҳолатини унинг элементларининг геометрик параметрларига боғлиқликлари аниқланган бўлиб, улар асосида таъсир этувчи эксплуатацион юкламаларни ҳисобга олган ҳолда вагон узайтирилган рамасининг рационал ўлчамлари асосли танланганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти сиғимини ошириш ва эксплуатацион хусусиятларини яхшилаш орқали ташиш самарадорлигини оширишни таъминлайдиган юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун вагон-платформанинг такомиллаштирилган конструкцияси ишлаб чиқилганлиги, шунингдек, синовлар давомида маълумотларни узлуксиз қайд этиш ва уларни кейинчалик конструкциянинг юкланганлигини баҳолаш учун қайта ишлаш имконини берувчи тензометрик усул ва махсус ўлчов воситаларидан фойдаланган ҳолда узун базали вагон-платформа тажриба намунасининг статик ва ҳаракат-динамик синовларини ўтказиш дастури ва услубиёти ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун узун базали вагон-платформанинг параметрларини танлаш ва конструктив ечимларини асослаш бўйича олинган натижалар асосида:

“Барнаул вагон таъмирлаш заводи” АЖ томонидан ишлаб чиқарилган 13-644 русумли вагон-платформаси асосида узун базали вагон-платформанинг ишлаб чиқилган такомиллаштирилган конструкцияси “Қуюв-механика заводи” АЖга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Транспорт вазирлигининг 2025 йил 25 майдаги №4/Е690-сон маълумотномаси). Натижада юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун вагон-платформани такомиллаштирилган конструкциясининг тарафлиги пасайган, юк кўтариш қобилияти ва сиғими оширилган.

узун базали вагон-платформанинг статик ва ҳаракат-динамик синовларини ўтказиш учун ишлаб чиқилган дастур ва услубиёти ишлаб чиқариш ва дала шароитида узун базали вагон-платформа конструкциясининг юкланганлигини экспериментал тадқиқ қилишда “Қуюв-механика заводи” АЖга жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Транспорт вазирлигининг 2025 йил 25 майдаги №4/Е690-сон маълумотномаси). Илмий тадқиқот натижаларини ишлаб чиқаришга жорий этишдан кутилаётган иқтисодий самарадорлик юк ташиш самарадорлигини ошириш ҳамда поездларни тортиш ва техник хизмат кўрсатиш харажатларини қисқартириш ҳисобига 742 млн сўмни ташкил этган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Диссертация ишининг асосий натижалари 8 та илмий анжуманда, жумладан, Scopus халқаро маълумотлар базасида индексланган 6 та илмий конференцияда маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация ишининг асосий илмий натижалари 20 та илмий ишда, шу жумладан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатида киритилган етакчи илмий журналларда 7 та мақола чоп этилган, шунингдек, ЭҲМ учун 4 та дастурий маҳсулот рўйхатга олинган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса ва фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертациянинг ҳажми 120 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати асосланган, муаммонинг ҳолати ёритилган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқот объекти ва предмети тавсифланган, тадқиқот усуллари келтирилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, олинган натижаларнинг илмий ва амалий аҳамияти очиб берилган, илмий тадқиқот натижаларини ишлаб чиқаришга жорий этиш тўғрисидаги маълумотлар келтирилган, тадқиқотнинг илмий натижаларини апробацияси ва нашр этилган ишлар тўғрисидаги маълумотлар келтирилган, диссертациянинг тузилиши ва ҳажми баён этилган.

Диссертациянинг **“Юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун мўлжалланган узун базали вагон-платформаларининг конструкциялари шарҳи ва таҳлили”** номли биринчи бобида маҳаллий ва хорижий узун базали вагон-платформаларнинг конструкциялари шарҳи ва таҳлили ўтказилган, уларнинг техник параметрлари, конструктив схемалари ва юк кўтарувчи элементлари ўрганилган. Муаммонинг ҳолатини таҳлил қилиш асосида мавжуд ечимлар контейнер ташишнинг замонавий талабларига тўлиқ жавоб бермаслиги аниқланган. Натижада, сиғимини ошириш, тара оғирлигини камайтириш, эксплуатацион хусусиятларини яхшилаш ва юқори тоннажли контейнерларнинг юк ташиш самарадорлигини оширишни таъминловчи узун базали вагон-платформанинг такомиллаштирилган конструкциясини ишлаб чиқиш зарурати аниқланган. Шу боис, юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун мўлжалланган узун базали вагон-платформаларнинг конструкциялари шарҳи ва таҳлили натижаларидан келиб чиқиб, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари шакллантирилган.

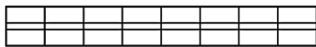
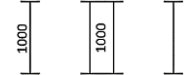
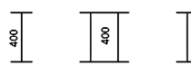
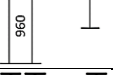
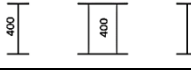
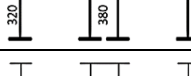
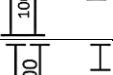
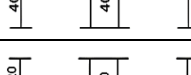
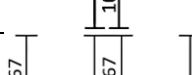
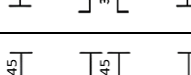
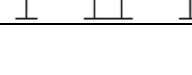
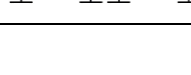
Диссертациянинг **“Узун базали вагон-платформанинг такомиллаштирилган конструкциясининг техник параметрлари ва юк**

кўтарувчи элементларини танлаш” номли иккинчи бобида вагон-платформа конструкциясининг юк кўтарувчи элементлари параметрларини асосли танлаш учун дастлабки талаблар шакллантирилган. Вагон рамасининг минимал узунлиги контейнерларни ўрнатиш ва маҳкамлаш учун фитинг таянчларини ўрнатишни ҳисобга олган ҳолда, база ва консоль қисмларининг узунлиги эса автоматик илашиш шартидан келиб чиққан ҳолда танланган.

Вагон-платформанинг ҳисобланган габарит параметрлари асосида оптимал схемани танлаш ва лойиҳалаштирилаётган конструкциянинг юк кўтарувчи элементларининг мустаҳкамлик хусусиятларини асослаш мақсадида рамаларнинг мавжуд техник-конструктив ечимлари қиёсий баҳоланган (1-жадвал).

1-жадвал

Рамаларнинг техник-конструктив ечимлари вариантлари

№	Русум	Вагон-платформа конструкцияси схемаси	Бўйлама балкаларнинг кўндаланг кесими	Шкворен балкаларнинг кўндаланг кесими	Нетто оғирлик, т	Тара, т
1	13-4128				61	33
2	13-3115-01				67	27
3	13-1281				68	26
4	13-4147				68	26
5	13-1281-01				68,5	25,5
6	13-644				69	25

Вагон-платформалар конструкцияларида балкаларни жойлаштиришнинг турли вариантларини таҳлил қилиш натижасида 767 мм (6-вариант) баландликдаги асосий юк кўтарувчи балкаларни жойлаштириш схемаси мақбул деб топилган ва янги вагон-платформа конструкциясини лойиҳалашда асос сифатида қабул қилинган. Танланган ечимнинг асосий афзаллиги вагондан фойдаланишнинг юқори самарадорлигини таъминловчи тара оғирлиги ва юк кўтариш қобилиятининг оптимал нисбати ҳисобланади.

Кейинги босқичда вагон-платформа конструкциясининг юк кўтарувчи элементлари сифатида фойдаланиладиган балкаларнинг оптимал геометрик параметрларини танлаш учун узун базали вагон-платформаларда қўлланиладиган ва кўндаланг кесим геометрияси билан фарқ қиладиган пайванд тўсинларнинг бир нечта вариантлари таҳлили ўтказилган. Кўриб чиқилган кўштаврли балкалар устки ва остки полкаларининг кенглиги бир хил бўлиб, 200 мм ни ташкил этади, шунингдек, уларнинг вертикал деворининг қалинлиги ҳам бир хил – 10 мм. Вариантлар орасидаги асосий фарқ устки ва

остки полкаларнинг қалинлигида бўлиб, бу эса мазкур параметрнинг балканинг мустаҳкамлик ва конструктив-технологик хусусиятларига таъсирини баҳолаш имконини беради.

Вагон-платформанинг лойиҳалаштирилаётган конструкцияси учун пайванд қўштаврли балкаларнинг оптимал варианты замонавий муҳандислик дастурий мажмуаларидан фойдаланган ҳолда амалга оширилган мустаҳкамлик ҳисоб-китоблари натижалари бўйича аниқланган. Бунда ҳар бир балканинг чекли-элементли модели чекли элементнинг минимал 10×10 мм ўлчамига эга, ҳисоб-китоблар эса 175 кН га тенг бўлган бир хил юклама остида бажарилган. Якуний натижалар 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

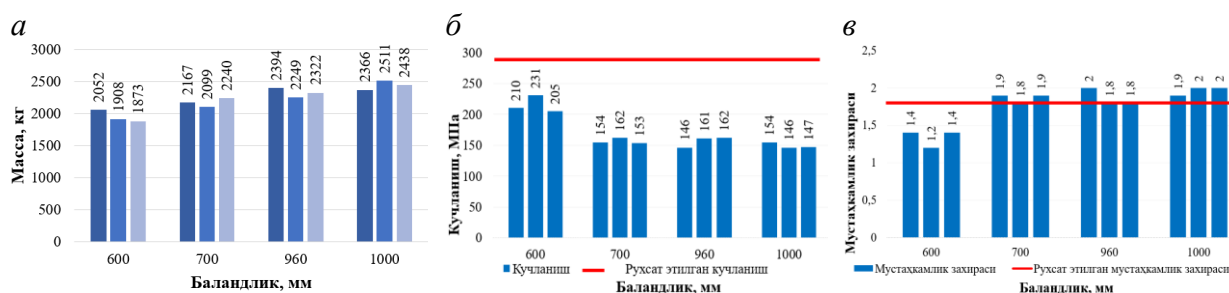
Пайванд қўштаврли балкаларнинг мустаҳкамлик ҳисоблари натижалари

Таблица 4. Ушбу типнинг балкаларининг мустаҳкамлик ҳисоблари натижалари							
Баландлик, мм	Балка параметрлари, мм		Оғирлиги, кг	Рухсат этилган кучланиш, МПа	Максимал кучланиш, МПа	Ҳисобий мустаҳкамлик захираси	Минимал мустаҳкамлик захираси
600	1	14×10×16	2052	293	210	1,4	1,8
	2	12×10×14	1873		231	1,2	
	3	12×10×16	1908		205	1,4	
700	1	14×10×16	2167		154	1,9	
	2	14×10×14	2099		162	1,8	
	3	14×10×18	2240		153	1,9	
960	1	14×10×14	2394		146	2,0	
	2	12×10×12	2249		161	1,8	
	3	12×10×14	2322		162	1,8	
1000	1	12×10×14	2366		154	1,9	
	2	14×10×16	2511		146	2,0	
	3	14×10×14	2438		147	2,0	

Ҳисоб-китоблар натижаларининг таҳлили шуни кўрсатдики, пайванд балканинг энг мақбул варианты баландлиги 700 мм (яшил ранг билан ажратилган), массаси 2167 кг ва мустаҳкамлик захираси 1,9 бўлган балка ҳисобланади. Ушбу кўрсаткич амалдаги техник-меъёрий ҳужжатлар талабларига жавоб беради ва конструкциянинг ишончлилигини таъминлайди.

Балка кўндаланг кесими баландлигини вагон тара оғирлигига таъсирининг қиёсий таҳлили натижаларига кўра, баландлигининг 100 мм га ошиши балка оғирлигининг ўртача 226 кг га ошишига олиб келиши аниқланган (1-расм), бу уз ўрнида конструкциянинг умумий оғирлигига сезиларли таъсир кўрсатади.

