

**ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ ҲУЗУРИДАГИ
ИЛМий ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.15/30.12.2019.Т.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМий КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

САИДИВАЛИЕВ ШУХРАТ УМАРХОДЖАЕВИЧ

**БЎЙЛАМА ЙЎНАЛИШДА КИЧИК ТЕЗЛИКДАГИ
ШАМОЛ ТАЪСИРИДА САРАЛАШ ТЕПАЛИГИ
ТОРМОЗ ПОЗИЦИЯЛАРИНИНГ УЧАСТКАЛАРИНИ
ҲИСОБЛАШ УСЛУБИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.08.03 – Темир йўл транспортини ишлатиш

**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**

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

Саидивалиев Шухрат Умарходжаевич

Бўйлама йўналишда кичик тезликдаги шамол таъсирида саралаш тепалиги тормоз позицияларининг участкаларини ҳисоблаш услубини такомиллаштириш 5

Саидивалиев Шухрат Умарходжаевич

Совершенствование методики расчета участков тормозных позиции сортировочной горки при воздействии попутного ветра малой величины 21

Saidivaliev Shukhrat Umarkhodjaevich

Improving the methodology for calculating sections of the brake positions of a sorting slide under the influence of a small tailwind 39

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**

ТОШКЕНТ ДАВЛАТ ТРАНСПОРТ УНИВЕРСИТЕТИ

САИДИВАЛИЕВ ШУХРАТ УМАРХОДЖАЕВИЧ

**БЎЙЛАМА ЙЎНАЛИШДА КИЧИК ТЕЗЛИКДАГИ
ШАМОЛ ТАЪСИРИДА САРАЛАШ ТЕПАЛИГИ
ТОРМОЗ ПОЗИЦИЯЛАРИНИНГ УЧАСТКАЛАРИНИ
ҲИСОБЛАШ УСЛУБИНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.08.03 – Темир йўл транспортини ишлатиш

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

Тошкент– 2021

Техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2019.2.PhD/T1212 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент давлат транспорт университетида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифасида (www.tashiit.uz) ва “ZiyoNet” Ахборот таълим порталида (www.ziyo.net) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:

Туранов Хабибулла Туранович

техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Даусеитов Ерген Балгаевич

техника фанлари доктори, профессор

Хаджимухаметова Матлуба Адиловна

техника фанлари номзоди

Етакчи ташкилот:

Фарғона политехника институти

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

Диссертацияси билан Тошкент давлат транспорт университетининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (_____ рақами билан рўйхатга олинган).

(Манзил: 100167, Тошкент, Темирийўлчилар кўчаси, 1 уй. Тел: (99871) 299-05-66)

Диссертация автореферати 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

Н.Н. Ибрагимов

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

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда замонавий саралаш станцияларини лойиҳалаш ва қуриш ҳамда саралаш тепаликлари баландликларини тўғри танлаш муҳим аҳамият касб этади. Ривожланган давлатлар, жумладан АҚШ, Германия, Швеция, Хитой, Ҳиндистон, Россия каби мамлакатларда магистрал темир йўл транспорти ва маҳаллий тармоқларига таъсир кўрсатувчи саралаш станцияларининг тепаликларини механизациялаш ва автоматлаштириш каби усулларини ишлаб чиқишга катта эътибор қаратилмоқда. Темир йўл станцияларидаги саралаш тепалигининг асосий вазифаси таркибларни қайта ишлаш ҳамда янги таркибларни тузиш ҳисобланади. Саралаш тепаликдаги тушиш қисмининг профили кўп жиҳатдан оқилона лойиҳаланганлигига боғлиқ бўлади. Тепаликнинг тушиш қисми баландлигини ҳисоблаш ва лойиҳалаш ишларининг мавжуд усулларини такомиллаштириш ҳамда саралаш тепалигининг қиялигидаги вагонни ҳаракат тезлиги ва босиб ўтган йўлининг узунлигини аниқлаш усулларини ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилмоқда.

Дунёда темир йўл саралаш тепаликларининг тушиш қисмини ҳисоблаш ва лойиҳалаш ишларининг мавжуд усулларини такомиллаштириш, саралаш тепалигининг иш технологиясини ривожлантириш, саралаш тепаликларини қайта ишлаш қобилиятини оширишга қаратилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бироқ, тепалик қиялигидан яқка вагон ҳаракатининг математик модели ва ҳисобий схемалари ишлаб чиқилмаган. Хусусан, тормоз позициялари участкасида вагоннинг тормозлаш вақти, йўли ва тезлигини аниқлаш усули шу вақтгача илмий асосда кўриб чиқилмаган. Ушбу ҳолатда, тўхтатиш жойига эга участкаларида вагон ҳаракатининг математик моделини тузиш асосидаги, кичик қийматдаги бўйлама шамол таъсирида саралаш тепалигининг тушиш қисмини ҳисоблаш ва лойиҳалаш усулини такомиллаштириш темир йўл транспортининг долзарб амалий масалалардан бири ҳисобланади.

Республикамизда транспорт тизимларини ривожлантириш, жумладан темир йўл транспортининг саралаш станцияларида вагон оқимларини қайта ишлаш жараёнларини ташкил этиш ва бошқаришни оптималлаштирувчи ва назорат қилиб баҳоловчи технологияларни ишлаб чиқиш чора-тадбирлари амалга оширилмоқда. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 декабрдаги “Транспорт инфратузилмасини такомиллаштириш ва юк ташишнинг ташқи савдо йўналишларини диверсификациялаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарорида “... умуман темир йўл транспорти соҳасида –темир йўл транспорти хизматлари сифати ва хавфсизлигини ошириш, янги темир йўл магистралларини қуриш, темир йўлларни электрлаштириш даражасини ошириш, ...йўли билан Ўзбекистон Республикасининг темир йўл тармогини жадал ривожлантириш учун зарур

шарт-шароитлар яратиш...”¹ каби вазифалари белгиланган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда саралаш станцияларининг тепаликларини энг мақбул баландликларини танлаш, вагонларни “турган вагон гуруҳларига” бориб урилиш тезликларини белгиланган меъёрини таъминлаш усулини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2019 йил 1-февралдаги “Транспорт соҳасида давлат бошқаруви тизимини тубдан такомиллаштириш чора тадбирлари тўғрисида”ги ПФ-5647-сон Фармони, 2017 йил 2-декабрдаги ПҚ-3422 сон “Транспорт инфратузилмасини такомиллаштириш ва юк ташишнинг ташқи савдо йўналишларини диверсификациялаш чора-тадбирлари тўғрисида”ги Қарори ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот Республика фан ва технологияларни ривожлантиришнинг: VI. “Технологик жараёнларни комплекс механизациялаштириш ва автоматлаштириш” устувор йўналишига мос келади.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Саралаш станцияларини ривожлантириш ва ишини такомиллаштириш бўйича назарий ва амалий тадқиқотлар етакчи мамлакатларнинг илмий марказлари, университет ва илмий-тадқиқот институтларида олиб борилмоқда.

Саралаш тепалигининг қиялигида вагон гилдирак жуфтларининг айланиш динамикаси бўйича жаҳондаги йирик тадқиқотчилар, жумладан В.Н. Образцов, Н.И. Федотов, И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, В.М. Рудановский, И.П. Старшов, А.М. Устенко, Б.А. Родимов, Ю.А. Муха, Ю.И. Ефименко, С.А. Бессоненко, С.Н. Шмаль, J. Prokop, Sh. Myojin, C. Zhang, Y. Wei, G. Xiao, Z. Wang, C.T. Dick, J.R. Dirnberger ва бошқалар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган. Вагон гилдирак жуфтларининг айланиш тезлигини ҳисоблашнинг такомиллашган усулни қўллаган ҳолда, саралаш тепалигидаги тўхтатиш жойларида вагоннинг сирпаниш тезлигини аниқлаш бўйича Х.Т. Туранов, Е.Н. Тимухина, С.А. Ситников, Л.А. Рыкова, А.А. Гордиенко, А.В. Мягкова, И.С. Плахотичларнинг тадқиқот натижаларидан фойдаланилган. Юртимизда поездлар ҳаракатини ташкил этишда техник-технологик ечимлар, саралаш станциялари иш кўрсаткичларини яхшилаш ва вагонларни қайта ишлаш технологик жараёнларини оптималлаштиришга қаратилган тадқиқотлар Р.З. Нурмухамедов, К.Т. Худайберганов, Н.Н. Ибрагимов, А.Ш. Шорустамов, М.Х. Расулов, С.К. Худайберганов, У.Н. Ибрагимов, М.А. Ходжимухаметова, Ш.М. Суюнбаев, А.А. Светашев, Ж.Р. Кабулов,

¹Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 2 декабрдаги “Транспорт инфратузилмасини такомиллаштириш ва юк ташишнинг ташқи савдо йўналишларини диверсификациялаш чора-тадбирлари тўғрисида” ги ПҚ-3422-сон Қарори.

К.А.Журабаев, Д.И. Илесалиев, Д.Б. Бутунов ва бошқалар томонидан олиб борилган.

Бироқ, саралаш станцияларининг тепаликлари тўхтатиш жойларида якка вагоннинг тезлиги, юриш йўли узунлиги ва вақтини ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш бўйича бажарилган тадқиқотлар етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация иши Тошкент темир йўл муҳандислари институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг №ЁБВ-Атех-2018-223-сон “Идиш-донали юкларни пакетлаб ташишни ташкил этиш усули” ёш олимлар давлат гранти доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади бўйлама йўналишда кичик тезликдаги шамол таъсирида саралаш тепалигининг тўхтатиш жойларида якка вагоннинг тезлиги, юриш йўли узунлиги ва вақтини ҳисоблаш усулларини такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

саралаш тепалигининг тушиш қисмини ҳисоблаш ва лойиҳалаш услубининг замонавий ҳолати ва муаммоларини тадқиқ қилиш;

“вагон-йўл” тизимида тўхтатиш жойига эга ва тормозлашдан кейинги участкаларда кучларнинг боғлиқлик ифодаларини қайта кўриб чиқиш;

тўхтатиш жойига эга участкаларда вагон гилдирак жуфтлигининг айланиш динамикасининг математик моделларини ишлаб чиқиш;

тўхтатиш жойига эга участкаларда вагоннинг кинематик тавсифларини аниқлаш услубини такомиллаштириш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида саралаш тепалигидаги тушиш қисмининг тўхтатиш жойига эга участкалари олинган.

