ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ PhD.15/30.12.2019.T.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

БЕГМАТОВ ПАРДАБОЙ АБДУРАХИМОВИЧ

ЎЗБЕКИСТОННИНГ ТЕЗЮРАР ТЕМИР ЙЎЛ УЧАСТКАЛАРИДА ЙЎЛ УСТКИ ҚУРИЛМАСИ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ВА ЕР ПОЛОТНОСИ КОНСТРУКЦИЯСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

05.08.02 – Темир йўллар ва йўл хўжалиги

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2021

УЎК 625.172:656.022.846

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

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

Бегматов Пардабой Абдурахимович
Ўзбекистоннинг тезюрар темир йўл участкаларида йўл устки қурилмаси элементлари ва ер полотноси конструкциясини такомиллаштириш..... 3

Бегматов Пардабой Абдурахимович
Совершенствование конструкции элементов верхнего строения пути и земляного полотна на скоростных участках железной дороги Узбекистана..... 21

Begmatov Pardaboy Abdurakhimovich
Improvement of the design of elements of the upper structure of the track and the subgrade on the speed sections of the railway of Uzbekistan 40

Эълон қилинган ишлар рўйхати
Список опубликованных работ
List of published works 43

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ PhD.15/30.12.2019.T.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

БЕГМАТОВ ПАРДАБОЙ АБДУРАХИМОВИЧ

ЎЗБЕКИСТОННИНГ ТЕЗЮРАР ТЕМИР ЙЎЛ УЧАСТКАЛАРИДА ЙЎЛ УСТКИ ҚУРИЛМАСИ ЭЛЕМЕНТЛАРИ ВА ЕР ПОЛОТНОСИ КОНСТРУКЦИЯСИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

05.08.02 – Темир йўллар ва йўл хўжалиги

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ БЎЙИЧА ФАЛСАФА ДОКТОРИ (PhD) ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Тошкент – 2021

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2021.2.PhD/T1208 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

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

Илмий раҳбар:	**Абдужабаров Абдухамит Халилович** техника фанлари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	**Саржанов Тайжан Садиханович** техника фанлари доктори, профессор (Қозоғистон)
	Досметов Султанбай Камалович техника фанлари номзоди, доцент
Етакчи ташкилот:	**АЖ "Узоғирсаноатлойиҳа" институти**

Диссертация ҳимояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги PhD.15/30.12.2019.T.73.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «____» _____ соат _____ даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100167, Тошкент, Темирйўлчилар кўчаси 1-уй. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz)

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

Диссертация автореферати 2021 йил «_____»_____ куни тарқатилди.
(2021 йил «___»_____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

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

Я.О. Рузметов
Илмий даражалар берувчи
илмий кенгаш илмий котиби, т.ф.н., доцент

В.М. Цой
Илмий даражалар берувчи илмий кенгаш
қошидаги илмий семинар раиси ўринбосари,
т.ф.д., доцент

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертация аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда тезюрар темир йўл участкаларида ҳаракатланувчи поездлар ҳаракати хавфсизлигини ошириш, йўлнинг устки қурилмаси элементлари ва ер полотноси конструкцияларига салбий таъсир этувчи омилларни камайтирувчи технология ва усулларни ишлаб чиқиш етакчи ўринни эгалламоқда. Ривожланган давлатлар, АҚШ, Германия, Франция, Япония, Хитой, Россия каби мамлакатларда магистрал темир йўл транспорти ва маҳаллий тармоқларида йўл устки қурилмаси элементлари ва ер полотноси конструкцияларида юзага келувчи деформация ва нуқсонларни камайтиришга катта эътибор қаратилмоқда. Шу жиҳатдан тезюрар темир йўл участкаларида поездлар ҳаракат тезликларини ошиб бориши ва ўққа тушадиган юкларни ошиши ҳамда йўл устки қурилмаси элементларининг янги конструкцияларни жорий этилиши билан ажралиб турувчи темир йўл эксплуатациясининг замонавий шарт-шароитларда ер полотносининг мустаҳкамлиги ва барқарорлигини ошириш усулларини такомиллаштиришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Жаҳонда тезюрар темир йўлларнинг поездлар ҳаракати хавфсизлигини таъминлаш учун йўлнинг устки қурилмаси элементлари ва ер полотноси конструкциясини тўғри танлаш, лойиҳалаш ва ҳисоблаш масалаларига, шунингдек мустаҳкамлиги юқори бўлган йўл устки қурилмаси элементларини яратишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада ер полотносининг мустаҳкамлиги ва барқарорлигини ошириш усулларини такомиллаштириш; ер полотноси қияликлари устуворлигини таъминлашнинг янги усулларини яратиш; йўл устки қурилмаси асосий элементларининг хизмат муддатларини ошириш, йўлни соз ҳолатда сақлаб бориш ҳамда йўлларни таъмирлов ишлари ҳажмини камайтириш, йўл устки қурилмаси ва ер полотносида юзага келувчи деформация ва нуқсонларни камайтиришга қаратилган конструктив ечимларни ишлаб чиқиш назарий ва амалий тадқиқотларининг асосий зарур масалаларидан бири бўлиб ҳисобланмоқда.

Республикамизда темир йўл транспорти иншоотларини қуриш, улардан фойдаланиш йўналишида йўл-транспорт инфратузилмасини ривожлантириш бўйича кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан “...янги темир йўл магистралларини қуриш, ... йўл-транспорт, муҳандислик-коммуникация ва ижтимоий инфратузлмаларни ривожлантириш ҳамда модернизация қилиш бўйича мақсадли дастурларни амалга ошириш, ... темир йўлларни электрлаштириш даражасини ошириш, ...”[1] каби вазифалари белгиланган. Мазкур вазифаларни амалга оширишда тезюрар темир йўл участкаларда йўл

[1] Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги Фармони

устки қурилмаси ва ер полотносида юзага келувчи зўриқиш ва деформацияларни аниқлаш, улардан фойдаланишда хизмат муддатини ошириш ва йўлни таъмирлов ишлари муддатини узайтиришга қаратилган конструктив ечимлар ишлаб чиқиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги, 2019 1-февралдаги “Транспорт соҳасида давлат бошқаруви тизимини тубдан такомиллаштириш чора тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5647 Фармони, 2018 йил 18 июлдаги ПҚ-3866-сон “Бухоро-Мискен темир йўл линияси хавфсизлигини таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий хужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларга мослиги. Мазкур тадқиқот республика илм-фан ва технологияларини ривожлантириш бўйича II.«Энергетика, энергия ва ресурсларни тежаш» устувор йўналишлар доирасида бажарилган.

Муаммони ўрганилганлик даражаси. Тезюрар темир йўл участкаларда йўлнинг устки қурилмаси элементлари ва ер полотноси контсрукциясини такомиллаштириш бўйича назарий ва амалий тадқиқотлар дунёдаги етакчи мамлакатларнинг бир қатор илмий марказлари, университетлари ва илмий-тадқиқот институтлари, жумладан: University of Texas at Austin (АҚШ), Петербург давлат темир йўллар университети (Россия), Россия транспорт университети (Россия), Темирйўл транспорти Илмий-тадқиқот институти (ВНИИЖТ), шунингдек Тошкент давлат транспорт университети (Ўзбекистон) томонидан амалга оширилмоқда.

Тезюрар темир йўл участкаларда ер полотноси ва йўлнинг устки қурилмаси элементларининг деформацияланувчанлик муаммолари бўйича, шу жумладан фойдаланишдаги темир йўлларни мустаҳкамлаш учун амалий фойдаланиш мақсадидаги тадқиқотлар қуйидаги олимлар томонидан олиб борилган: Е.С.Ашпиз, В.В.Виноградов, С.В.Амелин, Д.В.Волоцкий, А.Ф.Колос, С.Я.Луцкий, А.А.Цернант, В.Ф.Барабошин, Г.Г.Коншин, Г.Н. Жинкин, В.И. Грицик, И.В. Прокудин, С.П. Першин, Г.С. Переселенков. Темир йўл изларини лойиҳалаш ва ҳисоб-китоб қилиш ишларига В.Г.Альбрехт, Н.П.Виногоров, В.В.Ершов, А.В.Замуховский, В.Б.Каменский, А.Я.Коган, З.Л.Крейнис, Г.М Стоянович., О.А.Суслов, М.А.Фришман, Г.М.Шахунянц, Т.Г.Яковлева, Н.И.Карпущенко, В.С.Лисюклар катта ҳисса қўшишган. Темир йўл транспортида геотекстиль материалларни қўллаш самарадорлиги масалаларини Л.С.Блажко, М.В.Бушуев, А.В.Петряев ва бошқа олимлар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Мамлакатимизда темир йўллар ер полотносининг мустаҳкамлигини ошириш йўналишидаги тадқиқотлар, шунингдек, ҳам қурилаётган, ҳам

фойдаланилаётган темир йўллар йўл устки қурилмасининг ишончлилигини таъминлаш йўналишидаги тадқиқотлар билан Т.И.Фазилов, Р.С.Закиров, М.М.Мирахмедов, А.Х.Абдужабаров, С.Т.Джаббаров, А.Н.Овчинников, А.Ф.Расулев, К.С.Лесов, С.К.Досметов, С.С.Ниязбеков, М.К.Музаффарова, Ш.Ш.Абдукамилов, А.М.Абдукаримов, З.Э.Мирсалихов, А.Ю. Мамадалиев, Х.К.Умаров ва бошқалар шуғулланишган.

Маҳаллий ва ҳорижий амалиётдан келиб чиқиб, йўл устки қурилмаси элементлари ва ер полотноси конструкциялари ишлаш шароити ва мустаҳкамлик шароитига таъсир қилувчи омиллар ва уларнинг олдини олиш бўйича бажарилган илмий тадқиқотларда тўлиқ кўриб чиқилмаган. Тезюрар темир йўл участкаларда йўл устки қурилмаси элементлари ва ер полотноси конструкциясиларида юзага келувчи зўриқиш ва деформацияларни камайтириш бўйича бажарилган тадқиқотлар етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотнинг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан ўзаро боғлиқлиги. Диссертация тадқиқотлари Тошкент темирйўл транспорти муҳандислари институтининг (2017-2019) № ЁБВ-Атех-2018-(28+26) ёш олимлари давлат гранти режасига киритилган лойиҳа доирасида «Темирйўл изларининг инфратузилмаси элементларини такомиллаштириш бўйича лойиҳавий-техник қарорларни ишлаб чиқиш» мавзуси бўйича бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади. Ўзбекистоннинг тезюрар темир йўл участкаларида йўл устки қурилмаси элементлари ва ер полотносида юзага келувчи зўриқишларни камайтиришга қаратилган конструктив-техник ечимларни ишлаб чиқиш ва уларни ҳисоблаш усулларини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

йўлнинг устки қурилмаси ва ер полотноси деформациясини табиий тадқиқотлар билан поездларнинг тезюрар ҳаракати вақтидаги ушбу деформацияларнинг сабабларини аниқлаш;

йўлнинг устки қурилмаси ва ер полотносининг поездларнинг тезюрар ҳаракати вақтида юзага келувчи деформацияларни камайтириш ва йўлнинг таъмирлараро муддатларни ошириш имконини берувчи конструктив ечимларни ишлаб чиқиш;

балласт призмасини ҳисоблашнинг мавжуд назарий ишланмалари асосида, поездларнинг тезюрар ҳаракатида унинг ер полотносига таъсир кўрсатиш даражасини аниқ ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш;

поездларнинг тезюрар ҳаракати вақтида ортиб борадиган горизонтал ва вертикал юкламаларга қаршилиги юқори бўлган темирбетон шпаллар ва рельс ости прокладкалари конструкцияларини такомиллаштириш.

Тадқиқот объекти сифатида Ўзбекистоннинг тезюрар темирйўл участкаларида мавжуд темирйўл изининг йўл устки қурилмаси ва ер полотноси олинган.

Тадқиқот предмети сифатида темирбетон шпаллар конструкцияси, фторопласт рельсости прокладкаси, турли гран-таркибларга эга бўлган

балласт призмаси, шунингдек ер полотноси ўйма ва кўтармаларининг конструкциялари олинган.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот жараёнида рельс ости прокладкаларини ишқаланиш коэффициентини аниқлашнинг стандартлаштирилган услублари, шунингдек тажриба натижаларига ишлов беришнинг математика-статистика усуллари, Гук қонуни, Кулон қонунлари, дифференциал ва интеграл ифодалар ҳисобларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

тезюрар темир йўлларнинг кўтарилиш, тушиш ва эгри участкалари учун йўлни бўйлама ва кўндаланг силжишга қаршилигини ошириш мақсадида қабариқ таянч юзали темирбетон шпаллар конструкцияси яратилган ва амалда қўллаш бўйича тавсиялар ишлаб чиқилган;

рельсга ташқи куч таъсирини ҳисобга олган ҳолда уни бўйлама силжишга қаршилигини ошириш учун тажриба-тадқиқот асосида фторопластдан тайёрланган рельс ости прокладкасини қўллаш мақсадга мувофиқлиги аниқланган ва илмий асосланган;

тезюрар темир йўл участкаларда ҳаракатдаги таркиб учун йўл устки қурилмаси ва ер полотносига узатиладиган таъсирлар асосида амплитуда-частотали тавсифларнинг математик модели ишлаб чиқилган;

поездлар ҳаракати хавфсизлигини таъминлаш учун тезюрар темир йўл участкаларининг асоси заиф грунтлардан иборат бўлган кўтармаларни темирбетон қозиқлар билан мустаҳкамлаш асосида янги конструктив ечимларини ҳисоб модели ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

тезюрар темир йўл участкаларда рельсларнинг силжишга қаршилигини ошириш ва йўлнинг таъмирлараро муддатини узайтириш мақсадида фторопластдан тайёрланган рельс ости прокладкаси таклиф этилган;

тезюрар темир йўл участкалари кўтарилиш ва тушиш участкаларида силжишга қаршилиги юқори бўлган қабариқ таянч юзали темирбетон шпала конструкцияси ишлаб чиқилган;

тезюрар темир йўл участкалари ер полотноси кўтармаларини темирбетон қозиқлар билан мустаҳкамлашнинг ҳисоблаш алгоритми ва дастурий таъминоти ишлаб чиқилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги, улар тадқиқотнинг замонавий усуллари ва услубларидан фойдаланилган ҳолда олиб борилганлиги, математик статика қонунларига асосланган назарий тадқиқотлар амалга оширилганлиги, темир йўл изининг йўл устки қурилмаси ва ер полотноси ишлари бўйича назарий ҳисоб маълумотларининг дала шароитларида ўтказилган тадқиқотлар, таклиф ва тавсияларнинг моделли тажрибалари билан юқори даражада мос келганлиги билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти йўл устки қурилмаси элементларининг ва ер полотносининг конструкцияларини такомиллаштирилишида янгича