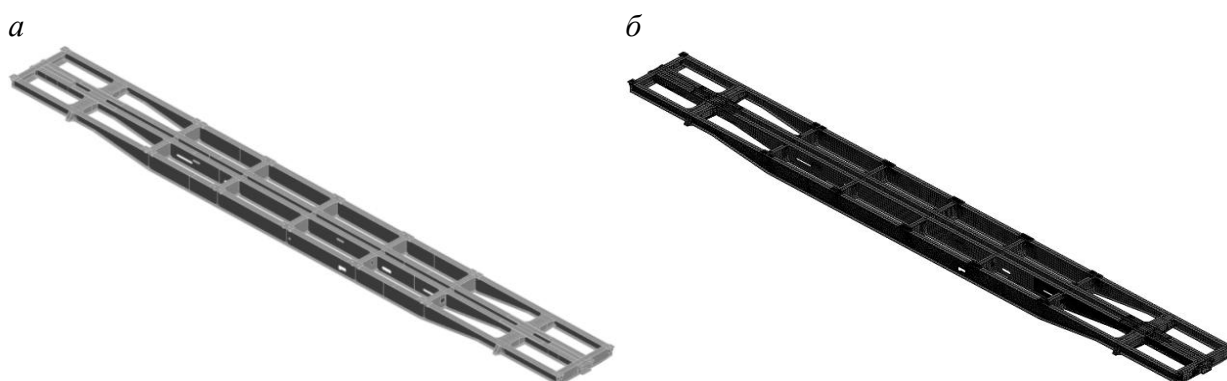
Шундай қилиб, кўриб чиқилган пайванд қўштаврли балкалар вариантларидан юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун вагон-платформанинг такомиллаштирилган конструкциясининг юк кўтарувчи элементи сифатида баландлиги 700 мм, кўндаланг кесимининг параметрлари 14×10×16 мм бўлган балка танланган.



1-расм. Вагон-платформа асосий параметрларининг балка кўндаланг кесими баландлигига боғлиқлиги: *а* – тара оғирлигининг; *б* – эквивалент кучланишларнинг; *в* – мустаҳкамлик захирасининг

Мазкур вариант тара оғирлиги, мустаҳкамлиги ва барқарорлиги бўйича талаб кўрсаткичларини таъминлайди ҳамда ушбу турдаги конструкцияларга қўйиладиган меъёрий талабларга тўлиқ жавоб беради.

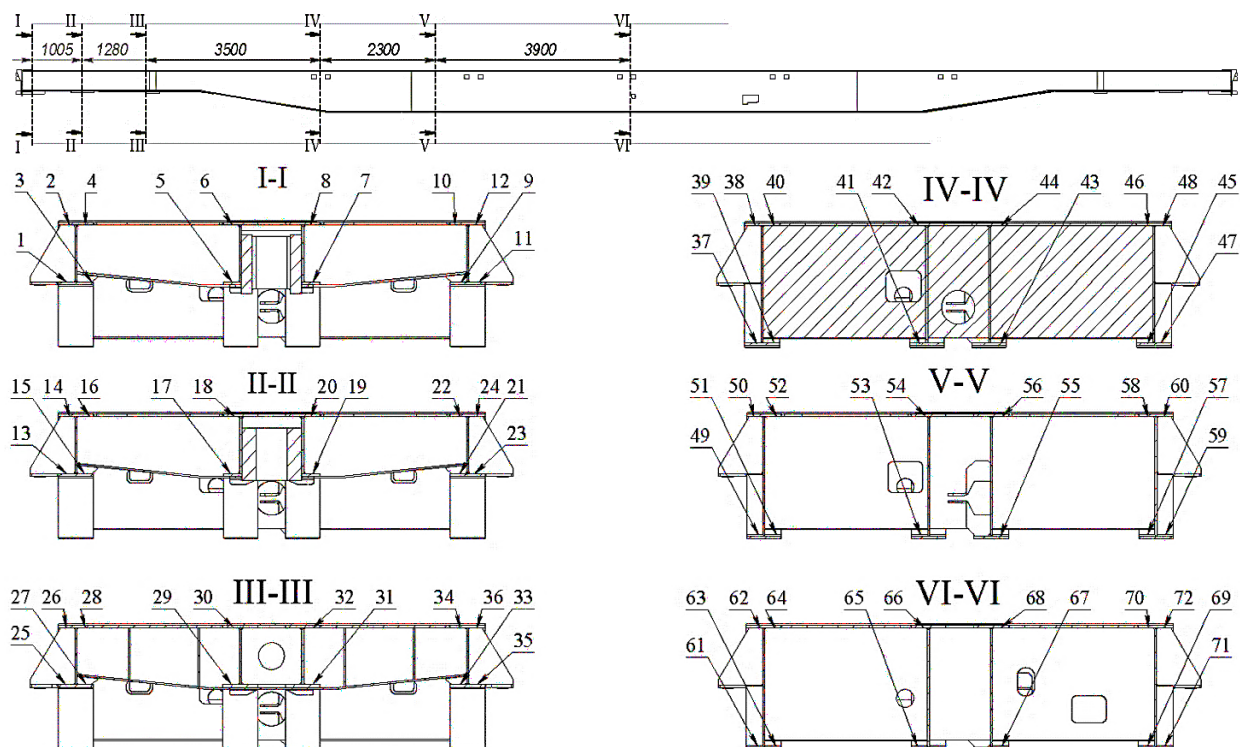
Диссертациянинг “Такомиллаштирилган узун базали вагон-платформа конструкциясининг юкланганлигини аниқлаш бўйича назарий тадқиқотлар” номли учинчи бобида иккинчи бобда танланган юк кўтарувчи элементлар асосида шакллантирилган вагон-платформа конструкциясининг ГОСТ 33211-2014 бўйича 1а, 1б, 1в, 1г режимларига мувофиқ кучлар таъсирида мустаҳкамлик ҳисоблари бажарилган. Оширилган юк кўтариш қобилиятини ҳисобга олган ҳолда статик ва динамик юкламалар таъсирида элементларнинг юкланганлигини аниқлашга қаратилган назарий тадқиқотларни амалга ошириш учун SolidWorks дастурида фазовий ҳисобий модели ишлаб чиқилган (2-расм, *а*). Модель илгари танланган балка параметрларини ҳисобга олади ва ANSYS Workbench дастурий таъминот мажмуасига импорт қилиниб, унинг асосида узун базали вагон-платформа конструкциясининг пластина-стерженли чекли элементли модели шакллантирилган (2-расм, *б*).



2-расм. Вагон-платформанинг фазовий ҳисобий (*а*) ва чекли элементли (*б*) модели

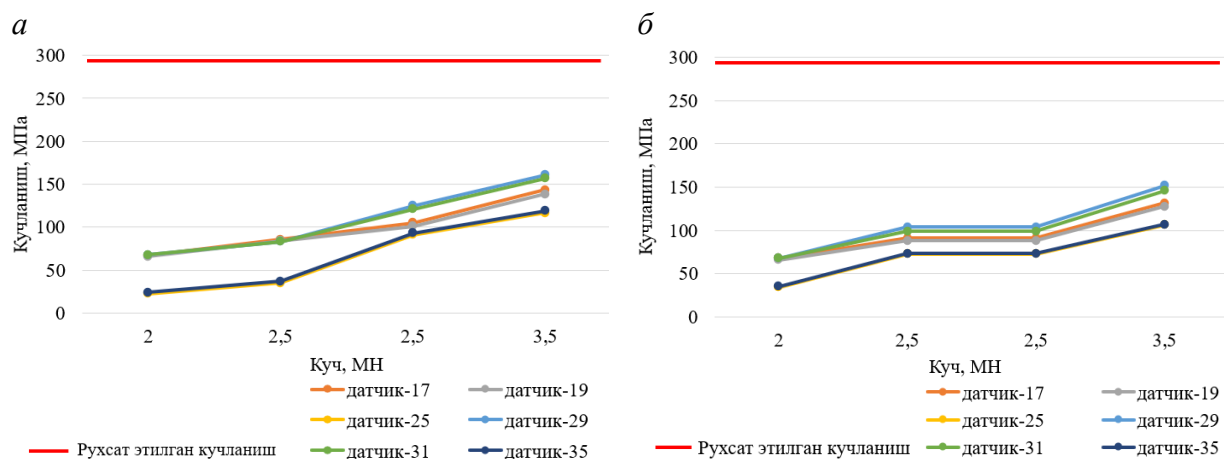
Конструкциянинг юкланганлигини баҳолаш ва вагон-платформа элементларида кучланишларнинг тақсимланишини аниқлаш учун ҳисобий моделда кўндаланг ўлчов кесимлари кўзда тутилган бўлиб, уларда виртуал ўлчов нуқталари жойлаштирилган (3-расм). Бу ҳар бир нуқтадаги кучланишларнинг қийматларини олиш ва иккита юкланиш схемаси бўйича кучланганлик-деформация ҳолатини таҳлил қилиш имконини беради:

- 1-схема – тўртта 20 футли контейнерлардан юклама;
- 2-схема – 40 футли иккита контейнерлардан юклама.



3-расм. Вагон-платформа конструкцияси элементларида виртуал ўлчов нукталарини жойлаштириш схемаси: I-VI – назорат кесимлари; 1-72 – виртуал ўлчов нукталари

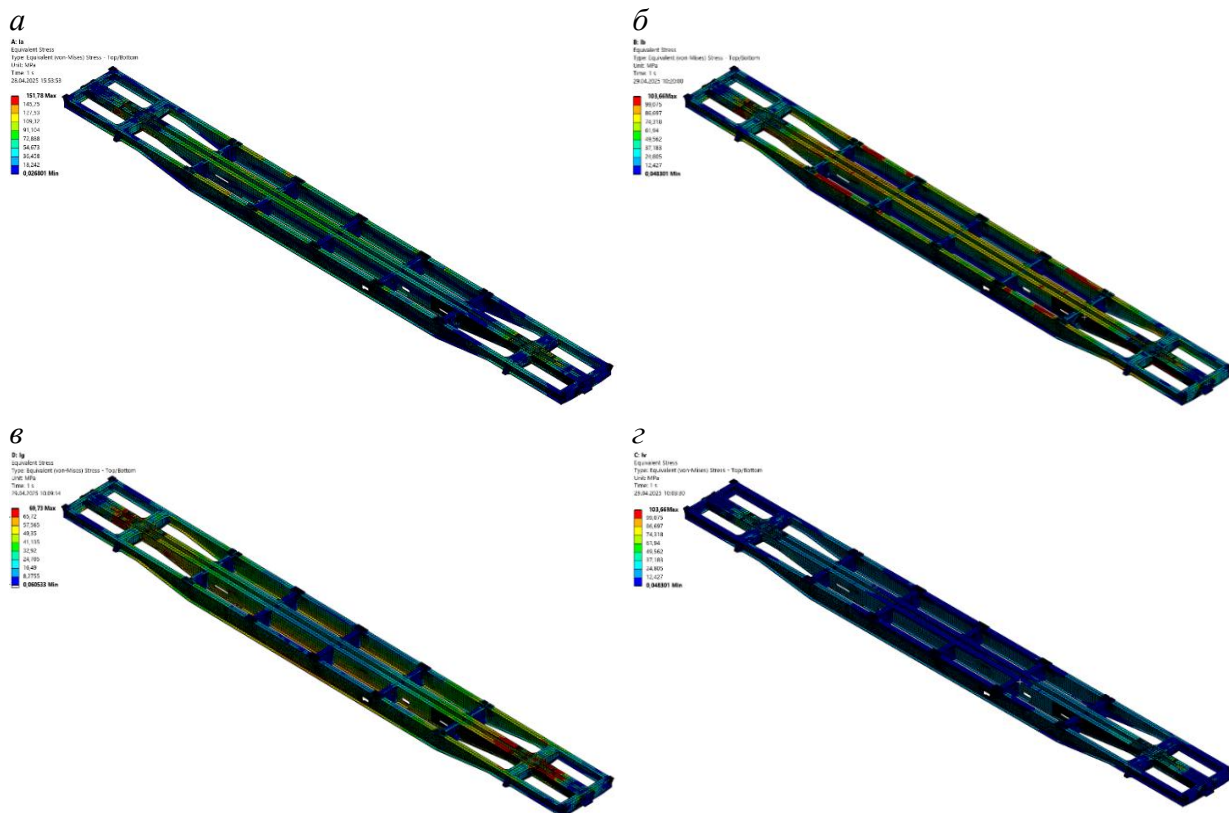
ГОСТ 33211-2014 талабларига мувофиқ мустаҳкамликка ҳисоблаш натижасида олинган вагон-платформа конструкцияси элементларидаги кучланишларнинг энг катта қийматлари 4-расмда келтирилган.



4-расм. 1 (а) ва 2 (б) схемалар бўйича юклаш пайтида вагон-платформа конструкцияси элементларида эквивалент максимал кучланишларнинг тақсимланиши

Ҳисоб-китоблар натижалари шуни кўрсатдики, биринчи юклаш схемасида (20 футли тўртта контейнер) вагон-платформа конструкциясининг

юк кўтарувчи элементларидаги максимал эквивалент кучланишлар иккинчи схемага (40 футли иккита контейнер) нисбатан юқори бўлиб, бу 5-расм ва 3-жадвалда келтирилган маълумотлар билан тасдиқланади.



