

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**  
**АСОСИДА БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**МУХАММАДИЕВ НЕЪМАТЖОН РАХМАТОВИЧ**

**КОМПОЗИЦИОН РЕЛЬС ОСТИ ТАГЛИГИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ**  
**ВА РЕЛЬСЛАРНИНГ ТУТАШГАН ЗОНАСИДА ИШЛАШ**  
**ХУСУСИЯТИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ**

05.08.02 – Темир йўллар ва йул хўжалиги  
05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси**  
**АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2021

**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**

**Мухаммадиев Нейматжон Рахматович**

Композицион рельс ости таглиғини ишлаб чиқиш ва рельсларнинг  
туташган зонасида ишлаш хусусиятини тадқиқ этиш..... 3

**Мухаммадиев Нейматжон Рахматович**

Разработка композиционной подрельсовой прокладки и исследование  
особенностей её работы в зоне рельсового стыка..... 21

**Mukhammadiyev Nematjon Raxmatovich**

Development of composite under-rail pads and research of the peculiarities  
of its work in the area of the rail joint..... 38

**Эълон қилинган ишлар рўйхати**

**Список опубликованных работ**

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

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**  
**ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ**  
**PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**  
**АСОСИДА БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

---

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**МУХАММАДИЕВ НЕЪМАТЖОН РАХМАТОВИЧ**

**КОМПОЗИЦИОН РЕЛЬС ОСТИ ТАГЛИГИНИ ИШЛАБ ЧИКИШ**  
**ВА РЕЛЬСЛАРНИНГ ТУТАШГАН ЗОНАСИДА ИШЛАШ**  
**ҲУСУСИЯТИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ**

**05.08.02 – Темир йўллар ва йул ҳўжалиги**  
**05.09.05 – Қурилиш материаллари ва буюмлари**

**Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси**  
**АВТОРЕФЕРАТИ**

**Тошкент – 2021**

Фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2021.1.PhD/Т2134 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](http://www.tstu.uz)) ва «Ziynet» Ахборот таълим порталида ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) жойлаштирилган.

Илмий раҳбарлар:

**Бельтюков Владимир Петрович**  
техника фанлари доктори, профессор,  
**Цой Владимир Михайлович**  
техника фанлари доктори, доцент,

Расмий оппонентлар:

**Вахитов Мубин Муминович**  
техника фанлари доктори (DSc), профессор  
**Мамадалиев Азиз Юсупалиевич**  
техника фанлари доктори (PhD), в.б. доцент

Етакчи ташкилот:

**Наманган Муҳандислик-қурилиш институти**

Диссертация химояси Тошкент давлат транспорт университети ҳузуридаги PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 рақамли Илмий кенгаш асосидаги бир марталик илмий кенгашнинг 2021 йил «24» 08 соат 10.00 даги мажлисида бўлиб ўтади. (Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси 1-уй. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz), [tashit@exat.uz](mailto:tashit@exat.uz))

Диссертация билан Тошкент давлат транспорт университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (031 рақами билан рўйхатга олинган). (Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси 1-уй. Тел.: (99871) 299-05-66).

Диссертация автореферати 2021 йил «18» 08 кун тарқатилди.  
(2021 йил «14» 08 даги 23 рақамли реестр баённомаси).



**А.Н. 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

**М.М. Мирахмедов**

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

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

**Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурлиги.** Жаҳон темир йўл қурилиши тажрибасида устувор масалалардан бири – юқори тезликда ҳаракатланувчи поездлар ҳаракатланиш пайтида юзага келадиган вибродинамик таъсирларни максимал даражада сўндириш, уларнинг темир йўл изига кўрсатадиган зарарли таъсирини камайтиришга қаратилган технологиялар ва материалларни ишлаб чиқиш, шунингдек уларнинг ҳаракатланиш хавфсизлиги ва қулайлигини ошириш билан боғлиқ. АҚШ, Буюк Британия, Франция, Германия, Япония каби тараққий этган мамлакатларда темир йўллардан фойдаланишга ўта салбий, ҳатто ҳалокатли таъсир кўрсатадиган турли вибродинамик таъсирларни камайтириш ва уларнинг олдини олишга қаратилган услубларни ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилди. Ушбу нуқтан назардан поездларнинг рельслар уланиш ҳудудида интенсив ҳаракатланиши оқибатида юзага келадиган вибродинамик таъсирларнинг кескин камайишини таъминлайдиган, темир йўлнинг юқори қурилмаси янгича амортизацияловчи элементлари турлари – рельсоти тагликларини ишлаб чиқиш ўта муҳим вазифалардан бири бўлиб ҳисобланади. Ана шу зонада жамланган колдик деформациялар ер полотноси кўтарилиб қолишига, вибродинамик юкларни ўзига оладиган темир йўл изининг мустаҳкамлиги ва геометрияси ёмонлашишига олиб келади. Янги юқори даражадаги самарали композицион резина тагликларини яратиш йўлнинг сифатини жиддий даражада яхшилаш ва уни жорий сақлаш харажатларини кескин камайтириш имконини беради.

Жаҳоннинг етакчи илмий марказларида темир йўл юқори қурилмасининг амортизацияловчи элементларининг турли модификацияларини ишлаб чиқишга қаратилган ишлар олиб борилмоқда. Хусусан, геометрияси ҳар хил, рельефли, бўртиқлари бўлган рельсоти тагликлари тақдим этилди. Демпфирловчи хоссаларни яхшилаш мақсадида рельсоти тагликларини тайёрлаш учун турли материаллардан фойдаланиб, шпалаоти тагликлари қўладилар, балласт тўшамалари ва шу қабиларни ишлатдилар. Бу йўналишдаги энг муҳим вазифалардан бири – йўлнинг юқори қурилмаси оралик маҳкамлагичларининг муайян тури учун зарур параметрларга эга бўлиш мақсадида кўп жиҳатдан амортизацияловчи материалларнинг физик-механик хоссаларини яхшилайдиган янги кимёвий модификаторлар ва минерал тўлдиргичлардан комплекс фойдаланиш ҳисобига йўлнинг юқори қурилмаси оралик маҳкамлагичлари амортизацияловчи элементларининг демпфирловчи хоссаларини такомиллаштиришдан иборат. Ушбу масала бутун дунё бўйича долзарб бўлиб, чунки ҳар бир минтақа учун эксплуатация шароитлари индивидуал, ўзига хос бўлиб қолаверади.

Ўзбекистон Республикасида амортизацияловчи тагликларнинг янги технологиялари рельс ости тагликларининг деярли барча ташкил қилувчилари ишлаб чиқарилмаслиги туфайли жорий этилмай қолмоқда. Шу сабабли рельс ости асосини маҳаллий минерал тўлдиргичлар ёрдамида

самарали виброхимоялаш учун олдиндан берилган физик-механик кўрсаткичларга эга бўлган рельс ости тагликини ишлаб чиқиш илмий ва амалий қизиқиш пайдо қилади.

Ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада Ўзбекистон Республикаси Президенти 2017 йилнинг 07 февралдаги ПФ-4947 “Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида”ги <sup>1</sup> Фармони, Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 декабридаги №ПҚ 1-3422 «2018-2022 йилларда транспорт инфратузилмасини такомиллаштириш ва юк ташишнинг ташқи савдо йўналишларини диверсификациялаш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори, 2018 йилнинг 18 июлидаги №ПҚ-3866 “Бухоро – Мискин темир йўл линиясининг хавфсизлигини таъминлаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарори, шунингдек ушбу соҳада қабул қилинган меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни ҳал қилишга хизмат қилади.

**Тадқиқотнинг Республика фан ва технологиялар ривожланиш устувор йўналишларига мувофиқлиги.** Мазкур тадқиқот Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг II - «Энергетика, энергия ва ресурс тежамкорлик» устувор йўналишига мувофиқ равишда бажарилган.

**Муаммонинг ўрганилганлик даражаси.** Темир йўл транспортининг ишлаш хавфсизлиги даражасини ошириш муаммосини ҳал қилишда йўлнинг юқори қурилмаси материаллари муҳим ўрин тутадилар.

Йўлнинг юқори қурилмаси соҳасидаги тадқиқотларни ривожлантиришга ПГУПС, МИИТ ва ВНИИЖТ олимлари ўзлари ўтказган кўп сонли тажриба-ишлаб чиқариш ишлари билан катта ҳисса қўшиб, бу ана шу олимларнинг илмий ишларида ўз аксини топди. Улар қаторида қуйидагиларни кўрсатиб ўтиш мумкин: Ашпиз Е. С., Ананьев Н. И., Баркан Д. Д., Блажко Л. С., Вериго М.Ф., Виноградов В. В., Гольдштейн М. Н., Данилов В. Н., Кистанов А. И., Коган А. Я., Колос А. Ф., Коншин Г. Г., Костюков И. И., Петряев А. В., Шахунянц Г. М., Певзнер В. О., Барабошина В. Ф., Замуховский А. В., Лысюк В. С. Rüdiger G., Rolf J., Riccardo F., Riza G., Di Mino G., Di Liberto M., Maggiore C., Noto S., Sakdirat K., Alexander R., S. A. Kumbhar, P. R. Admиле ва бошқалар.

Ўзбекистон Республикасида темир йўл конструкцияларининг юк кўтариш имкониятини яхшилаш, уларнинг эксплуатацион ишончилигига салбий таъсир кўрсатадиган омилларни бартараф этиш масалалари билан, шунингдек ҳам қуриляётган, шу билан бирга эксплуатациядаги темир йўллар ер полотноси ва балласт қатламининг ишончилигини таъминлашга қаратилган тадқиқотлар билан қуйидаги олимлар шугунланганлар: Фазиллов Т.И., Закиров Р.С., Мирахмедов М.М., Абдужабаров А.Х., Овчинников А.Н., Джаббаров С.Т., Досметов С.К., Лесов К.С., Абдукамилов Ш.Ш., Абдукаримов А.М., Мирсалихов З.Э., Музаффарова М.К., Умаров Х.К. ва б.

<sup>1</sup> Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги № ПФ-4947 –сонли йўналишига мувофиқ равишда бажарилган тадқиқотларнинг натижалари ҳақида  
«Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисидаги» Фармони

Аввалроқ ўтказилган тадқиқотлар кўрсатишича, рельсоти асосини қўшимча кучлардан ва улар қўзғатадиган вибрациялардан химоя қилиш қўзғатувчи омилларни бартараф этиш, шпаладан балластга узатиладиган юкламаларни камайтириш, рельс ости асосини вибрациялардан сақлаш, рельслар вибрациясини сўндириш билан амалга оширилади.

Йўл тургунлигини оширишнинг самарали воситаларидан бири каттиклик даражаси камайтирилган тагликларни қўллаш билан боғлиқ. Рельс ва асос орасига таглиг ўрнатилиши қўзғатувчи омилларнинг юкорида санаб ўтилган барча камчиликларини бартараф этилишини ўз ичига олади.

Маҳаллий минерал тўлдиргичлар ва кимёвий қўшимчалардан фойдаланган ҳолда физик-механик ва эксплуатация хоссалари яхшиланган композицион резина тагликларни ишлаб чиқиш масаласи тўлиқ ўрганилмаган. Шу сабабли маҳаллий минерал тўлдиргичлар ва кимёвий қўшимчалардан фойдаланган ҳолда композицион рельс ости тагликлари таркибини ишлаб чиқиш ва оптималлаштириш бўйича комплекс тадқиқот ўтказиш батафсил кўриб чиқилиши талаб этилган долзарб масалалардан бири бўлиб қолмоқда.

**Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасаси илмий-тадқиқотчилик ишлари режалари билан боғлиқлиги.** Диссертация тадқиқоти Тошкент давлат транспорт университетининг №БВ-Атех-2018-(29+27) «Ўзбекистон минтақавий шароитларида транспорт иншоотлари юк оқимларини ўтказиш имкониятлари самарадордигини такомиллаштириш» (2018-2019 йй.) илмий-тадқиқот иши доирасида бажарилган.