Тадқиқотнинг предмети сифатида саралаш тепалиги тушиш қисмининг тўхтатиш жойига эга участкаларида вагон тўхташининг асосий кўрсаткичларини аниқлаш жараёнлари олинган.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида назарий тадқиқотлар ва ҳисоб ишлари механикасининг асосий қоидалари, алоқалардан ҳоли бўлиш тамойили, Кулон қонунлари, кинетик энергиянинг ўзгариши тўғрисидаги теорема, дифференциал ва интеграл ҳисобларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

рационал тарқатиш тартиби ва тормоз позицияларининг қувватлари уйғунлигини аниқлаш асосида саралаш тепалигининг тўхтатиш жойларида вагон ҳаракат тезлигини меъёрга келтириш учун якка вагоннинг тезлиги, юриш йўли узунлиги ва вақтини ҳисоблаш усули такомиллаштирилган;

кинетик энергиянинг ўзгариши тўғрисидаги теорема асосида тушиш қисмида бўйлама шамол кучининг таъсирида гилдирак жуфтлигининг сирпанишдаги ишқаланишини ҳисобга олиш учун “вагон-йўл” тизимида тўхтатиш жойига эга ва тормозлашдан кейинги участкаларда кучларнинг боғлиқлик ифодалари тузилган;

тўхтатиш жойига эга участкага вагоннинг кириб келиш бошлангич тезлигини ҳисобга олиш асосида ушбу участкада вагоннинг ҳаракатланиш вақтини аниқлаш учун тормозлашдан кейинги ҳаракатда “вагон-йўл” тизимининг математик модели ишлаб чиқилган;

кичик қийматдаги бўйлама шамол таъсирини ҳисобга олган ҳолда тўхтатиш жойига эга участкаларида вагоннинг кинематик тавсифларини ҳисоблашга доир алгоритм ва дастурий таъминот ишлаб чиқиш асосида ушбу тавсифлар такомиллаштирилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

саралаш станцияларининг тепаликлари тўхтатиш жойларида яқка вагоннинг тезлиги, юриш йўли узунлиги ва вақтини ҳисоблашни амалга ошириш тартиблари ишлаб чиқилган;

бажарилган тадқиқот натижаларини саралаш тепалигининг чўққисидан ҳисобий нуқтагача бўлган кўрсаткичларини ҳисоблашга доир меъёрий-техник хужжатларда, илмий-тадқиқот ва лойиҳалаш ишларида қўллашнинг амалий тавсиялари ишлаб чиқилган;

саралаш тепалигининг тушиш қисмини ҳисоблаш, лойиҳалаш алгоритмларива дастурий таъминоти шунингдек улардан фойдаланиш йўл-йўриқлари яратилган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги, ўтказилган тадқиқотда замонавий услуб ва усуллардан фойдаланганлиги, Кулон қонунлари, кинетик энергиянинг ўзгариши тўғрисидаги теорема, дифференциал ва интеграл ҳисоблари асосида назарий тадқиқотлар олиб борилганлиги, саралаш тепалигининг тушиш қисмидан вагонларни тарқатиш ва “вагон-йўл” тизими ҳисобий моделини тузишнинг мавжуд тамойилларига тадқиқот натижаларининг мувофиқлиги билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти тўхтатиш жойига эга ва тормозлашдан кейинги участкаларда “вагон-йўл” тизимидаги кучларнинг боғлиқлик ифодаларини тузиш ва математик моделини ишлаб чиқиш асосида вагоннинг кинематик тавсифини ҳисоблаш услуги такомиллаштирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти тўхташ жойларига эга участкаларда “яхши югуракли” вагон “ёмон югуракли” вагонларни қувиб етишини олдини олиш ва йўлларда турган вагонларга тепаликдан тушадиган вагоннинг урилиш тезликларини меъёрга мос бўлишини таъминлашда муҳим ҳолат бўлиб, уларни саралаш тепалигининг чўққисидан ҳисобий нуқтагача бўлган параметрларини ҳисоблаш бўйича меъёрий-техник хужжатларда қўллаш имконияти мавжудлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши: Бўйлама йўналишда кичик тезликдаги шамол таъсирида саралаш тепалиги тормоз позицияларининг участкаларини ҳисоблаш усулини такомиллаштириш бўйича олинган илмий натижалар асосида:

саралаш тепалигининг тушиш қисмини ҳисоблаш, лойиҳалашга доир тузилган алгоритмлар, дастурий таъминот ва улардан фойдаланиш бўйича ишлаб чиқилган йўл-йўриқлар “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тасарруфидаги “Тоштемирйўллойиҳа” МЧЖ ташкилотида жорий этиш учун қабул қилинган (“Ўзбекистон темир йўллари” АЖнинг 2020 йил 2 мартдаги 01/876-20-сон маълумотномаси). Жорий қилинган натижалар саралаш тепалигидан туширилаётган вагонларни катта тезликда ҳаракатланиб турган вагонлар гуруҳига урилиш тезлигини 1,5 бараварга камайтиришга хизмат қилган;

бўйлама йўналишда кичик тезликдаги шамол таъсирида саралаш тепалигининг тўхтатиш жойларида яқка вагоннинг тезлиги, юриш йўли узунлиги ва вақтини ҳисоблашнинг такомиллаштирилган усули “Боштранслоиҳа” АЖ мутахассислари томонидан жорий этиш учун қабул қилинган (“Ўзбекистон темир йўллари” АЖнинг 2020 йил 2 мартдаги 01/876-20-сон маълумотномаси). Олинган натижалар вагон тўхташ жойларига эга участкаларда ва йўлда турган вагонларга урилиш тезликларини меъёрга мос бўлиши ҳамда вагонларни бир бирига улагичларини таъмирлаш харажатларини сезиларли даражада камайтириш имконини берган. Бундан ташқари, янги ишлаб чиқилган услуб, ҳисобланган саралаш тепалигининг мақбул баландлиги, “яхши югуракли” вагон “ёмон югуракли” вагонларни қувиб етиб олиш каби жараёнларини олдини олиш ва қўшимча манёвр ишларидан сақлаш имконини берган;

саралаш тепалигининг тўхташ жойига эга участкаларида вагоннинг босиб ўтган йўли, вақти ва тезлигини аниқлаш имконини берувчи дастурий таъминот “Ўзбекистон темир йўллари” АЖ тасарруфидаги “Тоштемирйўллойиҳа” МЧЖ ташкилотида жорий қилинган (“Ўзбекистон темир йўллари” АЖнинг 2020 йил 2 мартдаги 01/876-20-сон маълумотномаси). Тадқиқот натижаларига кўра, ушбу дастурдан фойдаланган ҳолда, саралаш тепалигининг тўхтатиш жойларида вагоннинг босиб ўтган йўл узунлиги 9% га ва тормозланиш вақтини 10% га яхшилашга эришилган.

Тадқиқот натижаларини апробацияси. Тадқиқот натижалари 11 та илмий-амалий анжуманлар, шу жумладан 4 та халқаро ва 7 та республика илмий-амалий анжуманларида апробациядан ўтган ва кафедранинг кенгайтирилган йигилишида баён этилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 27 та илмий иш чоп этилган бўлиб, жумладан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларни чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 10 та мақола нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхатидан иборат. Диссертация ҳажми 111 бет.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация ишининг долзарблиги ва зарурияти асосланган, ишнинг мақсади ва вазифалари шакиллантирилиб, тадқиқотларнинг объект ва предметлари келтирилган, тадқиқотнинг республика фан ва технологияси тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг амалий натижалари ва илмий янгилиги ифодаланган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, тадқиқотчи томонидан ечиладиган масалалар белгиланган.

Диссертациянинг **“Саралаш тепалигининг тушиш қисмини ҳисоблаш ва лойихалаш услубиётининг замонавий ҳолати”** деб номланган биринчи бобида мавжуд усул билан саралаш тепалигининг баландлигини ҳисоблаш бўйича адабиёт манбалари таҳлил қилинган, диссертация тадқиқотининг мақсад ва вазифалари шакллантирилган.

Саралаш тепалигининг қиялиги бўйлаб вагон гилдирак жуфтлигининг айланиш динамикаси бўйича бажарилган ишларнинг таҳлил натижалари, мавжуд усулга мувофиқ жисмга эркин тушишнинг бир хил тезланиши ҳам вертикал бўйича тушишда, ҳам қия текисликда ҳаракатланишига таъсир этиши кўрсатилган. Бунда вертикал бўйича эркин тушиш жисмнинг тезланиши g ва қия текислик бўйича жисмнинг чизикли тезланиши a – маъноси ҳар хил бўлган физик тушунчалар эканлигига эътибор берилмаган.

Шунингдек мавжуд усулга мувофиқ тепаликнинг қиялиги бўйича ҳаракатланаётган вагоннинг чизикли тезланиши, тадқиқ этилаётган участкага боғлиқ ҳолда, тенг тезлашган ёки тенг секинлашган бўлиши мумкин, яъни $a > 0$ ёки $a < 0$. Кўришиб турибдики, саралаш тепалигининг баландлигини ҳисоблаш бўйича мавжуд услубининг бажарилган таҳлили, маъноси бўйича ҳар хил бўлган тепаликнинг қиялиги бўйича жисмнинг эркин тушиш тезланиши ва чизикли тезланиш, физик тушунчаларини фарқланманлигини кўрсатди.

Бунда саралаш тепалигидаги қияликнинг исталган кўриб чиқиладиган нуқтадаги вагон гилдирак жуфтлигининг думалаш тезлиги v номаълум бўлиб, бу эса ўз навбатида вагоннинг ҳаракат вақти t га боғлиқ бўлади. Шунинг учун бошқа ечимлар мавжуд бўлмаганлиги сабабли, тепалик қиялигидаги вагоннинг тезлиги, вертикал бўйича жисмнинг эркин тушиши, яъни $v_k = f(h)$ (бу ерда h – жисмнинг тушиш баландлиги) кўринишдаги барчага маълум элементар физика формуласи орқали аниқланган. Ҳозирги кунда ушбу классик формула одатий формула бўлиб, бугунги кунда қўлланиладиган ушбу классик формула нотўғри ҳисобланганлиги сабаби, бу ерда вагоннинг бошланғич тезлиги v_0 ҳисобга олинмаганлигидир.

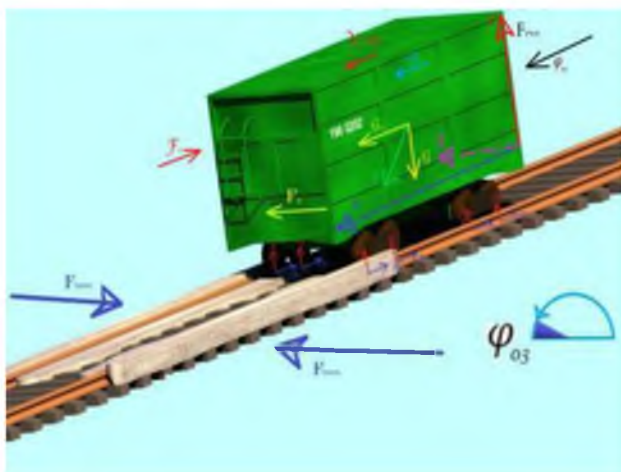
Шунингдек, вагон гилдирак жуфтлигининг думалаш динамикасига бағишланган тадқиқотларнинг таҳлили, мавжуд усулда саралаш тепалиги баландлигини ҳисоблашга бағишланган кўп сонли ишларга қарамай бўйлама шамол таъсирида тепаликнинг тўхтатиш жойига эга участкаларида вагоннинг вақти, тезлиги ва тормозлаш йўлини ҳисоблаш усули ҳозиргача ўрганилмаганлигини кўрсатади. Бундан ташқари тепаликдаги тўхтатиш

жойидан кейинги участкага вагоннинг кириш тезлигини аниқлаш тадқиқот этилмаганлиги бўйича қолмоқда.