5-расм. Биринчи юклаш схемаси бўйича 1а (а), 1б (б), 1в (в) ва 1г (г) режимларида вагон-платформа конструкциясининг юк кўтарувчи элементларида максимал эквивалент кучланишларнинг тақсимланиш эпюралари

3-жадвал

Иккита схема бўйича 1а, 1б, 1в, 1г режимларида вагон-платформа конструкциясининг юк кўтарувчи элементларидаги максимал эквивалент кучланишлар

Конструкциянинг юк кўтарувчи элементлари	Ҳисобий кучланишлар, МПа				Рухсат этилган кучланишлар, МПа
	1-схема	2-схема	1-схема	2-схема	
	Режим 1а		Режим 1б		
Хребет балка	43,2	40,7	31	29	293
Ён бўйлама балка	51	52,1	35,3	40	
Шкворен балка	151,7	150	103,6	116,5	
Кўндаланг балкалар	65,5	71,3	52,2	57,9	
Раскос балкалар	106,7	111			276
Четки балкалар			28,4	26,1	293
	Режим 1в		Режим 1г		
Хребет балка	31	29,5	24	23,6	293
Ён бўйлама балка	35,3	22,1	18,6	16,9	
Шкворен балка	103,6	77,8	67,7	63,4	
Кўндаланг балкалар	52,2	82,4	58,7	76,7	
Раскос балкалар	73,2	34,4	35	28,7	276
Четки балкалар	28,4	24,7	20,7	19,7	293

Шундай қилиб, чекли элементлар усулидан фойдаланган ҳолда вагон-платформа конструкциясининг кучланганлик-деформация ҳолатининг унинг элементларининг геометрик параметрларига боғлиқлиги назарий жиҳатдан аниқланган. Ҳисоб-китоб натижаларининг таҳлили узун базали вагон-платформанинг ишлаб чиқилган конструкцияси элементларида юзага келадиган эквивалент кучланишлар рухсат этилган меъёрлар чегарасида экнлигини кўрсатади. Бу меъёрий-техник хужжатлар талабларига мувофиқлигини тасдиқлайди ва юқори тоннажли контейнерларни ташишда такомиллаштирилган вагон-платформанинг ишончли эксплуатациясини кафолатлайди.

Диссертациянинг **“Юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун узун базали вагон-платформанинг экспериментал тадқиқотлари”** номли тўртинчи бобида тензометрик ўлчаш усулини қўллаган ҳолда статик ва ҳаракат-динамик синовларини ўтказиш дастури ва услубиёти ишлаб чиқилган ҳамда улар асосида такомиллаштирилган узун базали вагон-платформанинг тажриба намунаси юк кўтарувчи конструкциясининг юкланганлигини аниқлаш бўйича экспериментал тадқиқотлар ўтказилган.

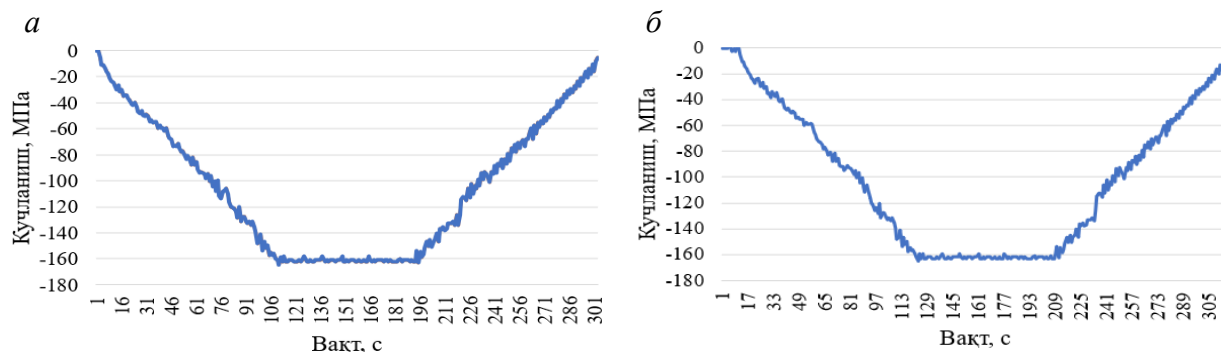
“Қуюв-механика заводи” АЖ базасида статик синовларни ўтказишда рамада бўйлама кучларни ҳосил қилиш учун вагонларни бўйлама статик кучлар билан юклаш стендидан фойдаланилган. Деформацияларни қайд этиш учун ВВФ200-10АА-А(11)-ВХ30 туридаги тензорезисторлар қўлланилган, ўлчовлар эса жараёнларни шахсий компьютернинг қаттиқ дискига ёзиб олиш билан МПС-185 аппарат-дастурий мажмуасидан фойдаланган ҳолда амалга оширилган.

Статик синовлар ГОСТ 33211-2014 нинг 4.1-банди талабларига мувофиқ ҳар бир юклаш схемаси учун қуйидаги кетма-кетликда ўтказилган: 3,5 МН – сиқиш (1а режим); 2,5 МН – чўзилиш (силтаниш, 1б режим); 2,5 МН – сиқилиш (зарба, 1в режим); 2,0 МН – чўзилиш (таркибда, 1г режим). Узун базали вагон-платформа тажриба намунасининг статик мустаҳкамлик синовлари натижасида кучланишларнинг максимал қийматлари юкланишнинг иккала схемаси бўйича ҳар бир режимда №29 тензорезисторда (хребет ва шкворен балкаларининг уланиши зонаси) қайд этилган. Ушбу боғлиқликларнинг графиклари 6-расмда келтирилган. Биринчи юклаш схемаси бўйича хребет ва шкворен балкаларининг уланиш зоналаридаги максимал кучланишлар қуйидагича: 1а – 163,3 МПа; 1б – 111,53 МПа; 1в – 111,61 МПа; 1г – 82,87 МПа. Иккинчи юкланиш схемаси бўйича ўша зоналардаги максимал кучланишлар қуйидагича: 1а – 161,47 МПа; 1б – 125,34 МПа; 1в – 124,32 МПа; 1г – 69,41 МПа.

Статик синовлар натижасида таклиф этилаётган узун базали вагон-платформанинг такомиллаштирилган конструкцияси белгиланган талабларга жавоб бериши ва мустаҳкамлик шартларини қаноатлантириши, бунда олинган кучланиш қийматлари максимал рухсат этилган қийматлардан ошмаслиги аниқланган.

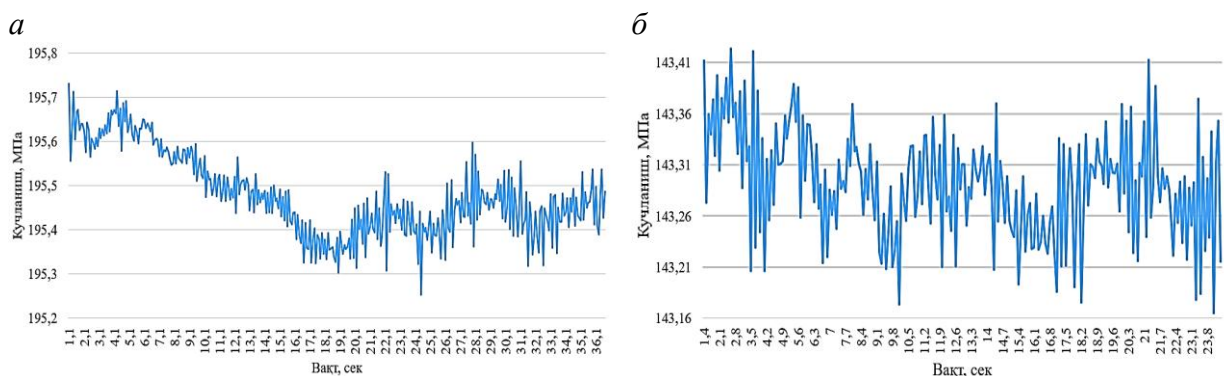
Статик синовларда кучланишларнинг энг катта қийматлари биринчи юклаш схемаси бўйича қайд этилганлигини ҳисобга олган ҳолда, ҳаракат-

динамик синовлари тўртта 20 футлик контейнер билан юкланган тажриба намунасида ўтказилган.



6-расм. Биринчи (а) ва иккинчи (б) юклаш схемаларида хребет ва шкворен балкаларининг уланиш зоналаридаги максимал кучланишлар қиймати

Ҳаракат-динамик синовларини ўтказиш йўлнинг учта участкасини ўз ичига олди: максимал тезлик 80 км/соат бўлган тўғри участка; максимал тезлик 50 км/соат ва эгрилик радиуси $R = 300$ м бўлган эгри участка; максимал тезлик 60 км/соат ва эгрилик радиуси $R = 600$ м бўлган эгри участка. Ҳаракат тезлигининг ҳар бир интервалида йўлнинг тўғри ва эгри участкаларидан ўтишда зарур ва етарли тажриба маълумотларини тўплаш ГОСТ 33788-2016 талабларига мувофиқ учта ўтишда амалга оширилган. Қайта ишлаш ва таҳлил қилиш учун олинган экспериментал маълумотларнинг ўртача қийматлари танлаб олинган. Мустаҳкамлик синовлари натижалари бўйича аниқланган конструкциянинг энг юқори юкланган зоналари 7-расмда келтирилган.



7-расм. Ҳаракат-мустаҳкамлик синовларида вагон-платформа конструкцияси элементларида ҳосил бўлувчи максимал кучланишлар: а – 80 км/соат тезликда йўлнинг тўғри участкасида хребет балкаси пастки полкалари ташқи томонларининг шкворен балкаси билан уланиш зонаси; б – 50 км/соат тезликда эгрилик радиуси $R = 300$ м бўлган эгри йўл участкасидан ўтишда ён бўйлама балка юқори полкаларининг ички томони

Ҳаракат-динамик синовларининг таҳлили шуни кўрсатдики, энг катта кучланишлар қуйидаги зоналарда ҳосил бўлади:

– VI-VI кесимда – 80 км/соат тезликда йўлнинг тўғри участкасида ён бўйлама балканинг марказида 195,73 МПа;

– III-III кесимда – 300 м (50 км/соат) радиусли эгри йўлли участкасида юқори полкаларнинг ички томонларида 143,32 МПа ва 600 м (60 км/соат) радиусда – 119,23 МПа.

Ишлаб чиқилган дастур ва статик ва ҳаракат-динамик синовлари услубиётига мувофиқ юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун такомиллаштирилган вагон-платформа тажриба намунасининг юк кўтарувчи конструкциясининг юкланганлигини аниқлаш бўйича ўтказилган экспериментал тадқиқотлар натижалари ГОСТ 33211-2014 томонидан белгиланган рухсат этилган меъёрлардан ошмайди. Ушбу маълумотлар назарий жиҳатдан олинган ҳисоб-китобларни тасдиқлайди ва ишлаб чиқилган чекли-элементли модель ва қабул қилинган конструктив ечимларнинг юқори ишончилигини кўрсатади. Шу билан бирга, ўтказилган қиёсий таҳлил шуни кўрсатдики, назарий ва экспериментал маълумотлар ўртасидаги нисбий фарқ 8,1% дан ошмайди, бу ўз ўрнида меъёрий хужжатлар талабларига жавоб беради ва таклиф этилаётган конструкциянинг эксплуатация шароитида ишончилиги ва самарадорлигини тасдиқлайди.

ХУЛОСА

Диссертация ишида юқори сиғимли ва яхшиланган эксплуатацион хусусиятларга эга такомиллаштирилган конструкцияни ишлаб чиқиш имконини берувчи, юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун мўлжалланган узун базали вагон-платформанинг параметрларини танлаш ва конструктив ечимларини асослашга йўналтирилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар мажмуи бажарилган. Шу билан бирга:

1. Маҳаллий ва хорижий узун базали вагон-платформалар конструкциялари, уларнинг техник параметрлари, конструктив схемалари ва юк кўтарувчи элементларини кўриб чиқиш ва таҳлили асосида мавжуд ечимлар контейнер ташишнинг замонавий талабларига тўлиқ жавоб бермаслиги аниқланган. Натижада, сиғимини ошириш, тара оғирлигини камайтириш, эксплуатацион хусусиятларини яхшилаш ва юқори тоннажли контейнерларнинг юк ташиш самарадорлигини оширишни таъминловчи узун базали вагон-платформанинг такомиллаштирилган конструкциясини ишлаб чиқиш зарурати аниқланган.