**Тадқиқот мақсади** маҳаллий минерал тўлдиргичлар ва кимёвий модификаторлардан фойдаланиб, композицион рельсоти тагликларини ишлаб чиқиш ҳисобига рельс уланмаси зонасида вибродинамик юкламаларни пасайтиришдан иборат.

#### **Тадқиқот вазифалари:**

рельс уланмаси зонасида ер полотноси асосий майдончасида ва балластдаги вибрация даражасини тадқиқ этиш;

замонавий кимёвий модификаторлар, шунингдек маҳаллий дисперс тўлдиргичларни қўллаган ҳолда композицион резина аралашмаси таркибларини ишлаб чиқиш ва уни оптималлаштириш;

маҳаллий минерал тўлдиргичлар ва кимёвий модификаторлардан тайёрланган рельсоти тагликларининг физик-механик хоссаларини ўрганиш;

физик-механик хоссалари яхшиланган композицион рельсоти тагликларининг рельс уланмаси зонасидаги вибрация даражасига қўзғатадиган таъсирини тадқиқ этиш.

**Тадқиқот объекти** бўлиб рельсларнинг тутушган зонаси ҳисобланади.

**Тадқиқот предмети** маҳаллий минерал тўлдиргичлар ва кимёвий модификаторлардан фойдаланиб тайёрланган композицион рельсоти тагликларининг физик-механик ва эксплуатацион кўрсаткичлари ҳисобланади.

**Тадқиқот усуллари.** Тадқиқотлар жараёнида замонавий вибродиагностика услублари, резина композитлар хоссалари ва сифати кўрсаткичларини ўрганишнинг стандартлаштирилган услублари, шунингдек таркибларни лойihalаштиришнинг ва резина композит тайёрлаш технологик режимларини оптималлаштиришнинг математик услублари, эксперимент натижалари таҳлиliga статистика ишлови бериш услублари, тажриба-дала тадқиқотлари қўлланган.

**Тадқиқотнинг илмий янгилиги** куйидагилардан иборат:

рельсошти тагликларини физик-механик ва эксплуатацион хусусиятларини яхшилаш учун, таркибида кремний бўлган маҳаллий минерал тулдиргичларни қўшимча сифатида қўллаш имконияти асосланган;

композитцион рельсошти таглиги мустақкамлиги ва каттиклигини инобатга олган ҳолда унинг ташкил этувчилари ва технологик омилларини инфодаловчи математик модели ишлаб чиқирилган;

рельсларнинг туташган зонасида вибродинамик кучларни камайтириш учун рельсошти тагликларининг оптимал каттиклиги аниқланган;

стандарт ва янги композицион рельсошти тагликларини физик-механик хусусиятлари асосида рельсларнинг туташган зонасида ҳосил бўлган амплитуда-частотали тебранишлар қийматлари олинган;

Ўзбекистон Республикаси иклими шароитини ҳисобга олган ҳолда маҳаллий минерал тулдиргичлар ёрдамида рельсошти тагликлари ишлаб чиқирилган;

**Тадқиқотнинг амалий аҳамияти.**

Темирбетон шпалалардаги йўлнинг уланма зонасидаги виброредформацияларни, ўз навбатида, вибродинамик юкламаларни кичрайтирадиган композицион рельсошти тагликларни қўллаш ҳисобига камайтириш бўйича ечимлар таклиф этилган.

Физик-механик хоссалари яхшилانган рельсошти резина тагликларнинг резина аралашмаси таркиблари оптималлаштирилган.

Маҳаллий минерал тулдиргичлар ва кимёвий модификаторларни қўллаш илгари импорт ўрнини босадиган материаллар йўклиги сабабли олиш имкони бўлмаган юқори физик-механик ва эксплуатацион кўрсаткичларга эга бўлиш имконини берди.

**Тадқиқотлар натижаларининг ишончлилиги.** Тадқиқотлар натижалари ишончлилиги замонавий асбоб-ускуналар ва тажрибалар ўтказишнинг стандарт услублари қўлланган ҳолда комплекс тадқиқотлар амалга оширилганлиги, тадқиқотларга онд маълумотларнинг меъёрий маълумотлар билан ўтказилган қиёсий таҳлили, олинган назарий ва тажриба натижаларининг юқори даражада ўзаро мувофиқлиги, ҳамда таклиф этилаётган ишланмаларнинг ишлаб чиқаришда синовдан ўтказилганлиги билан тасдиқланади.

**Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти.**

Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти шундан иборатки, мос равишда SiO<sub>2</sub> 60 ва 95% меъёридаги кул-унос ва магнитли сепарация чиқиндисидан резина композицион материаллар учун минерал тулдиргичлар



сифатида фойдаланиш имконияти асослаб берилди. Аникланишича, ПАВ дан минерал тўлдиргичлар учун модификатор сифатида фойдаланиш уларнинг «каучук-тўлдиргич» чегарасида ўзаро таъсир қилиш даражасини ошириб, бу эса нисбатан интенсив кимёвий ўзаро таъсирлашишга, бунинг натижаси сифатида улардан фойдаланиш самарадорлиги яхшилашишга олиб келади.

Резина рельсоти тагликларининг математик моделлари олинган бўлиб, бу каттиклик ва мустахкамлик хоссалари аввалдан берилган махсулотларни лойиҳалаштириш имконини яратди.

Ўтказилган синовлар каттиклик даражаси пастрок бўлган рельсоти кистирмаларини рельс уланмаси зонасида юзага келадиган вибродинамик кучларга нисбатан қўллаш самарадорлигини илмий жиҳатдан асослаб бериш имконини яратди.

**Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти** маҳаллий хомашё асосидаги минерал тўлдиргичлардан фойдаланган ҳолда яхшиланган физик-механик хоссаларга эга бўлган, темир йўлнинг ишлаб турган участкасига жорий қилинганда рельс уланмаси зонасида юқори даражали вибродинамик химояни намойиш қилган рельсоти тагликларини ишлаб чиқишдан иборат.

**Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши.** Маҳаллий минерал тўлдиргичли рельсоти тагликларини ишлаб чиқиш ва рельс уланмаси зонасидаги унинг каттиклиги таъсирини ўрганишга бағишланган тадқиқотлар натижалари асосида қуйидагилар жорий қилинди:

- минерал тўлдиргичли ва кимёвий модификаторли резина аралашмаларининг оптимал таркиблари «Toshkent Rubber Products» МЧЖ корхонасида. Натижаларнинг татбиқ этилиши импорт қўшимчалар нархини лширмаган ҳолда нисбатан юқори даражали физик-механик ва эксплуатацион кўрсаткичларга эга бўлган махсулотлар олиш имконини берди;

яхшиланган физик-механик ва эксплуатацион хоссали рельсоти тагликлари «Ховос темир йўл масофаси (дистанцияси) ПЧ-4»да рельс уланмаси зонасида ётқизилган («Ўзбекистон темир йўллари» АЖ 2021 йил 17 февралдаги № 01/643-21 маълумотномаси). Татбиқ этиш натижасида бир йилда 439,11 млн. сўмлик иқтисодий самара олинган.

**Тадқиқот натижаларининг апробацияси.** Диссертация ишининг асосий натижалари 4 халқаро ва 4 республика илмий-амалий, илмий-техник конференцияларда муҳокама қилинди.

**Тадқиқот натижаларининг эълон қилиниши.** Диссертация мавзуси бўйича жами 17 та илмий иш чоп этилган. Шулардан - 6 та илмий мақола, шу жумладан 2 та республика ва 4 таси Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси томонидан диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этиш учун тавсия этилган халқаро журналларда нашр этилган.

**Диссертация таркиби ва ҳажми.** Диссертация иши кириш қисми, бешта боб, хулоса, адабиётлар рўйхати ва иловалардан ташкил топган. Диссертация ҳажми 130 саҳифадан иборат.

## ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

**Кириш қисмида** ҳал қилинаётган муаммонинг долзарблиги ва диссертация мавзусининг зарурлиги асосланиб, унинг мақсад ва вазифалари шакллантирилган, тадқиқотлар объекти ва предмети аниқлаштирилган, тадқиқотларнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мувофиқлиги белгиланиб, тадқиқотларнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари, тадқиқотлар натижаларининг ишлаб чиқаришга татбиқ этилганлиги баён этилган, тадқиқотлар натижалари синовдан ўтказилганлигига (апробациясига) ва диссертация иши мавзуси бўйича нашр этилган илмий мақолаларга оид маълумотлар, шунингдек диссертация тузилмаси ва ҳажми ҳақидаги маълумотлар келтирилади.

Диссертациянинг «**Масаланинг ҳолати ва тадқиқот вазифалари**» деб номланган **биринчи бобида** кўриб чиқилаётган мавзу юзасидан илмий тадқиқотларнинг аналитик обзори келтирилган.

Адабий манбалар таҳлилидан, поездлар ҳаракатланиш хавфсизлигини таъминлаш бўйича жаҳон амалиётида рельс уланмаси зонаси айниқса йўлнинг юқори қурilmасининг барча элементларига салбий таъсир кўрсатадиган динамик кучлар пайдо бўлишига мойиллиги аниқланган.

Оралиқ рельс маҳкамлагичи узели вертикал каттиклигининг филдирак томонидан рельсга кўрсатиладиган кучларга таъсирини ўрганиш бўйича амалга оширилган тадқиқотлар кўрсатишича, ушбу муаммони ҳал қилишнинг энг қулай ва содда усули уланма зонаси каттиклигини камайтиришдан иборат бўлиб, бу рельсларнинг сирпаниш юзасидаги нотекистиклар оқибатида юзага келадиган қўшимча кучлар катталигини сезиларли тарзда кичрайтиради.

Бажарилган тадқиқотлар таҳлили ва адабиётлар орқали излашдан маълум бўлишича, ҳозирга келиб резина рельсоти тагликлари каттик-кайишқок хоссаларининг таъсири етарли ўрганилмаган.

Илмий нуқтаи назардан талаб даражасидаги хосса кўрсаткичларига эга бўлган композицион резина тагликклапни ишлаб чиқиш амалиётида на асосан  $\text{SiO}_2$  асосидаги микротўлдиргичлар қўлланмаганлиги ҳам муайян қизиқиш пайдо қилади. Бажарилаётган тадқиқотлар доирасида қўйилган вазифаларни рўёбга чиқариш мақсадида қуйидаги **ишчи гипотеза (фараз)** шакллантирилди. Тўлдирилган полимер тизимда кечадиган физик-кимёвий ўзаро таъсирлар қонуниятлари тўғрисидаги замонавий тасаввурларга асосланган ҳолда, минерал тўлдиргичларни актив минерал қўшимча сифатида кўриб чиқиш билан КРА (композицион резина аралашмаси) вулканизациялашининг кечиш шароитларини яхшилаш учун шарт-шароитлар яратишга қодир бўлган, талаб даражасидаги физик-механик ва эксплуатацион кўрсаткичларни йўналтирилган тарзда шакллантириш билан, саноат каучуклари ва маҳаллий минерал тўлдиргичлар асосидаги КРАларнинг оптимал таркибларини ишлаб чиқиш мумкин бўлиб кўринади.

Диссертациянинг «Тадқиқот услублари ва қўлланган материаллар» деб

номланган **иккинчи боби**да композицион рельсоти тагликини олиш учун бошлангич хом ашё материалларининг тавсифлари ва экспериментал тажрибаларни бажариш учун қабул килинган тадқиқот услублари келтирилган.

КРҚ ни тайёрлаш учун каучук СКС (СКМС)30 дан фойдаланилган. АРКМ15 шина, кабель, пойафзал, резина-техника саноатларида ва бошқа соҳаларда турли маҳсулотлар ишлаб чиқаришда қўлланади. Минерал тўлдиргичлар сифатида қуйлар ишлатилган:

магнитли сепарация чикиндилари. «Кварц» АЖ отвалларидаги магнитли сепарация чикиндилари юз минглаб тоннани ташкил қилиб, бу уларни резина маҳсулотларини саноат қўламида ишлаб чиқариш учун улкан хом ашё базаси сифатида қараш имкониятини беради.