ёндошувнинг ишлаб чиқилганлиги, шунингдек ушбу конструкцияларни таҳлилий ечимлар ва экспериментал формулалар ёрдамида ҳисоблаш усулларини қўлланилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти поездларнинг тезюрар темир йўл участкаларида йўл устки қурилмалари, хусусан темирбетон шпаллар, рельс ости прокладкаси, балласт қатлами ва ер полотноси конструкцияларини такомиллаштириш орқали уларда юзага келувчи зўриқиш ва деформацияларни камайтириш, шунингдек йўлнинг таъмирлараро муддатларини қисқартиришга қаратилган чора-тадбирларни ишлаб чиқиш билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларини жорий қилиш: Ўзбекистон темир йўлларининг тезюрар участкаларида йўл устки қурилмаси ва ер полотноси элементларини такомиллаштириш юзасидан олинган илмий натижалар асосида:

Тошкент темир йўл масофаси (ПЧ-2) ҳудудидаги синов стендида фторопластдан тайёрланган рельс ости прокладкаларининг ишқаланиш коэффициенти юқорилиги аниқланган ва “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тасарруфидаги “Йўл хўжалиги бошқармаси” корхонасида жорий қилинган ("Ўзбекистон темир йўллари" АЖнинг 2021 йил 15 июндаги 01/2177-21-сон маълумотномаси). Тадқиқот натижаси асосида фторопласт прокладкасининг резинали прокладкага нисбатан силжишга қаршилиги 43% кўплигини аниқлаш имконини берган;

тезюрар темир йўл участкаларининг кўтарилиш ва тушиш участкаларда ҳаракатдаги таркибнинг тормозланишидан силжиш деформацияларини камайтирувчи қабариқ таянч юзали темирбетон шпаллар “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тасарруфидаги “Йўл хўжалиги бошқармаси” корхонасида жорий қилиш учун қабул қилинган ("Ўзбекистон темир йўллари" АЖнинг 2021 йил 15 июндаги 01/2177-21-сон маълумотномаси). Натижада шпал таянчининг қабариқ қисми юкларни балласт призмасига ўтказиш бурчагини оширади, бу ундаги зўриқишни камайтириш, яъни ер полносидаги грунтнинг сиқилиш қатлами камайиши натижасида ер полотносидаги зўриқишни камайтириш имконини беради;

ишлаб чиқилган ер полотноси кўтармасининг темирбетон қозиқлар билан мустаҳкамлаш усули “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ нинг “Бухоро-Мискен” темир йўл линиясида жорий қилиш учун қабул қилинган ("Ўзбекистон темир йўллари" АЖнинг 2021 йил 15 июндаги 01/2177-21-сон маълумотномаси). Мазкур конструктив ечим ер полотноси грунтидаги зўриқишларнинг бир текисда тақсимланишига ва вертикал таркибий қисмларнинг бир қисмини асос грунтига ўтишига олиб келади.

Тадқиқот натижаларини апробация қилиш. Мазкур илмий тадқиқот натижалари 5 та халқаро ва 3 та республика илмий-тадқиқот анжуманларида муҳокама қилинган.

Тадқиқот натижаларининг нашр қилиниши. Диссертация мавзуси бўйича жами 20 та илмий иш, шу жумладан 2 та мақола SCOPUS базасида

индексацияланадиган журналларда, 6 та мақола Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси докторлик диссертацияларининг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий журналларда, шундан 3 таси хорижий ва 3 та маҳаллий журналларда чоп этилган, шунингдек ЭҲМ дастури учун 2 та гувоҳнома мавжуд.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш қисми, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан ташкил топган. Диссертациянинг ҳажми 118 варақдан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Ишнинг кириш қисмида диссертацияда ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотларнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предмети тавсифланган, тадқиқотнинг республикаси фан ва технологияси ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларни амалиётга жорий қилиш, нашр этилган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг “**Тезюрар ҳаракат шароитида йўл устки қурилмаси конструкцияси ва ер полотносининг деформацияланувчанлигини ҳозирги ҳолати”** деб номланган биринчи бобида йўл устки қурилмаси элементлари конструкцияси ва унинг таркибий қисмлари, шу билан бирга ер полотносининг мустаҳкамлик хоссалари ва унинг бу хоссаларига таъсир этувчи омиллар юзасидан йиллар мобайнида ўрганилган кўп сонли тадқиқотлар таҳлили келтирилган.

Ҳозирги вақтда бутун дунё тезюрар темир йўл участкаларида поездларнинг белгиланган тезлик билан ҳаракатланишини таъминлаш мақсадида йўл устки қурилмаси элементлари ва ер полотноси конструкцияларига ўзгартиришлар киритилиб келинмоқда. Бу ўзгаришлар чоксиз излардан, термик усул билан мустаҳкамланган рельслардан, темирбетон шпалалардан, янги конструкцияли бириктиргичлардан, ер полотносини геоматериаллар орқали мустаҳкамлаш билан, ҳамда рельсости асосга тегишли қисмлардан кенг кўламда фойдаланиш билан боғлиқ. Бу конструктив ўзгаришларнинг барчаси йўлнинг иш шароитларига, уни соз ҳолатда сақлаш ва таъмирлаш усуллари ва улар билан боғлиқ моддий ва меҳнат сарфларига ўз таъсирини кўрсатади. Темир йўлларни тезюрар темир йўл участкалари учун қайта қуришда, йўлнинг ҳар қандай элементи конструкциясини ўзгариши барча элементларининг иш шароитларига таъсир этади.

“Йўл устки қурилмасини табиий шароитда тадқиқ этиш” деб номланган иккинчи бобда Тошкент темирйўл масофаси (ПЧ-2) ҳудудида жойлашган махсус синов стендида рельс таглигининг рельсларни бўйлама силжитиш рельс ости прокладкаси бўйича сирпанишининг ишқаланиш коэффициенти таъсирини аниқлаш бўйича тажриба ўтказилди.Синов стендига хозирги кундаги фойдаланилаётган резинали прокладка ва

фторопласт рельс ости прокладкалар ўрнатилиб, уларга таранглаш дастгохи ёрдамида куч таъсир эттирилиб, рельсларни бўйлама силжитиш орқали прокладкаларни силжишга қаршилиги аниқланди.

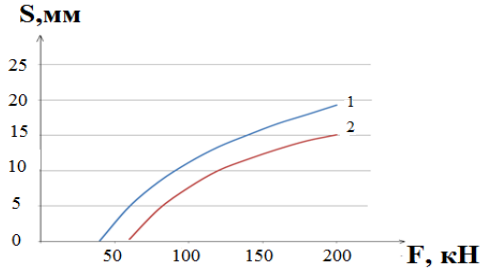
Ўтказилган тадқиқот натижаларидан келиб чиқиб қуйидаги ифода бўйича ишқаланиш коэффициенти аниқланди:

$$\mu_{\text{рез.прокладка}} = \frac{F_1}{\sum P} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{фтор.прокладка}} = \frac{F_2}{\sum P} \quad (2)$$

бунда F_1, F_2 – рельсни силжитувчи куч, кН; $\sum P$ – рельс маҳкамлагичларни сиқувчи куч ва рельс оғирлигининг йиғиндиси, кН.

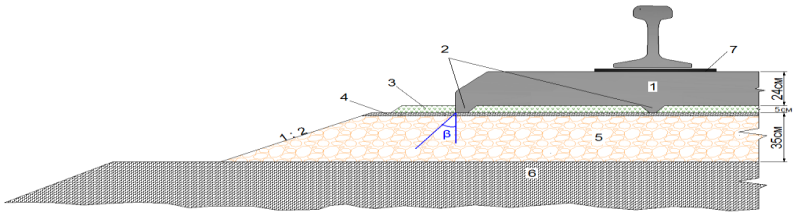
Юқоридаги ифодалардаги ҳисобларга кўра, рельсости прокладкаларидан ишқаланиш коэффициенти μ=0,16 га тенг бўлди, фторопластдан тайёрланган рельс ости прокладкаларидан эса ишқаланиш коэффициенти μ=0,28 ни ташкил этди. Яъни, $\mu_{\text{фтор. прокладка}} > \mu_{\text{рез. прокладка}}$



1-расм. Рельсга бир хил куч таъсир этганида резинали ва фторопластли прокладкалар силжишининг солиштирма графиги: 1 – резинали рельсости прокладкаси, 2 – фторопластдан тайёрланган рельсости прокладкаси.

Фторопластдан тайёрланган рельс ости прокладкаси, юқори даражада сиқилиш (12,9МПа) ва чўзилишга (14,0 – 25,0МПа) чидамли бўлиб, ўзида сувни сингдирмайди, бу конструкциянинг нормал ишлашини таъминлайди. Фторопластнинг эриш ҳарорати $t=327^0C$, ишлаш ҳарорати эса $t=-120^0C$ бўлиб, бу ҳар қандай об-ҳаво шароитларида рельс ости прокладкасини ишончли ишлатиш имконини беради. Вибрацияли тебранишларни полимер композитлигидан кўра яхшироқ: паст частотали тебранишларни 5 баробар, юқори частотали тебранишларни 10 баробар камайтириши аниқланди.

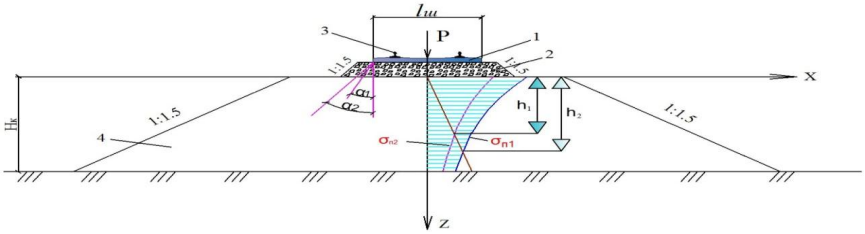
Диссертациянинг **“Тезюрар ҳаракатни ҳисобга олган ҳолда Ўзбекистон шароитида йўл устки қурилмасини тадқиқ этиш”** деб номланган учинчи бобида темирбетон шпала конструкциясига ўзгартириш киритиш таклиф этилган ва балласт призманинг турли хил гран-таркибли конструкцияси ишлаб чиқилган ва ушбу конструкцияларнинг хисоб-китоблари формулалар ёрдамида асослаб берилган.



2-расм. Балласт призмаси ва қабариқ таянч юзали темирбетон шпаланинг конструкцияси: 1– темирбетон шпала; 2 – шпала қовурғалари; 3–10% га битум билан тўйинтирилган ўрта йирикликдаги қум; 4 – геотекстил қатлам; 5 – таркибида 20% ўрта

йирикликдаги қум бўладиган шебен; 6 –ер полотноси; 7 –фторопластли рельс ости прокладкаси.

Тавсия қилинаётган қабариқ таянч юзали темирбетон шпала йўлнинг эгри участкаларида марказдан қочирма кучларга қаршиликни ортишига хамда кўтарилиш ва тушиш участкаларида харакатдаги таркибнинг тормозланиши натижасида содир бўлувчи йўлнинг бўйлама силжишини камайтиришга имкон яратади.



3-расм. Қабариқ таянч юзали темирбетон шпалнинг зўриқиш эпюраси:1 – қабариқ таянч юзали шпал; 2 – балласт призмаси; 3 – рельс; 4 – ер полотноси.

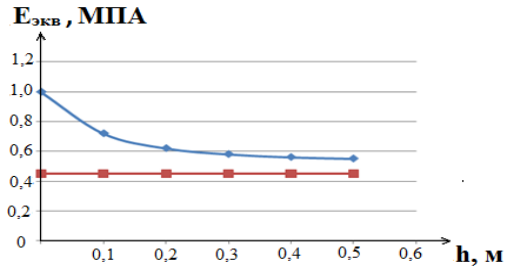
Темир йўл балласт призмаси кўпқатламли структура ҳисобланади. Кўп қатламли грунт структураларини мустаҳкамликка ҳисоблашларни икки қатламликка келтириб, ЙўлИТИ (ДорНИИ) таклиф этган кўпқатламли грунт қопламаларини ҳисоблаш усулидан фойдаланган ҳолда деформациянинг эквивалент модулини қуйидагича аниқлаш мумкин:

$$E_{экв} = \frac{E_{i-1}}{1-\frac{2}{3}\left(1-\frac{1}{h^{3.5}}\right)arctg\,\frac{h}{Д}n}; \quad (3)$$

$$n = \sqrt[2.5]{\frac{E_i}{E_{i-1}}}, \quad (4)$$

бунда E_{i-1} – яримфазонинг юқори қатламининг деформация модули; E_i – яримфазонинг қуйи қатламининг деформация модули; h –шпала қалинлиги; Д – шпалани балласт қатламига таяниш доирасининг шартли диаметри.

(3),(4) ифодалар бўйича балласт призмасининг жойлашиш чуқурлигига асосан ҳисоблаб топилган грунтнинг умумий деформацияланувчанлигининг эквивалент модулини ўзгариш графиги 4-расмда келтирилган.



4-расм. Балласт призмасининг жойланиш чуқурлигига кўра эквивалент модулини ўзгариш графиги: 1 - геотекстилсиз балласт призмаси; 2 - геотекстилли балласт призмаси; Н - балласт призмаси қатламининг баландлиги.

Тезюрар темир йўл участкаларида темирбетон шпалали темирйўл устки қурилмасининг зўриққан-деформацияланган ҳолатлари ўрганилди. Балласт призмасининг горизонтал сурилишларига эластиклик модулларининг таъсири кўриб чиқилди. Моделлаштириш деформацияланувчи қаттиқ жисм механикаси масаласини ечимига мосланган ҳолда чекли элементлар услубига асосланган.

Магистрал темир йўлнинг тўғри чизиқли участкасининг кўндаланг кесими шпала, балласт қатлами ва кўтарма асосини бир қисмидан иборат. Турли хил шпалалар ётқизилган магистрал темирйўл устки қурилмасининг зўриққан-деформацияланган ҳолатини ҳисоблаш ишлари амалга оширилди. Модификациялашган темирбетонли сирти силлиқ ва ботиқ бўлган икки хил шпалаларни кўриб чиқамиз.

Шпала эластиклик модули $E_0 = 60$ МПа ва $\nu = 0{,}35$ тенг шебен қатлами устига ётқизилган. Йўл устки қисми ёнбағирларининг нишаблиги $k = 1{:}\,1{,}5$. Кўтарма асосининг шакли ён томонларини нишаблиги $k = 1{:}\,2$ тенг трапеция кўринишида бўлади.