2. Назарий тадқиқотлар ўтказиш мақсадида юк кўтарувчи элементларнинг рационал ўлчамларини ҳисобга олган ҳолда геометрик параметрларни асосли танлаш ва эксплуатацион юкламалар таъсирида конструкциянинг кучланганлик-деформация ҳолатини баҳолаш имконини берувчи узун базали вагон-платформа конструкциясининг пластина-стерженли чекли-элементли модели ишлаб чиқилган.

3. Чекли элементлар усулидан фойдаланган ҳолда вагон-платформа конструкциясининг кучланганлик-деформация ҳолатини унинг элементларининг геометрик параметрларига боғлиқликлари аниқланган бўлиб, мустақкамлик хусусиятларини ошириш ва ишончилигини таъминлайдиган узун базали вагон-платформанинг такомиллаштирилган

конструкциясининг рационал ўлчамлари ва юк кўтарувчи элементлари асосли равишда танланган.

4. Ўтказилган кенг қамровли назарий тадқиқотлар натижасида сиғимини ошириш ва эксплуатацион хусусиятларини яхшилаш орқали ташиш самарадорлиги ортишини таъминловчи, шунингдек, контейнер ташишларининг жадал ўсиши шароитида эксплуатацион харажатларни камайтиришга ва вагон паркидан янада оқилона фойдаланишга имкон яратувчи юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун узайтирилган базаси билан фарқ қилувчи вагон-платформанинг такомиллаштирилган конструкцияси ишлаб чиқилган.

5. Бажарилган тадқиқотлар асосида эксплуатация шароитида мустаҳкамлик ва ишончилиликнинг ҳисобий кўрсаткичларини тасдиқлаш имконини берувчи узун базали вагон-платформа конструкциясининг кучланганлик-деформация ҳолатини ўлчаш учун тензометрик усулни қўллаган ҳолда статик ва ҳаракат-динамик синовларни ўтказишнинг такомиллаштирилган дастури ва услубиёти ишлаб чиқилган.

6. Юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун такомиллаштирилган вагон-платформанинг юк кўтарувчи конструкциясининг юкланганлигини аниқлаш бўйича ишлаб чиқилган дастур ва статик ва ҳаракат-динамик синовлар услубиётига мувофиқ экспериментал тадқиқотлар ўтказилган, уларнинг натижалари назарий жиҳатдан олинган ҳисобий маълумотларни тасдиқлаган ва ишлаб чиқилган чекли-элементли модель ва қабул қилинган конструктив ечимларнинг юқори ишончилигини кўрсатади. Шу билан бирга, ўтказилган қиёсий таҳлил назарий ва экспериментал маълумотлар ўртасидаги нисбий фарқ 8,1% дан ошмаслиги ва меъёрий ҳужжатлар талабларига жавоб беришини кўрсатади, бу ўз ўрнида таклиф этилаётган конструкциянинг эксплуатация шароитида ишончилиги ва самарадорлигини тасдиқлайди.

Шундай қилиб, ўтказилган комплекс назарий ва экспериментал тадқиқотлар юқори тоннажли контейнерларни ташиш учун узайтирилган база, рационал параметрлар ва куч элементлари билан фарқ қилувчи, мустаҳкамлик хусусиятлари, ишончилилик ва эксплуатация самарадорлигини оширишни таъминловчи, шунингдек, статик ва динамик синовлар натижалари асосида қабул қилинган техник ечимларнинг ишончилигини тасдиқлаган узун базали вагон-платформанинг такомиллаштирилган конструкциясини ишлаб чиқиш ва асослаш имконини берган.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.15/31.08.2022.Т.73.07 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

ХУРМАТОВ ЯХЁБЕК АЛИЖОНОВИЧ

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ
РЕШЕНИЙ ДЛИННОБАЗНОГО ВАГОНА-ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ
ПЕРЕВОЗКИ КРУПНОТОННАЖНЫХ КОНТЕЙНЕРОВ**

05.08.05 – Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация

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

Ташкент-2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за _____.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Научного совета (<http://tstu.uz>) и Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный руководитель:

Рахимов Рустам Вячеславович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Третьяков Александр Владимирович
доктор технических наук, профессор

Зайниддинов Нуриддин Савранбек ўғли
доктор технических наук, доцент

Ведущая организация:

Джизакский политехнический институт

Защита диссертации состоится ____ августа 2025 г. в ____ на заседании Научного совета DSc.15/31.08.2022.T.73.07 по присуждению ученых степеней при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tdtu.uz)

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

Автореферат диссертации разослан ____ 2025 года.
(протокол реестра № ____ от ____ 2025 года).

А. Абдукаюмов

Заместитель председателя Научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

Я.О. Рузметов

Ученый секретарь Научного совета
по присуждению учёных степеней,
д.т.н., профессор

Р.М. Мирсаатов

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.

В мире особое внимание уделяется эффективному развитию транспортной отрасли, укреплению современной материально-технической базы, обеспечению безопасной и максимально возможной пропускной и провозной способности железнодорожной сети, а также рациональному использованию внутренних ресурсов. Формирование грузовых потоков, оптимизация эксплуатационных расходов железных дорог, а также обеспечение безопасности движения поездов осуществляются в тесном сотрудничестве с зарубежными партнёрами в рамках международных соглашений и интеграции в глобальные логистические системы. Для обеспечения более эффективной транспортировки грузов, увеличения объёмов транзитных перевозок, повышения скорости движения поездов и сокращения их энергопотребления необходимо развивать новые направления исследований, связанные с совершенствованием парка вагонов и внедрением инновационного подвижного состава, обеспечивающих улучшение эксплуатационных характеристик существующих вагонов. При этом одним из ключевых направлений, способных удовлетворить потребности возрастающего грузопотока и отвечать современным требованиям логистики и контейнерных перевозок, является рациональное использование существующего парка грузовых вагонов и разработка усовершенствованных конструкций с увеличенной вместимостью и повышенными эксплуатационными показателями.

В мире учеными и специалистами отрасли активно ведутся научно-технические исследования, направленные на эффективное использование вагонного парка, разработку новых и совершенствование существующих конструкций грузовых вагонов. Особое внимание уделяется созданию подвижного состава, отвечающего требованиям быстро развивающихся контейнерных перевозок и международных логистических маршрутов. В этом направлении ключевым фактором является рациональность конструктивных решений, от которых зависят провозная способность железных дорог, возможности механизации и автоматизации процессов изготовления, ремонта и эксплуатации вагонов, объём необходимых капиталовложений и себестоимость перевозок. В связи с этим выбор параметров и обоснование конструктивных решений грузового вагона, обеспечивающих увеличение вместимости и улучшение эксплуатационных характеристик, являются актуальной научно-практической задачей для вагоностроительных предприятий, решение которой позволит снизить потребление топливно-энергетических ресурсов на единицу грузооборота, повысить эффективность использования подвижного состава и, как следствие, сократить себестоимость перевозок.

В Республике с целью дальнейшего развития транспортной отрасли, в частности для повышения эффективности организации работ по содержанию и эксплуатации парка вагонов железных дорог, а также его пополнения

современными вагонами с улучшенными технико-экономическими характеристиками, реализуется комплекс мероприятий. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026¹ годы и Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-329² определены важные задачи, такие как, «... развитие единой транспортной системы во взаимосвязи со всеми видами транспорта ..., развитие рынка транспортных и логистических услуг и инфраструктуры ..., расширение «зеленых коридоров» и транзитных возможностей в транспортной системе ...», а также «... снижение себестоимости и затрат на пассажирские и грузовые перевозки..., ... развитие железнодорожной инфраструктуры, обновление парка локомотивов и вагонов ...». Для реализации этих задач, в частности, одним из важных направлений является совершенствование конструкции грузового вагона, способствующее снижению расходов на тягу поездов и техническое обслуживание, а также уменьшению себестоимости перевозок на каждый груз за счет увеличения их вместимости.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит решением задач, предусмотренных Законами Республики Узбекистан № ЗРУ-706 от 9 августа 2021 года «О транспорте» и № 766-I от 15 апреля 1999 года «О железнодорожном транспорте», Указами Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы» и № УП-5647 от 1 февраля 2019 года «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорта», Постановлениями Президента Республики Узбекистан № ПП-4703 от 4 мая 2020 года «О мерах по кардинальному совершенствованию системы подготовки кадров в сфере транспорта», № ПП-329 от 10 октября 2023 года «О мерах по коренному реформированию сферы железнодорожного транспорта Республики Узбекистан» и № ПП-28 от 27 января 2025 года «О мерах по дальнейшему развитию транспортно-логистической системы Республики Узбекистан», а также другими нормативно-правовыми документами, относящимися к данному виду деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий в Республике Узбекистан – II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение», ППИ-3 – «Энергетика, энергия, ресурсосбережение, транспорт, машино- и приборостроение».

Степень изученности проблемы. Научные исследования, направленные на решение актуальных задач, связанных с дальнейшим развитием и совершенствованием методов теоретических расчетов и экспериментальных

¹ Указ Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы»

² Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-329 от 10 октября 2023 года «О мерах по коренному реформированию сферы железнодорожного транспорта Республики Узбекистан»

исследований конструкций подвижного состава широко ведутся в университетах, научных центрах и исследовательских институтах ведущих стран, в том числе: Pennsylvania State University (США), Washington State University (США), Newcastle Centre for Railway Research (Newcastle University) (Великобритания), Griffith University (Австралия), Technische Universität München (Германия), Technische Universität Dresden (Германия), Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Франция), Rīgas Tehniskā universitāte (Латвия), Karabük University (Турция), Warsaw University of Technology (Польша), Silesian University of Technology (Польша), Beijing Jiaotong University (Китай), Shanghai JiaoTong University (Китай), University of Science and Technology of China (Китай), Российский университет транспорта (Россия), Петербургский государственный университет путей сообщения (Россия), Уральский государственный университет путей сообщения (Россия), Ростовский государственный университет путей сообщения (Россия), Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (Россия), Брянский государственный технический университет (Россия), Научно-исследовательский институт вагоностроения (Россия), Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта (Украина), Украинский государственный университет железнодорожного транспорта (Украина), Белорусский государственный университет транспорта (Белоруссия), Академия логистики и транспорта (Казахстан), Ташкентский государственный транспортный университет (Узбекистан) и другие образовательные, исследовательские и научные центры инженеров железнодорожного транспорта.

Существенный вклад в развитие и совершенствование конструкций подвижного состава внесли и вносят ученые и инженеры ведущих машиностроительных предприятий мира, в том числе: American Car and Foundry (США), Amtrak (США), FreightCar America (США), Bombardier (Канада), Alstom (Франция), Siemens (Германия), Talgo (Испания), Construcciones y Auxiliar de Ferrocarriles (Испания), CRRC (Китай), Hyundai Rotem (Республика Корея), Stadler Rail (Швейцария), Kawasaki Heavy Industries (Япония), Hitachi (Япония), Трансмашхолдинг (Россия), Уралвагонзавод (Россия), Брянский машиностроительный завод (Россия), Демиховский машиностроительный завод (Россия), Тверской вагоностроительный завод (Россия), Тихвинский вагоностроительный завод (Россия), Рузаевский завод химического машиностроения (Россия), Ташкентский завод по строительству и ремонту пассажирских вагонов (Узбекистан), Литейно-механический завод (Узбекистан), Андижанский механический завод (Узбекистан) и ряд других машиностроительных предприятий.

Важные теоретические и практические исследования, направленные на развитие современных конструкций подвижного состава и улучшение их технико-экономических характеристик, были выполнены известными зарубежными учёными, среди которых П.С. Анисимов, Ю.П. Бороненко, Ю.В. Демин, М.Б. Кельрих, Г.Н. Кирпа, Л.М. Костюченко, А.В. Кузнецов, Л.А. Манашкин, И.А. Мащенко, Н.И. Миронов, Л.М. Резников,

Е.В. Пискунова, В.С. Плоткин, Р. Росберг, Н.Е. Науменко, Л.А. Свешников, Ю.Г. Соболевская, И.И. Челноков, А.Ю. Черняк, Л.А. Шадур, А.В. Юрченко, Е.Н. Никольский, Н.А. Панькин, М.П. Пахомов, Ю.И. Першиц, И.Ф. Скиба, М.М. Соколов, А.В. Третьяков, Н.П. Петров, Ю.С. Ромен, А.А. Попов и другие выдающиеся исследователи.

В нашей стране научные исследования по разработке новых и совершенствованию существующих конструкций подвижного состава, улучшению их динамических качеств, снижению массы тары, повышению грузоподъемности, а также продлению срока службы проводились такими учёными, как А.Д. Глущенко, Ш.С. Файзибаев, Г.А. Хромова, Я.О. Рузметов, О.Р. Хамидов, Д.О. Раджибаев, Н.С. Зайниддинов, а также их учениками.