Диссертациянинг “Тўхтатиш жойига эга участкаларда вагон гилдирак жуфтлигининг думалаш динамикасини тадқиқ қилиш ва уларнинг математик моделлари” деб номланган иккинчи бобида саралаш тепалигининг қиялигидаги биринчи тўхтатиш жойига эга участкасида вагоннинг секинланиш билан ҳаракатини математик моделлаштириш натижалари келтирилган бўлиб, бунинг натижасида вагоннинг тормозланишдаги тезланишини аниқлаш бўйича, содда кўринишдаги аналитик ифодаси топилди.

Тепаликнинг ушбу участкасидаги вагоннинг тезланиши, “вагон – йўл” тизимига таъсир этувчи барча кучларга (шамол таъсири, сирпанишдаги ишқаланиш, атроф – муҳит қаршилиги, қор, киров) ва айланувчи массаларнинг (гилдирак жуфтликларининг) инерциясини ҳисобга олмаган ҳолдаги юкли (ёки юксиз) вагоннинг массасига боғлиқ бўлиши аниқланди.

Вагоннинг тормозланиш йўли, сирпаниш тезлиги ва чизикли тезланишнинг қийматлари бўйича кўриб чиқиладиган участкада вагоннинг бошланғич тезлигига кўра тормозланиш вақтининг рационал қиймати аниқланди.



1-расм. Бўйлама шамол таъсирида тўхтатиш жойига эга участкасида вагон ҳаракатининг ҳисобий модели.

секинлашган ҳаракатидаги тезланиши a га ва вагон секинлатгичнинг тормозлаш вақтига t_T , яъни $v = f(v_{03}, a, t_T)$ ва $l_T = f(v_0, a, t_m)$ га боғлиқ ҳолда аниқланади (2-расм).

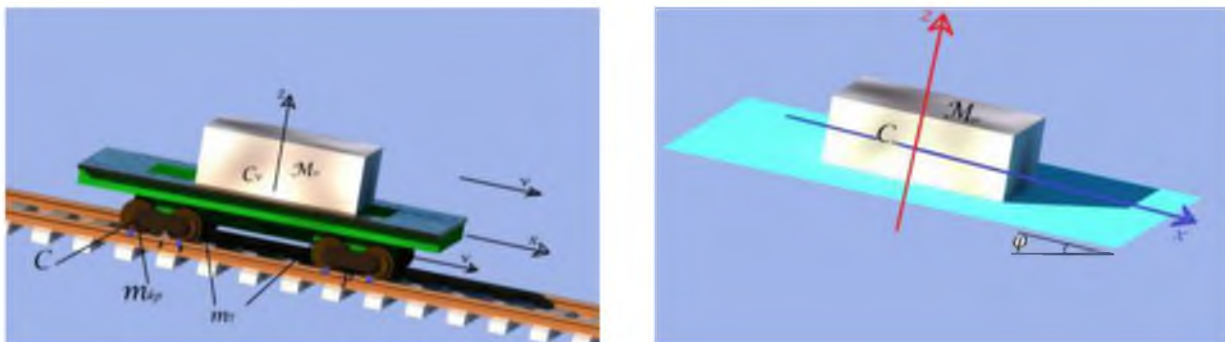
Бунда шамонинг кичик тезлигида (мисол учун, бўйлама шамолда 2-4 м/с) вагонга аэродинамик қаршилиқларнинг таъсир кучи, чизикли конун яъни $F_{рв} = f(A_{нав})$ бўйича, шамолга қараган вагоннинг майдонига боғлиқ бўлади.

Координата кўринишда бўлган Даламбер тамойилини қўллаш асосида тузилган ҳаракатнинг дифференциал тенгламадаги вагоннинг тезланиши $a, dv/dt$ вақт бўйича тезликнинг ҳосиласи кўринишида тақдим этилган.

Диссертация ишида, назарий механикадаги алоқалардан ҳоли бўлиш тамойилига мувофиқ ҳолда тузилган саралаш тепалигининг тўхтатиш жойига эга участкасида вагон ҳаракатининг ҳисобий модели 1-расмда келтирилган.

Ҳисобий моделининг мазмуни шундаки, масаланинг соддалаштирилган кўринишида қўйилиши вагоннинг тезлиги v ва тормозлаш йўли l_T , вагоннинг бошланғич тезлиги v_{03} га (вагоннинг тормозлаш участкасига кириш тезлиги), вагоннинг

Бундай ёндошувга мувофиқ, саралаш тепаликдаги горизонтал майдонида вагон секинлатгич жойлашган ҳолда, бўйлама шамолнинг кичик тезлиги таъсирида вагоннинг тормозлаш йўлини аниқлаш ечими берилган.



а) б)
2-расм. Вагоннинг келтирилган массаси ҳисобига доир схемалар
а) юкли вагон; б) юкли вагоннинг келтирилган массаси

Вагоннинг исталган нуқтаси, шунингдек унинг массалар маркази C_B ва гилдирак жуфтлигининг массалар маркази C тўхташ жойига эга участкаларнинг зоналарида ушбу участкага кириш тезлигига тенг бўлган бир хил тезлик билан ҳаракатланади $v_{ex.m} = v_0 = v_{int}$, яъни $v_{C_B} = v_C = v_{ex.m} = v_0 = v_{int} = const > 0$ деб тахмин қиламиз. Шу сабабли тормозланиш зоналаридаги G юкли вагоннинг ҳаракатини моддий нуқталарнинг ҳаракат тизими сифатида унинг барча массаси M_B ни массалар маркази C_B да тўпланишини тахмин қилган ҳолда кўриб чиқиш мумкин. Бунда ҳисобнинг кўзгалмас тизимини тормозланиш аввалида вагоннинг C_B нуқтаси бўлган ҳолатга жойлаштирамиз. Шунинг учун вақтнинг ҳисоб боши сифатида яъни бошлангич момент $t = 0$ сифатида, саралаш тепаликнинг қиялигида доимий $v_{int} = v_{ex.m} = v_k = const > 0$ тезлик билан ҳаракатланадиган вагоннинг тормозланиш бошланиши моментини оламиз.

$$\frac{G}{2g}(v_{k.T}^2 - v_{н.T}^2) = A_{F_x}, \quad (1)$$

$$A_{F_x} = A_{G_x} + A_{F_{тр}} \quad (2)$$

$$A_{G_x} = G_x x_{C_B} = G \sin \psi x_{C_B} \quad (3)$$

$A_{F_{тр}}$ — A ва B нуқталар орасида x_{C_B} нинг жойини алмаштиришда ишқаланиш кучи $F_{тр}$ нинг иши (умумий ҳолатда турли хилдаги қаршилиқларнинг кучи F_c бўлиши ҳам мумкин):

$$A_{F_{тр}} = -F_{тр} x_{C_B} = -f_T G \cos \psi x_{C_B}, \quad (4)$$

Соддалаштиришдан сўнг (1) ни инобатга олган ҳолда, сўнгги иккита ифодани (2) га қўллаганда, тўхтатиш жойига эга участкаларидаги тормозлаш зоналарида вагоннинг ҳаракат тезлигини аниқлаш учун куйидаги ифодани олишимиз мумкин:

$$v_{k.Ti}^2 - v_{н.Ti}^2 = 2g(\sin \psi_{Ti} - f_T \cos \psi_{Ti}) x_{C_Bi},$$

ёки $x_{C_{Bi}} = l_{Ti}$ да

$$v_{k.Ti}^2 = v_{h.Ti}^2 + 2g(\sin\psi_{Ti} - f_T \cos\psi_{Ti})l_{Ti}. \quad (5)$$

бу ерда i – йўл профили участкаларининг рақами ($i = 1, \dots, 9$).

Бундан, $v_{k.Ti} = 0$ ва $x_{C_{Bi}} = l_{Ti}$ да,

$$0 = v_{h.Ti}^2 + 2g(\sin\psi_{Ti} - f_T \cos\psi_{Ti})l_{Ti}$$

Сўнгги тенгликдан кейин тамоман вагоннинг тормозланиш йўлини оламиз $x_{C_{Bi}} = l_{Ti}$:

$$l_{Ti} = \frac{v_{h.Ti}^2}{2g(f_T \cos\psi_{Ti} - \sin\psi_{Ti})}. \quad (6)$$

Агар саралаш тепалиги йўлининг узунлиги бўйлаб профилга мувофик равишда кичик бурчаклар учун (5° дан кичик), $\sin\psi_i \approx \psi_i = i_i$, $\cos\psi_i \approx 1$ бўлиши инobatга олинса, бунда (5) ва (6) ифодалар қуйидаги кўринишга эга бўлади:

$$v_{k.Ti}^2 = v_{h.Ti}^2 + 2g(i_i - f_T)l_{Ti}; \quad (7)$$

$$l_{Ti} = \frac{v_{h.Ti}^2}{2g(f_T - i_i)}. \quad (8)$$

Кўриниб турибдики, тормозлаш йўли $l_{зати}$ нинг (ёки l_{Ti}) катталиги бошлангич тезлик v_{hTi} нинг квадратига тўғри пропорционал ва йўл профилининг қиялиги i_i га шунингдек сирпанишдаги ишқаланиш коэффициенти f_T га тесқари пропорционалдир.

Шундай қилиб, (5) ёки (6) ифодаси бўйича тўхтатиш жойига эга участкалардаги вагоннинг тормозлаш зоналарида якуний кўринишдаги жисмоний нуқтанинг кинетик энергиясини ўзгариши тўғрисидаги теоремани қўллаш вагоннинг тормозланиш йўлини аниқлашга ёрдам берди $l_{зати}$ (ёки l_{Ti}).

Диссертациянинг “Тўхтатиш жойига эга участкаларда вагоннинг ҳаракат кўрсаткичлари ҳисобларини аниқлаш” учинчи бобда тўхтатиш жойига эга участкаларида вагоннинг ҳаракатланиш вақти, тезлиги ва тормозланиш йўли ҳисобларининг натижалари келтирилган.

Мисол тариқасида тепаликнинг биринчи тўхташ жойига эга участкани тадқиқ этамиз. Бошлангич маълумотлар: $\sin\psi_{1m} = 0,014$ ва $\cos\psi_{1m} = 1$ – йўл профили қиялиги, рад., ёки $i_{1m} = 14 \text{ ‰}$; $G = 650$ вагондаги юкнинг огирлик кучи, кН; $G_1 = 794$ – айланмайдиган қисмлари билан (вагон кузови, арава) биргаликдаги юкли вагоннинг огирлик кучи, кН; $F_{Т1х} = 14,31$ – кичик қийматдаги бўйлама шамолнинг кучини ҳисобга олган ҳолда ($F_{вх} = 3,2$ кН), кН; $|F_{ст1}| = -F_{ст1} \approx -222,84$ – турли хилдаги қаршилиқлар кучининг модули (тормозланиш зонасига вагоннинг кириш тезлиги $v_{вх.Т} = 8,5$ м/с да КЗ-3 ёки КЗ-5 турдаги вагон секинлатгичларнинг тормоз колодкаларининг вагон гилдираги гардишига ёпишиш кучини ҳисобга олиш: $F_{торм} = 23,75$ кН; асосий қаршилиқ сифатида сиқилган тормоз шиналарига гилдирак жуфтлигининг сирпанишдаги ишқаланиш кучи: $F_{от1} = 0,25G_1 = 198,5$ кН; атроф муҳит ва шамолдан $F_{св} = 0,0005G_1 \approx 0,4$ кН; қор ва қировдан: $F_{си} = 0,00025G_1 \approx 0,2$ кН),

κH ; $M_{в.гр} = 6,624 \cdot 10^4$ – юкли вагон массаси, кг; $M_T = 1,468 \cdot 10^4$ – иккита аравачининг массаси, кг; $M_{гр0} = 8,869 \cdot 10^4$ – айланмайдиган қисмлари билан биргаликда юкли вагоннинг келтирилган массаси.