- Янгиангрэн ТЭС кул-уноси. Янгиангрэн ТЭС нинг кул-уноси ўлчамлари 0,12 мм гача заррачалардан ташкил топган майда дисперс материалдан иборат.

Шунингдек резина рельсоти таглигини ишлаб чиқаришнинг қуйидаги компонентлари: урчук мойи, майдаланган олтингугурт кукуни, Тнурам Д (ТМТД), резина-техника маҳсулотлари учун ГОСТ да белгилаб қўйилган муайян цинк оксиди, техник углерод, резина регенерати, стеарин кислотаси ва бўр.

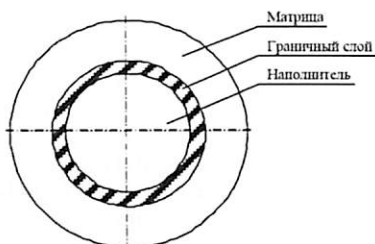
Тадқиқот услублари диссертация иши мақсад ва вазифаларидан келиб чиқиб танланди. Экспериментал тадқиқотларда рельсоти резина таглигининг физик-механик ва эксплуатацион тавсифларини тадқиқ этишнинг стандарт услубларидан ташқари шунингдек рельс уланмаси зонасида юзага келадиган вибрацион таъсирни баҳолаш учун дала тадқиқот услубларидан ҳам фойдаланилди. Бундан ташқари, КРС таркибини оптимallasштириш бўйича тадқиқотларда экспериментларни математик режалаштириш услуби ҳам қўлланди.

Диссертациянинг «Рельсларнинг туташган зонасидаги вибродинамик тебранишлар даражасини пасайтириш учун «Pandrol» типдаги амортизацияловчи таглиглари ишлаб чиқариш ва модификациялаш» деб номланган **учинчи боби** маҳаллий минерал тўлдиргичлар ва кимёвий модификаторлардан фойдаланиб композицион резина таглик таркиби ва хоссаларини ишлаб чиқиш ва яхшилаш бўйича бажарилган экспериментал тадқиқотлар натижаларига, минерал тўлдиргичларини дастлаб келиб чиқиши турлича бўлган юзадаги фаол моддалар билан дастлабки ишлов бериш таъсирини ўрганишга ва композицион резина таглигни физик-механик жиҳатдан тадқиқ этишга бағишланган.

Адабиётларнинг ўтказилган таҳлили шуни кўрсатдики, вулканизация жараёнларининг кечини учун зарур шарт-шароитларни яратиш мақсадида максимал тўлдириш самарасига актив (фаол) минерал тўлдиргичлардан фойдаланилган ҳолда эришилар экан. Юқорида баён этилган фикрлар, ҳамда РТИ соҳасидаги етказки фирмаларнинг жаҳон тажрибасини ҳисобга олиб, актив (фаол) минерал тўлдиргичларни танлаш бўйича тадқиқотлар ўтказилди. Тадқиқотлар натижасида қуйидаги тўлдиргичлар танлаб олинди -

кул-унос ( $\text{SiO}_2 \approx 50\%$ ) ва магнитли сепарациялаш чиқиндиси ОМС ( $\text{SiO}_2 \approx 97\%$ ).

«Тўлдиргич-матрица» тизимидаги адгезион жараёнлар кечишини яхшилаш учун 1-расмда тақдим этилган чегара катлами майдонини катталаштириш талаб этилади.



**1-расм. Уч қатламли композит модели**

Чегара катлами майдони катталашини билан «тўлдиргич-матрица» тизимидаги кимёвий фаоллик ҳам ортиб, полимер занжирлари кадоғининг зичлиги ўзгариб, у ёки бу минерал тўлдиргичлар ишлатилишидан резина композитларнинг хоссаларини прогнозлаш имконияти пайдо бўлади.

Минерал тўлдиргични (ОМС) модификациялашда ПАВ бевосита шарли тегирмонда майдалашда тўлдиргич массасидан 0,5-2,0 % миқдорда қўшилди. Кул-унос билан ишлаганда ПАВ резина аралашмасини вальцларда тайёрлаш жараёнида, шу билан бирга массанинг 0,5-2,0 миқдорда тўлдиргичга дастлабки ишлов бериш йўли билан ҳам қўшиб борилди.

Оптималь миқдордаги ПАВ олиш учун бир қатор тажрибалар ўтказилиб, уларда натижавий омил сифатида чўзишга шартли мустаҳкамлик (МПа), ва Шорга биноан каттиклик (А) олинди.

Аниқланишича, резиналар модификацияланишидан энг катта самара ПАВ миқдори тўлдиргич массасининг 1,0-1,25 % ида мавжуд бўлган ҳолида кузатилар экан. ПАВ концентрациясининг бундан кейинги қўпайиб боришида тўлдиргич юзаси гидрофоблик даражаси ортиб, ҳосил бўлган тузилмаси емирилиши рўй беради.

РТИ ишлаб чиқаришдаги ва лойихалаштирилаётган таркибли РТИ лар физик-механик хоссаларини тадқиқ этиш натижалари шуни кўрсатдики, энг юқори кўрсаткичларга магнитли сепарациянинг модификацияланган чиқиндисини қўллаган ҳолда эришилар экан.

Олинган маълумотларни адсорбция оқибатида каттик фазали заррачалар юзасида мўлжал олган молекулаларнинг мустаҳкам ўрнашган қатламларини ҳосил қилиш билан, ПАВ тўлдиргич моддасини полимер муҳит билан яқинлаштириш, тўлдиргич заррачалари намланишини ва уларнинг полимерда тақсимланишини яхшилаш имконини бериб, шу тарзда оптималь таркибда полимер-тўлдиргич бўлиниш чегарасидаги ўзаро таъсирлашиш ҳам катталашиб, бу тўлдирилган полимер композитларнинг

физик-механик ва эксплуатацион хоссаларининг яхшиланишига қўмаклашиши билан изоҳлаш мумкин.

Резина-техника аралашмасининг якуний махсулот каттиклиги ва хизмат қилиши муддати мувофиқлаштириладиган оптимал рецептура таркиби танланган.

Оптималлаштиришда қуйидаги омилларнинг таъсири ўрганилди:  $X_1$ -стеарин кислотаси сарфи, бир аралашмага (кг);  $X_2$ - регенерат сарфи, бир аралашма массасидан (%) ҳисобиди;  $X_3$  – модификацияланган тўлдиргич (ОМС) миқдори (%).

Оптималлаштирилаётган параметр сифатида Шор бўйича каттиклик (А), ҳамда шарт. бирл. ва чўзилишдаги шартли мустаҳкамлик (МПа) қабул қилинган. Тегишли ҳисоб-китоблар натижасида Шор бўйича каттиклик (А), ҳамда шарт. бирл. ва чўзилишдаги шартли мустаҳкамлик (МПа) РТИ математик моделлари олинган:

$$T = 34,45 + 19,5X_1 - 0,126X_1^2 - 12,81X_2 + 1,03X_2^2 + 10,32X_3 + 0,30X_3^2 \quad (1)$$

$$P = 13,4 + 1,8X_1 - 0,41X_1X_2 + 12,81X_2 - 1,03X_2^2 + 8,32X_3 + 0,30X_3^2 \quad (2)$$

Олинган регрессия тенгламалари тегишли каттикликка эга бўлган рельсоти резина кистирмаларининг зарур хоссаларини прогнослаш ва оптималлаштириш имконини бердилар: Шор бўйича 65, 70, 75, 85 (А).

Минерал тўлдиргич сифатида  $SiO_2$ - миқдори 92% бўлган магнитли сепарация чиқиндиси, дастлаб модификацияланган, солиштирма юзаси  $S_{уд}=3000$  гр/см<sup>2</sup> бўлган, шарли тегирмонда майдалаш жараёнидаги ПАВ танлаб олинди.

Оптималлаштирилган таркиб 1-жадвалда тақдим этилган.

1-жадвал

Прогноз қилинадиган қайишқок-деформацияланган хоссали тажриба-саноат партиясининг таркиби

№	Номланиши	Улч. бирл.	ишл. чик. таркиби	№ таркиб 1	№ таркиб 2	№ таркиб 3	№ таркиб 4
1	Каучук, АРКМ русумли	кг	15	13,5	12	13,5	12
2	Техник углерод (қурум) 803	кг	15	13	13	13	13
3	Техник мой	л	-	6	6	6	6
4	Бўр	кг	10	-	-	-	-
5	Олтингугурт	кг	0,5	0,65	0,65	0,65	0,65
6	Тиуран	кг	0,20	0,25	0,25	0,25	0,25
7	Регенерат	%	-	10	15	15	15
8	Синтетик тола, ўлчам 2 мм	кг	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
9	Стеарин кислотаси	кг	0,2	1,2	0,8	0,6	0,4
10	Цинк оксиди	кг	0,2	0,20	0,25	0,25	0,25
11	ПАВ+ (ОМС)	%	-	10	15	20	25

Таъриба-саноат партиясининг олинган, кайишқок-деформацияланган хоссалари маълум бўлган намуналари рельсоти тагликларига тақдим этиладиган талабларга мувофиқ синовдан ўтказилди.

Синов натижалари деярли барча тавсифлар стандарт кўрсаткичлардан ўртача 25-30% га яхшироқ эканлигини кўрсатиб, бу факт дала шароитларидаги эксплуатацион синовларга ўтиш имконини берди.

Диссертация ишининг «Стандарт таглик-амортизаторлар (штатли) ва композицион таглик-амортизаторларнинг турлича сониди рельс уланмаси зонасидаги балластнинг тебраниш жараёни параметрларини тадқиқ этиш» деб номланган **тўртинчи боб**да ишлаб чиқилган композицион тагликларнинг вибродинамик кучлардан самарали ишлашини ўрганиш бўйича экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган.

Синовларнинг ўтказилиш жойи сифатида Санкт-Петербург – Москва линияси Петро-Славянка станциясининг II-бош йўли танланган (Россия)

Экспериментал тадқиқотлар 2019 йилнинг октябрида ўтказилди.



## 2-расм. Экспериментлар участкасининг умумий кўрinishи

Авалроқ ишлаб чиқилган, каттиклик даражаси Шор ўлчовига кўра (А) хар хил (65, 70,75, 85) бўлган амортизацияловчи тагликлар рельс уланмасининг хар иккала томонида ўрнатилган эди. Мазкур тадқиқотларни ўтказишдан мақсад композицион рельсоти тагликларининг оптимал каттиклигини аниқлашдан иборат эди. 1-расмда асосий майдон ва штатли балласт, композицион рельсоти тагликлари вибротезлашишларини

солиштириш натижалари тақдим этилган.

3-расмда берилган вибротезлашишларнинг олинган натижалари, киёсий диаграммаларни куриш ва поездларнинг рельс уланмаси зонасидан ўтишида, ҳамда 7 та кистирма-амортизатор нарида йўлга тегишли миқдордаги янги стандарт таглик-амортизаторлар (штатли) ва ўта қайишқоқ композицион таглик-амортизаторлар ўрнатилганида юзага келадиган вибродинамик таъсир даражасини тавсифлаб келадиган боғлиқликларни аниқлаш имконини беради.



**3-расм. Ер полотноси асосий майдонидаги вибротезлашишлар амплитудаси**

Турли миқдордаги стандарт таглик-амортизаторлар (штатли) рельс уланмаси зонасидаги балласт вибротезлашишлар амплитудасини ва ўта қайишқоқ композицион таглик-амортизаторлар (тажриба) амплитудаси билан киёслаш куйидаги хулосаларга олиб келади.