Оралиқ бирикма рельс ости прокладканинг кенглигига тенг 0,15м узунликдаги майдончаларда симметрия ўқидан ±0,8 м масофада ётган шпалага рельс ҳамда бириктиргичлар орқали ғилдирак жуфти таъсирини ўхшатувчи ўзгармас интенсивлиги q га тенг тақсимланган юк қўйилади. Ҳисоблашларда рельсга Q=120 кН=0,12 МН куч билан ғилдирак таъсир этмоқда деб қабул қилинади. Ушбу юкни оралиқ бирикма рельс ости прокладкаси майдони бўйича тақсимлаб босимнинг қуйидаги қийматини топамиз:

$$q = \frac{0{,}12\ MH}{0{,}15\text{м}0{,}25\text{м}} = 2{,}7\ \text{Мпа} \qquad (5)$$

Экспериментал маълумотларни ишлаб чиқиш натижасида шебенли балласт таянч қисмини ботиқ шпаланинг ҳамда фторопалстли рельс ости прокладкасининг силжишига квазистатик қаршилик кучини сурилиш ва вертикал юк миқдорига боғлиқлиги топилган.

$$F = (a + b\nu)\sqrt[5]{\Delta}\, f\ d, \qquad (6)$$

бунда F – балласт қаршилигини квазистатик ташкил этувчисининг қиймати, кН; ν – шпалага тушадиган вертикал юк, кН; Δ – шпалани ташқи кучлар таъсири остида силжиши, мм; a, b – балластнинг тури ва ҳолатини ҳисобга олувчи коэффициентлар; f – геотекстилли қистирмани балластнинг мустаҳкамланишига таъсир этишини ҳисобга олувчи коэффициент, (f=1,1); d – шпала таянч қисмининг ботиқлигини ҳисобга олувчи коэффициент, (d=1,05).

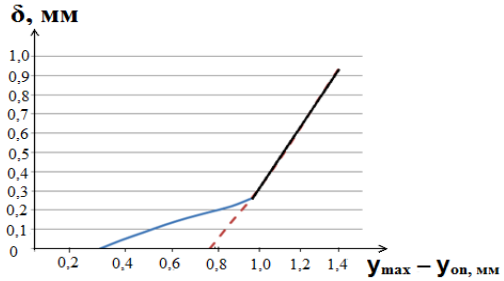
Коэффициент a балластни шпаланинг учлари ва ён деворлари бўйича қаршилигини, b коэффициент эса вертикал юк миқдорига боғлиқ бўлган қаршиликни ифодалайди.

Силжишларнинг кичик қийматлари доирасида даражали боғлиқликнинг катта қиялиги ушбу (6) эмпирик формулада ўзгармас ташкил этувчидан фойдаланмасликка имкон беради. Балластнинг ёпишқоқлик хусусиятлари тўлиқ қаршилик $R_б$ учун ифодага квазистик ҳадидан ташқари шпалани силжиш тезлигининг биринчи даражасига мутаносиб қўшувчини киритиш орқали ҳисобга олинди.

$$R_б = F + K_б\, \dot{y}\, e\ , \qquad (7)$$

бунда $K_б$ – қиймати вертикал юкка боғлиқ бўлган балластдаги ёпишқоқ ишқаланиш коэффициенти; $\dot{y}$ – шпалани силжиш миқдори, мм; е – балласт

ёпишқоқлигини фторопластдан ишланган рельс ости прокладакасидан фойдаланиш натижасида ўзгаришини ҳисобга олувчи коэффициент (е=1,2).



5-расм. Шпаланинг қолдиқ силжишини кўндаланг сурилишнинг максимал қийматига боғлиқлиги.

Оқувчанликка эришилгандан сўнг шпала пластик силжий бошлайди, бундай силжиш эса қаршилик кучларини оширмайди. Шебен ва майдаланган тошдан қурилган балласт призмаларида қолдиқ силжиш миқдори $\delta_т$ шпалаларнинг энг катта силжишларига боғлиқ бўлиб, қуйидаги ифодадан топилади (5-расм):

$$\delta_т = \begin{cases} 0, \text{учун } |\max(y_n - y_{on})| \le 0{,}3 \text{ мм} \\ 0{,}35\,[\max(y_n - y_{on}) - 0{,}3\, sign \max(y_n - y_{on})] \text{ учун } 0{,}3\Delta|\max(y_n - y_{on})| \le 2 \text{ мм}, \\ \max(y_n - y_{on}) - 0{,}9\, sign \max(y_n - y_{on}), \text{учун } 1\Delta\, |\max(y_n - y_{on})| \end{cases} \quad (8)$$

бунда y_{on} – шпала силжишлари ўлчанадиган бошланғич нуқта, мм; y_n – юкланишнинг айнан шу n-циклида шпалани нўлинчи ҳолатига нисбатан силжиш миқдори; $\max(y_n - y_{on})$ – максимал силжиш, яъни n-циклдаги силжиш амплитудаси.

Суриш кучи камайганда шпала балластнинг қаршилик кучини эластик ташкил этувчисининг таъсири остида бошланғич ҳолатдан бошқа – $\delta_т$ га фарқ қилувчи ҳолатга қайтади. Шпаланинг дастлабки ҳолати y_{on} бўлган, шунда юкланишнинг n+1 цикли бошланишида балластнинг қаршилик кучини аниқлаш учун янги саноқ боши қуйидагига тенг бўлади:

$$y_{on+1} = y_{on} + \delta_т. \quad (9)$$

Балластни (n+1)-циклдаги юкланишда қаршилик кучи тенг:

$$F^{т}_{n+1} = (a + bv)\sqrt[5]{y - y_{on+1}}\,, \quad (10)$$

бунда индекс (+) шпаланинг силжиш қийматига, яъни қуйидаги шарт бажарилишига мос бўлади:

$$sign(y - y_{on-1}) = sign\, \dot{y};$$

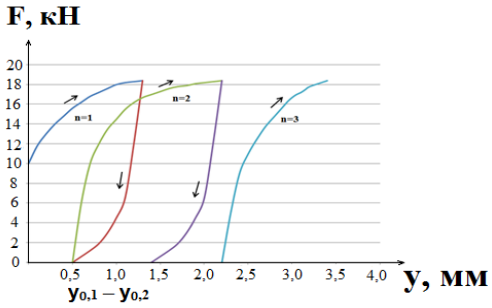
Юкланишдан бўшатиш жараёнининг ўзига хослиги қайтарувчи куч миқдорини кескин камайиб кетишидадир. Шундан кейин қайтарувчи куч қийматини силжишга боғлиқлик эгри чизиғи абсцисса ўқини y_{on+1} нуқтасида кесиб ўтувчи нишаби камроқ бўлган чизиққа айланиб қолади (6-расмга қаранг).

Балласт кучлари ва шпаланинг силжиши орасидаги боғланишни квазистик ташкил этувчиси ташқи таъсир миқдори камайганида қуйидагига тенг:

$$F_n = (a + bv)\sqrt[5]{\frac{max\ y_n - y_{on}}{max\ y_n + y_{on}}}\,(\sqrt[5]{max\, y_n - y_{on}} - \sqrt[5]{max\, y_n - y}); \quad (11)$$

бунда F_n – балластни билан шпаланинг орасидаги боғланиш кучларини n-

циклда мувозанат ҳолати (sign y ≠ sign(y-y_{on}) томон ҳаракатланишидаги квазистик ташкил этувчиси; max y_n – шпаланинг юкланиш циклидаги максимал силжиш миқдори; y_{on} – юкланиш цикли бошида шпаланинг координатаси; y_{on}= y_{on}+ $\delta_т$ – циклдаги разгрузка чизиғини абсцисса ўқи билан кесишган нуқтаси.



6-расм. Шпалани цикллар бўйича юкланишида куч–сурилиш эгри чизиқларнинг ўзига хосликлари (вертикал юкланиш 27 кН).

Балласт энергиясини сочилиб тарқалиши юкланиш ва юкланишдан бўшатиш орасидаги боғланишларнинг ночизғий характерга эгалиги оқибатидир бу ютиш (сингиш) коэффициенти билан белгиланади:

$$\psi = \frac{\Delta W}{W}, \qquad (12)$$

бунда ΔW – битта цикл давомида сингдириладиган энергиянинг бир қисми; W –циклдаги деформация амплитудасига жавобгар бўлган шу циклнинг потенциал энергияси.

Шебенли балластнинг қарор топган ҳолати учун экспериментлар натижаларини ишлаб чиқилиши қуйидаги коэффициентларни аниқлашга имкон берди:

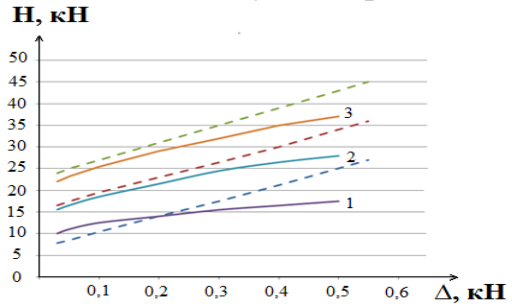
a=9, b=0,6.

Шебенли балластдаги шпаланинг вертикал ва горизонтал юклар таъсири остида силжишига қаршилик кучини эмпирик ҳисоблаш формуласи эса қуйидагига тенг:

$$F = (9 + 0{,}6\sqrt[5]{\Delta}\ . \qquad (13)$$

Полигонда олиб борилган тажрибаларда олинган маълумотларини ишлаш натижасида аниқланган суриш кучининг катталигини вертикал юкка боғлиқлиги 7-расмда кўрсатилган.

7-расмда эмпирик боғланишнинг экспериментал маълумотлар билан бир-бирига етарли даражада тўғри келиши кўрсатилган, бу илмий тадқиқотлар натижасида олинган маълумотлар ишончлилигини билдиради.



7-расм. Суриш кучининг катталиги ν ни вертикал юкка боғлиқлиги: 1– ν=20 кН; 2– ν=40 кН; 3– ν=60 кН;

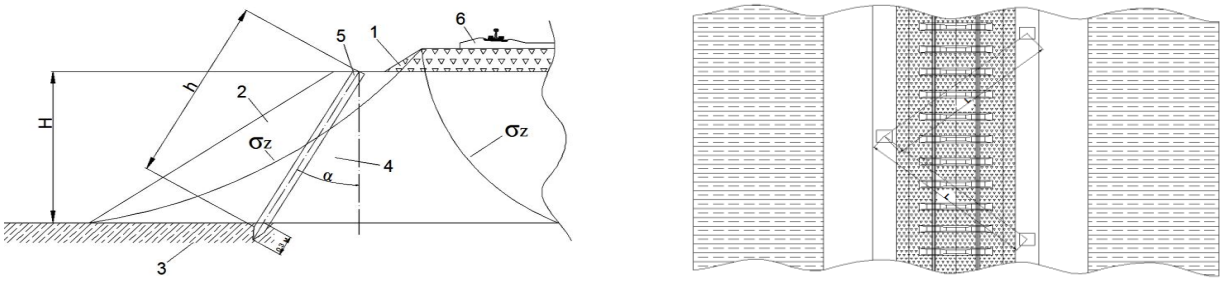
Диссертациянинг “**Тезюрар ҳаракатда ер полотносининг конструктив хусусиятлари ва уларни ҳисоблаш”** деб номланган тўртинчи бобида ер полотносини темирбетон қозиқлар ёрдамида мустаҳкамлаш, тезюрар ҳаракатни ҳисобга олган ҳолда ер полотноси конструкциясини ҳисоблаш ва геотекстил билан арматураланган катта қияликка эга ер полотносининг конструкцияси, шунингдек диссертация ишида кўриб чиқилган ва таклиф этилган конструктив ечимларни техник-иқтисодий баҳолаш келтирилган.

Турли хил грунтлардан ташкил топган ва баландлиги Н=10м бўлган ер полотноси ҳолатини аниқлаш бўйича амалга оширилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар ҳаракатдаги таркибнинг юқори тезлик билан ҳаракатланишида вужудга келадиган юқори зўриқиш зонасини аниқлашга имкон берди. Бундан шу хавфли зонани мустаҳкамлаш ёки ер полотноси бўйлаб зўриқишни равон тақсимлай оладиган қўшимча конструкцияни яратиш зарур ва бу участкада поездларни ҳаракат тезлигини оширишга ҳамда хавфсизлигини таъминлашга имкон яратади.

Ер полотносини кучайтириш учун темирбетон қозиқлардан иборат конструкция ишлаб чиқилди – 8-расм. Поездларнинг тезюрар ҳаракатланиши жараёнида ҳаракатдаги таркиб таъсири натижасида тебратувчи кучлар вужудга келади ва сейсмик тавсифларга ўхшаш амплитуда-частотали тавсифлар ҳосил бўлади. Экспериментал йўл билан моделларда поездларни бир из бўйлаб ҳаракатланишидаги темирбетон қозиқлар орасидаги масофалар аниқланди:

$$L = \frac{b^2 K'}{H\, tg\varphi} + htg\alpha\,, \qquad (14)$$

бунда b – ер полотноси кенглиги, м; K′ – поездларнинг ҳаракат тезлигини ҳисобга олувчи коэффициент; Н – кўтарма баландлиги, м; φ_d – грунтлар хусусиятини ҳисобга олувчи динамик коэффициент; h –темирбетон қозиқлар узунлиги, м; α – темирбетон қозиқларни қиялик бурчаклари, α = $20^o \div 40^o$ оралиғида қабул қилинган.



8-расм. Ер полотноси кесими бўйлаб энг катта зўриқишлар эпюралари ва темирбетон қозиқларнинг жойлашиши: σ_z – ҳаракатдаги таркибнинг юқори тезлик билан ҳаракатланишидан юзага келувчи зўриқиш; 1 – балласт призмаси; 2 – ер полотноси; 3 – ер полотноси асоси; 4 – ер полотносида энг катта зўриқишлар зонаси; 5 – ер полотносини кучайтириш учун темирбетон қозиқлар; 6 – темирбетон шпалалар

Бурчак остида қоқилган темирбетон қозиқлар ер полотноси грунтида зўриқишларни равон тақсимланишига ҳамда вертикал ташкил этувчиларни асос грунтига узатишга ёрдам беради ва бу ер полотносининг поездлар юқори тезликда ҳаракатидаги ҳаракатланувчи таркиб таъсирига қарши

умумий чидамлилигини таъминлаб бериши аниқланди. Ер полотноси ҳамда йўл устки қурилмасининг амплитуда-частотали тавсифларини ўлчашлари иншоотдаги динамик бикирликни ошганини кўрсатди, бу эса темирбетон қозиқлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ эканлигини тасдиқлайди.