Анализ мирового опыта показал многообразие существующих конструкций подвижного состава и широкий спектр исследований, направленных на их совершенствование. Однако в Республике Узбекистан до настоящего времени недостаточно изучены вопросы и не проводились в полном объёме теоретические и экспериментальные исследования, посвящённые совершенствованию конструкций длиннобазного вагона-платформы с целью увеличения его вместимости.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского государственного транспортного университета.

Целью исследования является разработка усовершенствованной конструкции длиннобазного вагона-платформы, обеспечивающей улучшение эксплуатационных характеристик и повышение эффективности перевозок крупнотоннажных контейнеров.

Задачи исследования:

выполнить обзор и анализ конструкций отечественных и зарубежных вагонов-платформ, предназначенных для перевозки крупнотоннажных контейнеров;

выбрать рациональные технические параметры и силовые несущие элементы усовершенствованной конструкции длиннобазного вагона-платформы;

провести теоретические исследования с применением метода конечных элементов для определения нагруженности усовершенствованной конструкции длиннобазного вагона-платформы;

выполнить экспериментальные исследования опытного образца длиннобазного вагона-платформы на основе статических и ходовых динамических испытаний;

сопоставить полученные экспериментальные результаты с расчётными и нормативными данными для подтверждения достоверности и надёжности разработанной конструкции.

Объектом исследования является конструкция вагона-платформы.

Предметом исследования является напряженно-деформированное состояние конструкции вагона-платформы.

Методы исследования. В процессе проведения исследований использовались аналитические, теоретические и экспериментальные методы. При теоретических исследованиях напряжённо-деформированного состояния элементов конструкции длиннобазного вагона-платформы применялись аналитические методы и метод конечных элементов с использованием современных инженерных программных комплексов ANSYS Workbench и SolidWorks. Экспериментальные исследования по определению нагруженности элементов конструкции длиннобазного вагона-платформы проводились в полевых условиях с использованием метода тензометрии.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана пластинчато-стержневая конечно-элементная модель конструкции длиннобазного вагона-платформы, позволяющая обоснованно выбрать геометрические параметры с учетом рациональных размеров силовых несущих элементов;

определены зависимости напряженно-деформированного состояния конструкции вагона-платформы от геометрических параметров его элементов, позволяющие обоснованно выбрать рациональные размеры рамы вагона с учетом действующих эксплуатационных нагрузок;

разработана усовершенствованная конструкция вагона-платформы, позволяющая повысить эффективность перевозки крупнотоннажных контейнеров за счет удлинения базы и расширения площади полезной поверхности;

разработана усовершенствованная программа и методика проведения статических и ходовых динамических испытаний конструкции длиннобазного вагона-платформы с применением тензометрического метода для измерения напряжённо-деформированного состояния её элементов, позволяющие подтвердить расчётные показатели прочности и надёжности в условиях эксплуатации.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана научно обоснованная усовершенствованная конструкция длиннобазного вагона-платформы на базе модели 13-644 производства АО «Барнаульский вагоноремонтный завод», обеспечивающая увеличение вместимости крупнотоннажных контейнеров, что способствует повышению эффективности грузоперевозок и снижению расходов на тягу поездов и техническое обслуживание;

разработана программа и методика проведения статических и ходовых динамических испытаний опытного образца длиннобазного вагона-платформы с использованием тензометрического метода и специализированных средств измерения, обеспечивающих непрерывную регистрацию данных в ходе экспериментов и их последующую обработку для оценки нагруженности конструкции.

Достоверность результатов исследования подтверждается использованием в теоретических исследованиях по оценке нагруженности

конструкции длиннобазного вагона-платформы современных численных методов и апробированных в инженерной практике программных комплексов, в экспериментальных исследованиях, выполненных в производственных и полевых условиях – сертифицированных и калиброванных средств измерений; сходимостью результатов теоретических исследований с экспериментальными данными, полученными в ходе проведения статических и ходовых динамических испытаний на прочность разработанной конструкции длиннобазного вагона-платформы.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов исследования заключается в разработке пластинчато-стержневой конечно-элементной модели конструкции длиннобазного вагона-платформы, позволяющей обоснованно выбрать геометрические параметры с учетом рациональных размеров силовых несущих элементов, а также в установлении зависимостей напряженно-деформированного состояния конструкции вагона-платформы от геометрических параметров её элементов, на основе которых обоснованно выбраны рациональные размеры удлиненной рамы вагона с учётом действующих эксплуатационных нагрузок.

Практическая значимость результатов исследования заключается в разработке усовершенствованной конструкции вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров, отличающейся увеличенной базой, что обеспечивает повышение эффективности перевозок за счёт увеличения вместимости и улучшения эксплуатационных характеристик, а также программы и методики проведения статических и ходовых динамических испытаний опытного образца длиннобазного вагона-платформы с использованием тензометрического метода и специализированных средств измерения, обеспечивающих непрерывную регистрацию данных в ходе экспериментов и их последующую обработку для оценки нагруженности конструкции.

Внедрение результатов исследования. На основе проведенных исследований по выбору параметров и обоснованию конструктивных решений длиннобазного вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров:

разработанная усовершенствованная конструкция длиннобазного вагона-платформы на базе модели 13-644 производства АО «Барнаульский вагоноремонтный завод» внедрена на АО «Литейно-механический завод» (справка Министерства транспорта Республики Узбекистан №4/E690 от 25 мая 2025 г.). В результате снижена масса тары, повышены грузоподъемность и вместимость усовершенствованной конструкции вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров;

разработанная программа и методика проведения статических и ходовых динамических испытаний длиннобазного вагона-платформы внедрена на АО «Литейно-механический завод» (справка Министерства транспорта Республики Узбекистан №4/E690 от 25 мая 2025 г.) при проведении экспериментальных исследований нагруженности конструкции вагона в

производственных и полевых условиях. В результате ожидаемая экономическая эффективность от внедрения результатов научных исследований в производство составила 742 млн сумов за счёт повышения эффективности грузоперевозок и сокращения расходов на тягу поездов и техническое обслуживание.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на 8 научных конференциях, в том числе на 6 конференциях, индексируемых в международной базе данных Scopus.

Опубликованность результатов исследования. Основные положения и научные результаты диссертационной работы опубликованы в 20 научных трудах, в том числе 7 статей опубликованы в ведущих научных журналах, входящих в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций, а также зарегистрированы 4 программных продукта для ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы. Объем диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и востребованность темы диссертации, освещено состояние вопроса, показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, сформулированы цель и задачи исследования, даны характеристики объекта и предмета исследования, приведены методы исследования, изложены научная новизна и практические результаты, обоснована достоверность полученных результатов, раскрыта научная и практическая значимость работы, приведены сведения о внедрении результатов научных исследований в производство, представлены данные об апробации научных результатов и опубликованных работах, изложены структура и объём диссертации.

В первой главе диссертации **«Обзор и анализ конструкций длиннобазных вагонов-платформ, предназначенных для перевозки крупнотоннажных контейнеров»** проведён обзор и анализ конструкций отечественных и зарубежных длиннобазных вагонов-платформ, проанализированы их технические параметры, конструктивные схемы и силовые несущие элементы. На основании выполненного анализа состояния вопроса установлено, что существующие решения не в полной мере удовлетворяют современным требованиям контейнерных перевозок. В результате выявлена необходимость разработки усовершенствованной конструкции длиннобазного вагона-платформы, обеспечивающей повышение вместимости, снижение массы тары, улучшение эксплуатационных характеристик и повышение эффективности грузовых перевозок

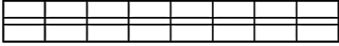
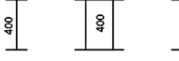
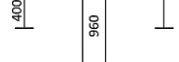
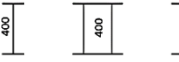
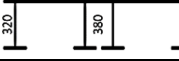
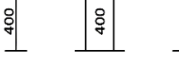
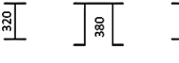
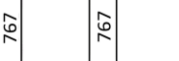
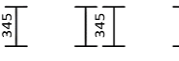
крупнотоннажных контейнеров. Таким образом, исходя из результатов проведённого обзора и анализа конструкций длиннобазных вагонов-платформ, предназначенных для перевозки крупнотоннажных контейнеров, сформулирована цель и поставлены задачи исследования.

Во второй главе диссертации **«Выбор технических параметров и силовых несущих элементов усовершенствованной конструкции длиннобазного вагона-платформы»** для обоснованного выбора параметров силовых несущих элементов конструкции вагона-платформы были сформулированы исходные требования. Минимальная длина рамы вагона выбрана с учётом установки фитинговых упоров для посадки и фиксации контейнеров, а длина базы и консольных частей – исходя из условия автоматической сцепляемости.

На основе рассчитанных габаритных параметров вагона-платформы проведена сравнительная оценка нескольких существующих вариантов технических и конструктивных решений рам (таблица 1) с целью выбора оптимальной схемы и обоснования прочностных характеристик силовых несущих элементов проектируемой конструкции вагона-платформы.

Таблица 1

Варианты технико-конструктивных решений рам

№	Модель	Схема конструкции вагонов-платформ	Поперечное сечение продольных балок	Поперечное сечение шкворневых балок	Масса нетто, т	Тара, т
1	13-4128				61	33
2	13-3115-01				67	27
3	13-1281				68	26
4	13-4147				68	26
5	13-1281-01				68,5	25,5
6	13-644				69	25

В результате анализа различных вариантов расположения балок в конструкциях вагонов-платформ оптимальной признана схема размещения основных несущих балок высотой 767 мм (вариант № 6), которая была принята в качестве основы при проектировании новой конструкции вагона-платформы. Ключевым преимуществом выбранного решения является оптимальное соотношение массы тары и грузоподъёмности, что обеспечивает высокую эффективность эксплуатации вагона.

На следующем этапе для выбора оптимальных геометрических параметров балок, используемых в качестве силовых несущих элементов

конструкции вагона-платформы, был выполнен анализ нескольких вариантов сварных балок, применяемых в длиннобазных вагонах-платформах и отличающихся геометрией поперечного сечения. Рассмотренные балки двутаврового типа имеют одинаковую ширину верхней и нижней полок – 200 мм, а также одинаковую толщину вертикальной стенки – 10 мм. Основное различие между вариантами заключалось в толщине верхней и нижней полок, что позволило оценить влияние данного параметра на прочностные и конструктивно-технологические характеристики балки.

Оптимальный вариант сварных двутавровых балок для проектируемой конструкции вагона-платформы определялся по результатам прочностных расчётов, выполненных с использованием современных инженерных программных комплексов. При этом конечно-элементная модель каждой балки имела минимальный размер конечного элемента 10×10 мм, а расчёты выполнялись при одинаковой нагрузке, составляющей 175 кН. Итоговые результаты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты прочностных расчетов сварных двутавровых балок вагонов-платформ

Высота, мм	Параметры балок, мм		Масса, кг	Допускаемое напряжение, МПа	Максимальное напряжение, МПа	Расчетный запас прочности	Минимальный запас прочности
600	1	14×10×16	2052	293	210	1,4	1,8
	2	12×10×14	1873		231	1,2	
	3	12×10×16	1908		205	1,4	
700	1	14×10×16	2167		154	1,9	
	2	14×10×14	2099		162	1,8	
	3	14×10×18	2240		153	1,9	
960	1	14×10×14	2394		146	2,0	
	2	12×10×12	2249		161	1,8	
	3	12×10×14	2322		162	1,8	
1000	1	12×10×14	2366		154	1,9	
	2	14×10×16	2511		146	2,0	
	3	14×10×14	2438		147	2,0	

Анализ результатов расчётов показал, что наиболее оптимальным вариантом сварной балки является балка высотой 700 мм (выделена зелёным), масса которой составляет 2167 кг, а запас прочности – 1,9. Данный показатель соответствует требованиям действующих технико-нормативных документов и обеспечивает необходимую надёжность конструкции.

Согласно результатам сравнительного анализа (рис. 1) влияния высоты поперечного сечения балки на массу тары вагона установлено, что увеличение высоты всего на 100 мм приводит к среднему приросту массы балки на 226 кг, что существенно сказывается на общем весе конструкции.

Таким образом, из рассмотренных вариантов сварных двутавровых балок в качестве силового несущего элемента усовершенствованной конструкции

вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров выбрана балка высотой 700 мм с параметрами поперечного сечения 14×10×16 мм.