Ҳисоблар натижаси:

1) (9) ифода бўйича ҳисобланган, масаланинг бошланғич маълумотлари берилганда тормозланиш вақти $t_{зар1} = t_{T1}$: $t_{T1} = 3,37$ с га тенг

$$t_{ii} = \frac{v_{nti}}{a_{kti}}, \text{ с} \quad (9)$$

2) (10) ифода бўйича ҳисобланган, вагоннинг тормозланиш вақти $t_{зар1} = t_{T1}$, $t_{T1} = 3,423$ с га, (11) ифода бўйича эса $t_{T21} = 3,751$ с га тенгдир.

$$t_{ii} = \frac{v_{nti}}{g(f_t \cos \psi_i - \sin \psi_i)}, \text{ с} \quad (10)$$

$$t_{ii} = \frac{v_{nti}}{a_t(|w_{ii}| - i_{txi})}, \text{ с} \quad (11)$$

Бу ерда, (11) ифода бўйича, тепаликнинг тормозлаш зонасидаги вагон харакатининг тезланиши a_t , қуйидаги ифода орқали м/с^2 бирликда ҳисобланади: $a_t = G_1 \cdot 10^3 / M_{гр0} = 794 \cdot 10^3 / (8,869 \cdot 10^4) = 8,953$. (10) ва (9) ифодалар асосида бажарилган, тормозланиш вақти $t_{зар1}$ ҳисобининг нисбий хатолиги $\approx 1,55\%$ ни ташкил топади, (11) ва (9) ифодалар орқали топилгани эса $\approx 10,1\%$ га тенг бўлиб, муҳандислик ҳисобларининг аниқлиги учун бу кўрсаткич кичик қиймат деб ҳисобланмайди ($\approx 5\%$). Вагоннинг тормозланиш лаҳзаси t секундни, $t_{зар1}$ дан кичик эканлигини эътиборга оламиз, (яъни, $t < t_{зар1}$, бу ерда t – жорий вақт), бунда $v_{к.зар1} \neq 0$, ҳаракат тезлигини ҳисоблаш мумкин. Мисол учун, $t_{T1} = 1,5$ с да: тўхташ лаҳзасигача бўлган гилдиракнинг соф сирпанишидаги вагоннинг тезлиги $v_{к.зар1} = 4,397$ м/с га тенг бўлади; $t_{T1} = 2,5$ с да эса ушбу тезлик $v_{к.зар1} = 2,046$ м/с га тенг бўлади, $t_{T1} = 3,0$ с да эса $v_{к.зар1} = 0,87$ м/с ни ташкил топади, ва ниҳоят $t = t_{T1} = 3,37$ с да, тезлик $v_{к.зар1} = 0$ м/с бўлади.

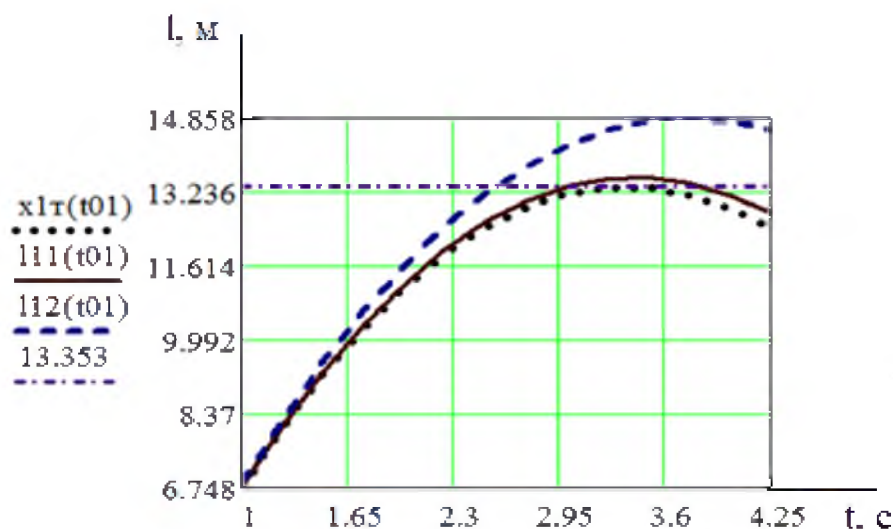
3) (12) ифода бўйича ҳисобланган l_{T1} тормозланиш йўли, $l_{T1} = 13,353 \approx 13,4$ м ни ташкил топади, (13) ифода бўйича ҳисоблангани $l_{T11} = 13,56 \approx 13,6$ м, (14) ифода бўйича ҳисоблангани $l_{T12} = 14,71$ м ни ташкил топади. (12) ва (13) ифодалар орқали аниқланган δl_{T1} ҳисобининг нисбий хатолиги, $1,52\%$ ни ташкил топади, (12) ва (14) ифодалар орқали ҳисоблангани эса $9,2\%$ га тенг бўлиб, бир мунча юқори ҳисобланади.

$$l_{kti} = v_{nti} t_{ii} + \frac{1}{2} |a_{kti}| t_{ii}^2, \text{ м} \quad (12)$$

$$l_{ii} = v_{nti} t_{ii} + \frac{1}{2} g(\sin \psi_i - f_t \cos \psi_i) t_{ii}^2, \text{ м} \quad (13)$$

$$l_{ii} = v_{nti} t_{ii} + \frac{1}{2} a_t (i_t - |w_{ii}|) t_{ii}^2, \text{ м} \quad (14)$$

4) t_{T1} нинг 1,0 дан 4,5 гача вариациясида бўлган, $\Delta t_{T1} = 1,1$ с қадам билан, (12), (13) ва (14) оддий физиканинг ифодалари асосида мувофиқ равишда қурилган $x_{1T} = f(t_{T1})$, $l_{T11} = f(t_{T1})$, ва $l_{T12} = f(t_{T1})$ график боғлиқликлари 3-расмда кўрсатилган.



3-расм. $x_{1T} = f(t_{T1})$, $l_{T1} = f(t_{T1})$ ва $l_{T01} = f(t_{T1})$ нинг график боғлиқлиги.

3-расмдан кўришиб турибдики, (12) ифоданинг (13) ва (14) ифодаларнинг кўринишига мувофиқ, вагоннинг тўхташ лаҳзасигача график боғлиқлик квадратик ўсувчи боғлиқлик тавсифига эгадир.

Тормозлаш йўлининг максимал қиймати $x_{1m} = 13,353$ м тормозланишнинг вақти $t_{T1} = 3,25$ с га мувофиқ, $l_{T11} = 13,56$ м эса: $t_{T11} = 3,423$ с ва $l_{T12} = 14,86$ м $t_{T1} = 3,751$ с га мувофиқдир. Шундай қилиб, (9), (10), (11) ва (12), (13), (14) ифодаларини қўллаган ҳолда тормозланиш вақти $t_{зат}$ нинг ва тормозлаш йўли $l_{зат}$ нинг ҳисоблар натижаси, бошлангич тезликнинг қиймати бир хил берилганида ҳам муҳандислик ҳисобларни бажариш учун маъқул бўладиган натижаларни беради.

Бу эса ўз навбатида, иккинчи ва учинчи тўхташ жойига эга участкалардаги (2ТЖ ва 3ТЖ) вагоннинг тормозланиш зонасига (ТЗ) нисбатан қўлланилган қурилган математик моделларнинг тўғрилигини тасдиқлайди.

Шу билан бир қаторда, вагоннинг тормозланиш вақти (10) ифодаси, (9) вақт ифодасига нисбатан 1,5 % атрофида нисбий хатолик берган бўлиб, бу кўрсаткич бир мунча кам ҳисобланади. (11) ифода бўйича бажарилган ва умумий қабул қилинган белгиланишлар билан ёзиб олинган ифодага мувофиқ ва (9) ифода бўйича $\approx 10,1$ % ни ташкил топган бўлиб, муҳандислик ҳисоблар учун бир мунча катта кўрсаткич ҳисобланади (5 %).

Вагоннинг тормозланиш йўли (13) ва (14) ифодалари (12) ифодага нисбатан мувофиқ равишда 1,52 % ва 9,2 % нисбий хатоликни берди.

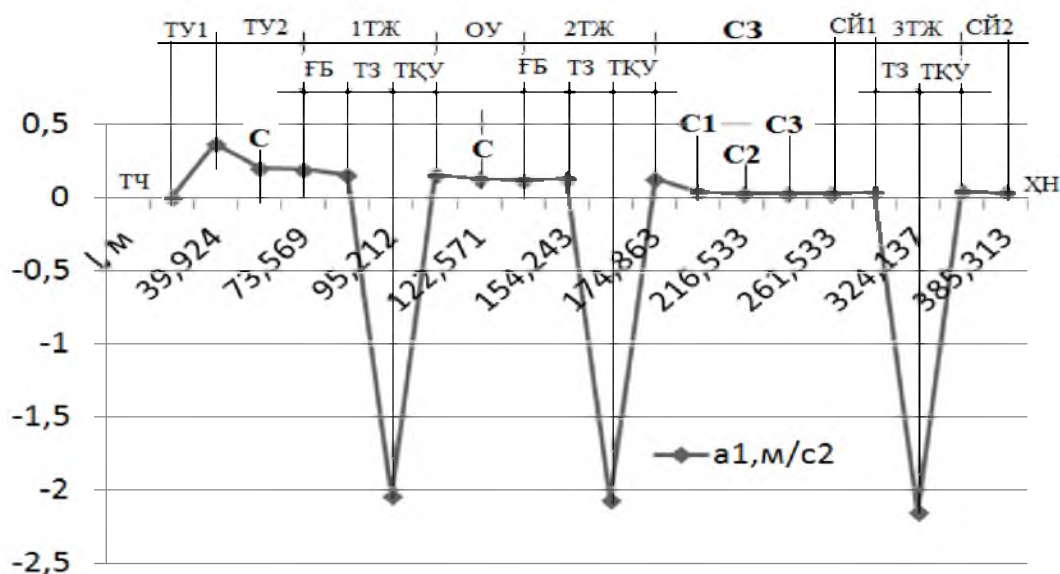
Диссертацияда ўхшаш натижалар, иккинчи ва учинчи паркли механизациялашган тўхтатиш жойлари (2ТЖ ва 3ТЖ) учун олинган.