Ҳаракатланувчи таркибнинг барча тадқиқ этилган типларида (йўловчи

поезд, Ласточка, Сапсан) штатли таглик-амортизаторларда улар алмаштирилишига кадар рельс уланмаси зонасида ер полотноси асосий майдонида вибротезлашишлар амплитудасининг ўртача 30-40% га пасайиши қайд этилган.

Бу, биринчи навбатда, тажриба тарикасидаги таглик-амортизаторлар штатли тагликларга нисбатан камроқ қаттиқликка эгаллиги, ҳамда рельслардан шпалаларга ва ундан кейин балластга узатиладиган вибродинамик таъсирни яхшироқ сўндириши билан изоҳланади.

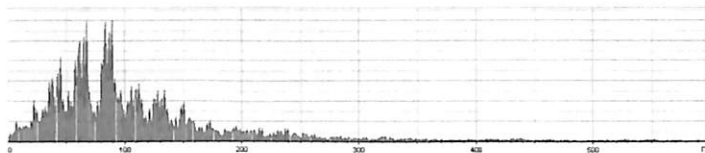
Қаттиклиги Шор кўрсаткичи бўйича 70-75 га тенг композицион рельсоти тагликлари вибротезлашишлар 30 дан 50 % гача камайганлигини кўрсатдилар.

Қаттиқлик даражаси 60-65 бўлган нисбатан юмшоқроқ рельсоти таглиги вибротезлашишнинг 20-30 % га камайганлигини намоиш этиб, буни рельсоти тагликлари қаттиқлик даражасининг нисбатан пастлиги улар ўз демпфирловчи хоссаларини йўқотишига олиб келиши билан изоҳлаш мумкин.

Тажриба тарикасидаги, штатли тагликларга нисбатан камроқ қаттиқликка эга бўлган кистирма-амортизаторлар билан, вибродинамик кучларнинг пасайиши уларнинг рельслардан шпалаларга, ундан сўнг балластга узатиладиган вибродинамик таъсирларни яхшироқ сўндириши билан изоҳланади, чунки улар юкламани кўпроқ миқдордаги шпалаларга қайта тақсимлайдилар.

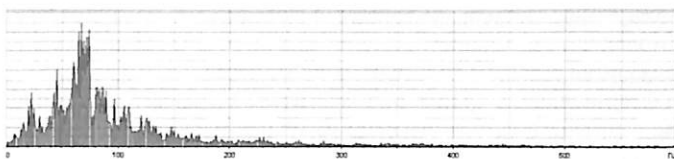
Поездлар ҳаракатланишида юзага келадиган тебранишлар частоталари таҳлили шуни кўрсатадики, максимал амплитудали вибротезлашишлар қайд этиладиган асосий (етақловчи) частота, биринчи навбатда, таглик-амортизаторлар материали ва сони билан эмас, балки куч таъсири частотаси билан белгиланиб, у ҳам, ўз ўрнида, ҳаракатланувчи таркибнинг конструктив хусусиятларига (аравачалар орасидаги масофага) ва унинг ҳаракатланиш тезлигига боғлиқ бўлади. Айнан ҳаракатланувчи таркиб аравачаларининг ўтиши максимал амплитудали вибротезлашишлар частоталарини келтириб чиқариб, уларга аравачалар ўқлари ўтиши туфайли пайдо бўладиган яна ҳам юқори частоталар устма-уст тушади.

График боғлиқликлар таҳлили (4-расм), тажриба тарикасидаги таглик-амортизаторларни ўрнатишда юзага келадиган тебранишлар частоталари, ўрнатилган намунавий таглик нисбатан олганда, резонанс ходисалар юзага келишига йўл қўймайди деган хулоса қилиш имконини беради.

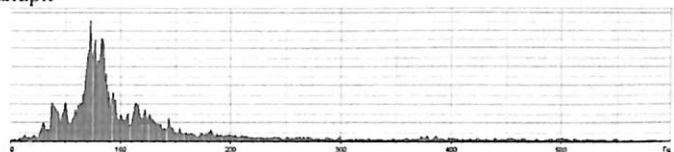


Штатли таглик-амортизаторли, рельс уланмаси зонасидаги ер полотноси асосий майдони вибротезлашишларининг частоталари

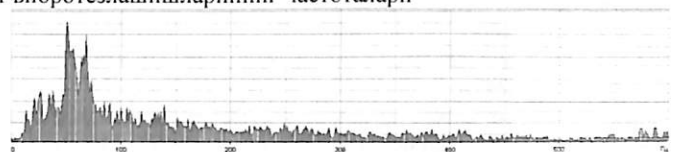




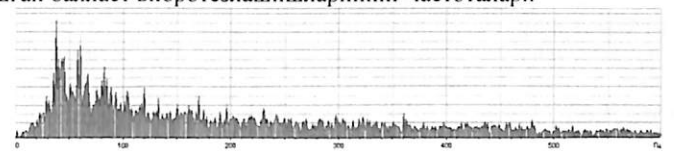
Штадли таглик-амортизаторли, узокрокда (уланмадан 3,3 метр нарида) жойлашган ер полотноси асосий майдони вибротезлашишларининг частоталари



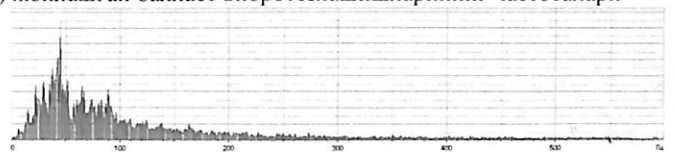
Штадли таглик-амортизаторли, рельс уланмаси зонасида жойлашган балласт вибротезлашишларининг частоталари



Штадли таглик-амортизаторли, узокрокда (уланмадан 1,4 метр нарида) жойлашган балласт вибротезлашишларининг частоталари



Штадли таглик-амортизаторли, узокрокда (уланмадан 2,35 метр нарида) жойлашган балласт вибротезлашишларининг частоталари



Штадли таглик-амортизаторли, узокрокда (уланмадан 3,3 метр нарида) жойлашган балласт вибротезлашишларининг частоталари

#### 4-расм. Рельс туташган зонасидаги ер полотноси асосий майдонининг вибротезлашишлари частоталари тавсифи

Маълумотлар таҳлил қилинганида, таглик-амортизатор тебранишлар частотаси тақсимланишига ҳисса қўшади деган хулосага келиш мумкин. Вибротезлашишлар частота графиклари бир-биридан зичлиги, шакли ва максимал амплитудали вибротезлашишлари сонига кўра бир-биридан кескин фарқ қиладилар.

Қайд этиш лозимки, тадқиқотлар натижалари маълумотларига кўра, вибротезлашишлар амплитудасининг кўп маротаба катталашиб кетишига олиб келадиган резонанс hodисалар аниқланмаган.

Диссертациянинг «Тадқиқотлар натижаларининг тажриба-ишлаб чиқариш тарзидаги татбиқ этилиши ва техник-иктисодий асосланиши» деб номланган бешинчи бобида тадқиқотлар натижаларининг тажриба тарихидаги ишлаб чиқаришга ва композицион рельсоти кистирмасининг эксплуатацияга татбиқ этилиши натижалари келтирилган.

«Toshkent Rubber Products» МЧЖ корхонаси технологлари билан биргаликда таркиби аввалроқ ишлаб чиқилган рельсоти тагликларининг тажриба-ишлаб чиқариш партияси тайёрланди.

Тажриба-ишлаб чиқариш партиясининг таклиф этилган таркиби таннарх озроқ даражада пасайганлигини кўрсатиб, бироқ резина тагликлар олишнинг ишлаб чиқилган технологик схемаси физик-механик ва эксплуатацион кўрсаткичларни мувофиқлаштиришдан ташқари, харорат ва вақт кўрсаткичларини қискартириш ҳисобига иктисодий самарадорликка эга бўлиш имконини беради.

Йиллик иктисодий самарадорликлар қуйидаги кўрсаткичлардан келиб чиқиб ҳисоблаб топилади:

- ишлаб чиқариш цикли қисқариши туфайли аралашмани тайёрлаш, вальцлаш ва преслаш босқичи хароратининг пасайиши 147 Квт ни ташкил қилди.

- тайёрлаш технологик даврларининг ўртача 15% га қисқариши.

Шундай қилиб, ишлаб чиқаришнинг энергия сигими ва меҳнат сарфи 17-20% га пасайиши ҳисобига бир таглик таннархи 1059 сўмни ташкил этди.

Ушбу турдаги кистирмаларни бир йиллик ишлаб чиқариш қуввати «Toshkent Rubber Products» МЧЖ корхонасида 210000 донани ташкил этади.

Ушбу татбиқ этиш туфайли бир йиллик иктисодий самарадорлик қуйидагига тенг: 210000 донна \* 1059 сўм = 222,39 млн. сўм.

Ушбу тагликни

Ўзбекистон Республикаси темир йўл изларига, хусусан «Темир йўл Ховос йўл масофаси (дистанцияси) ПЧ-4»да жорий қилиш бўйича ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, татбиқ этиш самарадорлиги тўғридан-тўғри қолея эни, даража бўйича четлашишлар, йўл чўқишлари ва қийшайишлари каби салбий оқибатларининг бартараф этилишига боғлиқ.

Штатли кистирмалар композицион рельсоти тагликлари билан алмаштирилганидан кейин чўқишлар деярли аниқланмай, бу аввал бажарилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижаларини изоҳлаб, тасдиқлаб келади.

Иктисодий самарадорлик ишдан чиққан йўлнинг юқори қурилмаси элементларини алмаштиришда ишларнинг меҳнат талаблиги ва материаллар нархи қўшилишидан келиб чиқиб белгиланди.

Ишлаб чиқилган композицион рельсоти тагликлари йўлнинг юқори қурилмаси ишлаш муддатини ўртача 30% га узайтиришини ҳисобга олиб, йўлни жорий сақлаш харажатлари темир йўл изининг узайтирилган

эксплуатация муддатига тўғри пропорционал равишда камаяди деб хулоса чиқариш мумкин.

Ховос йўл дистанциясининг (масофасининг) экспериментал ПЧ-4 участкаси узунлиги 357 км. 1 км йўлга ҳар йили сарфланадиган сарф-харажатлар 4,1 млн. сўмни ташкил қилади.

Шундай қилиб, Ховос йўл дистанцияси (масофаси) йўлни жорий сақланиш мақсадлари учун ҳар йили 1464,700 млн. сўм сарфлайди.

Йўлнинг йукори қурилмаси хизмат қилиш муддати 30% гача узайтирилганлигини ҳисобга олиб, композицион рельсости тагликларининг жорий этилишидан олинган иктисодий самарадорлик 439,11 млн сўмни ташкил этган. Бу суммага йўлнинг юкори қурилмаси бутловчи қисмларини қисман алмаштириш сарфлари ва амалга оширилаётган ишларнинг меҳнат талаблик харажатлари қиради.

## ХУЛОСА

«Композицион рельс ости таглигини ишлаб чиқиш ва рельсларнинг туташган зонасида ишлаш ҳусусиятини тадқиқ этиш » мавзусидаги докторлик (PhD) диссертацияси ўтказилган экспериментал-назарий тадқиқотлар натижалари асосида қуйидаги хулосаларга келинди:

1. Ўтказилган назарий ва экспериментал тадқиқотлар таҳлили рельс уланмаси зонаси барча ВСП элементлари ишига салбий таъсир кўрсатадиган динамик кучлар юзага келишига ўта мойиллигини кўрсатди. Вибродинамик кучларни камайштиришнинг самарали усулларидан бири – композицион рельсости таглиги ёрдамида рельсости асосининг каттиклик даражасини пасайтириш билан боғлиқ.

2. Аввалдан белгиланган ва эксплуатацион хоссали рельсости таглигини ишлаб чиқишнинг энг истикболли йўналиши – тузилма ҳосил қилувчи маҳаллий минерал тўлдиргичлардан фойдаланган ҳолда кўп компонентли композицион рельсости таглигини ишлаб чиқишдир.