Рис. 1. Зависимости основных параметров вагона-платформы от высоты поперечного сечения балок: *а* – массы тары; *б* – эквивалентных напряжений; *в* – запаса прочности

Данный вариант обеспечивает требуемые показатели по массе тары, прочности и устойчивости, а также полностью соответствует нормативным требованиям, предъявляемым к конструкциям данного типа.

В третьей главе диссертации «**Теоретические исследования по определению нагруженности усовершенствованной конструкции длиннобазного вагона-платформы**» выполнены прочностные расчёты конструкции вагона-платформы, сформированной на основе несущих элементов, отобранных во второй главе, в соответствии с требованиями ГОСТ 33211-2014 при действии нагрузок по режимам 1а, 1б, 1в и 1г. Для проведения теоретических исследований, направленных на определение нагруженности элементов под действием статических и динамических нагрузок, с учётом увеличенной грузоподъёмности, в программной среде SolidWorks была разработана пространственная расчётная модель (рис. 2, *а*). Модель учитывает ранее выбранные параметры балок и была впоследствии импортирована в программный комплекс ANSYS Workbench, где на её основе сформирована уточнённая пластинчато-стержневая конечно-элементная модель конструкции длиннобазного вагона-платформы (рис. 2, *б*).

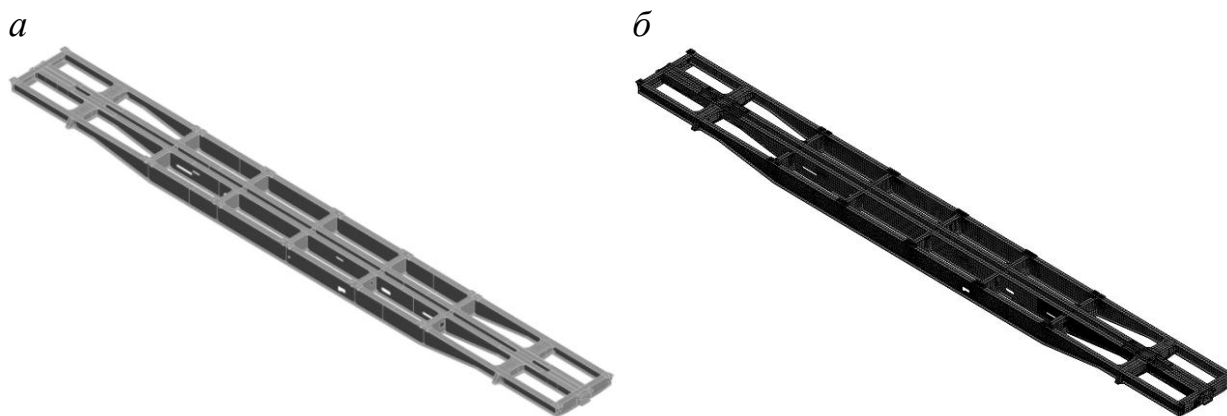


Рис. 2. Пространственная расчётная модель (а) и уточнённая конечно-элементная модель (б) вагона-платформы

Для оценки нагруженности конструкции и определения распределения напряжений в элементах вагона-платформы в расчётной модели были предусмотрены поперечные измерительные сечения, в которых размещены виртуальные точки замеров (рис. 3). Это позволяет получить индивидуальные значения напряжений в каждой точке и провести локальный анализ напряжённно-деформированного состояния по двум схемам нагружения:

- схема 1 – нагрузка от четырёх 20-футовых контейнеров;
- схема 2 – нагрузка от двух 40-футовых контейнеров.

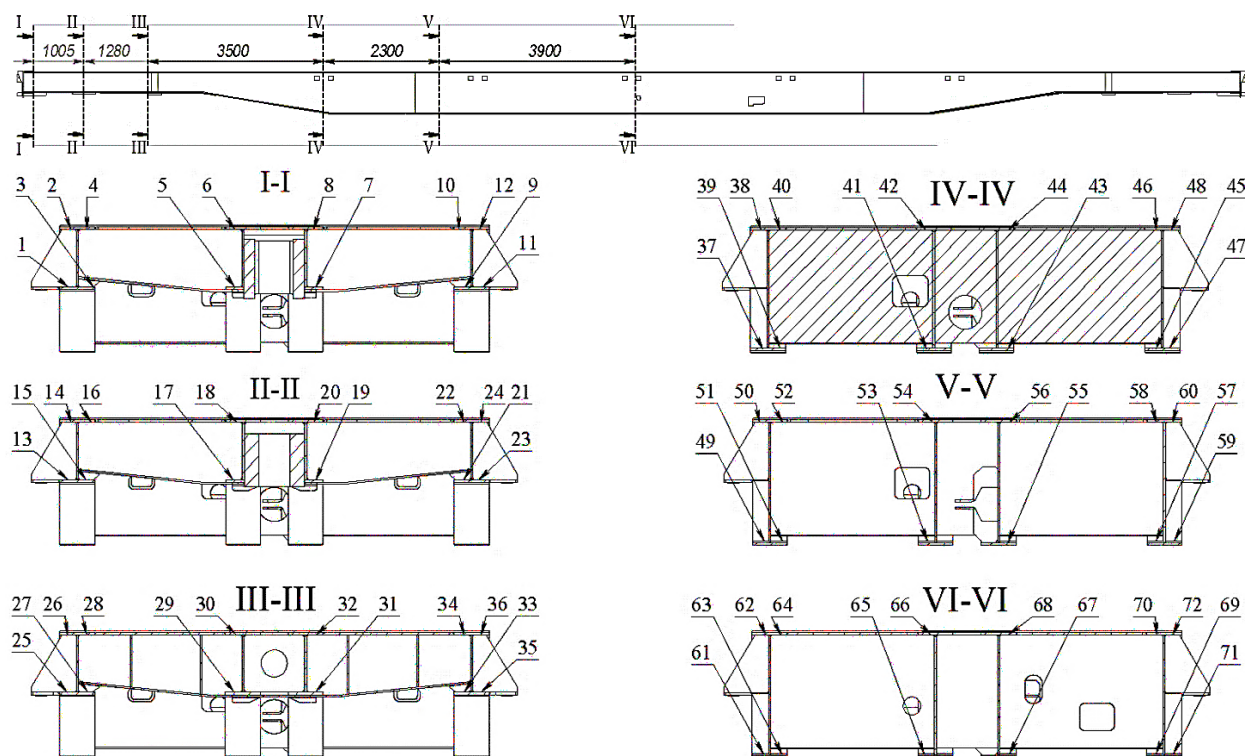


Рис. 3. Схема размещения виртуальных измерительных точек в элементах конструкции вагона-платформы: I-VI – контрольные сечения; 1-72 – виртуальные точки замеров

Наибольшие значения напряжений в элементах конструкции вагона-платформы, полученные в результате прочностных расчётов в соответствии с требованиями ГОСТ 33211-2014, представлены на рис. 4.

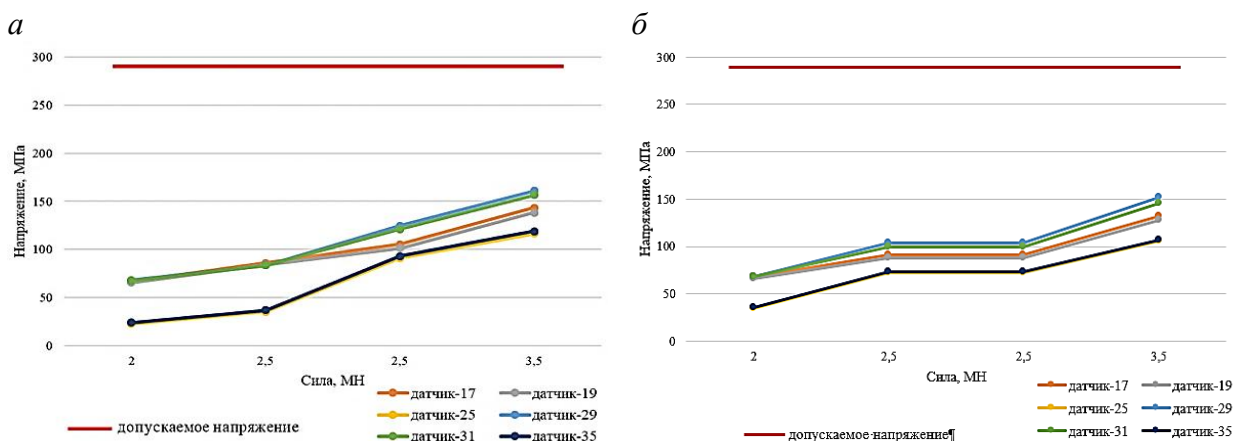


Рис. 4. Распределение эквивалентных максимальных напряжений в элементах конструкции вагона-платформы при нагружении по схеме 1 (а) и схеме 2 (б)

Результаты расчётов показали, что при первой схеме нагружения (четыре 20-футовых контейнера) максимальные эквивалентные напряжения в несущих элементах конструкции вагона-платформы оказываются выше, чем при второй схеме (два 40-футовых контейнера), что подтверждается данными, приведёнными на рис. 5 и в таблице 3.

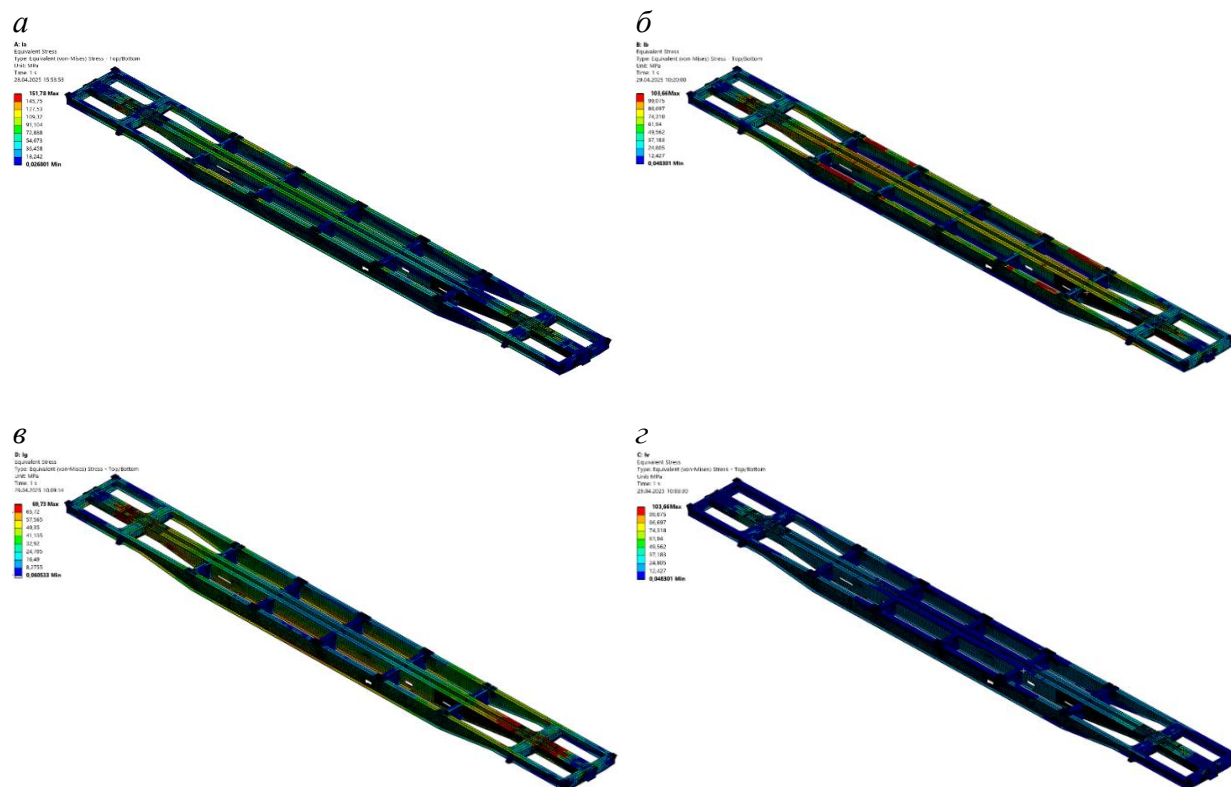


Рис. 5. Эпюры распределения максимальных эквивалентных напряжений в несущих элементах конструкции вагона-платформы при режимах 1а (а), 1б (б), 1в (в) и 1г (г) по первой схеме нагружения

Таблица 3

Максимальные эквивалентные напряжения в несущих элементах конструкции вагона-платформы при режимах 1а, 1б, 1в, 1г по двум схемам нагружения

Несущие элементы конструкции	Расчетные напряжения, Мпа				Допускаемые напряжения, Мпа
	1-схема	2-схема	1-схема	2-схема	
	Режим 1а		Режим 1б		
хребтовая балка	43,2	40,7	31	29	293
боковые продольные балки	51	52,1	35,3	40	
шкворневая балка	151,7	150	103,6	116,5	
поперечные балки	65,5	71,3	52,2	57,9	
раскосные балки	106,7	111			276
концевые балки			28,4	26,1	293
	Режим 1в		Режим 1г		
хребтовая балка	31	29,5	24	23,6	293
боковые продольные балки	35,3	22,1	18,6	16,9	
шкворневая балка	103,6	77,8	67,7	63,4	
поперечные балки	52,2	82,4	58,7	76,7	
раскосные балки	73,2	34,4	35	28,7	276
концевые балки	28,4	24,7	20,7	19,7	293

Таким образом, теоретически с использованием метода конечных элементов установлены зависимости напряжённо-деформированного состояния конструкции вагона-платформы от геометрических параметров её элементов. Анализ результатов расчётов показал, что эквивалентные напряжения, возникающие в элементах разработанной конструкции длиннобазного вагона-платформы, находятся в пределах допустимых норм. Это подтверждает соответствие требованиям нормативно-технической документации и гарантирует надёжную эксплуатацию усовершенствованного вагона-платформы при перевозке крупнотоннажных контейнеров.