Ер полотноси кўтармаларини ҳисоблашнинг асосий босқичида ҳажмий зўриқишларни ва уринма зўриқишларнинг интенсивлигини ҳисоблаш ишлари уларнинг максимал қийматларига тўғри келувчи юзаларни аниқлаш билан биргаликда бажарилди.

Бизнинг ҳисоблаш моделимизда йўлларнинг устки қурилмаси саккизта тугунга эга ясси тўғрибурчакли элементлар кўринишида берилган. Элементлар кўтарманинг баландлигига қараб чегаравий шартлари чизиқли қонун бўйича ўзгариб боради ва Гукнинг умумлаштирилган қонуни билан ифодалаймиз:

$$\bar{\sigma} = (\text{Д}\,\bar{\varepsilon}\,)\text{к}, \tag{15}$$

бунда $\bar{\sigma}$ – зўриқиш компонентлари, $\bar{\varepsilon}$ – деформация компоненталари, Д – эластиклик матрицаси, к – эластиклик коэффициенти:

$$\text{к} = \text{к}_{\text{з}}\text{к}_{\text{д}},$$

бунда $\text{к}_{\text{з}}$ – тезюрар ҳаракат ҳисобга олинадиган барқарорлик захираси коэффициенти; $\text{к}_{\text{д}}$ – ер полотноси кўтармасининг хусусий тебранишлари частотасига кўра қабул қилинадиган динамиклик коэффициенти.

$$\text{Д} = \left[d_{ij}\right], \quad (ij\text{=1, 2, 3}),$$

$$\bar{\sigma} = \left\{\sigma_x, \sigma_{y,} \tau_{xy}\right\}^{\text{T}}; \qquad \varepsilon = \left\{\varepsilon_x, \varepsilon_{y,} \varepsilon_{xy}\right\}^{\text{T}}.$$

Эластиклик ясси масалаларининг зўриққан ҳолатини аниқлаш алгоритмини таърифлаб берамиз. ЧЭУ га мувофиқ тарзда ўрганилаётган ҳисоблаш соҳаси юқори тартибли тўртбурчакли квадратик элементларга ажратилади. Ҳар бир элемент чегарасида грунт материали бир хил бўлади.

Ўзаро шакл нисбатини аниқлаб берувчи функциялар қуйидаги кўринишга эга:

$$\left.\begin{aligned} h_1 &= -0{,}25(-\xi)(1-q)(\xi-q+1) \\ h_2 &= 0{,}5(1-q^2)(1-\xi) \\ h_2 &= -0{,}25(1-\xi)(1-q)(\xi-q+1) \\ h_4 &= 0{,}5(1-\xi)(1-q) \\ h_5 &= 0{,}25(1+\xi)(1-q)(\xi-q-1) \\ h_6 &= 0{,}5(1-q^2)(1+\xi) \\ h_7 &= 0{,}25(1+\xi)(1+q)(\xi+q-1) \\ h_8 &= 0{,}5(1-\xi^2)(1+q) \end{aligned}\right\} \tag{16}$$

Элемент чегарасидаги кўчишларнинг функциялари қуйидаги формула бўйича аниқлаймиз:

$$u = \sum_{i=1}^{q} h_i u_i v = \sum_{i=1}^{q} h_i v_i, \tag{17}$$

бунда u,v – ихтиёрий нуқтанинг кўчиши; $h_i u_i i$ – 1,8-узелларнинг силжиши q.

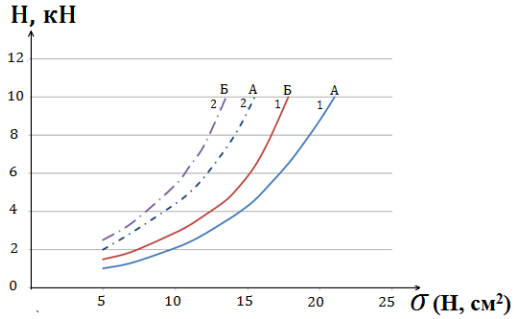
[К] тизимларнинг матрицаси бикирлик матрицасининг ҳамма элементлари бўйича жамлаш йўли билан ҳосил қилинди, яъни

$$[К] = \sum_{i=1}[K_i^e] \quad (18)$$

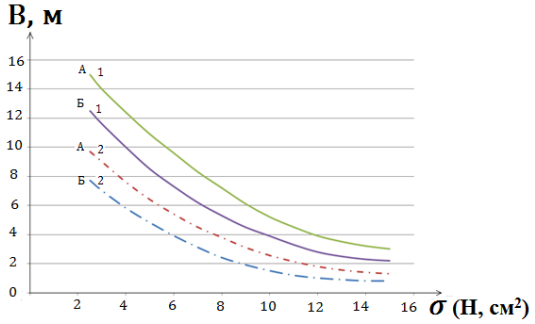
Агар [К] тизимнинг бикирлик матрицаси маълум бўлса, узел кучларини узеллар кўчиши билан боғловчи алгебраик тенгламаларнинг асосий тизими осонгина келиб чиқади

$$[K] = \{v\} = \{F\}, \quad (19)$$

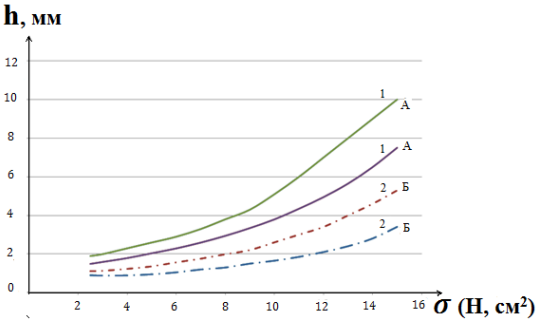
бунда v, F – ҳамма узеллардаги тегишлича кўчиш ва куч векторлари.



9-расм. Поездларнинг тезюрар ҳаракатида ер полотноси кўтармасидаги зўриқишнинг ўсишини кўтарма баландлигига боғлиқлиги: 1 – экспериментал маълумотлар; 2 – назарий ҳисоб-китоблар; А – поездларнинг ҳаракат тезлиги 160-180 км/с гача бўлганда; Б – поездларнинг ҳаракат тезлиги 100-120 км/с гача бўлганда.



10-расм. Поездларнинг тезюрар ҳаракатида ер полотноси кўтармасидаги зўриқишни унинг кенглигига боғлиқлиги: 1 – экспериментал маълумотлар; 2 – назарий ҳисоблашлар; А - поездларнинг ҳаракат тезлиги 160-180 км/с гача бўлганда; Б – поездларнинг ҳаракат тезлиги 100-120 км/с гача бўлганда.

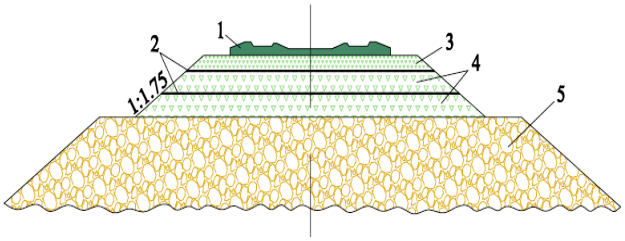


11-расм. Ўйма ёнбағирларида зўрииқишни чуқурлигига боғлиқлиги: 1 – экспериментал маълумотлар; 2 – поездларнинг тезюрар ҳаракатида назарий ҳисоблашлар; А – поездларнинг ҳаракат тезлиги 160-180 км/с гача бўлганда; Б – поездларнинг ҳаракат тезлиги 100-120 км/с гача бўлганда.

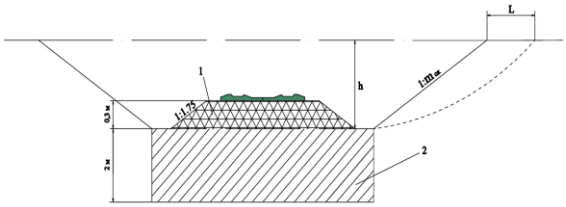
Экспериментал тадқиқотлар билан назарий ҳисоблашлар поездларнинг тезюрар ҳаракати 160-180 км/с оралиғида бўлганида, грунтлар зичлиги ўртача ва грунт сувлари сатҳи паст бўлганда ер полотноси кўтармасининг

кенглиги ва баландлиги, ҳамда ўйманинг кенглиги ва чуқурлигига қараб улардаги зўриқишларни аниқлашга имкон берди (9-11- расмлар).

Балласт призмаси учун икки қатламдан иборат геотекстилли арматуралаш тавсия этилган бўлиб, бунда шпала билан майдаланган шебен бир-бирига тегиб туриш майдонини ошириш учун икки қатламдан иборат ҳар хил катталикдаги майдаланган шебен таклиф этилди, бунда шпалаларни горизонтал силжишга қаршилиги ошиб, майдаланган тошдаги зўриқишларнинг концентрацияси камаяди – (12- расм). Ушбу қатламлар орасида жойлаштириладиган геотекстил қатлами зўриқишларни қуйи қатлам – ер полотносига узатиш майдонини кенгайтиради, натижада сиқиладиган қатламни қисқартирилиши орқали, ер полотносининг вертикал чўкиши 15-20% кам бўлиши аниқланди.



12-расм. Геотекстилли балласт призмаси 1 – шпала; 2 – геотекстил; 3 – майда бўлакланган шебен қатлами; 4 – йирик бўлакланган шебен қатлами; 5 – ер полотноси.



13-расм. Ер полотноси ўймасининг конструкцияси. 1 – геотекстил билан арматураланган; 2 – зичлаштирилган асос.

Поездларнинг тезюрар ҳаракати жараёнида ўйма ёнбағирларининг қиялигини эҳтимолий сейсмик таъсирларни ҳисобга олган ҳолда қуйидаги экспериментал йўл билан ишлаб чиқилган ифода орқали аниқланди:

$$m_{\text{ск}} = m_0 + \frac{0{,}6\,\varphi_d\,K_c\,K_1}{L+m_0 h}, \qquad (19)$$

Поездларни тезюрар ҳаракатида ва сейсмик кучларни таъсир этиш эхтимоли бўлган ҳолатларда, талаб даражасига қадар зичланган грунтни арматураланишини ҳисобга олиб, ер полотноси кўтармаси ёнбағри узунлигининг горизонтал қўйилиши (m_{ca}) ни ҳисоблаш учун қуйидаги эмпирик ифода орқали аниқланади:

$$m_{ca} = m_0 + \frac{K_c \varphi_d}{B_0+2m_0 H}, \qquad (20)$$

Илмий ишнинг техник-иқтисодий самарадорлиги Тошкент темир йўл масофаси (ПЧ2) тезюрар поездлар ҳаракатланувчи участкада 40 км бўлган масофада BF-70 шпаллари ётқизилган бўлиб, ҳисоблар айнан шу 40 км масофадаги рельс ости прокладкаларга бажарилган. Бунда йўлни капитал таъмирлашдан кейинги капитал таъмирлаш оралиғида бажариладиган кўтарма ва ўрта таъмирлаш, шунингдек жорий таъмирлаш ишларини бажаришга кетадиган меҳнат ва материал сарфини 542,038 млн. сўмга тежаш имконини берган.

ХУЛОСА

“Ўзбекистоннинг тезюрар темир йўл участкаларида йўл устки қурилмаси элементлари ва ер полотноси конструкцияларини

такомиллаштириш” мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертациси бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари асосида қуйидаги хулосалар келтирилган:

1. Ўзбекистоннинг мавжуд темир йўл участкаларини таъмирлаш зарурати ва йўлдаги шикастланишларнинг кўп йиллик тадқиқот натижаларидан фойдаланган ҳолда (йўл масофаларида юритиладиган журналлардан олинган маълумотларга асосан) ўрганишлар асосида уларнинг юзага келиш сабаблари аниқланган.

2. Тезюрар поездлар ҳаракатида юзага келувчи тебранишларни ҳосил қилишга имкон берувчи сейсмик платформада амалга ошириладиган вибрацион таъсирни йўл устки қурилмаси ва ер полотносини тадқиқ этиш мақсадида моделли ва табиий экспериментлар методикаси ишлаб чиқилган.

3. Фторопласт рельс ости прокладкасининг синов стенди ёрдамида силжишга қаршилиги резинали рельс ости прокладкасига нисбатан юқорилиги аниқланди, бу кўрсаткич орқали рельсларни ўз ўрнидан қочишини олдини олиш ва фторопласт рельс ости прокладкасининг мустаҳкамлиги юқори бўлганлиги сабабли ундан фойдаланишда йўлнинг таъмирлараро муддатни ошириш аниқланган.

4. Тезюрар темир йўлларнинг кўтарилиш ва тушиш участкаларида, шунингдек эгри участкаларда горизонтал силжишга қаршилиги юқори бўлган қабариқ таянч юзали темирбетон шпалнинг конструкцияси ишлаб чиқилди, шунингдек ушбу шпаладан ҳосил бўладиган вертикал зўриқишлар эпюралари яратилган. Шпала таянчининг ботиқ қисми шпала билан балласт призмасининг бир-бирига туташиш майдонини кенгайишига, бунинг натижасида зўриқишларни тенг тақсимланишига олиб келади. Бунинг натижасида йўлда бажариладиган тўғрилаш ишлари ҳажмини 2,5 баробаргача камайиши аниқланган.

5. Назарий ҳисоб-китоблар ва экспериментал тадқиқотлар натижасида шпаладан тушувчи зўриқишларни қайта тақсимлаш ва эксплуатация муддатини ошириш имконини берувчи икки қатламли балласт призмаси конструкцияси ишлаб чиқилган.

6. Тезюрар темир йўл участкаларида поездлар ҳаракати хавфсизлигини таъминлаш мақсадида заиф грунт асосига эга бўлган баланд кўтармаларни фойдаланилаётган темир йўл участкаларида қўллаш мумкин бўлган темирбетон қозиқлар билан мустаҳкамлашнинг конструктив ечимлари ишлаб чиқилган.

7. Таклиф этилган ва ишлаб чиқилган конструктив ечимлар, фторопласт рельс ости прокладкаларни қўллаш орқали йўлни капитал таъмирлашдан кейинги капитал таъмирлаш оралиғигача бўлган муддатда бажариладиган кўтарма ва ўрта таъмирлаш, шунингдек жорий таъмирлаш ишларини бажаришга кетадиган материал сарфини ва ишчиларнинг меҳнат сарфини тежаш орқали 542,038 млн. сўмга тежаш имконини берган.

НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

БЕГМАТОВ ПАРДАБОЙ АБДУРАХИМОВИЧ

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕМЕНТОВ ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ И ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА СКОРОСТНЫХ УЧАСТКАХ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ УЗБЕКИСТАНА

05.08.02 – Железнодорожный путь и путевое хозяйство

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ

Ташкент – 2021

Тема диссертации доктора философии по техническим наукам (PhD) зарегистрирована Высшей аттестационной комиссией при Кабинете Министров Республики Узбекистан за . B2019.2.PhD/T1208.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

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

Научный руководитель:	**Абдужабаров Абдухамит Халилович** доктор технических наук, профессор
Официальные оппоненты:	**Саржанов Тайжан Садыханович** доктор технических наук, профессор (Казахстан)
	Досметов Султанбай Камалович кандидат технических наук, доцент
Ведущая организация:	**Институт АО "Узогирсанотлойиха"**

Защита диссертации состоится «_____» _____ 2021 г. в _____ часов на заседании Научного совета PhD.15/30.12.2019.T.73.01 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Темирйўлчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz

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

Автореферат диссертации разослан «_____» _____ 2021 года.
(протокол реестра №_____ от «_____» _____ 2021 года).

А.И. Адилходжаев
Председатель Научного совета
по присуждению ученых степеней,
д.т.н., профессор

Я.О. Рузметов
Ученый секретарь Научного совета
по присуждению ученых степеней , к.т.н.,

В.М. Цой
Заместитель председателя научного семинара
при Научном совете по присуждению
учёных степеней, д.т.н., доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире ведущее место занимает повышение безопасности движения поездов на скоростных участках железных дорог, а также разработка технологий и методов, снижающих факторов, оказывающих негативное влияние на элементы верхнего строения пути и конструкции земляного полотна. В развитых странах таких как США, Германия, Франция, Япония, Китай и Россия всё большее внимание уделяется уменьшению деформаций и дефектов, возникающих в элементах верхнего строения пути и конструкциях земляного полотна на магистральных путях и локальных сетях железных дорог. Поэтому уделяется особое внимание совершенствованию методов повышения прочности и устойчивости земляного полотна в современных условиях эксплуатации железных дорог, отличающихся ростом скоростей движения поездов на скоростных участках и увеличением нагрузки на ось, а также внедрением новых конструкций элементов верхнего строения пути.

В мире для обеспечения безопасности движения поездов на скоростных железных дорогах ведутся научно-исследовательские работы, направленные на вопросы правильного выбора, проектирования и расчета элементов верхнего строения пути и конструкции земляного полотна, а также на создание элементов верхнего строения пути повышенной прочности. Одними из основных задач теоретических и практических исследований являются совершенствование методов повышения прочности и устойчивости земляного полотна; создание новых методов обеспечения устойчивости откосов земляного полотна; разработка конструктивных решений, направленных на увеличение срока службы основных элементов верхнего строения пути, содержание дороги в исправном состоянии и уменьшение объемов ремонтно-путевых работ, снижение дефектов и деформаций, возникающих в земляном полотне и верхнем строении пути.

В республике осуществляются широкомасштабные меры по развитию дорожно-транспортной инфраструктуры в направлении строительства и использования объектов железнодорожного транспорта. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2020 годы определены такие задачи, как «...строительство новых железнодорожных магистралей, ... реализация целевых программ по развитию и модернизации дорожно-транспортной, инженерно-коммуникационной и социальной инфраструктуры, ... повышение уровня электрификации железных дорог ... »[1] . При выполнении данных задач важное значение имеет выявление напряжений и деформаций, возникающих в верхнем строении пути и земляном полотне на скоростных участках железных дорог, увеличение сроков службы при их эксплуатации и

[1]Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекитан»

разработка конструктивных решений, направленных на увеличение межремонтных сроков ремонтно-путевых работ.

Данное диссертационное иследование в определенной степени служит осуществлению задач, указанных в Указах Президента Республики Узбекистан «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» № ПУ-4947 от 7 февраля 2017 года, а также № ПУ-5647 "О мерах по кардинальному совершенствованию системы государственного управления в транспортной сфере» от 1 февраля 2019 года, в Постановлении № ПП-3866 «О мерах по обеспечению безопасности движения поездов по железнодорожной линии Бухара - Мискен» и других нормативно-правовых документах, касающихся этой деятельности.

Соответствие исследования приоритетным направлениями развития науки и технологий в республики. Данное исследование выполнено в рамках приоритетных направлений республиканской науки и технологий II.«Энергетика, энерго и ресурсосбережение».

Степень изученности проблемы. На нынешнем этапе теоретические и практические исследования по совершенствованию элементов верхнего сторения пути и конструкции земляного полотна на скоростном участке железнодорожного пути осуществляются рядом научных центров, университетов и научно-исследовательских институтов, в числе которых: University of Texas at Austin (США), Петербургский государственный железнодорожный университет (Россия), Российский транспортнвй университет (Россия), Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ), а также Ташкентский государственный транспортный университет (Узбекистан).

Исследования, посвящённые проблемам деформативности земляного полотна и элементов верхнего строения пути на высокоскоростных участках железных дорог, в том числе и их практическому использованию для укрепления железных дорог в эксплуатации, осуществлялись следующими известными учеными: Е.С.Ашпиз, В.В.Виноградов, С.В.Амелин, Д.В.Волоцкий, А.Ф.Колос, С.Я.Луцкий, А.А.Цернант, В.Ф.Барабошин, Г.Г.Коншин, Г.Н. Жинкин, В.И. Грицик, И.В. Прокудин, С.П. Першин, Г.С. Переселенков. Большой вклад в работу по проектированию и расчёту железнодорожных путей внесли такие учёные, как В.Г.Альбрехт, Н.П.Виногоров, В.В.Ершов, А.В.Замуховский, В.Б.Каменский, А.Я.Коган, З.Л.Крейнис, Г.М Стоянович., О.А.Суслов, М.А.Фришман, Г.М.Шахунянц, Т.Г.Яковлева, Н.И.Карпущенко, В.С.Лисюк. Вопросами эффективности применения геокомпозитных материалов на железнодорожном транспорте занимались Л.С.Блажко, М.В.Бушуев, А.В.Петряев и другие.

В нашей стране исследованиями по повышению прочности земляного полотна, а также обеспечением надежности верхнего строения, как строящихся железнодорожных путей, так и в эксплуатации занимались такие известные учёные, как Т.И.Фазилов, Р.С.Закиров, М.М.Мирахмедов, А.Х.Абдужабаров, С.Т.Джаббаров, А.Н.Овчинников, А.Ф.Расулев,

К.С.Лесов, С.К.Досметов, С.С.Ниязбеков, М.К.Музаффарова, Ш.Ш.Абдукамилов, А.М.Абдукаримов, З.Э.Мирсалихов, А.Ю. Мамадалиев, Х.К.Умаров и другие.

Исходя отечественного и зарубежного опыта, необходимо отметить, что в выполненных научных исследованиях элементы верхнего строения пути и конструкции земляного полотна не были изучены в полной мере по факторам, оказывающим влияние на условия эксплуатации и прочности, а также задачам их полного устранения. Проведенные исследования показали, что проблемы снижения напряжений и деформаций, возникающих в элементах верхнего строения пути и конструкциях земляного полотна на скоростных участках железных дорог, изучены недостаточно.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено по теме «Разработка проектно-технических решений по совершенствованию элементов инфраструктуры железнодорожных путей» в рамках проекта, включенный в план государственных грантов молодых учёных № ЁБВ-Атех-2018-(28+26) Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта (2017-2019).

Целью исследования является разработка конструктивно-технических решений, направленных на уменьшение напряжений, возникающих в верхнем строении пути и земляном полотне и совершенствование способов их расчёта на скоростных участках железных дорог Узбекистана.

Задачи исследования:

выявление причин возникновения деформаций верхнего строения пути и земляного полотна во время скоростного движения поездов с помощью натурных исследований;

разработка конструктивных решений, направленных на уменьшение деформаций, возникающих в верхнем строении пути и земляном полотне во время скоростного движения поездов, а также на увеличение межремонтных сроков железнодорожного пути;

совершенствование способов точного расчёта влияния скоростного движения поездов на земляное полотно на основе существующих теоретических разработок расчета балластной призмы;

совершенствование конструкций железобетонных шпал и подрельсовых прокладок, улучшающих сопротивление горизонтальным и вертикальным нагрузкам, повышающихся во время скоростного движения поездов.

Объектом исследования принято верхнее строение пути и земляное полотно существующего пути на скоростных участках железных дорог Узбекистана.

Предметом исследования приняты конструкция железобетонных шпал, фторопластовая подрельсовая прокладка, балластная призма с

различным гранулированным составом, а также конструкции насыпи и выемки земляного полотна.

Методы исследования. В ходе исследования использованы стандартизированные методы определения коэффициента трения подрельсовых прокладок, а также математико-статистические методы обработки результатов эксперимента, закон Гука, закон Кулона, расчеты дифференциальных и интегральных выражений.

Научная новизна исследования состоит из следующих:

создана конструкция железобетонных шпал с вогнутой опорной поверхностью и разработаны рекомендации по применению на практике в целях повышения сопротивления пути к продольному и поперечному сдвигу для подъемно-спусковых и криволинейных участках скоростных железных дорог;

определена и научно обоснована целесообразность применения подрельсовой прокладки, изготовленной из фторопласта на основе экспериментальных исследований для повышения сопротивления к продольному сдвигу с учетом воздействия внешних сил на рельс;

разработана математическая модель амплитудно-частотных характеристик для подвижного состава на основе воздействий, передаваемых на верхнее строение пути и земляное полотно на скоростных участках железных дорог;

разработана расчетная модель новых конструктивных решений для обеспечения безопасности движения поездов на основе укрепления железобетонными сваями насыпей скоростных участков железных дорог, основания которых состоит из слабых грунтов.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

предложена подрельсовая прокладка, изготовленная из фторопласта с целью улучшения сопротивления рельсов к сдвигу и увеличения межремонтных сроков пути на скоростных участках железных дорог;

разработана конструкция железобетонной шпалы с вогнутой опорной поверхностью, имеющей высокую сопротивляемость сдвигу на подъёмах и спусках скоростных участков железных дорог;

разработано программное обеспечение укрепления железобетонными сваями насыпи земляного полотна на скоростных участках железных дорог.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования обосновывается использованием современных методов и способов исследования, осуществлением теоретических исследований, основанных на законах математической статистики, с высокой степенью соответствия теоретических расчётных сведений по верхнему строению пути и земляному полотну с результатами иследований, проведённых в полевых условиях, а также соответствия предложений и рекомендаций проведённым модельным опытам.

Научное и практическое значение результатов исследования. Научное значение результатов исследования объясняется разработанностью

нового подхода к усовершенствованию элементов верхнего строения пути и конструкций земляного полотна, а также применением методов расчёта конструкций с использованием аналитических решений и экспериментальных формул.

Практическое значение результатов исследования заключается в уменьшении напряжений и деформаций, возникающих в конструкциях верхнего строения пути, в частности, железобетонных шпал, подрельсовых прокладок, балластного слоя и земляного полотна на высокоскоростных участках пути, путем их усовершенствования, а также разработкой мер, направленных на сокращение межремонтных сроков пути.

Внедрение результатов исследования. На основе научных результатов, полученных путем совершенствования верхнего строения пути и элементов земляного полотна на высокоскоростных участках железных дорог Узбекистана:

определен высокий коэффициент трения подрельсовых прокладок из фторопласта, прошедших проверку на испытательном стенде, находящемся на территории Ташкентской дистанции пути (ПЧ-2) и внедрен на предприятии «Управление путевого хозяйства» Акционерного Общества «Ўзбекистон темир йўллари» (Справка № 01/2177-21 АО «Ўзбекистон темир йўллари» от 15 июня 2021 года). Результаты исследования дали возможность определить, что сопротивление сдвигу фторопластовой прокладки на 43% выше значения сопротивления резиновой прокладки;

железобетонные шпалы с вогнутой опорной поверхностью, уменьшающие сдвиговые деформации, возникающие от торможения подвижного состава на подъёмах и спусках скоростных железных дорог были приняты для внедрения на предприятии «Управление путевого хозяйства» Акционерного Общества «Ўзбекистон темир йўллари» (Справка № 01/2177-21 АО «Ўзбекистон темир йўллари» от 15 июня 2021 года). В результате вогнутая часть шпальной опоры повышает угол передачи нагрузки на балластну призму, что даёт возможность уменьшать напряжения, возникающие на ней, т.е. возможность уменьшения напряжения в результате снижения слоя сжатия в земляном полотне;

разработанный способ укрепления насыпи земляного полотна при помощи железобетонных свай был принят для внедрения на железнодорожной линии «Бухара-Мискен» АО «Ўзбекистон темир йўллари» (справка № 01/2177-21 АО «Ўзбекистон темир йўллари» от 15 июня 2021 года). Такое конструктивное решение приводит к равномерному распределению напряжений в грунте земляного полотна и переходу части вертикальных компонентов в грунт основания.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования были обсуждены на 5 международных и 3 республиканских научно-исследовательских конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации было опубликовано 20 научных работ, в том числе 2 статьи в

проиндексированных журналах базы SCOPUS, 6 статей опубликованы в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан к публикации основных научных результатов докторских диссертаций, 3 из них опубликованы в зарубежных и 3 местных журналах, также имеются 2 свидетельства для программы ЭВМ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из вводной части, четырех глав, заключения, списка использованной литературы. Объём диссертации всего составил 118 листов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении приводится обоснование актуальности и востребованность диссертационного исследования, описание цели и основных задач, а также объектов и предметов, соответствующих приоритетным направлением развития науки и технологии Республики Узбекистан, научная новизна и практические результаты, теоретическая и прикладная значимость результатов, сведения об опубликованных работах и структура диссертации.

В первой главе диссертации под названием “**Современное состояние деформируемости конструкции верхнего строения пути и земляного полотна при скоростном движении"** приведен анализ большого количества исследований, проведенных на протяжении многих лет по конструкции элементов верхнего строения пути и его компонентов, а также по прочностным свойствам земляного полотна и факторам, влияющим на эти свойства.

В настоящее время для обеспечения скорости движения поездов на скоростных участках железных дорог по всему миру вносятся изменения в элементы верхнего строения пути и конструкции земляного полотна. Эти изменения связаны с широким использованием бесстиковых путей, термопрочных рельсов, железобетонных шпал, новых конструкционных скреплений, армирования грунта геоматериалами, а также частей подрельсовых оснований. Все эти конструктивные изменения влияют на условия работы дороги, методы ее обслуживания и ремонта, а также связанные с этим материальные и трудовые затраты. При реконструкции железных дорог под участки скоростной железной дороги изменение конструкции любого элемента пути влияет на условия эксплуатации всех элементов.