3. Аниқланишича, икки турли хил «тўлдиргич + каучук» муҳитининг адгезион хоссаларини яхшилаш учун тўлдиргич юзасини полимер тизимдаги фаол  $\text{SiO}_2$  ли молекуляр панжаранинг тортилиш маркази бўлган ПАВ ионогенлари билан модификация қилиш талаб этилади.

4. Мустаҳкамлик ва эксплуатацион тавсифларининг<sup>1</sup> кўшилган модификацияланган тўлдиргичлар микдорига боғлиқликлари олиниб, 20 дан 25 % гача тўлдиргич қўшилиши композицион рельсости таглигининг физик-механик хоссаларини яхшилаши исботланган.

5. Композицион рельсости таглиги самарадорлигининг рельс уланмаси зонасида ўтказилган қиёсий дала синовлари вибротезлашишлар амплитудасининг 30-50% пасайганлигини кўрсатиб, ушбу таглигининг оптимал каттиклиги 65-70 (А) оралиқда жойлашиши аниқланган.

6. Ишлаб чиқилган таркибларни композицион рельсости тагликлари ишлаб чиқаришга жорий қилишдан олинган иктисодий самарадорлик 222,390 млн. сўмни, ушбу тагликни Ховос темир йўл

масофасида ПЧ-4 да эксплуатация килишдан тежалган маблағ бир йилда 439,11 млн. сўмни ташкил этди.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ  
СТЕПЕНЕЙ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА  
PhD.15/30.12.2019. Т.73.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ  
ГОСУДАРСТВЕННОМ ТРАНСПОРТНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

**МУХАММАДИЕВ НЕЪМАТЖОН РАХМАТОВИЧ**

**РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННОЙ ПОДРЕЛЬСОВОЙ  
ПРОКЛАДКИ И ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЕЁ РАБОТЫ В  
ЗОНЕ РЕЛЬСОВОГО СТЫКА**

**05.08.02 - Железнодорожный путь и путевое хозяйство  
05.09.05 – Строительные материалы и изделия**

**АВТОРЕФЕРАТ**  
**диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам**

**Ташкент -2021**

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за B2021.1.PhD/T2134


Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-сайте Научного Совета ([www.tstu.uz](http://www.tstu.uz)) и Информационно-образовательном портале «Ziyounet» ([www.ziyounet.uz](http://www.ziyounet.uz)).

Научный руководитель:	<b>Бельтюков Владимир Петрович</b> доктор технических наук, профессор. <b>Цой Владимир Михайлович</b> доктор технических наук, доцент
Официальные оппоненты:	<b>Вахитов Мубин Муминович</b> доктор технических наук (DSc), профессор  <b>Мамадалиев Азиз Юсупалиевич</b> доктор технических наук (PhD), и.о. доцент
Ведущая организация:	<b>Наманганский инженерно-строительный институт</b>

Защита диссертации состоится «24» 08 2021 г. в 10.00 часов на заседании разового Научного совета на основе Научного совета PhD.15/30.12.2019.T.73.01 при Ташкентском государственном транспортном университете. (Адрес: 100167, г. Ташкент, ул. Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: rektorat@tstu.uz, tashiit@exat.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного транспортного университета (регистрационный номер - 032). (Адрес: 100167, Ташкент ул. Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-05-66.)

Автореферат диссертации разослан «18» 08 2021 года.  
(протокол реестра № 23 от «14» 08 2021 года).

  
**А.Н. 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., доцент  
**М.М. Мирахмедов**  
Председатель научного семинара  
при Научном совете по присуждению  
учёных степеней, д.т.н., профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В мировой практике железнодорожного строительства одним из приоритетных вопросов является разработка технологий и материалов, направленных на максимальное гашение вибродинамических воздействий возникающих при движении высокоскоростных поездов, уменьшение их вредного влияния на железнодорожный путь, а также повышение безопасности и комфортности их движения. В таких развитых странах, как США, Великобритания, Франция, Германия, Япония уделяется особое внимание разработке методов, направленных на уменьшение и предотвращение различных вибродинамических воздействий, оказывающих пагубное влияние на эксплуатацию железных дорог. В данном контексте наиболее важной задачей является разработка новых видов амортизирующих элементов верхнего строения пути- подрельсовых прокладок, обеспечивающих значительное снижение вибродинамических воздействий, возникающих в результате интенсивного движения поездов в зоне рельсового стыка. Накопившиеся в этой зоне остаточные деформации, способствуют выплескам земляного полотна, ухудшению прочности и геометрии железнодорожного пути, воспринимающего вибродинамическую нагрузку. Создание новых композиционных высокоэффективных резиновых прокладок позволяет существенно повысить качество и сократить финансовые затраты на текущее содержание пути.

В ведущих научных центрах мира выполняются работы, направленные на разработку различных модификаций амортизирующих элементов верхнего строения пути. В частности, были предложены рельефные подрельсовые прокладки с выпуклостями различной геометрии. Для улучшения демпфирующих свойств, использовали различные материалы для изготовления подрельсовых прокладок, применяли подшпальные прокладки, использовали балластные маты и т.д. Одной из важнейших задач в данном направлении является усовершенствование демпфирующих свойств амортизирующих элементов промежуточных креплений верхнего строения пути, за счет комплексного использования новых химических модификаторов и минеральных наполнителей, которые в значительной степени улучшают физико-механические свойства амортизирующих материалов с целью получения необходимых параметров для конкретного вида промежуточного крепления. Данный вопрос является актуальным во всем мире, поскольку, условия эксплуатации для каждого региона являются индивидуальными.

Продвижение новых технологий амортизирующих прокладок в Республики Узбекистан сдерживается из-за отсутствия производства практически всех составляющих подрельсовых прокладок. Поэтому представляет научный и практический интерес разработка подрельсовой прокладки с наперед заданными физико-механическими показателями для

эффективной виброзащиты подрельсового основания с помощью местных минеральных наполнителей.

Данное диссертационное исследование служит в определенной степени решенных задач, определенных в Указах Президента Республики Узбекистан УП - 4947 от 07 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»<sup>1</sup>, Постановление президента Республики Узбекистан № ПП1-3422 от 2 декабря 2017 года «О мерах по совершенствованию транспортной инфраструктуры и диверсификации внешнеторговых маршрутов перевозки грузов на 2018-2022 годы», № ПП-3866 от 18 июля 2018 года «О мерах по обеспечению безопасности железнодорожной линии Бухара - Мискен», а также нормативно-правовых документах принятых в данной сфере.

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

**Степень изученности проблемы.** Проблемой повышения уровня безопасности функционирования железнодорожного транспорта, значительную роль выполняют материалы верхнего строения пути.

Большой вклад в развитие исследований в области верхнего строения пути и в частности большое количество опытно – производственных работ было выполнено учеными ПГУПС, МИИТа и ВНИИЖТа, что нашло свое отражение в научных трудах Ашпиза Е. С., Ананьева Н. И., Баркана Д. Д., Блажко Л. С., Вериги М.Ф., Виноградова В. В., Гольдштейна М. Н., Данилов В. Н., Кистанова А. И., Когана А. Я., Колоса А. Ф., Коншина Г. Г, Костюкова И. И., Петряева А. В., Шахунянца Г. М., Певзнера В. О., Барабошина В. Ф., Замуховского А. В., Лысюк В. С. Rüdiger G., Rolf J., Riccardo F., Riza G., Di Mino G., Di Liberto M., Maggiore C., Noto S., Sakdirat K., Alexander R., S. A. Kumbhar., P. R. Admle и других.

В Республике Узбекистан вопросами повышения несущей способности железнодорожных конструкций, предотвращению и ликвидации факторов, оказывающих негативное воздействие на их эксплуатационную надежность, а также исследованиями, направленными на обеспечение надежности земляного полотна и балластного слоя, как строящихся железных дорог, так и находящихся в эксплуатации занимались такие учёные, как: Фазиллов Т.И., Закиров Р.С., Мирахмедов М.М., Абдужабаров А.Х., Овчинников А.Н., Джаббаров С.Т., Досметов С.К., Лесов К.С., Абдукамилов Ш.Ш., Абдукаримов А.М., Мирсалихов З.Э., Музаффарова М.К., Умаров Х.К. и др.

Проведенные ранее исследования показали, что защита подрельсового основания от дополнительных сил и возбуждаемых ими вибраций осуществляется устранением возмущающих факторов, снижением нагрузок,

---

<sup>1</sup>Указ Президента Республики Узбекистан №УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан»



передаваемых от шпал на балласт, виброзащитой подрельсового основания, гашением вибрации рельсов.

Одним из эффективных средств повышения стабильности пути является применение прокладок пониженной жесткости. Укладка прокладок между рельсом и основанием совмещает в себе все вышеперечисленные устранения возмущающих факторов.

Вопрос разработки композиционных резиновых прокладок с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами с использованием местных минеральных наполнителей и химических добавок мало изучен. Поэтому проведение комплексного исследования по разработке и оптимизации составов композиционных подрельсовых прокладок с использованием местных минеральных наполнителей и химических добавок, является актуальной задачей, требующей дальнейшей детальной проработки.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация.** Диссертационное исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы Ташкентского государственного транспортного университета №БВ-Атех-2018-(29+27) «Совершенствование эффективности пропускной способности грузопотоков транспортных сооружений в региональных условиях Узбекистана» (2018-2019 гг).

**Цель исследования** является снижение вибродинамических нагрузок в зоне рельсового стыка, за счет разработки композиционной подрельсовой прокладки с использованием местных минеральных наполнителей и химических модификаторов.

**Задачи исследования:**

исследовать уровень вибрации в зоне рельсового стыка на основной площадке земляного полотна и в балласте;

разработать и оптимизировать составы композиционной резиновой смеси с применением современных химических модификаторов, а также местных дисперсных наполнителей;

изучить физико-механические свойства подрельсовой прокладки с местными минеральными наполнителями и химическими модификаторами;

исследовать влияние композиционной подрельсовой прокладки с улучшенными физико-механическими свойствами на уровень вибрации в зоне рельсового стыка.

**Объектом исследования** является зона рельсового стыка.

**Предметом исследования** являются физико-механические, и эксплуатационные показатели композиционных подрельсовых прокладок с использованием местных минеральных наполнителей и химических модификаторов.

**Методы исследований.** В ходе исследования использовались современные методы вибродиагностики, стандартизированные методы изучения свойств и показателей качества резиновых композитов, а также математические методы проектирования составов и оптимизации технологических режимов изготовления резинового композита,

статистические методы обработки анализа результатов эксперимента, опытно-полевые исследования.

**Научная новизна диссертационного исследования** заключается в следующем:

обоснована возможность применения местных кремний содержащих минеральных наполнителей в качестве добавки для улучшения физико-механических и эксплуатационных свойств подрельсовой прокладки;

получены математические модели прочности и жёсткости композиционной подрельсовой прокладки от рецептурно- технологических факторов;

выявлена оптимальная жесткость подрельсовая прокладки для снижения вибродинамических сил в зоне рельсового стыка;

получены зависимости амплитудно-частотных колебаний в зоне рельсового стыка со штатными и новыми композиционными подрельсовыми прокладками от ее физико- механических свойств;

разработаны составы композиционной подрельсовой прокладки с местными минеральными наполнителями с учётом их работы в климатических условиях Республики Узбекистан;

#### **Практическое значение исследования.**

Предложены решения по снижению вибродеформаций в стыковой зоне пути на железобетонных шпалах, за счёт укладки композиционных подрельсовых прокладок, которые в свою очередь снижают вибродинамические нагрузки.

Оптимизированы составы резиновой смеси для подрельсовых резиновых прокладок с улучшенными физико-механическими свойствами.