В результате проведённых комплексных теоретических исследований разработана усовершенствованная конструкция вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров, отличающаяся увеличенной базой, что обеспечивает повышение эффективности перевозок за счёт увеличения вместимости и улучшения эксплуатационных характеристик, а также способствует снижению эксплуатационных расходов и более рациональному использованию вагонного парка в условиях интенсивного роста контейнерных перевозок.

В четвёртой главе диссертации **«Экспериментальные исследования длиннобазного вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров»** разработаны программа и методика проведения статических и ходовых динамических испытаний с применением тензометрического метода измерений, а также на их основе выполнены экспериментальные исследования по определению нагруженности несущей конструкции опытного образца усовершенствованного длиннобазного вагона-платформы.

При проведении статических испытаний на базе АО «Литейно-механический завод» для создания продольных усилий на раму использовался стенд нагружения вагонов продольными статическими нагрузками. Для регистрации деформаций применялись тензорезисторы типа ВВФ200-10АА-А(11)-ВХ30, а измерения осуществлялись с использованием аппаратно-программного комплекса МПС-185 с записью процессов на жёсткий диск персонального компьютера.

Статические испытания проводились в следующей последовательности в соответствии с требованиями ГОСТ 33211-2014, п. 4.1, для каждой схемы нагружения: 3,5 МН – сжатие (режим 1а); 2,5 МН – растяжение (рывок, режим 1б); 2,5 МН – сжатие (удар, режим 1в); 2,0 МН – растяжение (в составе, режим 1г). В результате статических испытаний на прочность опытного образца длиннобазного вагона-платформы максимальные значения напряжений были зафиксированы на тензорезисторе № 29 (узел соединения хребтовой и шкворневой балок) при каждом режиме по обеим схемам нагружения. Графики этих зависимостей для наглядности приведены на рис. 6. По первой схеме нагружения в узлах соединения хребтовой и шкворневой балок максимальные напряжения составили: 1а – 163,3 МПа; 1б – 111,53 МПа; 1в – 111,61 МПа; 1г – 82,87 МПа. По второй схеме нагружения в тех же узлах максимальные напряжения составили: 1а – 161,47 МПа; 1б – 125,34 МПа; 1в – 124,32 МПа; 1г – 69,41 МПа.

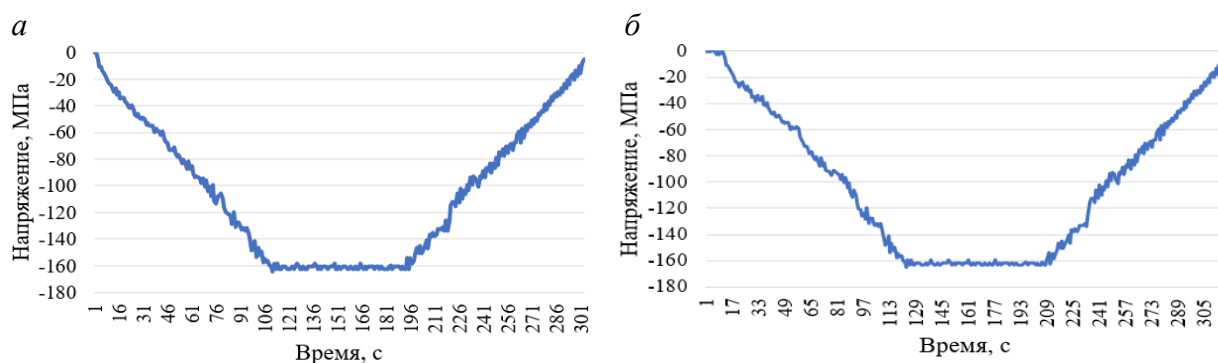


Рис. 6. Максимальные значения напряжений в узлах соединения хребтовой и шкворневой балок при нагружении по первой (а) и второй (б) схемам

В результате статических испытаний установлено, что предлагаемая усовершенствованная конструкция длиннобазного вагона-платформы соответствует установленным требованиям и удовлетворяет условиям прочности, при этом полученные значения напряжений не превышают максимально допустимых.

Учитывая, что наибольшие значения напряжений при статических испытаниях были зафиксированы по первой схеме нагружения, ходовые динамические испытания проводились на опытном образце с загрузкой четырьмя 20-футовыми контейнерами. Проведение ходовых динамических испытаний включало три участка пути: прямой участок с максимальной скоростью 80 км/ч; кривой участок с радиусом кривизны $R = 300$ м при максимальной скорости 50 км/ч; кривой участок с радиусом кривизны $R = 600$ м при максимальной скорости 60 км/ч. Сбор необходимого и достаточного массива экспериментальных данных при прохождении прямых и кривых участков пути в каждом интервале скоростей движения осуществлялся в три прохода согласно требованиям ГОСТ 33788-2016. Для последующей обработки и анализа были отобраны средние значения полученных экспериментальных данных. Наиболее нагруженные зоны конструкции, выявленные по результатам ходовых прочностных испытаний, для наглядности приведены на рис. 7.

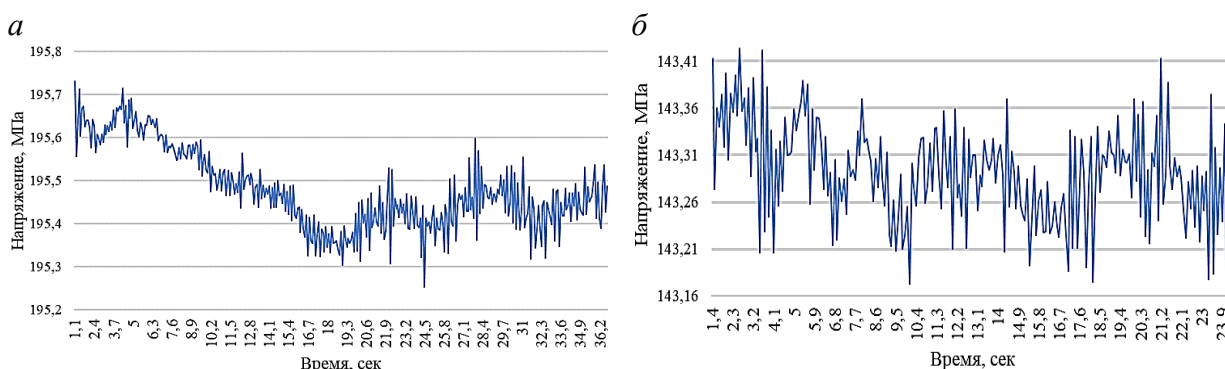


Рис. 7. Максимальные напряжения, возникающие в элементах конструкции вагона-платформы при ходовых прочностных испытаниях: а – зона соединений наружных сторон нижних полок хребтовой балки со шкворневой балкой на прямом участке пути при скорости 80 км/ч; б – внутренняя сторона верхних полок боковой продольной балки при проходе через кривой участок пути с радиусом кривизны $R = 300$ м при скорости 50 км/ч

Анализ ходовых динамических испытаний показал, что наибольшие напряжения возникают в следующих зонах:

- в сечении VI-VI – 195,73 МПа в центре боковой продольной балки на прямом участке пути при скорости 80 км/ч;

- в сечении III-III – 143,32 МПа на внутренних сторонах верхних полок при движении в кривой радиусом 300 м (50 км/ч) и 119,23 МПа при радиусе 600 м (60 км/ч).

Результаты проведённых экспериментальных исследований по определению нагруженности несущей конструкции опытного образца усовершенствованного вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров, выполненных в соответствии с разработанной программой и методикой статических и ходовых динамических испытаний, не превышают допустимые нормы, установленные ГОСТ 33211-2014. Эти данные подтвердили теоретически полученные расчёты и свидетельствуют о высокой достоверности разработанной конечно-элементной модели и принятых конструктивных решений. При этом проведённый сравнительный анализ показал, что относительное расхождение между теоретическими и экспериментальными данными не превышает 8,1 %, что соответствует требованиям нормативной документации и подтверждает надёжность и эффективность предложенной конструкции в условиях эксплуатации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе выполнен комплекс теоретических и экспериментальных исследований, направленных на выбор параметров и обоснование конструктивных решений длиннобазного вагона-платформы, предназначенного для перевозки крупнотоннажных контейнеров, что позволило разработать усовершенствованную конструкцию с повышенной вместимостью и улучшенными эксплуатационными характеристиками. При этом:

1. На основании проведённого обзора и анализа конструкций отечественных и зарубежных длиннобазных вагонов-платформ, их технических параметров, конструктивных схем и силовых несущих элементов установлено, что существующие решения не в полной мере удовлетворяют современным требованиям контейнерных перевозок. В результате выявлена необходимость разработки усовершенствованной конструкции длиннобазного вагона-платформы, обеспечивающей повышение вместимости, снижение массы тары, улучшение эксплуатационных характеристик и повышение эффективности грузовых перевозок крупнотоннажных контейнеров.

2. Для проведения теоретических исследований разработана пластинчато-стержневая конечно-элементная модель конструкции длиннобазного вагона-платформы, позволяющая обоснованно выбрать геометрические параметры с учётом рациональных размеров силовых несущих элементов и оценить напряжённо-деформированное состояние конструкции под действием эксплуатационных нагрузок.

3. Теоретически с использованием метода конечных элементов установлены зависимости напряжённо-деформированного состояния конструкции вагона-платформы от геометрических параметров её элементов, на основе которых обоснованно выбраны рациональные размеры и силовые несущие элементы усовершенствованной конструкции длиннобазного вагона-платформы, что позволило повысить её прочностные характеристики и обеспечить надёжность.

4. В результате проведённых комплексных теоретических исследований разработана усовершенствованная конструкция вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров, отличающаяся увеличенной базой, что обеспечивает повышение эффективности перевозок за счёт увеличения вместимости и улучшения эксплуатационных характеристик, а также способствует снижению эксплуатационных расходов и более рациональному использованию вагонного парка в условиях интенсивного роста контейнерных перевозок.

5. На основании выполненных исследований разработана усовершенствованная программа и методика проведения статических и ходовых динамических испытаний конструкции длиннобазного вагона-платформы с применением тензометрического метода для измерения напряжённо-деформированного состояния её элементов, позволяющие подтвердить расчётные показатели прочности и надёжности в условиях эксплуатации.

6. Проведены экспериментальные исследования по определению нагруженности несущей конструкции усовершенствованного вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров в соответствии с разработанной программой и методикой статических и ходовых динамических испытаний, результаты которых подтвердили теоретически полученные расчётные данные, что свидетельствует о высокой достоверности разработанной конечно-элементной модели и принятых конструктивных решений. При этом проведённый сравнительный анализ показал, что относительное расхождение между теоретическими и экспериментальными данными не превышает 8,1 %, что соответствует требованиям нормативной документации и подтверждает надёжность и эффективность предложенной конструкции в условиях эксплуатации.