Во второй главе **«Натурные исследования верхнего строения пути»** был проведен эксперимент по определению влияния коэффициента трения скольжения на рельсах продольной силы рельсовой нижней площадки качения на нижней поверхности рельсов на специальном испытательном стенде, расположенном на Ташкентской дистанции пути (ПЧ-2). На испытательном стенде под подушками были установлены резиновые прокладки и используемые в настоящее время рельсы из фторопласта, которые подвергались воздействию силы с помощью натяжного станка, и определялось сопротивление сдвига рельсов прокладкам.

Исходя из данных, проведенного исследования определяем коэффициент трения по следующему выражению:

$$\mu_{\text{рез.прок.}} = \frac{F_1}{\sum P} \quad (1)$$

$$\mu_{\text{фтор.прок.}} = \frac{F_2}{\sum P} \quad (2)$$

где F_1, F_2 – сила, сдвигающая рельс, кН;

$\sum P$ – сумма сил, прижимающих рельсовых скреплений и веса рельса, кН.

Из вышеприведенных выражений видно, что при использовании подрельсовых прокладок коэффициент трения равняется μ=0,16, а при применении подрельсовых прокладок из фторопласта коэффициент трения составляет μ=0,28. Т.е. $\mu_{\text{фтор. прок.}} > \mu_{\text{рез. прок.}}$

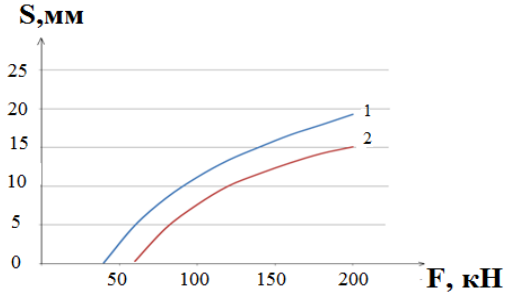


Рис. 1. Удельный график сдвига резиновой и фторопластовой подрельсовых прокладок при равномерном прижатии рельса. 1 – резиновая подрельсовая прокладка, 2 – подрельсовая прокладка из фторопласта.

Предлагаемая подрельсовая прокладка из фторопласта F-4 толщиной δ=5 мм, который имеет высокий предел прочности на сжатие (12,9МПа) на растяжение (14,0 – 25,0МПа), практически не поглощает воду, что обеспечивает нормальную работу конструкции. Температура плавления фторопласта $t=327^0C$, а рабочая температура $t=-120^0C$, что дает возможность надежно использовать прокладку в любых погодных условиях. Вибрационные колебания F-4 снижает лучше, чем из полимерного композита: низкочастотные колебания в 5 раз, высокочастотные колебания в 10 раз

В третьей главе **«Исследование верхние строение пути с учетом скоростного движения в условиях Узбекистане»** в третьей главе, предлагается внести изменения в конструкции шпала, и была разработана различная зернистая структура балластной призмы, и расчеты этих структур были обоснованы с использованием формулы.

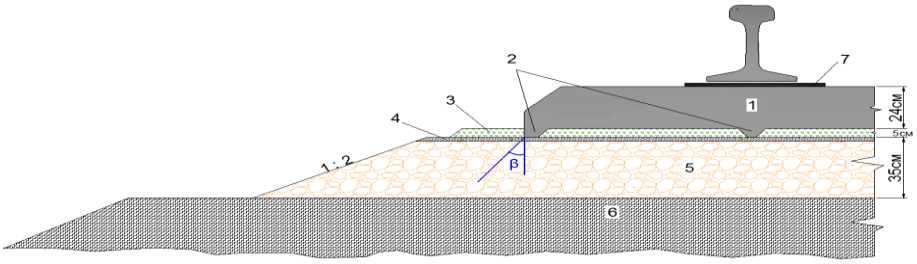


Рис. 2. Конструкция балластной призмы и вогнутой железобетонный шпалы. 1– железобетонная шпала; 2– вогнутая часть шпалы; 3–песок средней крупности

обработанный битумом на 10%; 4–геотекстильний слой; 5–щебень с 20% содержанием песка средней крупности; 6–земляное полотно; 7–прокладка F-4.

Предлагаемые конструктивные изменения железобетонной шпалы с вогнутой опорой поверхностью позволяет повышенному сопротивлению на горизонтальных кривых трассы дороги от центробежных сил, также снижает сдвиговые деформации шпальной решетки на участках подъема или спуска от торможения подвижного состава.

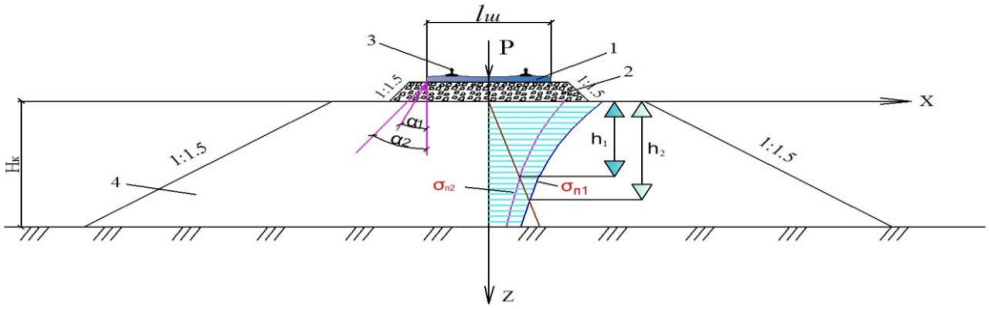


Рис. 3. Эпюра напряжений вогнутой железобетонный шпалы.1 – вогнутая железобетонная шпала; 2 – балластная призма; 3 – рельс; 4 – земляное полотно.

Балластная призма на железных дорогах представляет собой многослойную структуру. Прочностные расчеты многослойных грунтовых структур можно привести к двухслойной и определить эквивалентный модуль деформации используя метод расчета многослойных грунтовых одежд ДорНИИ:

$$E_{экв} = \frac{E_{i-1}}{1-\frac{2}{3}\left(1-\frac{1}{h^{3.5}}\right)arctg\,\frac{h}{Д}n} \quad (3)$$

$$n = \sqrt[2.5]{\frac{E_i}{E_{i-1}}}; \quad (4)$$

где E_{i-1} –модуль деформации верхнего слоя полупространства; E_i – модуль деформации нижнего слоя полупространства; h – толщина шпалы; Д – условный диаметр круга опирания шпалы на балластный слой.

График изменения эквивалентного модуля общий деформируемости грунта по глубине расположения балластной призмы получен из расчета по формулам (3) (4), приведен на рис. 4.

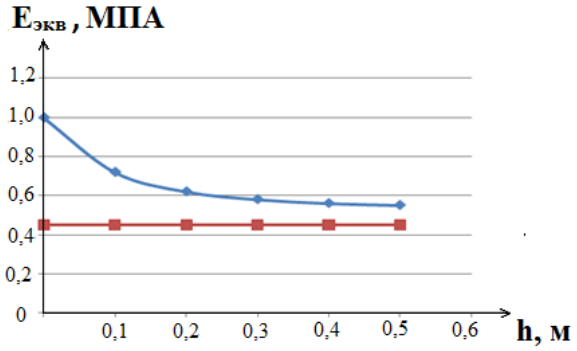


Рис. 4. Изменение эквивалентного модуля грунта по глубине балластной призмы.

Исследуется напряженно-деформированные состояния верхнего строения железнодорожного пути с железобетонными шпалами в условиях скоростного движения. Рассматривается влияние величин модулей упругости на горизонтальные перемещения балластного слоя. Моделирование основано на методе конечных элементов применительно к решению задачи механики деформируемого твердого тела.

Поперечное сечение прямолинейного участка магистрального железнодорожного пути состоит из шпалы, балластного слоя и части основания насыпи. Проводятся расчеты напряженно-деформированного состояния верхнего строения магистрального железнодорожного пути с различными типами шпал. Рассматривается два вида шпалы модифицированные железобетонные с гладкой поверхностью и вогнутой поверхность.

Шпала лежит на слое щебня, модуль упругости которого $E_0 = 60$ МПа и $\nu = 0{,}35$. Боковые откосы верхнего строения пути имеют уклон $k = 1{:}\,1{,}5$. Область, занимается основанием насыпи, представляет по форме трапецию с уклонами боковых сторон $k = 1{:}\,2$.

К шпале на расстоянии ±0,8 м от оси симметрии на площадках длиной 0,15м, равным ширине подкладки промежуточного скрепления, приложена распределенная нагрузка постоянной интенсивности q, имитирующая воздействие колесной пары через рельс и скрепления. В расчетах принимается, что на рельс воздействует колесо силой Q=120 кН=0,12 МН. Распределяя эту нагрузку на площадь подкладки промежуточного скрепления, получаем следующую величину давления:

$$q = \frac{0{,}2\ МН}{0{,}15м0{,}25м} = 2{,}7\ \text{МПа} \qquad (5)$$

При обработки экспериментальных данных получена зависимость квазистатической силы сопротивления щебеночного балласта смещению шпалы с вогнутой опорной частью и геотекстильной прокладкой, от величины сдвига и вертикальной нагрузки:

$$F = (a + b\nu)\sqrt[5]{\Delta}\, f\ d \qquad (6)$$

где F – величина квазистатической составляющей сопротивления балласта, кН; ν – вертикальная нагрузка на шпалу, кН; Δ – смещение шпалы под действием внешних сил, мм; a, b – коэффициент учитывающие род и состояние балласта; f – коэффициент учитывающий влияние на упрочнение балласта от геотекстильной прокладки, (f=1,1); d – коэффициент учитывающий вогнутость опорной части шпалы, (d=1,05).

Коэффициент – a характеризирует сопротивление балласта по торцам и боковым стенкам шпалы, b – характеризует сопротивление зависящие от величины вертикальной нагрузки.

Большая крутизна степенной зависимости в области малых значений смещения позволяет избежать использования в данной эмпирической

формуле (6) постоянной составляющей. Вязкие свойства балласта учитываются введением в выражение для полного сопротивления $R_б$ кроме квазистатического члена слагаемого пропорционально первой степени скорости смещения шпалы:

$$R_б = F + K_б\, \dot{y}\, e \tag{7}$$

где $K_б$ – коэффициент вязкого трения в балласте, которого зависит от вертикальной нагрузки; $\dot{y}$ – величина смещения шпалы, мм; е – коэффициент учитывающий изменение вязкости балласта от применения геотекстильной прокладки, (е=1,2).

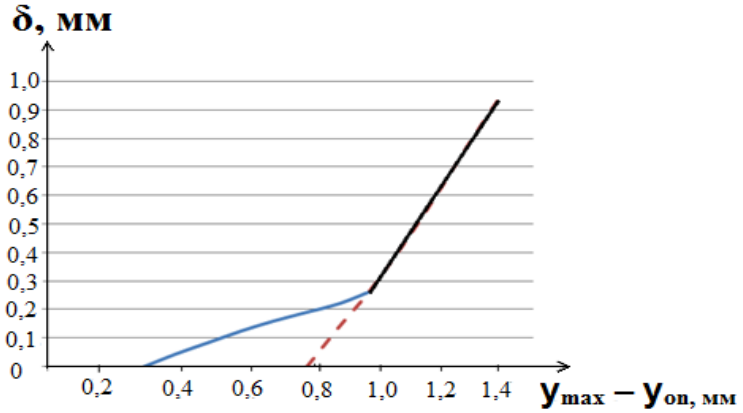


Рис. 5. Зависимость остаточного смещения шпалы от максимальной величины поперечной сдвижки.

При достижении текучести начинается пластическое смещение шпалы, которое не вызывает дальнейшего увеличения сил сопротивления. При щебеночном и гравийном балласте величина остаточного смещения – $\delta_т$ зависит от максимальных значений смещений шпал и определяются выражением – (рис. 5).

$$\delta_т = \begin{cases} 0, \text{для } |\max(y_n - y_{on})| \le 0{,}3 \text{ мм} \\ 0{,}35\,[\max(y_n - y_{on}) - 0{,}3\, sign \max(y_n - y_{on})] \text{ для } 0{,}3\Delta|\max(y_n - y_{on})| \le 2 \text{ мм} \\ \max(y_n - y_{on}) - 0{,}9\, sign \max(y_n - y_{on}), \text{для } 1\Delta\, |\max(y_n - y_{on})| \end{cases} \tag{8}$$

где все величины имеют размерность – мм.; y_{on} – начальная точка отсчета смещений шпалы; y_n – величина смещения шпалы от нулевого положения, достигнутая в данном – n цикле нагружения; $\max(y_n - y_{on})$ – максимальное смещение, т.е. амплитуда смещение n – цикла.

При снижении сдвигающего усилия, шпала под действием упругой составляющей силы сопротивления балласта, возвращается в положение отличающееся от исходного на величину – $\delta_т$. Первоначальное положение шпалы было – y_{on}, то перед началом цикла n+1 нагружения, новая точка отсчета для определения величины силы сопротивления балласта равна:

$$y_{on+1} = y_{on} + \delta_т; \tag{9}$$

Величина силы сопротивления балласта при нагружении в (n+1) цикле равна:

$$F_{n+1}^{\text{т}} = (a + bv)\sqrt[5]{y - y_{on+1}}; \qquad (10)$$

где индекс (+) соответствует увеличению смещения шпалы, то есть выполнению условия:

$$sign(y - y_{on-1}) = sign\,\dot{y};$$

Характерным для процесса разгрузки является резкий первоначальный спад величины возвращающего усилия. Далее кривая зависимости величины возвращающего усилия от смещения становится более пологой пересекающей ось абсцисс в точке – y_{on+1} – рис. 6.

Квазистатическая составляющая зависимости между силами балласта и смещением шпалы, при уменьшении величины внешнего воздействия, равна:

$$F_n = (a + bv)\sqrt[5]{\frac{max\ y_n - y_{on}}{max\ y_n + y_{on}}}\left(\sqrt[5]{max\ y_n - y_{on}} - \sqrt[5]{max\ y_n - y}\right); \qquad (11)$$

где F_n – квазистатическая составляющая сил взаимодействия шпалы с балластом b n – цикле при движении к положению равновесия (sign y ≠ sign(y-y_{on})); max y_n – максимальная величина смещения шпалы в цикле нагружения; y_{on} – координата шпалы в начале цикла нагружения; y_{on}= y_{on}+ $\delta_т$ – точка пересечения линии разгрузки цикла с осью абсцисс.