Применение местных минеральных наполнителей и химических модификаторов позволило получить высокие физико-механические и эксплуатационные показатели, которые ранее не представлялось возможным получить, из-за отсутствия импортозамещающих материалов.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность полученных результатов подтверждается комплексными исследованиями с использованием современных приборов и стандартных методов проведения экспериментов, сравнительным анализом данных исследований с нормативными, полученными теоретическими и экспериментальными результатами высокой сходимости, а также апробацией в производстве предлагаемых разработок.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что обоснована возможность использования золы-уноса и отхода магнитной сепарации с содержанием  $\text{SiO}_2$  60 и 95% соответственно в качестве минеральных наполнителей для резиновых композиционных материалов. Установлено, что применение ПАВ в качестве модификатора для минеральных наполнителей увеличивает степень их взаимодействия на границе «каучук-наполнитель», что приводит к более интенсивному химическому взаимодействию и как результат эффективности их

использования.

Получены математические модели резиновых подрельсовых прокладок, позволили проектировать изделия с заранее заданными свойствами по жёсткости и прочности.

Проведенные испытания позволили научно обосновать эффективность применения подрельсовых прокладок пониженной жёсткости на вибродинамические силы, возникающие в зоне рельсового стыка.

**Практическая значимость результатов исследования** заключается в разработке подрельсовых прокладок с использованием минеральных наполнителей на основе местного сырья с улучшенными физико-механическими свойствами, которые при введении в эксплуатацию на действующий участок пути в зоне рельсового стыка показали высокую степень вибродинамической защиты.

**Внедрение результатов исследования.** На основании результатов исследований по разработке и изучению влияния жёсткости подрельсовых прокладок в зоне рельсового стыка с местными минеральными наполнителями были внедрены:

- оптимальные составы резиновых смесей с минеральными наполнителями и химическими модификаторами на предприятии ООО «Toshkent Rubber Products». Внедрение результатов позволило получить изделия с более высокими физико-механическими и эксплуатационными показателями, не повышая при этом их стоимость на импортные добавки;

подрельсовые прокладки с улучшенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами были уложены на «Хавастской дистанции пути ПЧ-4» в зоне рельсового стыка (справка № 01/643-21 АО «Ўзбекистон темир йўллари» от 17 февраля 2021 г.). В результате внедрения был получен годовой экономический эффект 439,11 млн. сум.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты диссертационной работы обсуждались на 4 международных и 4 республиканских научно-практических, научно-технических конференциях.

**Публикация результатов исследования.** Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 17 научных работ. Из них -6 научных статей, в том числе 2 республиканских и 4 международных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан, для публикации основных научных результатов диссертаций.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и приложений. Объем диссертации составляет 130 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

**Во введении** обосновывается актуальность решаемой проблемы и востребованность темы диссертации, сформулированы цели и задачи, выявлены объект и предмет исследований, определено соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан, изложены научная новизна и практические результаты исследований, внедрение результатов исследований в производство, приводятся сведения об апробации результатов исследований и опубликованных научных трудах по теме диссертационной работы, а также сведения о структуре и объеме диссертации.

**В первой главе** диссертации «Состояния вопроса и задачи исследования» приведён аналитический обзор научных исследований по рассматриваемой теме.

Из анализа литературных источников установлено что, в мировой практике обеспечения безопасности движения поездов зона рельсового стыка наиболее подвержена возникновению динамических сил, которые отрицательно влияют на все элементы верхнего строения пути.

Выполненные исследования по изучению влияния вертикальной жесткости узла промежуточного рельсового скрепления на силы, действующие со стороны колеса на рельс показали, что самым доступным и простым способом решением данной проблемы является уменьшение жесткости стыковой зоны, которое заметно снижает величину дополнительных сил, возникающих вследствие неровностей на поверхности катания рельсов.

Анализ выполненных исследований и литературный поиск показал, что к настоящему времени недостаточно изучено влияния жестко-упругих свойств резиновых подрельсовых прокладок.

С научной точки зрения представляет определенный интерес также то, что в практике разработки композиционных резиновых прокладок требуемых показателей свойств микронаполнители на основе  $\text{SiO}_2$  не использовались. Для реализации поставленных задач в рамках выполняемых исследований сформулирована следующая **рабочая гипотеза**. Основываясь на современных представлениях о закономерностях физико-химических взаимодействий протекающих в наполненной полимерной системе, рассматривая минеральные наполнители как активную минеральную добавку способную создавать предпосылки для улучшения условий течения вулканизации КРС (композиционной резиновой смеси) с направленным формированием требуемых физико-механических и эксплуатационных показателей, представляется возможным разработки оптимальных составов КРС на основе промышленных каучуков и местных минеральных наполнителей.

**Во второй главе** диссертации «Методы исследования и применяемые материалы» приводятся характеристики исходных сырьевых материалов для получения композиционной подрельсовой прокладки и принятые для

выполнения экспериментальных опытов методы исследований.

Для изготовления КРС использован каучук СКС (СКМС)30 АРКМ15 применяется при изготовлении различных изделий в шинной, кабельной, обувной, резинотехнической промышленности и других областях. В качестве минеральных наполнителей использованы:

отходы магнитной сепарации. Запасы отходов магнитной сепарации в отвалах АО «Кварц» составляют сотни тысяч тонн, что позволяет рассматривать их в качестве мощной сырьевой базы для промышленного производства резиновых изделий.

-зола-уноса Новоангренской ТЭС. Зола-уноса Новоангренской ТЭС представляет собой тонкодисперсный материал, состоящий из частичек размером до 0,12 мм.

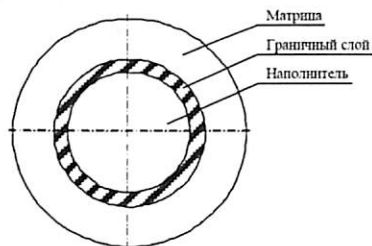
А также компоненты производства резиновой подрельсовой прокладки такие как: масло веретенное, сера молотая, Тиурам Д (ТМТД), окись цинка, технический углерод, регенерат резины, стеариновая кислота и мел соответствующие определенным ГОСТ для резинотехнических изделий.

Методы исследования были выбраны исходя из целей и задач диссертационной работы. В экспериментальных исследованиях помимо стандартных методов исследования физико-механических и эксплуатационных характеристик подрельсовой резиновой прокладки использовались полевые методы исследования для оценки вибрационного воздействия, возникающего в зоне рельсового стыка. Кроме того, в исследованиях по оптимизации состава КРС так же использовался математический метод планирования экспериментов.

**Третья глава** диссертации «Производство и модификация амортизирующих прокладок типа «Pandrol» для снижения вибродинамических колебаний в зоне рельсового стыка» посвящена результатам выполненных экспериментальных исследований по разработке и оптимизации состава и свойств композиционной резиновой прокладки с использованием местных минеральных наполнителей и химических модификаторов, изучению влияния предварительной обработки минеральных наполнителей поверхностно активными веществами различной природы и физико-механическим исследованиям композиционной резиновой прокладки.

Проведенный анализ литературы показал, что максимальный эффект наполнения с целью создания необходимых условий течения процессов вулканизации достигается за счет использования активных минеральных наполнителей. Учитывая вышеизложенное и мировой опыт лидирующих фирм в области РТИ, были проведены исследования по подбору активных минеральных наполнителей. В результате исследований были выбраны следующие наполнители - зола-уноса ( $\text{SiO}_2 \approx 50\%$ ) и отход магнитной сепарации ОМС ( $\text{SiO}_2 \approx 97\%$ ).

Для улучшения адгезионных процессов в системе «наполнитель-матрица» необходимо увеличить площадь пограничного слоя, который представлены на рис. 1.



**Рис.1. Модель трехслойного композита**

С увеличением площади пограничного слоя увеличивается химическая активность в системе «наполнитель-матрица» изменяется плотность упаковки полимерных цепей, появляется возможность прогнозирования свойств резиновых композитов от использования тех или иных минеральных наполнителей.

При модификации минерального наполнителя (ОМС) ПАВ вводили непосредственно при измельчении в шаровой мельнице в количестве 0,5-2,0 % от массы наполнителя. В случае с золой- уноса ПАВ вводили как в процессе изготовления резиновой смеси на вальцах, так и путем предварительной обработки наполнителя в количестве от 0,5-2,0 от массы.

Для получения оптимального количества ПАВ были проведены ряд экспериментов в которых в качестве результирующего фактора была выбрана условная прочность при растяжении (МПа), и жесткость по Шору (А).

Установлено что наибольший эффект модификация резин наблюдается при содержании ПАВ, в количестве 1,0-1,25 % от массы наполнителя. При дальнейшем увеличении концентрации ПАВ повышается гидрофобность поверхности наполнителя и происходит разрушение образовавшейся структуры.

Результаты исследований физико-механических свойств РТИ производственного состава и проектируемых показали, что наиболее высокие показатели достигаются с применением модифицированного отхода магнитной сепарации.

Полученные данные можно объяснить, тем что, образуя вследствие адсорбции на поверхности частиц твердой фазы прочно закрепленные слои ориентированных молекул, ПАВ позволяет сблизить природу наполнителя с полимерной средой, улучшить смачивание частиц наполнителя и распределение их в полимере и таким образом при оптимальном содержании увеличивается взаимодействие на границе раздела полимер-наполнитель, что способствует улучшению физико- механических и эксплуатационных свойств наполненных полимерных композитов.

Выполнен подбор оптимального рецептурного состава резинотехнических смеси с регулируемой жесткостью и долговечностью

конечного продукта.

При оптимизации изучали влияние следующих факторов:  $X_1$ - расход стеариновой кислоты, (кг) на один замес;  $X_2$ - расход регенерата, (%) от массы одного замеса;  $X_3$ - кол-во модифицированного наполнителя (ОМС) (%).

Оптимизируемым параметром принята Твёрдость по Шору (А), усл. ед. и условная прочность, (МПа) при растяжении. В результате соответствующих вычислений, получены математические модели твердости по Шору (А) и условной прочности, (МПа) при растяжении РТИ:

$$T = 34,45 + 19,5X_1 - 0,126X_1^2 - 12,81X_2 + 1,03X_2^2 + 10,32X_3 + 0,30X_3^2 \quad (1)$$

$$P = 13,4 + 1,8X_1 - 0,41X_1X_2 + 12,81X_2 - 1,03X_2^2 + 8,32X_3 + 0,30X_3^2 \quad (2)$$

Полученные уравнения регрессии позволили спрогнозировать и оптимизировать необходимые свойства подрельсовых резиновых прокладок соответствующих жесткостей: 65, 70, 75, 85 по Шору (А).

В качестве минерального наполнителя был выбран отход магнитной сепарации с содержанием  $SiO_2$ - 92% предварительно модифицированным ПАВ в процессе измельчения в шаровой мельнице с удельной поверхностью  $S_{уд}=3000 \text{ гр/см}^2$ .

Оптимизированный состав представлен в табл. 1

Таблица 1

Состав опытно- промышленной партии с прогнозируемыми упругодеформированными свойствами

№	Наименование	Ед. изм.	Состав произв.	Состав № 1	Состав № 2	Состав № 3	Состав № 4
1	Каучук марка АРКМ	кг	15	13,5	12	13,5	12
2	Технический углерод (сажа) 803	кг	15	13	13	13	13
3	Масло техническое	л	-	6	6	6	6
4	Мел	кг	10	-	-	-	-
5	Сера	кг	0,5	0,65	0,65	0,65	0,65
6	Тиуран	кг	0,20	0,25	0,25	0,25	0,25
7	Регенерат	%	-	10	15	15	15
8	Синтетический волокно размером 2 мм	кг	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
9	Стеариновая кислота	кг	0,2	1,2	0,8	0,6	0,4
10	Оксид цинка	кг	0,2	0,20	0,25	0,25	0,25
11	ПАВ+ (ОМС)	%	-	10	15	20	25

Полученные образцы опытно-промышленной партии с известными упруго прочностными свойствами были испытаны согласно требованиям предъявляемым к подрельсовым прокладкам.

Результаты испытаний показали, что практически все характеристики

превышают стандартные в среднем на 25-30%. этот факт позволил перейти к эксплуатационным испытаниям в полевых условиях.