Таким образом, выполненные комплексные теоретические и экспериментальные исследования позволили разработать и обосновать усовершенствованную конструкцию длиннобазного вагона-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров, отличающуюся увеличенной базой, рациональными параметрами и силовыми элементами, что обеспечило повышение прочностных характеристик, надёжности и эффективности эксплуатации, а также подтвердило достоверность принятых технических решений на основе результатов статических и динамических испытаний.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.15/31.08.2022.T.73.07
ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES AT THE
TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY**

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

KHURMATOV YAKHYOBEEK ALIJONOVICH

05.08.05 – Rolling-stock of railways, traction of trains and use of electric power

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

Tashkent-2025

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) in technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under _____.

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.ziyo.net).

Scientific supervisor:

Rahimov Rustam Vyacheslavovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Tretyakov Alexander Vladimirovich
doctor of technical sciences, professor

Zayniddinov Nuriddin Savranbek ugli
doctor of technical sciences, associate professor

Leading organization:

Jizzakh Polytechnic Institute

The dissertation will be defended at __ on __, 2025 at the meeting of the Scientific council DSc.15/31.08.2022.T.73.07 on awarding scientific degrees at the Tashkent state transport university. (Address: 1, Temiryo'Ichilar str., Tashkent, 100167, Uzbekistan. Phone: (+99871) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: rektorat@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'Ichilar str., Tashkent, 100167, Uzbekistan. Phone: (+99871) 299-05-66)

Abstract of the dissertation was distributed on ____, 2025 year.
(mailing recort № ____ on ____, 2025).

A. Abdukayumov

Deputy Chairman of Scientific council
on awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

Ya.O. Ruzmetov

Scientific secretary of the Scientific council
on awarding scientific degrees,
doctor of technical sciences, professor

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 study is to develop an improved design of a long base flat wagon, which provides improved operational characteristics and increased efficiency of transportation of high-capacity containers.

The objectives of the research:

perform a review and analysis of the designs of domestic and foreign flat wagons designed for the transportation of high-capacity containers;

to make a choice of rational technical parameters and power bearing elements of the improved design of a long base flat wagon;

to carry out theoretical studies using the finite element method to determine the load capacity of an improved long base flat wagon;

to conduct experimental studies of a prototype long base flat wagon based on static and dynamic tests;

to compare the results obtained experimentally with the calculated and normative data to confirm the reliability of the developed design.

The object of the research work is the construction of a flat wagon.

The scientific novelty of the research is as follows:

a plate-rod finite element model of the construction of a long base flat wagon has been developed, which makes it possible to reasonably select geometric parameters taking into account the rational dimensions of the power bearing elements;

the dependences of the stress-strain state of the platform wagon structure on the geometric parameters of its elements are determined, which make it possible to reasonably choose the rational dimensions of the wagon frame, taking into account the operating loads;

an improved design of the platform wagon has been developed, which makes it possible to increase the efficiency of transportation of high-capacity containers by lengthening the base and expanding the useful surface area;

a program and methodology have been developed for conducting static and running dynamic tests of the structure of a long base flat wagon using a strain gauge method to measure the stress-strain state of its elements, which make it possible to confirm the calculated strength and reliability indicators under operating conditions.

Implementation of research results. Based on the conducted research on the scientific substantiation of technical solutions for improving the design of a long base flat wagon:

the developed improved design of a long base flat wagon based on the 13-644 model flat wagon manufactured by “Barnaul Wagon Repair Plant” JSC was introduced at the “Foundry Mechanical Plant” JSC (certificate of the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan No. 4/E690 dated May 25, 2025). As a result of the design improvement, the tare weight was reduced, as well as the load

capacity and the capacity of long base flat wagons designed for the transportation of high-capacity containers.

the developed program and methodology for conducting static and running dynamic tests of a long base flat wagon was implemented at “Foundry Mechanical Plant” JSC (certificate of the Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan No. 4/E690 dated May 25, 2025) during experimental studies of the loading of a long base flat wagon in production and field conditions. As a result, the expected economic efficiency from the implementation of scientific research results in production amounted to 742 million soums due to increased efficiency of freight transportation and reduced costs for train traction and maintenance.

Structure and scope of the thesis.

The dissertation on consists of an introduction, four chapters, a conclusion and a list of references. The volume of the dissertation is 120 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Xurmatov Ya.A. Konteynerlarni temir yo‘l transportida tashish uchun mo‘ljallangan vagon-platformalarning konstruksiyalarini ko‘rib chiqish va tahlil qilish / Ya.A. Xurmatov, A.B. Gayipov, N.Sh. Nurmuxammatova // Temir yo‘l transporti: dolzarb masalalar va innovatsiyalar. – 2025. – № 2. – B. 187 – 194. (05.00.00; OAK Raёsatining 2020 йил 30 ноябрдаги 288/14-сон қарори).

2. Хурматов Я.А. Выбор и обоснование технических решений силовых несущих элементов рамы вагона-платформы / Я.А. Хурматов, О.И. Зайнитдинов // Железнодорожный транспорт: актуальные задачи и инновации. – 2025. – № 1. – С. 70 – 79. (05.00.00; OAK Raёsatining 2020 йил 30 ноябрдаги 288/14-сон қарори).

3. Khurmatov Ya.A. Selection and justification of technical solutions for the construction of a long-wheelbase flat wagon / Ya.A. Khurmatov, R.V. Rahimov, O.I. Zaynitdinov, D.Sh. Zafarov // Proceedings of the Fourth International Scientific and Technical Conference “Railway rolling stock: problems, solutions, prospects”. – Tashkent: TSTU, 2025. (05.00.00; OAK Raёsatining 2025 йил 5 апрелдаги 369/3-сон қарори).

4. Khurmatov Ya.A. Prospects for improving the technical and economic efficiency of universal platform wagons when transporting goods using removable multiway fastening devices / Ya.A. Khurmatov, D.G. Bain, L.V. Tsyganskaya, N.A. Tanicheva, D.Sh. Zafarov // Railway transport: topical issues and innovations. – 2024. – № 4. – P. 98 – 107. (05.00.00; OAK Raёsatining 2020 йил 30 ноябрдаги 288/14-сон қарори).

5. Хурматов Я.А. Способ снижения износа в паре «колесо-рельс» на железных дорогах Республики Узбекистан / Я.А. Хурматов, Б.А. Абдуллаев, Ф.С. Галимова, А.Б. Гайипов // Научно-технический журнал Машиностроение. – 2023. – № 4. – С. 147 – 153. (05.00.00; OAK Raёsatining 2021 йил 30 декабрдаги 310/10-сон қарори).

6. Хурматов Я.А. Оценка устойчивости от опрокидывания универсального полувагона с разгрузочными люками объемом кузова 92 м³. модель 12-9922 / Я.А. Хурматов, О.У. Хайдаров, Ш.Б. Джаббаров, К.Х. Иноятлов // Научно-технический журнал Машиностроение. – 2023. – № 3. – С. 176 – 185. (05.00.00; OAK Raёsatining 2021 йил 30 декабрдаги 310/10-сон қарори).

7. Khurmatov Ya.A. About one method of determination of car movement under the fair wind on the sections of yard hump braking positions. / Ya.A. Khurmatov, Sh.B. Djabbarov, K.X. Inoyatov, O.U. Haydarov, B.Sh. Jumabekov // Scientific and technical journal Machine building. – 2022. – № 1. – P. 203 – 211. (05.00.00; OAK Raёsatining 2021 йил 30 декабрдаги 310/10-сон қарори).

II бўлим (II часть; II part)

8. Хурматов Я.А. Длиннобазная вагон-платформа для перевозки крупнотоннажных контейнеров / Я.А. Хурматов, О.И. Зайнитдинов, Д.Ш. Зафаров, Х.Х. Отажонов, Р.В. Рахимов // Материалы XVIII Международной научно-технической конференции «Подвижной состав XXI века: идеи, требования, проекты». – СПб.: ФГБОУ ВО ПГУПС, 2025. – С. 242 – 249.

9. Khurmatov Ya. Influence of wear of friction wedges of model 18-100 trolleys on the lifetime of the comb / Ya. Khurmatov, A. Gayipov, F. Galimova, K. Shokuchkorov, J. Abdirakhmonov // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 458. – P. 1 – 7. (DOI: 10.1051/e3sconf/202345810021) (Scopus, IF = 2,16).

10. Khurmatov Ya. The body of a dynamometer wagon for special technical purposes / Ya. Xurmatov, F. Khikmatov, M. Baltaev, I. Soboleva, A. Yuldashov // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 458. – P. 1 – 8. (DOI: 10.1051/e3sconf/202345803021) (Scopus, IF = 2,16).

11. Khurmatov Ya. Efficiency assessment of the braking equipment of freight cars on the Angren-Pap section of the railways / Ya. Khurmatov, S. Inagamov, K. Inoyatov, O. Khaidarov, V. Ergasheva // AIP Conference Proceedings. – 2023. – Vol. 2264. – P. 1 – 9. (DOI: 10.1063/5.0146369) (Scopus, IF = 2,21).

11. Khurmatov Ya. Study of the friction of the brake shoe of a freight car / Ya. Khurmatov, B. Abdullaev, Sh. Djabbarov, Ya Ruzmetov, K Inoyatov // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 401. – P. 1 – 10. (DOI: 10.1051/e3sconf/202340105036) (Scopus, IF = 2,14).

12. Khurmatov Ya. Evaluation of the efficiency of the friction tread brake of the diesel motor car / Ya. Khurmatov, O. Khaydarov, B. Abdullaev, Sh. Djabbarov and, S. Inagamov // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 402. – P. 1 – 8. (DOI: 10.1051/e3sconf/202340204009) (Scopus, IF = 2,12).

13. Khurmatov Ya. Innovative bases of technology of autonomous transportation of perishable cargo / Ya. Khurmatov, B. Abdullaev, A. Gayipov, R. Rahimov, Sh. Jabbarov, F. Galimova // E3S Web of Conferences. – 2023. – Vol. 402. – P. 1 – 10. (DOI: 10.1051/e3sconf/202340201013) (Scopus, IF = 2,12).

15. Khurmatov Ya. Analysis and prospects for the development of performance cargo transportation in the Republic of Uzbekistan / Ya. Khurmatov, R. Rahimov, B. Abdullaev, O. Haydarov, K. Inoyatov // AIP Conference Proceedings. – 2022. – Vol. 2432. – P. 1 – 6. (DOI: 10.1063/5.0089484) (Scopus, IF = 2,23).

16. Khurmatov Ya. Modern Gondola with Lightweight Body / F. Galimova, Ya. Khurmatov, M. Abdulloev, B. Jumabekov, D. Sultonaliyev, V. Ergeshova // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol. 247. – P. 1043 – 1050. (DOI: 10.1007/978-3-030-80946-1_94) (Scopus, IF = 2,3).

17. Программа для определения боковой силы, действующей на вагон через автосцепные устройства: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № DGU 23081 от 11.03.2023 Республика Узбекистан / Я.А. Хурматов, Р.В. Рахимов, Д.Ш. Зафаров; заявл. № DGU 20230469 от 23.01.2023; опубл. 11.03.2023; бюл. № 3.

18. Программа для определения коэффициента устойчивости колесной пары против схода с рельса: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № DGU 25595 от 20.06.2023 Республика Узбекистан / Я.А. Хурматов, Р.В. Рахимов, Д.Ш. Зафаров; заявл. № DGU 20234618 от 16.05.2023; опубл. 20.06.2023; бюл. № 6.

19. Программа для определения динамической вертикальной силы давления колеса на рельс, вызванной действием поперечных сил: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № DGU 51080 от 19.05.2025 Республика Узбекистан / Я.А. Хурматов, Р.В. Рахимов, Д.Ш. Зафаров, О.И. Зайнитдинов; заявл. № DGU 202504019 от 05.05.2023; опубл. 19.05.2025; бюл. № 5.

20. Программа для определения энергетической эффективности вагона: Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № DGU 51079 от 19.05.2025 Республика Узбекистан / Я.А. Хурматов, Р.В. Рахимов, Д.Ш. Зафаров, О.И. Зайнитдинов; заявл. № DGU 202504020 от 05.05.2023; опубл. 19.05.2025; бюл. № 5.

Автореферат “ТДТрУ хабарномаси” илмий-амалий журнали
тахририятида таҳрирдан ўтказилди ва матнларни мослиги текширилди
(__ .07.2025)

Қўғоз бичими: 84x60-1/16. Ризограф босма усули Times New Roman гарнитураси.
Шартли босма табағи: _____ б.т. Адади 100 нусха. Буюртма № _____.
Нашрга рухсат этилди: __ . __ .2025 й.

Гувоҳнома № _____
“Тірограф” МЧЖ босмахонасида чоп этилган
Босмахона манзили: 100167, Тошкент ш., Темирийўлчилар кўчаси, 1-уй.