Диссертациянинг тўртинчи “Саралаш тепалиги тушиш қисмида вагон ҳаракатини бошқариш бўйича тавсияларни ишлаб чиқиш” бобида

саралаш тепалигининг тушиш қисмидаги тўхтатиш жойига эга барча участкаларида вагон ҳаракатининг тадқиқот натижалари келтирилган.

Диссертацияда MathCAD дастуридан олинган, вагоннинг гилдирак базаси узунлигига вагонни киришини ҳисобга олган ҳолда, тормозланиш билан, тўхтатиш жойига эга биринчи, иккинчи ва учинчи участкаларида (кейинчалик – 1ТЖ, 2ТЖ ва 3ТЖ) вагоннинг ҳаракат тезлиги ва босиб ўтилган масофаси ҳисобларининг натижалари баён этилган.

Мисол учун, турли қаршилиқлар (атороф-муҳит, стрелка, эгрилик, қор ва қиров) F_c ни ҳисобга олган ҳолда, кичик қийматдаги кўнгдаланг шамол кучи проекцияси $F_{гвх}$ нинг таъсирида, саралаш тепалигининг тушиш қисми узунлиги l_j бўйича вагон тезланиши a_k ни ўзгаришининг график боғлиқлиги тузилди (4-расм).



4-расм. F_c кучини ҳисобга олгандаги $a_k = f(l_j)$ нинг график ўзгариши

Бу ерда шартли белгилар:

ГЧ – тепалик чўққиси;

ТУ1 ва ТУ2 – тепаликнинг биринчи ва иккинчи тезланиш участкалари;

1ТЖ, 2ТЖ ва 3ТЖ – тепаликнинг биринчи, иккинчи ва учинчи тўхтатиш жойлари;

ОУ – тепаликнинг оралик участкаси;

С3 – тепаликнинг стрелкали зонаси;

СЙ1, СЙ2 – саралаш йўлининг биринчи ва иккинчи участкалари;

С – ажратувчи стрелкали ўтказгич (стрелка); С1, С2 ва С3 – биринчи, иккинчи ва учинчи стрелкалар;

ГБ – вагоннинг гилдирак базаси узунлигини ҳисобга олувчи ҳолат;

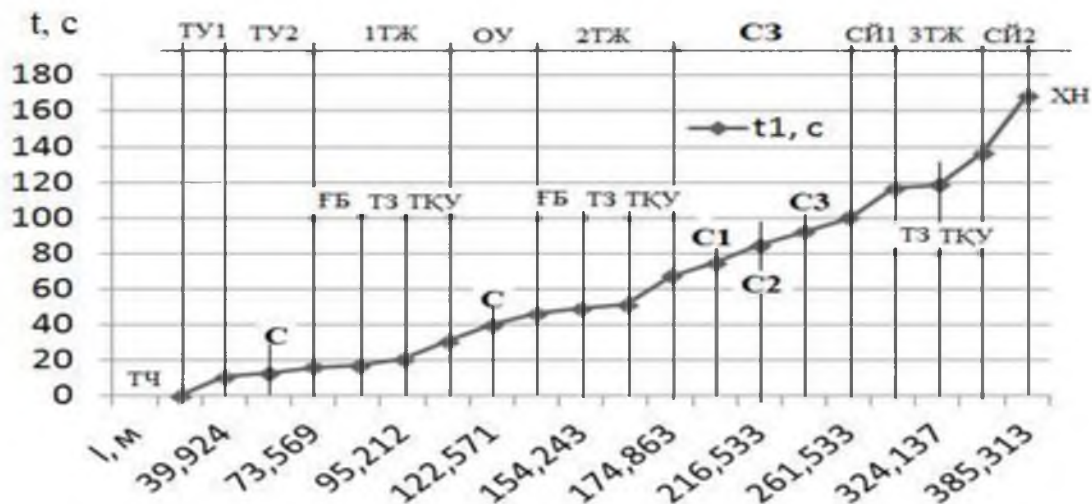
ТЗ – вагоннинг тормозлаш зонаси ва ТҚУ – тўхтатиш жойининг қолган участкалари;

ТБЗ – саралаш паркиннинг тормоз башмақларини ўрнатиш зонаси ва ХН – ҳисобий нукта;

саралаш тепалигининг тушиш қисмидан тўхтатиш жойларининг барча зоналари пунктир билан белгиланган.

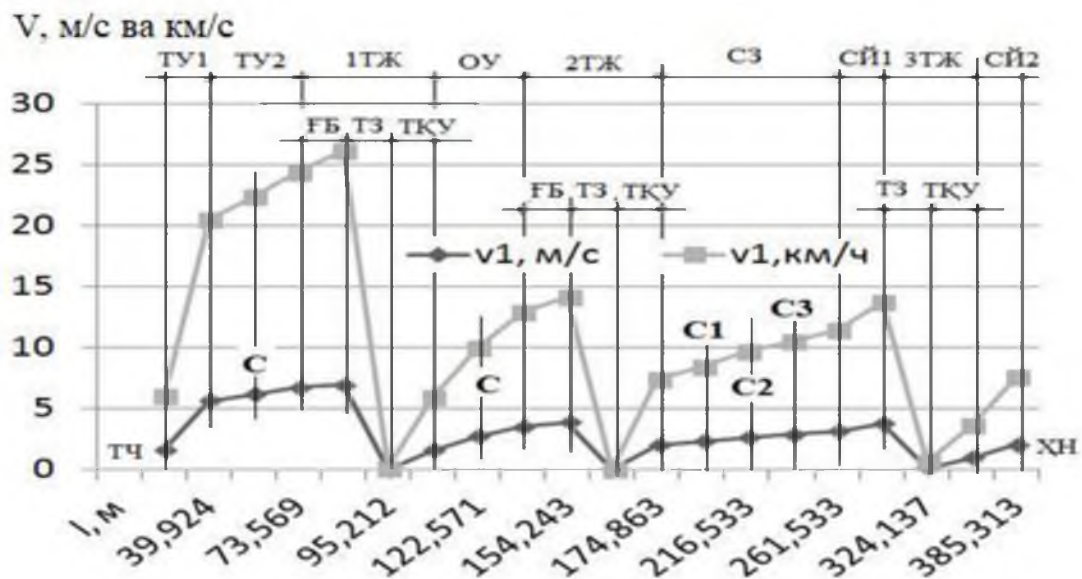
4-расмдан аниқ бўлдики, чизикли тезланишнинг қийматлари манфий ишорага эга бўлган тормозлаш зоналарида (ТЗ), вагон тенг секинлашган ҳолатда ҳаракатланса, тўхтатиш жойининг қолган участкаларида (ТҚУ) тормозлашдан кейин тенг тезлашган ҳолатда ҳаракатланади.

Шунингдек ишда $t_k = f(l_j)$ (5-расм) ва $v_k = f(l_j)$ (6-расм) график боғлиқликлари тузилди.



5-расм. F_c кучини ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда $t_k = f(l_j)$ нинг графикли ўзгариши

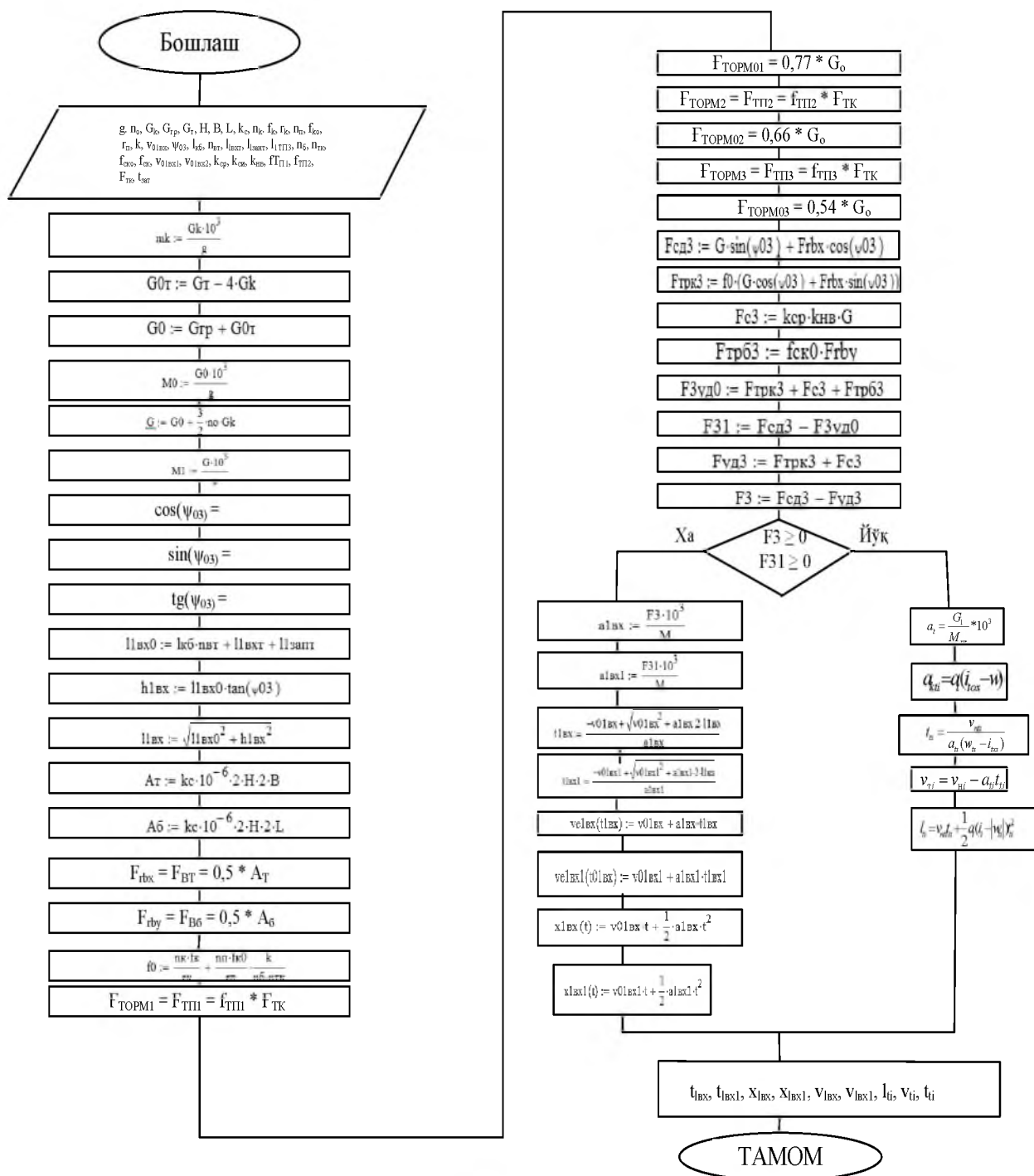
5-расмнинг таҳлили шуни кўрсатдики, агар ТЗ да тормозлаш вақти секинлик билан ортса, бунда тормозлашдан кейин ТҚУ участкаларида вагоннинг ҳаракат вақти сезиларли кўпаяди.