**В четвёртой главе** диссертационной работы «Исследование параметров колебательного процесса балласта в зоне рельсового стыка при различном количестве стандартных прокладок-амортизаторов (штатных) и композиционных прокладок-амортизаторов» приведены результаты экспериментальных исследований по изучению эффективной работы разработанных композиционных прокладок от вибродинамических усилий.

Местом проведения испытаний выбран II-ой главный путь станции Петро-Славянка линии Санкт-Петербург - Москва. (Россия)

Экспериментальные исследования проводились в октябре 2019 года.



**Рис.2. Общий вид экспериментального участка**

Ранее разработанные амортизирующие прокладки разной жесткости 65, 70,75, 85 по Шору (А) были установлены в обе стороны от рельсового стыка. Целью данного исследования было выявления оптимальной жесткости композиционных подрельсовых прокладок. На рис. 1. представлены результаты сравнения виброускорения основной площадки и балласта штатных и композиционных подрельсовых прокладок.

Полученные результаты виброускорений, приведенных на рис. 3. позволяет построить сравнительные диаграммы и выявить зависимости, характеризующие уровень вибродинамического воздействия, возникающего



при проходе поездов в зоне рельсового стыка и на удалении 7-и прокладок-амортизаторов при соответствующем количестве уложенных в путь новых стандартных прокладок-амортизаторов (штатных) и композиционных прокладок-амортизаторов повышенной упругости.



**Рис.3. Амплитуда виброускорений на основной площадке земляного полотна**

Сопоставление амплитуд виброускорений балласта в зоне рельсового стыка при различном количестве стандартных прокладок-амортизаторов (штатных) и композитных прокладок-амортизаторов повышенной упругости (опытных) приводит к следующим заключениям.

При всех исследованных типах подвижного состава (пассажирский поезд, Ласточка, Сапсан) при штатных прокладках-амортизаторах до их замены в зоне рельсового стыка на основной площадке земляного полотна зафиксированы в среднем 30-40% снижение амплитуды виброускорений.

Это объясняется прежде всего тем, что опытные прокладки-амортизаторы имеют меньшую жесткость, чем штатные, и лучше гасят вибродинамическое воздействие, передающееся от рельсов к шпалам и далее на балласт.

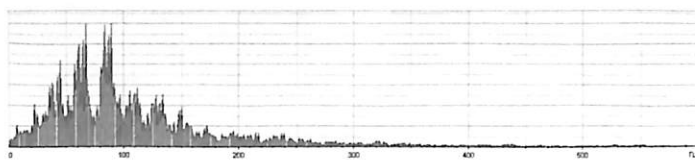
При жесткости 70-75 по Шору композиционные подрельсовые прокладки показали уменьшение виброускорения от 30 до 50 %.

Менее жесткая подрельсовая прокладка с жесткостью 60-65 показала уменьшение виброускорения 20-30 %, это можно объяснить тем что более низкая жесткость подрельсовых прокладок ведет к потере своих демпфирующих свойств.

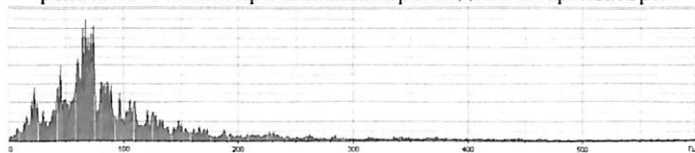
Снижение вибродинамических сил с опытными прокладками-амортизаторами, имеющими меньшую жесткость, чем штатные, объясняется тем, что последние лучше гасят вибродинамические воздействия, передающиеся от рельсов к шпалам и далее на балласт, по скольку перераспределяют нагрузку на большее количество шпал.

Результаты исследования частотного анализа колебаний, возникающих при движении поездов показывает, что основная (несущая) частота, на которой фиксируются максимальные амплитуды виброускорений, определяется, прежде всего, не материалом и количеством прокладок-амортизаторов, а частотой силового воздействия, которая в свою очередь зависит от конструктивных особенностей подвижного состава (расстояния между тележками) и скорости его движения. Именно проход тележек подвижного состава вызывает частоты с максимальными амплитудами виброускорений, на которые накладывается более высокие частоты, вызванные проходом осей тележек.

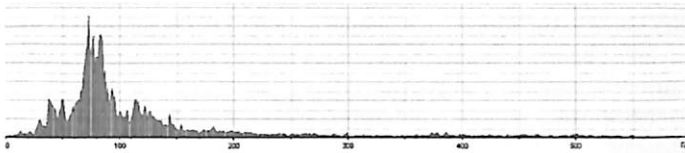
Анализ графических зависимостей рис.4. позволяет сделать вывод, что частоты колебаний, возникающие при установке опытных прокладках-амортизаторах в сравнение с установленными типовыми, позволяют исключить возможность возникновения резонансных явлений.



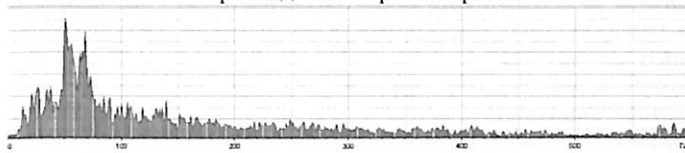
Частоты виброускорений основной площадки земляного полотна в зоне рельсового стыка при штатных прокладках-амортизаторах



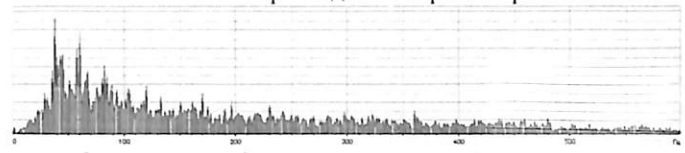
Частоты виброускорений основной площадки земляного полотна на удалении (3,3 метра от стыка) при штатных прокладках-амортизаторах



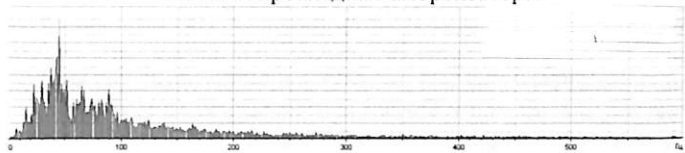
Частоты виброускорений балласта в зоне рельсового стыка при штатных прокладках-амортизаторах



Частоты виброускорений балласта на удалении (1,4 метра от стыка) при штатных прокладках-амортизаторах



Частоты виброускорений балласта на удалении (2,35 метра от стыка) при штатных прокладках-амортизаторах



Частоты виброускорений балласта на удалении (3,3 метра от стыка) при штатных штатных прокладках-амортизаторах

**Рис.4. Частотная характеристика виброускорений основной площадки земляного полотна в зоне рельсового стыка**

Проанализировав данные, можно сделать вывод о том, что прокладка-амортизатор вносит свой вклад в распределение частот колебаний. Графики частоты виброускорений значительно отличаются друг от друга по своей плотности, форме и количеству диапазонов с максимальными амплитудами виброускорений.

Следует отметить, что по результатам данных исследований резонансные явления, приводящие к многократному увеличению амплитуды виброускорений не выявлены.

**В пятой главе** диссертации «Опытно-производственное внедрение и технико-экономическое обоснование результатов исследования» приведены результаты опытного внедрения результатов исследований в производство и эксплуатацию композиционной подрельсовой прокладки.

Совместно с технологами предприятия ООО «Toshkent Rubber Products» были выпущена опытно- производственная партия подрельсовых прокладок составы которых разработали ранее.

Предложенный состав опытно-промышленной партии, показал незначительное снижение себестоимости, однако разработанная технологическая схема получения резиновых прокладок позволяют помимо регулирования физико-механических и эксплуатационных показателей, получить экономическую эффективность за счет сокращения температурных и временных показателей.

Годовой экономической эффективности рассчитывалась исходя из следующих показателей:

- снижение температуры этапа подготовки смеси, вальцевания и прессования от сокращения цикла производства составил 147 Квт.

- уменьшение технологических периодов приготовления в среднем на 15%.

Таким образом себестоимость одной прокладки за счет снижения энергоемкости и трудоемкости производства на 17-20% составила 1059 сум.

Годовая мощность производства данного вида прокладок на предприятии ООО «Toshkent Rubber Products» составляет 210000 штук.

Экономическая годовая эффективность от данного внедрения составляет:  $210000 \text{ штук} * 1059 \text{ сум} = 222,39 \text{ млн. сум.}$

Проведены исследования по внедрению данной прокладки на железнодорожный путь Республики Узбекистан в частности на «Хавастскую дистанцию пути ПЧ-4» показали, что, эффективность внедрения напрямую зависит от устранения таких негативных последствий как ширина колеи, отступления по уровню, просадки и перекосы пути.

После замены штатных прокладок композиционными подрельсовыми прокладками просадок практически не обнаружено, что объясняет и подтверждает ранее выполненные теоретические и экспериментальные исследования.

Экономическая эффективность складывалась из расчета трудоемкости и стоимости материалов при замене выходящих из строя элементов ВСП.

Учитывая, что разработанные композиционные подрельсовые прокладки продлевают срок службы ВСП в среднем на 30%, то можно сделать вывод, о том, что расходы на текущее содержание пути прямо пропорционально снизятся в зависимости от продленного периода эксплуатации железнодорожного пути.

Экспериментальный участок Хавастской дистанции пути ПЧ-4 имеет протяженность 357 км. Ежегодные расходы на 1 км пути составляет 4,1 млн.сум.

Таким образом Хавастская дистанция пути тратит ежегодно 1464,700 млн.сум. на текущее содержание пути.

Учитывая, что срок службы ВСП продлен до 30% экономическая эффективность от внедрения композиционных подрельсовых прокладок

составила 439,11 млн сум. в эту сумму входят расходы по частичной замене комплектующих ВСП и затраты на трудоемкость проводимых работ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов проведенных экспериментально-теоретических исследований по докторской (PhD) диссертации «Разработка композиционной подрельсовой прокладки и исследование её работы в зоне рельсового стыка» были сформулированы следующие выводы:

1. анализ проведенных теоретических и экспериментальных исследований показал, что зона рельсового стыка наиболее подвержена возникновению динамических сил, которые негативно сказываются на работу всех элементов ВСП. Один из эффективных способов снижения вибродинамических сил это уменьшение жесткости подрельсового основания с помощью композиционной подрельсовой прокладки.

2. Наиболее перспективное направление разработке подрельсовой прокладки с наперед заданными и эксплуатационными свойствами является разработка многокомпонентной композиционной подрельсовой прокладки с использованием местных структурообразующих минеральных наполнителей.

3. Установлено, что для улучшения адгезионных свойств двух разных сред «наполнитель + каучук» необходимо модификация поверхности наполнителя ионогенами ПАВ, которые является центром притяжения молекулярной решетки с активным  $\text{SiO}_2$  в полимерной системе.

4. Получены зависимости прочностных и эксплуатационных характеристик от количества введения модифицированных наполнителей, доказана что введение от 20 до 25 % улучшает физико-механические свойства композиционной подрельсовой прокладки.

5. Сравнительные полевые испытания эффективности композиционной подрельсовой прокладки в зоне рельсового стыка показали снижение на 30-50% амплитуд виброускорения, установлена что оптимальная жесткость данных прокладок варьируется от 65-70 (А).