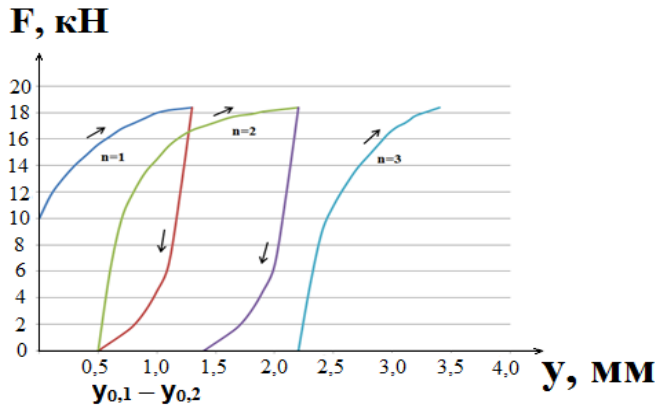


Рис. 6. Характер кривых сила–перемещение при циклическом нагружении шпалы (вертикальная нагрузка 27 кН).

Следствием нелинейного характера зависимостей нагружения и разгрузки является рассеивание энергии балласта при нагружении, что определяется коэффициентом поглощения:

$$\psi = \frac{\Delta W}{W}; \qquad (12)$$

где ΔW – часть энергии, поглощенной за один цикл; W – потенциальная энергия цикла, отвечающая амплитуде деформации за этот же цикл.

Обработка результатов экспериментов для установившегося состояния щебеночного балласта позволили определить коэффициенты:

$$a=9, \qquad b=0,6;$$

а эмпирическая формула для расчета силы сопротивления смещению шпалы в щебеночном балласте под действием вертикальной и горизонтальной нагрузок равно:

$$F = (9 + 0,6\sqrt[5]{\Delta}; \tag{13}$$

где силы выражены в кН, а смещение Δ – в миллиметрах.

На рис. 7. показана достаточная сходить эмпирической зависимости с экспериментальными данными, что показывает достоверность полученных научных исследований.

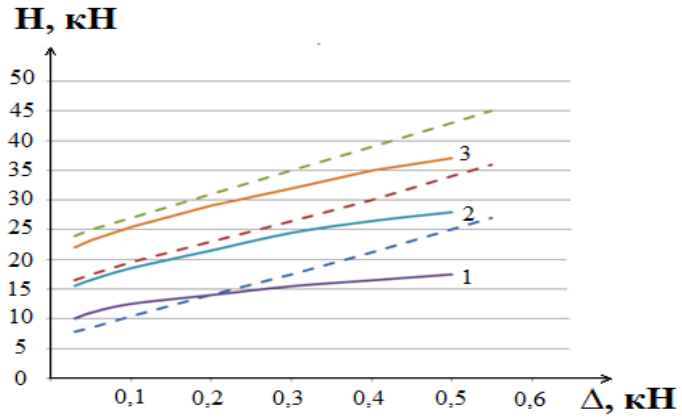


Рис. 7. Зависимость величины сдвигающего усилия от вертикальной нагрузки – ν: 1– ν=20 кН; 2– ν=40 кН; 3– ν=60 кН;

В четвертой главе **«Конструктивные особенности земляного полотна при скоростном движении и их расчет»** представлена технико-экономическая оценка предлагаемых конструктивных решений, которые рассматриваются в случае усиления земляного полотно с помощью сваями, расчет конструкции земляного полотно с учетом скоростного движения и строительства земляного полотно с большим уклоном, которая усилена геотекстилем.

Теоретические и экспериментальные исследования состояния земляного полотна высотой до Н=10м, состоящий из различных грунтов, позволили определить зону повышенного напряжения, которое создается при скоростном движении от подвижного состава. Из этого возможно сделать инженерный вывод о необходимости укрепления этой опасной зоны или создания дополнительной конструкции способной перераспределить напряжение более равномерно по плоскости земляного полотна, что позволит повысить скорость движения на этом участке и обеспечить ее безопасность.

Для укрепления земляного полотна нами разработана конструкция с применением железобетонных свай – рис 8. Подобная конструкция была разработана и внедрена при проектировании Байкало – Амурской железной

дорогой магистрали, трасса которой проходила по сейсмическим районам с 9 – 10 бальной сейсмичностью. При скоростном движении поездов создаются колебательные воздействия от подвижного состава и создаются амплитудно–частотные характеристики подобно сейсмическим. Экспериментально на моделях получено расстояние между сваями для однопутного движения поездов:

$$L = \frac{b^2 K'}{H\, tg\varphi} + htg\alpha; \qquad (14)$$

где: b – ширина земляного полотна, м; K′ – коэффициент учитывающий скорость движения поездов; H – высота насыпи, м; φ_d – динамический коэффициент учитывающий свойства грунтов. h – длина свай, м; α – угол наклона свай, целесообразно в пределах α – 20°÷40°.

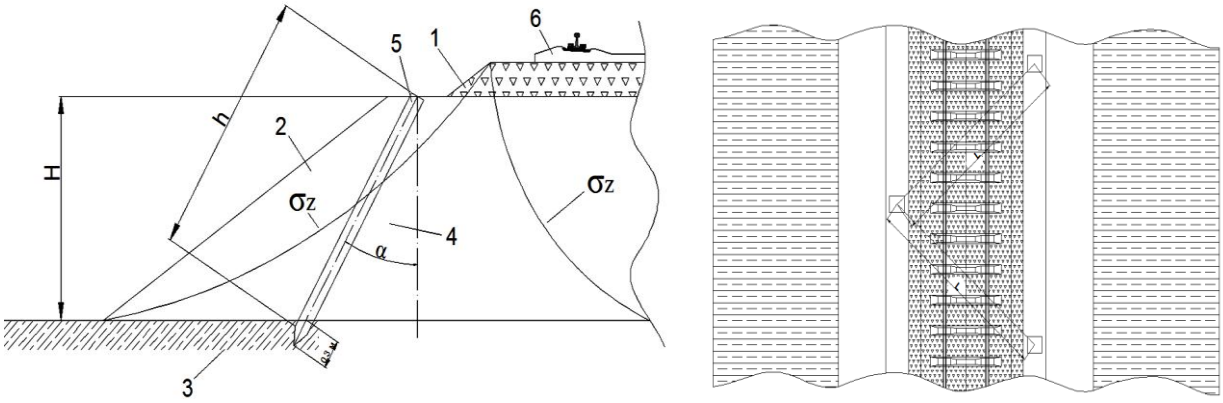


Рис. 8. Эпюры наибольших напряжений в сечении земляного полотна и расположение сваи. σ_z – от скоростного движения подвижного состава. 1 – балластная призма; 2 – земляное полотно; 3 – основание земляного полотна; 4 – зона наибольших напряжений в земляном полотне; 5 – железобетонные сваи для укрепления земляного полотна; 6 – железобетонных шпал.

Забитые под углом железобетонные сваи способствуют более равномерному распределению напряжений в грунте земляного полотна и передачи части вертикальных составляющих в грунт основания, что обеспечивает общую устойчивость земляного полотна от воздействия подвижного состава при скоростном движении. Замеры амплитудно–частотных характеристик земляного полотна и верхнего строения пути показывают увеличение динамической жесткости сооружения, что является подтверждением целесообразности применения свай.

Основным этапом расчета насыпей земляного полотна является определение объемных напряжений и интенсивности касательных напряжений с выявлением поверхностей с максимальными значениями этих величин.

В нашей расчетной модели верхнее строение путей опирается на земляное полотно, которое представлено в виде плоских прямоугольных элементов с восемью узлами. Граничные условия для элементов по высоте

насыпи менялись по линейному закону и описываются обобщенным законом Гука:

$$\bar{\sigma} = (Д\,\bar{\varepsilon}\,)к, \tag{15}$$

где $\bar{\sigma}$ – компоненты напряжения, $\bar{\varepsilon}$ – компоненты деформации, Д – матрица упругости, к – коэффициент упругости:

$$к = к_з к_д,$$

$к_з$ – коэффициент запаса устойчивости с учетом скоростного движения; $к_д$ – коэффициент динамичности принимаемый в зависимости от частоты собственных колебаний насыпи земляное полотно.

$$Д = \left[d_{ij}\right], \quad (ij=1, 2, 3),$$

$$\bar{\sigma} = \left\{\sigma_x, \sigma_{y,} \tau_{xy}\right\}^{Т}; \qquad \varepsilon = \left\{\varepsilon_x, \varepsilon_{y,} \varepsilon_{xy}\right\}^{Т}.$$

Опишем алгоритм определения напряженного состояния плоских задач упругости. Согласно МКЭ изучаемая расчетная область разбита на четырехугольные квадратичные элементы высокого порядка. В пределах каждого элемента материал грунта однороден.

Определяющие функции формы соотношение имеют вид:

$$\left.\begin{array}{c} h_1 = -0{,}25(-\xi)(1-q)(\xi-q+1) \\ h_2 = 0{,}5(1-q^2)(1-\xi) \\ h_2 = -0{,}25(1-\xi)(1-q)(\xi-q+1) \\ h_4 = 0{,}5(1-\xi)(1-q) \\ h_5 = 0{,}25(1+\xi)(1-q)(\xi-q-1) \\ h_6 = 0{,}5(1-q^2)(1+\xi) \\ h_7 = 0{,}25(1+\xi)(1+q)(\xi+q-1) \\ h_8 = 0{,}5(1-\xi^2)(1+q) \end{array}\right\} \tag{16}$$

Функций перемещений в пределах элемента определяется по формуле

$$u = \sum_{i=1}^{q} h_i u_i v = \sum_{i=1}^{q} h_i v_i, \tag{17}$$

где u, v – перемещение любой точки; $h_i u_i i$ – 1,8 смещение q узлов.

Матрица жесткости систем [К] образуется путем суммирования по всем m элементам матрицы жесткости

$$[К] = \sum_{i=1} [K_i^e] \tag{18}$$

Если известна матрица жесткости системы [К], то легко получается основная система алгебраических уравнений, связывающих узловые силы и с узловыми перемещениями

$$[K] = \{v\} = \{F\}, \tag{19}$$

где v, F – соответственно векторы перемещения и сил всех узлов.

Система алгебраических уравнений решается методом последовательно исключения по Гауссу.

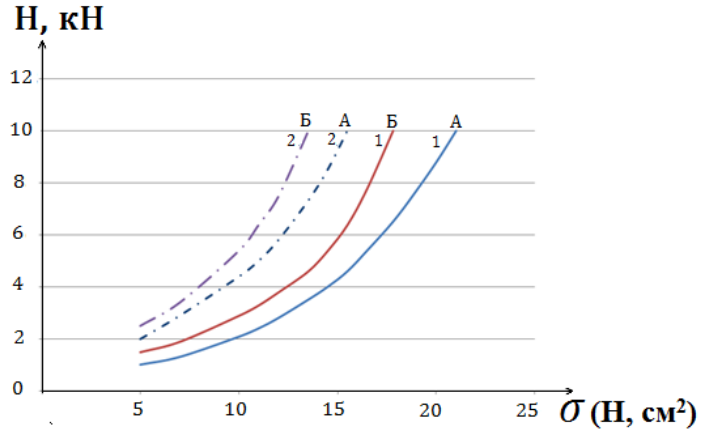


Рис. 9. Зависимость увеличения напряжения в насыпи земляного полотна от ее высоты при скоростном движении поездов: 1 – экспериментальные данные; 2 – теоретические расчеты; А – при скорости движения поездов до 160-180 км/ч; Б – при скорости движения поездов до 100-120 км/ч.

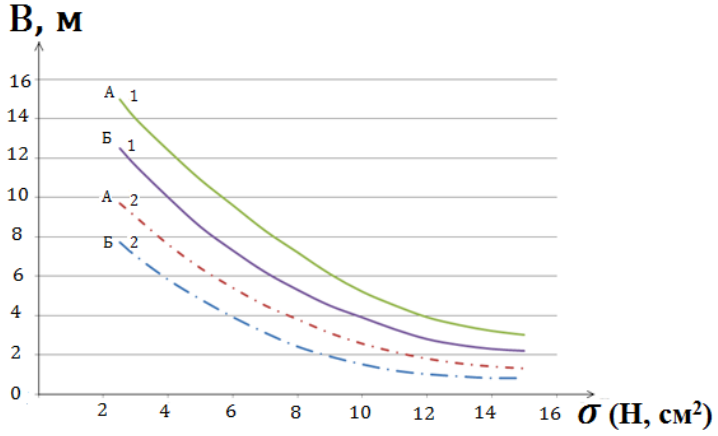


Рис. 10 Зависимость напряжения в насыпи земляного полотна от ее ширины при скоростном движении поездов: 1 – экспериментальные данные; 2 – теоретические расчеты; А – при скорости движения поездов до 160-180 км/ч; Б – при скорости движения поездов до 100-120 км/ч.

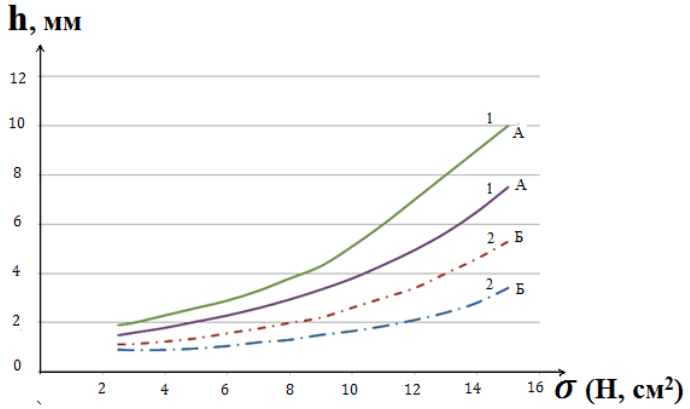


Рис. 11. Зависимость напряжения в откосах выемки от ее глубины: 1 – экспериментальные данные; 2 – теоретические расчеты при скоростном движении

поездов. А – при скорости движения поездов до 160-180 км/ч; Б – при скорости движения поездов до 100-120 км/ч.

Экспериментальные исследования и теоретические расчеты позволили определить напряжения в насыпях и выемки в зависимости от ширины, высоты насыпи и глубины выемки земляного полотна (рис 9-11) при скоростном движении поездов до 160-180 км/ч при грунтах средней плотности и низком уровне грунтовых вод.

В балластной призме предлагается двухслойное армирование из геотекстиля – рис 12. В исследованиях изложенных в работе – предложен двухслойный щебень различной фракции для увеличения площади соприкосновения шпалы и щебня, увеличивая сопротивляемость шпал горизонтальному сдвигу, снижается концентрация напряжения в щебне. Слой геотекстиля между этими слоями увеличивает площадь передачи усилий на нижний слой, которым является земляное полотно, что в конечном результате снижает сжимаемый слой, т. е. вертикальная осадка земляного полотна будет меньше на 15-20%.