6-расм. F_c кучини ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда $v_k = f(l_j)$ нинг графикли ўзгариши

6-расмдан, чизикли тезланишнинг ишораси манфий бўлганда, тормозлаш зоналарида (ТЗ) вагонни сирпаниш тезлигининг камайиши содир бўлишини тормозлашдан кейин (ТҚУ) участкаларида эса вагонни думалаш тезлигининг сезиларли кўпайиши аниқ бўлди.

Барча ҳисоб ишларни амалга оширувчи алгоритм ишлаб чиқилди ва шу алгоритмга асосан электрон дастур яратилди. Ушбу электрон дастур орқали саралаш тепалигининг тўхташ жойига эга участкаларида вагонни босиб ўтган йўли, вақти ва тезлигини аниқлаш мумкин (7-расм).



7-расм. Саралаш тепалигининг тўхтатиш жойига эга участкаларида вагоннинг босиб ўтган йўли, вақти ва тезлигини аниқлаш алгоритми

Илмий ишнинг иқтисодий самараси, саралаш станцияларининг саралаш паркида турган вагонларни ўзаро бир бирларига зарб билан урилиш натижасида юзага келадиган носозликларни таъмирлаш учун кетадиган харажатларни камайтириш, вагонга ортилган юкларга етказилган шикастлар

учун тўланадиган жарималарни камайтириш орқали яққол намоён бўлади. 2019 йил маълумотларига кўра йиллик тежалиб қолинадиган маблаг 346 млн.сўмни ташкил этади.

Хулоса

“Бўйлама йўналишда кичик тезликдаги шамол таъсирида саралаш тепалиги тормоз позицияларининг участкаларини ҳисоблаш услубини такомиллаштириш” мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича ўтказилган тадқиқот натижалари асосида қуйидаги хулоса тақдим этилди:

1. Рационал тарқатиш тартиби ва тормоз позицияларининг қувватлари уйғунлигини аниқлаш асосида саралаш тепалигининг тўхтатиш жойларида вагон ҳаракат тезлигини меъёрга келтириш учун яққа вагоннинг тезлиги, юриш йўли узунлиги ва вақтини ҳисоблаш услуби такомиллаштирилган.

2. “Вагон-йўл” тизимида тўхтатиш жойига эга ва тормозлашдан кейинги участкаларда кучларнинг боғлиқлик ифодалари тузилган. Бу вагонлар ҳаракатланишининг кинематик тавсифларини ҳисоб-китоб қилишда саралаш тепалигининг тўхтатиш жойига эга участкасидаги бўйлама шамол кучининг таъсирида вагон гилдирак жуфтлигининг сирпанишдаги ишқаланишини ҳисобга олиш имконини берган.

3. Тўхтатиш жойига эга участканинг вагон тормозлангандан кейингиқисми бўйлаб вагоннинг тенг тезлашган ҳаракатдаги “вагон-йўл” тизимининг математик модели ишлаб чиқилган. Ушбу математик модел тўхтатиш жойига эга участкага вагоннинг кириб келишидаги бошланғич тезлик ($v_{0от}$), тезланиш (a_t) ва тўхтатиш жойига эга участка узунлиги (l_t) бўйлаб вагоннинг ҳаракатланиш вақтини (t_t) топиш имконини берган.

4. Тўхтатиш жойига эга участкаларнинг турли узунликлари бўйича улардаги вагоннинг чизикли тезланиши $a_k = f(l_j)$, вақти $t_k = f(l_j)$ ва ҳаракатланиш тезлигининг $v_k = f(l_j)$ график боғлиқлиги тузилди. Бу тўхтатиш жойига эга участкаларда вагонларни тормозлашга сарфланадиган вақтнинг максимал миқдорини аниқлаш ва тормозлаш жараёнида вагоннинг тўхтаб қолмаслигини таъминлаш имконини берган.

5. Вагоннинг олд томонидаги гилдирак жуфтлигининг вагон секинлатгичи участкасига бевосита кириши ва вагоннинг гилдирак базаси узунлиги ва кичик қийматдаги бўйлама шамол таъсирини ҳисобга олган ҳолда тўхтатиш жойига эга участкаларида вагоннинг ҳаракат кўрсаткичларини ҳисоблашга доир алгоритм ва дастурий таъминот ишлаб чиқилган. Ушбу дастур вагоннинг саралаш тепалигидан тушишига доир ҳаракат кўрсаткичлари ҳисобини кенг кўламда бажаришга хизмат қилади.

6. Бўйлама йўналишли кичик тезликдаги шамол таъсирида тўхтатиш жойига эга участкаларида вагоннинг ҳаракат кўрсаткичларини ҳисоблаш услуби такомиллаштирилган. Натижада, саралаш тепалигининг тўхтатиш жойларида вагоннинг тезлиги 1,5 баробарга, босиб ўтган йўл узунлиги 9% га ва тормозланиш вақтини 10% га яхшилашга эришилган.

7. Таклиф этилаётган услуб саралаш тепалигининг исталган нуқтасидан тушаётган якка вагоннинг тезлиги, босиб ўтган йўли, юриш вақтларини аниқлаш ва келгусида саралаш тепалигининг мақбул баландлигини танлашга ёрдам беради. Вагонларни турган вагон гуруҳларига бориб урилиш тезликларини меъёрга келтириш орқали эришилган умумий йиллик иқтисодий самарадорлик битта саралаш станцияси учун 346 млн сўмни ташкил этади.

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

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

САИДИВАЛИЕВ ШУХРАТ УМАРХОДЖАЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА УЧАСТКОВ
ТОРМОЗНЫХ ПОЗИЦИИ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ ПРИ
ВОЗДЕЙСТВИИ ПОПУТНОГО ВЕТРА МАЛОЙ ВЕЛИЧИНЫ**

05.08.03 – Эксплуатация железнодорожного транспорта

**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 В2019.2.PhD/T1212.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном транспортном университете.

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

Научный руководитель:

Туранов Хабибулла Туранович

доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Даусеитов Ерген Балгаевич

доктор технических наук, профессор

Хаджимухаметова Матлуба Адиловна

кандидат технических наук, доцент

Ведущая организация:

Ферганский политехнический институт

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. Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Ташкентском государственном транспортном университете (регистрационный номер - _____). (Адрес: 100167, Ташкент ул. Темирийулчилар, 1. Тел.: (99871) 299-05-66).

Автореферат диссертации разослан « _____ » _____ 2021 года.

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

А.Э. Адилходжаев

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

Я.О. Рузметов

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

Н.Н. Ибрагимов

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире имеет важное значение проектирование и строительство современных сортировочных станций, а также правильный выбор высоты сортировочных горок. В развитых странах таких как США, Германия, Швеция, Китай, Индия и Россия обращено большое внимание на разработку методов механизации и автоматизации сортировочных горок на сортировочных станциях, которые в свою очередь влияют на местные отрасли и железнодорожную транспортную магистраль. Основной задачей сортировочной горки железнодорожных станций является переработка составов, а также формирование новых составов. Профиль спускной части сортировочной горки во многом зависит от его рационального проектирования. Придается особое значение совершенствованию существующих методов расчета высоты спускной части горки и проектным работам, а также разработке методов определения скорости движения и длины пройденного пути вагона на спускной части сортировочной горки.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на совершенствование существующих методов расчета спускной части сортировочной горки и проектных работ, повышение перерабатывающей способности сортировочных горок, а также развитие технологии работы сортировочных горок. Однако, не разработаны математическая модель и расчетные схемы движения одиночного вагона по спускной части горки. В частности, не рассмотрен с научной точки зрения метод определения времени, пути и скорости вагона на участках тормозных позиций. В этом случае совершенствование метода расчета и проектирования спускной части сортировочной горки при воздействии продольного ветра малой величины на основе составления математической модели движения вагона на участках тормозных позиций считается одним из актуальных практических вопросов железнодорожного транспорта.

В нашей Республике осуществляются мероприятия по развитию транспортной системы, включая разработку технологий контроля и оптимизации по организации процесса переработки и управления вагонопотоков на сортировочных станциях железнодорожного транспорта. В Постановлении Президента Республики Узбекистан номера ПП-3422 от 2 декабря 2017 года «О мерах по совершенствованию транспортной инфраструктуры и диверсификации внешнеторговых маршрутов перевозки грузов» определены задачи: "... в целом в сфере железнодорожного транспорта поставлены задачи по повышению безопасности и качества услуг железнодорожного транспорта, строительству новой железнодорожной магистрали, повышению уровня электрификации железнодорожного транспорта, путем создания необходимых условий для интенсивного развития железнодорожной сферы Республики Узбекистан»². Реализация

²Постановление Президента республики Узбекистан О мерах по совершенствованию транспортной инфраструктуры и диверсификации внешнеторговых маршрутов перевозки грузов на 2018 — 2022 годы.

поставленных по разработке методики обеспечения скорости соударения «стоящих групп вагонов» с вагонами а также расчёта самой подходящей высоты сортировочной горки считается одной из необходимых задач.

Данная диссертационная работа в определённой степени служит осуществлению поставленных задач, которые указаны в Указе Президента Республики Узбекистан номер УП-5647 от 1 февраля 2019 года «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорта», в Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-3422 от 2 декабря 2017 года «О мерах по совершенствованию транспортной инфраструктуры и диверсификации внешнеторговых маршрутов перевозки грузов», а также в ряде других нормативно-правовых документах касательно данной деятельности.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий в республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологии Республики: VI. «Комплексная механизация и автоматизация технологических процессов».

Степень изученности проблемы. Теоретические и практические исследования по совершенствованию работы и развитию сортировочных станций ведутся в ряде ведущих научных центрах, университетах и научно-исследовательских институтах.

Было выполнено множество научно-исследовательских работ по динамике скатывания вагона по спускной части сортировочной горки известными мировыми исследователями в том числе такими как: В.Н. Образцов, Н.И. Федотов, И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, В.М. Рудановский, И.П. Старшов, А.М. Устенко, Б.А. Родимов, Ю.А. Муха, Ю.И. Ефименко, С.А. Бессоненко, С.Н. Шмаль, J. Prokop, Sh. Myojin, C. Zhang, Y. Wei, G. Xiao, Z. Wang, C.T. Dick, J.R. Dirnberger и другие. Используются результаты исследований Х.Т. Туранова, Е.Н. Тимухиной, С.А. Ситникова, Л.А. Рыковой, А.А. Гордиенко, А.В. Мягковой, И.С. Плахотич по определению скорости скольжения вагона на участках тормозной позиции сортировочной горки, используя усовершенствованный метод расчёта скорости скатывания колесной пары вагона. В нашей стране исследования направленные на технико-технологические решения по организации движения поездов, улучшение показателей работы сортировочных станций и оптимизацию технологических процессов переработки вагонов, были проведены Р.З. Нурмухамедовым, К.Т. Худайбергеновым, Н.Н. Ибрагимовым, А.Ш. Шорустамовым, М.Х. Расуловым, С.К. Худайбергеновым, М.А. Хаджимухаметовой, Ш.М. Суюнбаевым, А.А. Светашевым, У.Н. Ибрагимовым, Ж.Р. Кабуловым, К.А. Журабаевым, Д.И. Илесалиевым, Д.Б. Бутуновым и другими.