6. Экономическая эффективность от внедрения разработанных составов в производства композиционных подрельсовых прокладок составил 222,390 млн. Сум а экономия от эксплуатации данной прокладке на Хавастской дистанции пути ПЧ-4 составила 439,11 млн.сум. в год

**ONE TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF SCIENTIFIC  
DEGREE OF THE DOCTOR OF SCIENTIFIC BASED ON SCIENTIFIC  
COUNCIL PhD.15/30.12.2019. T.73.01 AT TASHKENT STATE  
TRANSPORT UNIVERSITY**

---

**TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY**

**MUKHAMMADIEV NEMATJON RAXMATOVICH**

**DEVELOPMENT OF COMPOSITE UNDER-RAIL PADS AND  
RESEARCH OF THE PECULIARITIES OF ITS WORK IN THE AREA  
OF THE RAIL JOINT**

**05.08.02 - Railway track and track facilities**

**05.09.05 - Building materials and products**

**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 Republic of Uzbekistan under number B2021.1.PhD/T2134

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

The abstract of the dissertation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) on the website of the Scientific council ([www.tstu.uz](http://www.tstu.uz)) and on the website of «ZiyoNet» Information and educational portal ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific supervisor:** **Belyukov Vladimir**  
doctor of technical sciences, professor  
**Tsoi Vladimir Mixaylovich**  
doctor of technical sciences, docent

**Official opponents:** **Vakhitov Mubin Muminovich**  
doctor of technical sciences, professor

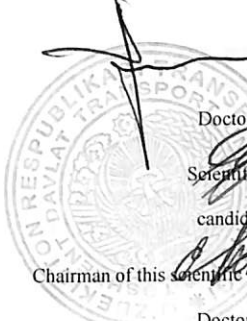
**Mamadaliyev Aziz Yusupaliyevich**  
Candidate of technical science, docent

**Leading organization:** **Namangan Engineering-Construction Institute**

Defense of the dissertation will take place on «24» 08 2021 at 10.00 o'clock at a meeting of One-time Scientific Council PhD.15/30.12.2019.T.73.01 at Tashkent state transport university. (Address: 1, Temiryo'Ichilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: [rektorat@tstu.uz](mailto:rektorat@tstu.uz), [tashiit@exat.uz](mailto:tashiit@exat.uz))

The doctoral (PhD) dissertation can be reviewed at the Information Resource Centre of the Tashkent state transport university (Registered number № 031). (Address: 100167, Tashkent, Temiryo'Ichilar str.,1. Phone: (+99871) 299-05-66)

Abstract of the dissertation sent out on «18» 08 2021 y.  
(mailing report № 03 on «14» 08 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

**M.M. Mirakhmedov**  
Chairman of this scientific seminar under Scientific council  
on awarding scientific degrees,  
Doctor of technical sciences, professor

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work** is the reduction of vibrodynamic loads in the area of the rail joint, due to the development of a composite sub-rail pad using local mineral fillers and chemical modifiers.

**The tasks of the research work:** to investigate the level of vibration in the area of the rail joint on the main site of the subgrade and in the ballast;

to develop and optimize the compositions of a composite rubber mixture using modern chemical modifiers, as well as local dispersed fillers;

to study the physical and mechanical properties of the rail pad with local mineral fillers and chemical modifiers;

to investigate the effect of a composite rail pad with improved physical and mechanical properties on the vibration level in the rail joint zone.

**The object of the research** is the rail joint zone.

**The scientific novelty of research work** be this:

substantiated the possibility of using local silicon-containing mineral fillers as an additive to improve the physical, mechanical and operational properties of the rail pad;

mathematical models of strength and stiffness of a composite sub-rail pad were obtained from compounding and technological factors;

the optimal rigidity of the rail pad was revealed to reduce the vibrodynamic forces in the area of the rail joint;

the dependences of amplitude-frequency oscillations in the zone of a rail joint with standard and new composite sub-rail spacers on its physical and mechanical properties have been obtained;

compositions of a composite under-rail pad with local mineral fillers have been developed, taking into account their work in the climatic conditions of the Republic of Uzbekistan;

**The structure and volume of the thesis.** The thesis is consisting of an introduction, five chapters, a conclusion, a bibliography and annexes. The volume of the thesis is 130 pages.

**The outline of the dissertation.**

1. Analysis of the performed theoretical and experimental studies showed that the zone of the rail joint is most susceptible to the occurrence of dynamic forces that negatively affect the operation of all elements of the VSP. One of the effective ways to reduce vibrodynamic forces is to reduce the rigidity of the rail base using a composite rail pad.

2. The most promising direction in the development of a sub-rail pad with predetermined and operational properties is the development of a multicomponent composite sub-rail pad using local structure-forming mineral fillers.

3. It was found that to improve the adhesive properties of two different media "filler + rubber", it is necessary to modify the filler surface with surfactant ionogens, which are the center of attraction of the molecular lattice with active SiO<sub>2</sub> in the polymer system.

4. Dependences of strength and performance characteristics on the amount of



introduction of modified fillers have been obtained; it has been proved that the introduction of 20 to 25% improves the physical and mechanical properties of the composite rail pad.

5. Comparative field tests of the effectiveness of a composite rail pad in the area of a rail joint showed a 30-50% decrease in vibration acceleration amplitudes, it was found that the optimal stiffness of these pads varied from 65-70 (A).

6. Economic efficiency from the introduction of the developed compositions in the production of composite under-rail pads amounted to 222.390 million soums, and the savings from the operation of this pad at the Khavast distance of the ПЧ-4 track amounted to 439.11 million soums. in year.

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

**I бўлим (I часть; I part)**

1. Мухаммадиев Н.Р., Романов А.В. К вопросу о развитии высокоскоростного движения в Республике Узбекистан / Н.Р. Мухаммадиев, А.В. Романов // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I – Санкт-Петербург: ПГУПС, 2018. – Т. 16. – Вып. 2. – С. 215–221. (05.00.00. № 110).

2. Мухаммадиев Н.Р. Результаты исследования вибрации в зоне рельсового стыка при рельсовых скреплениях различной упругости / Н.Р. Мухаммадиев // Известия Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I. – СПб.: ПГУПС, 2020. – Т. 16. – Вып. 1. – С. 25–34. (05.00.00. № 110).

3. Belyukov V.P., Tsoi V.M., Mukhammadiyev N.R., Turgaev J.A. On regulation of physical and mechanical properties of rubber products using modern modifiers in the Republic of Uzbekistan / V.P. Belyukov, V.M Tsoi, N. R. Mukhammadiyev, J.A. Turgaev // Science and Education in Karakalpakstan ISSN 2181-9203 №3-4 (15). Page 172-176 2020. (05.00.00. № 27).

4. Tsoi V. M., Khodzhaev S.S., Mukhammadiyev N.R., Turgaev J.A. Influence of modified mineral fillers with hydrophobizing additive on the structuring properties of cement composites / V. M. Tsoi, S.S. Khodzhaev, N.R. Mukhammadiyev, J.A. Turgaev // Science and Education in Karakalpakstan ISSN 2181-9203 №3-4 (15). Page 169-171. 2020. (05.00.00. № 27).

5. Мухаммадиев Н.Р., Цой В.М. On the issue of introducing an experimental industrial batch of under-rail pads on the railways of the Republic of Uzbekistan / Н.Р. Мухаммадиев, В.М. Цой. // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 8, Issue 2, February 2021, Page 16233-16635. (05.00.00. № 8).

6. Бельтюков В. П., Цой В. М., Мухаммадиев Н.Р. Анализ деформации железнодорожного пути в зоне рельсового стыка / В. П. Бельтюков, В. М. Цой. Н.Р. Мухаммадиев // Academic research in educational sciences scientific journal volume 2, issue 3, March, 2021, Page 1281-1287. (Scientific Journal Impact Factor).

**II бўлим (II часть; II part)**

7. Мухаммадиев Н.Р., Цой В.М. О перспективе развития резинотехнических изделий в Республике Узбекистан / Н.Р. Мухаммадиев, В.М. Цой. // Современная наука в условиях модернизационных процессов: проблемы, реалии, перспективы Сборник научных статей по материалам IV - Международной научно-практической конференции. г.Уфа 2021, С. 36-40.

8. Мухаммадиев Н.Р. Перспектива и технико-эксплуатационные параметры железнодорожного участка Ташкент – Самарканд / Н.Р.

Мухаммадиев // Научные труды республиканской научно–технической конференции с участием зарубежных ученых. Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте (18-19 декабря 2018 г.) Ташкент, С.155-157.

9. Мухаммадиев Н.Р., Умиров О.А. Повышение стабильности пути в зоне стыков за счет применения упругих прокладок Sylodyn NF 1 / Н.Р. Мухаммадиев, О.А. Умиров // Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки Материалы Всероссийской конференции с международным участием Издательство «Перо». г. Москва 2020, С. 91-95.

10. Мухаммадиев Н.Р., Романов А.В. Обзор по решению упругости верхнего строения железнодорожного пути / Н.Р. Мухаммадиев, А.В. Романов // Актуальные аспекты и приоритетные направления развития транспортной отрасли Материалы молодежного научного форума студентов и аспирантов транспортных вузов с международным участием Издательство «Перо». г. Москва 2019, С.111-114.

11. Мухаммадиев Н.Р., Цой В.М. Оптимизация состава резинотехнических изделий с применением современных модификаторов в Республике Узбекистан / Н.Р. Мухаммадиев, В.М. Цой // Актуальные вопросы современной науки: теория, технология, методология и практика Сборник научных статей по материалам V - Международной научно-практической конференции 19 марта 2021 г. Уфа, 2021, С.73-79.

12. Мухаммадиев Н.Р., Бельтюков В. П. Экспериментальное определение жесткости рельсовой нити / Н.Р. Мухаммадиев, В. П. Бельтюков // Материалы онлайн конференции часть 2 “Наука, образование в обновлении Узбекистана и совместимость инноваций” Ташкент 2021, С. 314-320

13. Мухаммадиев Н.Р., Цой В.М. Optimisation of track stiffness / Н.Р. Мухаммадиев, В.М. Цой // Материалы Республиканской 26-междисциплинарной дистанционной онлайн конференции на тему «Научно практические исследования в Узбекистане часть-16 Ташкент 2021, С. 9-13.

14. Цой В.М., Бельтюков В.П., Мухаммадиев Н.Р. К внедрению композиционных подрельсовых прокладок на железных дорогах Республики Узбекистан / В.М. Цой, В.П. Бельтюков, Н.Р. Мухаммадиев // Замонавий тадқиқотлар, инновациялар, техника ва технологияларнинг долзарб муаммолари ва ривожланиш тенденциялари мавзусида 2021 йил 9-10 апрель кунлари ўтказилган Республика миқёсидаги илмий-техник анжумани материаллари тўплами 1-том Жиззах-2021, С. 294-296.

15. Мухаммадиев Н.Р., Анорбаев Ш. А. О перспективе использования кремнесодержащих минерал тўлдиригичлар в производстве композиционных вяжущих / Н.Р. Мухаммадиев, Ш. А Анорбаев // Материалы Республиканской 27-междисциплинарной дистанционной онлайн конференции на тему «Научно практические исследования в Узбекистане часть-16 Ташкент 2021, С. 18-22.

16. Мухаммадиев Н.Р., Мансуров Э.М., Анорбаев Ш.А. Влияние золы-уноса новоангреноского ТЭС на структурообразование цементного камня /

Н.Р. Мухаммадиев, Э.М. Мансуров, Ш.А. Анарбаев // Сборник научных статей по итогам работы Между народного научного форума наука и инновации - современные концепции. (г. Москва, 23 апреля 2021 г.), С. 173-183.

17. Н.Р. Мухаммадиев. Параметры колебательного процесса подшпального основания в зоне рельсового стыка при применении композиционных подрельсовых прокладок / Н.Р. Мухаммадиев // Сборник материалов международной научной и научно-технической конференции на тему “Вопросы устойчивого развития архитектуры и городского строительства в приаральском регионе”. Нукус, 22-23- апреля 2021, С.392-396.

Автореферат «ТДТРУ ахборотномаси» илмий-амалий журнали  
таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва матнларнинг мослиги текширилди  
(14.08.2021 йил).

---

Қоғоз бичими 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> Ризограф босма усули Times гарнитураси  
Шартли босма табоғи: 3 б.т. Адади: 60 нусха. Буюртма № 43-11/2021  
Нашрга рухсат этилди: 14.08.2021 й.

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