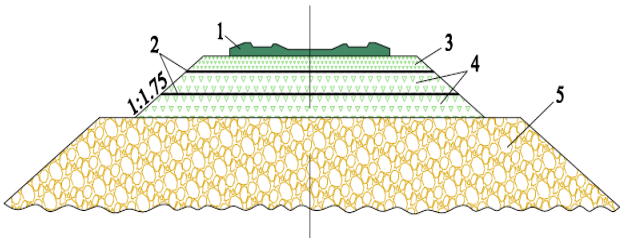


Рис 12. Балластная призма с геотекстилем: 1– шпала; 2–геотекстиль; 3– слой мелкого щебня; 4–слой крупного щебня; 5–земляное полотно.

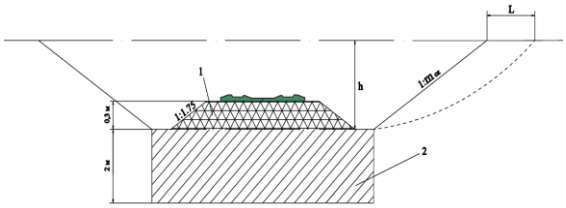


Рис 13. Конструкции выемки земляного полотно: 1 – армированный геотекстилем; 2 – уплотненный основания.

Крутизна откосов выемки при скоростном движении поездов, а учетом возможного сейсмического воздействия рекомендуется рассчитать по формуле полученной экспериментально:

$$m_{\text{ск}} = m_0 + \frac{0{,}6\,\varphi_d\,K_c\,K_1}{L+m_0 h} \qquad (19)$$

Для насыпи земляного полотна, с учетом армирования грунта принятой плотности при возможном воздействии сейсмических сил и скоростного движения поездов рекомендуется эмпирическая формула для определения заложения откоса – $m_{\text{са}}$;

$$m_{ca} = m_0 + \frac{K_c \varphi_d}{B_0+2m_0 H} \qquad (20)$$

Технико-экономическая эффективность научной работы. На участке скоростного движения поездов Ташкентской дистанции пути (ПЧ-2) на расстоянии 40 км уложены шпалы типа BF-70, расчеты были выполнены на подрельсовых прокладках на том же 40 км участке. Это позволит сэкономить

542,038 млн. сум. за счет экономии затрат труда рабочих и материальных затрат на подъемочный и средний ремонт, а также на текущий ремонт дороги в период от капитального ремонта до последующего капитального ремонта с использованием фторопластовых подрельсовых прокладок.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований по вопросам совершенствования конструкции элементов верхнего строения пути и земляного полотна на скоростных участках железной дороги Узбекистана получено следующие выводы:

1. С учетом необходимости ремонта существующих железнодорожных участков Узбекистана и на основе результатов многолетних исследований по частоте случающихся неисправностей на дорогах и на основе исследований (на основе данных, полученных из журналов, ведущихся на дистанциях дороги) были определены причины их возникновения.

2. В целях исследования верхнего строения пути и земляного полотна разработана методика модельных и натурных экспериментов путём вибрационного воздействия, осуществляемого при помощи сейсмической платформы, что даёт возможность получить такие же колебания, какие возникают при движении скоростных поездов.

3. При помощи испытательного стенда было определено, что сопротивление сдвигу фторопластовой подрельсовой прокладки выше, чем у резинового аналога, что возможно снизить такое явление, как угон рельсов использовании фторопластовой подрельсовой прокладки, из-за большей прочности, увеличенит межремонтные сроке железнодорожного пути.

4. Для подъёмов и спусковых участков скоростного пути, а также для её кривых была разработана конструкция железобетонной шпалы с вогнутой опорной поверхностью, обладающей повышенной сопротивляемостью к горизонтальным сдвигам, также создана эпюра вертикальных нугрузок от этих шпал. Она даёт возможность увеличить объединённую площадь вогнутой части шпальной опоры и балластной призмы. В результате определено всего этого объем выправочных работ можно снизить до 2,5 раза.

5. В результате теоретических расчётов и экспериментальных исследований разработана конструкция двухслойной балластной призмы, которая даёт возможность перераспределения нагрузок от шпал и увеличения сроков эксплуатации.

8. На скоростных участках железнодорожного пути в целях обеспечения безопасности движения поездов разработаны конструктивные решения по укреплению насқпи земляного полотна железобетонными сваями.

7. Предлагаемые и разработанные конструктивные решения позволит сэкономить 542,038 млн. сум. за счет экономии затрат труда рабочих и

материальных затрат на подъемочный и средний ремонт, а также на текущий ремонт дороги в период от капитального ремонта до последующего капитального ремонта с использованием фторопластовых подрельсовых прокладок.

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY
SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDING
SCIENTIFIC DEGREES PhD.15/30.12.2019.T.73.01

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

BEGMATOV PARDABOY ABDURAKHIMOVICH

IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF THE ELEMENTS OF THE UPPER STRUCTURE OF THE TRACK AND THE SUBGRADE ON THE SPEED SECTIONS OF THE RAILWAY OF UZBEKISTAN

05.08.02 – Railway track and track facilities

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

Tashkent – 2021

The theme of doctor of philosophy (PhD) was registered at the Supreme Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Repul B2019.2.PhD/T1208.

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 www.tashiit.uz and on the website of "ZiyoNet" Information and educational portal www.ziyonet.uz.

Scientific supervisor:	**Abdujabarov Abdukhamit Khalilovich** doctor of technical sciences, professor
Official opponents:	**Sarzhanov Taizhan Sadikhanovich** doctor of technical sciences, professor (Kazakhistan) **Dosmetov Sultanbay Kamalovich** candidate of technical sciencesr
Leading organization:	**JSC "Uzogirsanoatloyikha" Institute**

The defense will be take place «_____» _____ 2021 at _____ at the meeting of Scientific Council at the Scientific Council PhD.15/30.12.2019.T.73.01 Tashkent state transport university. Address: 1, Temiryo'lchilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz

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

Abstract of the dissertation sent out on «_____» _____ 2021 y.
(mailing report №. ____on «_____» _____ 2021 y.).

A.I. Adilkhodjaev
Chairman of Scientific council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

Y.O. Ruzmetov
Scientific secretary of Scientific council
on awarding degrees,
candidate of technical sciences, docent

V. M. Tsoi
Vice-chairman of this scientific seminar under Scientific council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, docent

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work is to develop design solutions aimed at reducing stresses arising in the upper structure of the track and subgrade of high-speed railroad sections of Uzbekistan and to improve the methods of their calculation.

The tasks of the research work:

identifying the causes of deformations of the track structure and subgrade during high-speed train traffic;

development of design solutions aimed at reducing deformations arising in the track structure and subgrade during high-speed train traffic, as well as to increase the time between repairs of railroad tracks;

on the basis of existing developments in the calculation of the ballast prism to improve ways to accurately calculate the impact on the subgrade in high-speed train traffic;

Improving the design of reinforced concrete sleepers and sub-rail pads to improve resistance to horizontal and vertical loads that increase during high-speed train traffic;

Scientific novelty of research work be this:

design of reinforced concrete sleepers with concave bearing surface has been created and recommendations have been developed for their practical application in order to increase track resistance to longitudinal and transverse shear for elevating and curvilinear sections of high-speed railroads;

the feasibility of using fluoroplastic under-rail pad based on experimental studies to increase resistance to longitudinal shear, taking into account the effects of external forces on the rail has been determined and scientifically substantiated;

a mathematical model of amplitude-frequency characteristics for rolling stock based on the effects transmitted to the track superstructure and subgrade on high-speed railroad sections was developed;

a calculation model of new structural solutions to ensure the safety of train traffic on the basis of reinforced concrete piles of embankments of high-speed railroad sections, the foundations of which consist of weak soils, was developed.

The structure and volume of the thesis. The thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of literature, and applications. The volume of the thesis is 118 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РУЙХАТИ

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Абдужабаров А.Х., Бегматов П.А., Мехмонов М.Х. Движение поездов как источник сейсмических волн воздействия на верхнее строение пути и земляное полотно железных дорог // Ежеквартальный журнал “Вестник ТашИИТ”, Ташкент: ТашИИТ, 2019. №2. С.105-109. (05.00.00; №11).

2. Абдужабаров А.Х., Бегматов П.А. Исследования колебаний рельсов влияющие на прочность балластной призмы // Узбекский журнал “Проблемы механики” Институт механики и сейсмостойкости сооружений АН РУз, 2020 г. №4, С.52-54. (05.00.00; №6).

3. Абдужабаров А.Х., Бегматов П.А. Физико-механические изменения при работе балластной призмы и грунта земляного полотна при геотекстильной прокладке // Проблема архитектуры и строительства (научно-технический журнал) 2021 г., №1 С.127-129. (05.00.00; №14).

4. Abdujabarov A.H., Begmatov P.A., Mehmonov M.H. SHock loads on the bridge supports and the upper structure of the track from irregularities on the rails of railways // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 9, September 2019, p. 10843-10846. (05.00.00; №8).

5. Abdujabarov A.H., Begmatov P.A., Eshonov F.F. Design-building the ballast section and subgrade // Journal of critical reviews Vol. 7, Issue 8, 2020 p. 1763-1767. http://dx.doi.org/10.31838/jcr.07.08.342, (№3. Scopus IF=1.27).

6. Abdujabarov A.H., Begmatov P.A., Eshonov F.F., Mehmonov M.H., Khamidov M. K. Influence of the train load on the stability of the subgrade at the speed of movement // E3S Web of Conferences, Vol. 264 (2021), International Scientific Conference “Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering” (CONMECHYDRO - 2021) Tashkent, Uzbekistan, April 1-3, 2021, https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126402019, (№3. Scopus).

7. Abdujabarov A.H., Begmatov P.A., Mehmonov M.H. Construction of under-rail laying on the railway at high-speed train traffic // JournalNX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal Vol. 7, Issue 2, February 2021 p. 211-213. (№23, Scientific Journal Impact Factor).

8. Abdujabarov A.H., Begmatov P.A., Eshonov F.F. Construction of reinforced concrete sleepers on the railway at high-speed train traffic // European Journal of Research Development and Sustainability Vol. 2 Issue. 2, February 2021 p. 70-72. (№23, Scientific Journal Impact Factor).

9. Абдужабаров А.Х., Бегматов П.А., Маткаримов А.М. Calculation of the Ballast Resistance to Transverse Displacements of Sleepers During high-speed

Train Movement // JournalNX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal Vol. 7, Issue 5, May 2021 p. 237-241. (№23, Scientific Journal Impact Factor).

II бўлим (II часть; II part)

10. Абдужабаров А.Х., Бегматов П.А. Конструкция балластной призмы с учетом ребристой опорной поверхности железобетонной шпалы // «Промышленный транспорт Казахстана», Казахстан: КУПС, 2019. №2 (63). С.15-18.

11. Абдужабаров А.Х., Бегматов П.А. Конструкция земляного полотна с учетом сейсмичности района и скоростного движения поездов // Материалы международной конференции “Актуальные проблемы современной науки и инноваций в Центрально-Азиатском регионе” – Жиззах. 26 сентярь 2020 г. С. 49-54.

12. Абдужабаров А.Х., Бегматов П.А., Мамадалиев А.Ю. Укрепление земляного полотна при скоростном движении поездов // Международной научно - практической конференции “Актуальные проблемы дорожного строительсва” посвященной 60-летию КаздорНИИ – Алматы, 2-4 октябрь 2019 г. С. 408-413.

13. Бегматов П.А., Эшонов Ф.Ф. Подрельсовая прокладка для высокоскоростных движения поездов // Международной научно - практической конференции «The 21st Century Skills for Professional Activity» Ташкент, 15 январь 2021 г. С. 102-105.

14. Бегматов П.А., Эшонов Ф.Ф. Укрепление основания железнодорожного пути при скоростном движения поездов // Международной научно - практической конференции «The 21st Century Skills for Professional Activity» Ташкент, 15 январь 2021 г. С. 106-108.

15. Бегматов П.А. Совместная работа верхнего строения пути и земляного полотна // Международной научно - практической конференции «Инновационное развитие и науки образования» Казахстан, июль 2020 г. С. 251-253.

16. Бегматов П.А., Йўлнинг юқори қурилмаси ва ер полотносини биргаликда ишлашининг таҳлили // “Ўзбекистонда илм-фан ва таълим масалалари: муаммо ва ечимлар” мавзусидаги 1-сон конференция материаллари 15 июл 2020 йил С. 99-102.

17. Бегматов П.А., Мехмонов М.Х. Тезюрар поездлар ҳаракатида ер полотносида юзага келувчи зўриқишларни камайтириш чора-тадбирлари // “Темир йўл транспортида ресурс тежамкор технологиялар” Хорижий олимлари иштирокидаги республика илмий – техника анжумани мақолалари тўплами Тошкент, Ўзбекистон 3-4 декабр 2020 йил С.142-144.

18. Бегматов П.А., Мехмонов М.Х. Поездлардан тушаётган босим остида рельс ости прокладкалар ишини такомиллаштириш // Республика илмий-техник анжумани “Транспорт-логистика:муаммо ва ечимлар” Термиз, 15- апрел 2021. С. 218-221.

19. Абдужабаров А.Х., Бегматов П.А., Хальфин Г.Р., Расчет крутизны откосов насыпи с учетом скоростного движения поездов и сейсмического воздействия. Свидительство об официальной регистрации программы для ЭВМ в Агентство по интелектуальной собственности при Министерство Юстиции Республики Узбекистан, № DGU 10559, г . Ташкент, 02.02.2021 г.

20. Абдужабаров А.Х., Бегматов П.А., Хальфин Г.Р., Расчет крутизны откосов выемки при воздействии скоростного движения поездов и сейсмики. Свидительство об официальной регистрации программы для ЭВМ в Агентство по интелектуальной собственности при Министерство Юстиции Республики Узбекистан, № DGU 10901, г . Ташкент, 27.03.2021 г.

Автореферат «ТДТрУ ахборотномаси» илмий-амалий журнали таҳририятида таҳриردан ўтказилди ва матнларнинг мослиги текширилди
(20.10.2021 йил).

Қоғоз бичими 60x84 $^{1}/_{16}$ Ризограф босма усули Times гарнитураси
Шартли босма табоғи: 3 б.т. Адади: 60 нусха. Буюртма № 43-6/2021
Нашрга рухсат этилди: 20.10.2021 й.

Тошкент давлат транспорт университети босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100167, Тошкент ш., Темирйўлчилар кўчаси, 1-уй.