Однако, исследования по совершенствованию методов расчёта скорости, времени и длины пути одиночного вагона на тормозной позиции

сортировочной горки сортировочной станции не были изучены на достаточном уровне.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная исследования выполнена в рамках проектов, включенных в план НИР Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта №ЕБВ-Атех-2018-223 по теме «Метод организации пакетных перевозок тарно-штучных грузов».

Целью исследования является совершенствование методики расчёта времени, скорости и длины пройденного пути одиночного вагона на участках тормозных позиций сортировочной горки при воздействии попутного ветра малой величины.

Задачи исследования:

исследование проблемы и современного состояния метода расчета и проектирования спускной части сортировочной горки;

составление выражения силовых соотношений в системе «вагон-путь» на участках тормозных позиций и после торможения;

разработка математических модели динамики скатывания колесной пары вагона на участках тормозной позиции;

совершенствование метода определения кинематической характеристики вагона на участках тормозной позиции.

Объектом исследования является участки тормозных позиций спускной части сортировочной горки.

Предмет исследования составляет процесс определения основных показателей торможения вагона на участках тормозных позиций спускной части сортировочной горки.

Методы исследования. Методологической основой исследования является анализ литературных источников, посвященных расчёту высоты спускной части сортировочной горки. Выполненные расчеты и теоретические исследования в данной работе использованы основные положения теоретической механики, законы Кулона, теорема об изменении кинетической энергии, дифференциальные и интегральные исчисления.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

совершенствован метод расчета скорости, длины пути и времени одиночного вагона, на основе определения гормонирования рационального режима расформирования и мощности тормозных позиций для нормирование скорости движения вагона на тормозной позиции сортировочной горки;

составлены выражения силовых соотношений на участках тормозных позиций и после торможения в системе “вагон-путь”, на основе теорема об изменении кинетической энергии для учета трения при скольжении колесной пары при воздействии попутного ветра малой величины;

разработана упрощенная математическая модель системы «вагон-путь» при движении вагона после торможения, на основе учета начальной скорости

входа вагона на участок тормозной позиции для определения времени движения вагона на этом участке;

усовершенствованы кинематические характеристики вагона на участках тормозной позиции на основе разработки программного обеспечения и алгоритма расчета с этих характеристик учетом воздействия попутного ветра малой величины.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработке порядка выполнения расчетов скорости, времени и пройденного пути одиночного вагона на тормозной позиции сортировочной горки;

разработке практических рекомендаций по применению результатов выполненных исследований в нормативно-технических документах, в научно-исследовательских работах а также в проектных работах для расчета параметров сортировочной горки – от её вершины до расчётной точки;

создании алгоритма и программного обеспечения, а также рекомендаций по расчету и проектированию спускной части сортировочной горки.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследований поясняется использованием в исследовании современной методики и методов, проведением теоретических исследований на основе дифференциальных и интегральных расчётов, теорема об изменении кинетической энергии и закона Кулона, а также соответствием результатов исследований с практикой роспуска вагона по спускной части сортировочной горки, существующим принципам построения расчетных моделей системы «вагон–путь».

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования поясняется усовершенствованием метода расчета кинематических характеристик вагона на основе разработки математической модели и составления выражения силовых соотношений на участках тормозной позиции и после торможения в системе “вагон-путь”.

Практическая значимость результатов исследования поясняется возможностью использования результатов выполненных исследований для расчета параметров сортировочной горки – от её вершины до расчётной точки в нормативно-технических документах, так как имеет важное значение обеспечение соответствия нормирования скорости соударения скатывающихся вагонов с горки со стоящими на путях, а также предотвращение набега плохого бегуна хорошим бегуном на участках тормозной позиции.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов по совершенствованию методологии расчета участков тормозных позиций сортировочной горки при воздействии попутного ветра малой величины:

алгоритм и программное обеспечение, а также инструкция их использования по расчёту и проектированию спускной части сортировочной горки ООО «Тоштемирийўллойиҳа»АО «Ўзбекистон темир йуллари» были

приняты для внедрения (справка номер 01/876-20 от 2 марта 2020 года АО «Узбекистон темир йуллари»). Внедрение результатов служит для уменьшения в 1,5 раза скорости соударения вагонов спускающихся с большой скоростью с сортировочной горки с группой стоящих вагонов;

усовершенствованный метод расчета скорости, времени и пройденного пути одиночного вагона на тормозных позициях сортировочной горки при воздействии попутного ветра был принят для внедрения специалистами АО «Боштранслойиха» (справка номер 01/876-20 от 2 марта 2020 года АО «Узбекистон темир йуллари»). Полученные результаты дали возможность значительно сократить расходы на ремонт автосцепок вагона, а также соответствие нормам скорости соударения вагонов стоящих на путях а также на участках тормозной позиции. Кроме того, разработанная новая методика, рассчитанная оптимальная высота сортировочной горки дает возможность предотвратить набег плохого бегуна хорошим бегуном и дополнительные маневровые работы;

программное обеспечение по определению времени, скорости и пройденного пути вагона на участках тормозной позиции сортировочной горки внедрены в ООО «Тоштемирйуллойиха» при АО «Узбекистон темир йуллари» (справка номер 01/876-20 от 2 марта 2020 года АО «Узбекистон темир йуллари»). По результатам исследования, используя эту программу было достигнуто улучшение длины пройденного пути вагона на 9% и время затормаживания на 10%.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования прошли апробацию на 11 научно-практических конференциях, из них, 4 международных и 7 республиканских научно-практических конференций, а также изложены на расширенных заседаниях кафедры.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации было опубликовано 27 научных работ, из них 4 статьи в зарубежных журналах, 10 статей в научных журналах рекомендованные Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения и списка использованной литературы. Объём диссертации 111 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении аргументированы актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи работы, а также изложены объекты и предметы исследования, представлено соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологии в республике, выражена научная новизна и практический результат исследования, а также обозначены задачи, решаемые соискателем.

В первой главе «**Современное состояние методологии расчёта и проектирования спускной части сортировочной горки**» выполнен анализ литературных источников по расчёту высоты сортировочной горки

существующим методом, сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Результаты анализа известных исследований по перемене состояния при скатывании вагона по уклону с сортировочной горки дали возможность отметить, что согласно существующему методу на тело действует одно и то же ускорение свободного падения: и при падении его по вертикали, также и при движении по наклонной плоскости. Однако, при этом не акцентировано то, что ускорение свободного падения тела по вертикали g и линейное ускорение тела по наклонной плоскости a – по сути являются различными физическими понятиями. Также, согласно существующему методу, линейное ускорение вагона при движении по уклону горки в зависимости от исследуемого участка может оставаться равноускоренным или равнозамедленным, т. е. $a > 0$ или $a < 0$. Как видно, выполненный анализ существующей методики расчёта высоты сортировочной горки показывает, что она не различает разные по содержанию физические понятия: ускорение свободного падения и линейное ускорение тела по уклону горки.

Здесь, скорость скатывания колесной пары вагона v с любой рассматриваемой точки сортировочной станции является не известной и в тоже время зависит от времени движения вагона t . Поскольку, не представляются другие решения, скорость вагона скатываемого по уклону горки определяется по общеизвестной формуле элементарной физики, т.е. по формуле скорости свободного падения тела по вертикали, $v_k = f(h)$, здесь h -высота падения тела. К настоящему времени эта классическая формула является дежурной, так как она не учитывает начальную скорость вагона v_0 , что и является одной из причин некорректности данной формулы.

Также, анализ исследований, посвященных динамике скатывания колесной пары вагона по уклону горки, показал, что, несмотря на множество работ, касающихся расчета высоты сортировочной горки, существующий способ расчёта времени, скорости и пути торможения вагона на участках тормозных позиций горки при воздействии попутного ветра до сих пор остается неизученным. К тому же, остаётся также не изученным определение скорости входа вагона на следующий за тормозной позицией участок горки.

Во второй главе **«Исследование динамики скатывания вагона на участках тормозных позиций и их математические модели»** приведены результаты математического моделирования движения вагона с замедлением на участке первой тормозной позиции на уклоне сортировочной горки, в результате которого получена простая на вид аналитическая формула для определения ускорения вагона при затормаживании.

Рассчитано, что ускорение вагона на приведенном участке горки зависит от сил ветра, трения скольжения, сопротивления среды, снега и инея, оказывающих влияние на систему «вагон–путь», к тому же зависит и от массы вагона с грузом (или без груза) без учёта инерции вращающихся масс (колёсных пар). По величине линейного ускорения, скорости скольжения и пути затормаживания вагона определено рациональное значение времени

затормаживания в корреляции от начальной скорости вагона на исследуемом участке.

В диссертационной работе на рисунке 1 приводится элементарная расчётная модель движения вагона на участке тормозной позиции сортировочной горки, построенная согласно принципу, отстраняющего от связей теоретической механики.

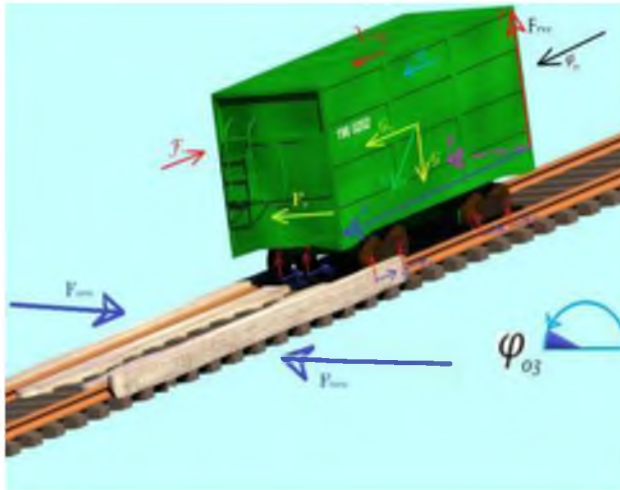
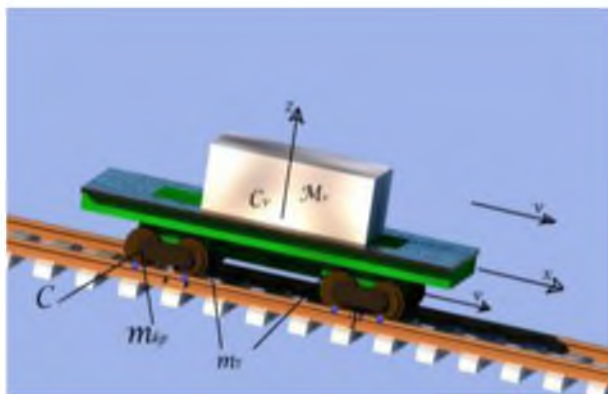


Рисунок 1. Элементарная расчётная модель движения вагона на участке тормозной позиции при влиянии попутного ветра

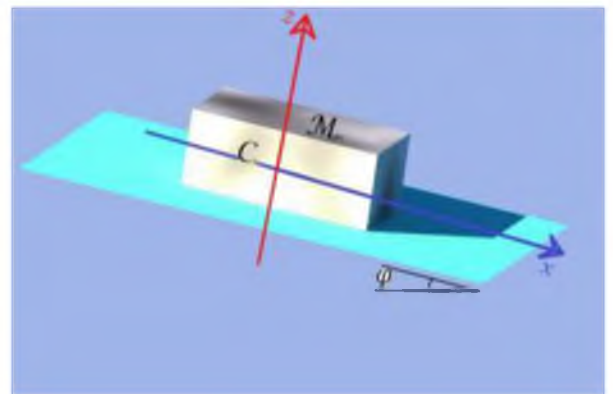
вагон по линейному закону будет зависеть от наветренной площади вагона, т.е. $F_{гв} = f(A_{нав})$.

Скорость вагона a в дифференциальном уравнении движения, составленным по правилу применения принципа Даламбера в координатной форме, представлена в виде производной скорости по времени dv/dt .

Применительно к такому приему, дано решение по определению тормозного пути вагона при воздействии попутного ветра, при устройстве вагонного замедлителя на горизонтальной площадке сортировочной горки.



а)



б)

Рисунок 2. Схемы по расчету приведенной массы вагона
а) вагон с грузом; б) приведенная масса вагона с грузом

Предположим, что любые точки вагона, включая его центр масс $C_в$ и центр масс C колёсных пар (здесь рисунок не приводятся), в зонах

торможения участков тормозных позиций будут двигаться с одинаковыми скоростями, равными скорости входа вагона $v_{\text{вх.т}} = v_0 = v_{\text{нт}}$ в эту зону, т.е. $v_{\text{св}} = v_{\text{с}} = v_{\text{вх.т}} = v_0 = v_{\text{нт}} = \text{const} > 0$. Поэтому движение вагона с грузом G в зонах затормаживания можно рассматривать как движение системы материальных точек, предполагая всю его массу $M_{\text{в}}$ сосредоточенной в его центре масс $C_{\text{в}}$. При этом неподвижную систему отсчёта расположим в то положение, в котором находилась точка $C_{\text{в}}$ вагона в начале его затормаживания. Поэтому за начало отсчёта времени, т.е. за начальный момент $t = 0$, возьмем момент начала затормаживания вагона, движущегося по уклону сортировочной горки с постоянной скоростью $v_{\text{нт}} = v_{\text{вх.т}} = v_{\text{к}} = \text{const} > 0$.

$$\frac{G}{2g}(v_{\text{к.т}}^2 - v_{\text{нт.т}}^2) = A_{F_x}, \quad (1)$$

$$A_{F_x} = A_{G_x} + A_{F_{\text{тр}}} \quad (2)$$

$$A_{G_x} = G_x x_{C_{\text{в}}} = G \sin \psi x_{C_{\text{в}}} \quad (3)$$

$A_{F_{\text{тр}}}$ – работа силы трения $F_{\text{тр}}$ (в целом, возможны и силы сопротивлений всякого рода $F_{\text{с}}$) на перемещении $x_{C_{\text{в}}}$ между точками A и B :

$$A_{F_{\text{тр}}} = -F_{\text{тр}} x_{C_{\text{в}}} = -f_{\text{т}} G \cos \psi x_{C_{\text{в}}}, \quad (4)$$

Подставляя последние две формулы в (3) с учётом (2), после упрощений, можно получить формулу для определения скорости движения вагона в зоне торможения на участках тормозных позиций:

$$v_{\text{к.т}i}^2 - v_{\text{нт.т}i}^2 = 2g(\sin \psi_{\text{т}i} - f_{\text{т}} \cos \psi_{\text{т}i}) x_{\text{св}i},$$

или при $x_{\text{св}i} = l_{\text{т}i}$

$$v_{\text{к.т}i}^2 = v_{\text{нт.т}i}^2 + 2g(\sin \psi_{\text{т}i} - f_{\text{т}} \cos \psi_{\text{т}i}) l_{\text{т}i}, \text{ м}^2 / \text{с}^2 \quad (5)$$

где i – номера участков профиля пути ($i = 1, \dots, 9$).

Отсюда, при $v_{\text{к.т}i} = 0$ и $x_{\text{св}i} = l_{\text{т}i}$,

$$0 = v_{\text{нт.т}i}^2 + 2g(\sin \psi_{\text{т}i} - f_{\text{т}} \cos \psi_{\text{т}i}) l_{\text{т}i}$$

Из последнего равенства окончательно получим путь затормаживания вагона $x_{\text{св}i} = l_{\text{т}i}$:

$$l_{\text{т}i} = \frac{v_{\text{нт.т}i}^2}{2g(f_{\text{т}} \cos \psi_{\text{т}i} - \sin \psi_{\text{т}i})}, \text{ м} \quad (6)$$

На случай если предполагается, что для малых углов (менее 5°), причастных профилю на всей протяженности пути сортировочной горки: $\sin \psi_i \approx \psi_i = i_i$, $\cos \psi_i \approx 1$, то формулы (5) и (6) обретают следующий вид:

$$v_{k.Ti}^2 = v_{н.Тi}^2 + 2g(i_i - f_T)l_{Ti}, \text{ м/с} \quad (7)$$

$$l_{Ti} = \frac{v_{н.Тi}^2}{2g(f_T - i_i)}, \text{ м} \quad (8)$$

Как видно, величина тормозного пути $l_{затi}$ (или l_{Ti}) прямо пропорциональна квадрату начальной скорости $v_{нTi}$ и обратно пропорционально коэффициенту трения скольжения f_T и уклона профиля пути i_i .

Таким образом, применение теоремы об изменении кинетической энергии материальной точки в конечном виде в зонах торможения вагона на участках тормозных позиций по формуле (5) или (6) позволили определить путь торможения вагона $l_{затi}$ (или l_{Ti}).

В третьей главе «**Определение расчетов показателей движения вагона на участках тормозной позиции**» приведены результаты расчетов тормозного пути, скорости и времени движения вагона на участках тормозной позиции.

Для примера исследуем участок первой тормозной позиции (1ТП) сортировочной горки. Исходные данные: $\sin\psi_{1T} = 0,014$ и $\cos\psi_{1T} = 1$ – уклон профиля пути, рад., или $i_{1T} = 14 \%$; $G = 650$ сила тяжести груза на вагоне, кН; $G_1 = 794$ – сила тяжести вагона с грузом и не вращающихся частей вагона (кузов вагона, тележка), кН; $F_{Тлх} = 14,31$ – сила, воздействующая на вагон, в зонах торможения участков ТП с учётом силы попутного ветра малой величины ($F_{вх} = 3,2$ кН), кН; $|F_{ср1}| = -F_{ср1} \approx -222,84$ – модуль силы сопротивлений всякого рода (учёт силы прижатия тормозных колодок вагонных замедлителей типа КЗ-3 или КЗ-5 на ободья колёс вагона при скорости входа вагона в зону торможения $v_{вх.Т} = 8,5$ м/с: $F_{торм} = 23,75$ кН; сила трения скольжения колёсных пар о сжатые тормозные шины как основное сопротивление: $F_{ср1} = 0,25G_1 = 198,5$ кН; от воздушной среды и ветра $F_{св} = 0,0005G_1 \approx 0,4$ кН; от снега и инея: $F_{си} = 0,00025G_1 \approx 0,2$ кН), кН; $M_{в.гр} = 6,624 \cdot 10^4$ – масса вагона с грузом, кг; $M_T = 1,468 \cdot 10^4$ – масса двух тележек, кг; $M_{гр0} = 8,869 \cdot 10^4$ – приведённая масса вагона с грузом совместно с не вращающимися частями.

Результаты расчетов:

1) Расчеты по (9) формуле по исходным данным время затормаживания $t_{зат1} = t_{T1}$: $t_{T1} = 3,37$ с

$$t_{ii} = \frac{v_{nti}}{a_{kti}}, \text{ с} \quad (9)$$

2) Время затормаживания вагона, рассчитанное по (10) формуле $t_{зат1} = t_{T1}$, $t_{T1} = 3,423$ с, а по (11) формуле $t_{зат1} = t_{T1}$: $t_{T1} = 3,37$ с.

$$t_{ii} = \frac{v_{nti}}{g(f_i \cos\psi_i - \sin\psi_i)}, \text{ с} \quad (10)$$

$$t_{ii} = \frac{v_{nti}}{a_t (|w_{ii}| - i_{ixi})}, \text{ с} \quad (11)$$

Здесь по (11) выражению, ускорение движения вагона a_T в зоне торможения рассчитывается по следующему выражению: $a_T = G_1 \cdot 10^3 / M_{\text{пр}0} = 794 \cdot 10^3 / (8,869 \cdot 10^4) = 8,953$. Относительная ошибка расчета времени затормаживания вагона выполненная на основе (10) и (9) выражению составляет $\approx 1,55\%$, а по (11) и (9) выражениям равна $\approx 10,1\%$, что не считается малым показателем для инженерных расчетов ($\approx 5\%$). Заметим что, момент торможения вагона секунда t , меньше чем $t_{\text{зат}1}$ (то есть, $t < t_{\text{зат}1}$, где t – текущее время), тогда можно рассчитать скорость движения, $v_{\text{к.зат}1} \neq 0$. Например, при $t_{T1} = 1,5$ с, скорость вагона при чистом скольжении до момента остановки будет равна $v_{\text{к.зат}1} = 4,397$ м/с, при $t_{T1} = 2,5$ с эта скорость будет равна $v_{\text{к.зат}1} = 2,046$ м/с, а при $t_{T1} = 3,0$ с скорость будет равна $v_{\text{к.зат}1} = 0,87$ м/с и наконец при $t = t_{T1} = 3,37$ с скорость будет равна $v_{\text{к.зат}1} = 0$ м/с.

3) Путь затормаживания l_{T1} , рассчитанный по (12) выражению, составляет, $l_{T1} = 13,353 \approx 13,4$ м, рассчитанный по (13) выражению $l_{T11} = 13,56 \approx 13,6$ м, по (14) выражению составляет $l_{T12} = 14,71$ м. Относительная ошибка расчета l_{T1} по (12) и (13) выражениям составляет $1,52\%$, а по выражениям (12) и (14) составляет $9,2\%$, что считается несколько высоким показателем.

$$l_{kii} = v_{nti} t_{ii} + \frac{1}{2} |a_{kii}| t_{ii}^2, \text{ м} \quad (12)$$

$$l_{ii} = v_{nti} t_{ii} + \frac{1}{2} g (\sin \psi_i - f_t \cos \psi_i) t_{ii}^2, \text{ м} \quad (13)$$

$$l_{ii} = v_{nti} t_{ii} + \frac{1}{2} a_t (i_t - |w_{ii}|) t_{ii}^2, \text{ м} \quad (14)$$

4) Графические зависимости $x_{1T} = f(t_{T1})$, $l_{T11} = f(t_{T1})$, и $l_{T12} = f(t_{T1})$ построенные на основе, соответственно, элементарной физики (12), (13) и (14) при вариации t_{T1} от 1,0 до 4,5 с шагом $\Delta t_{T1} = 1,1$ с представлены на рис.3.

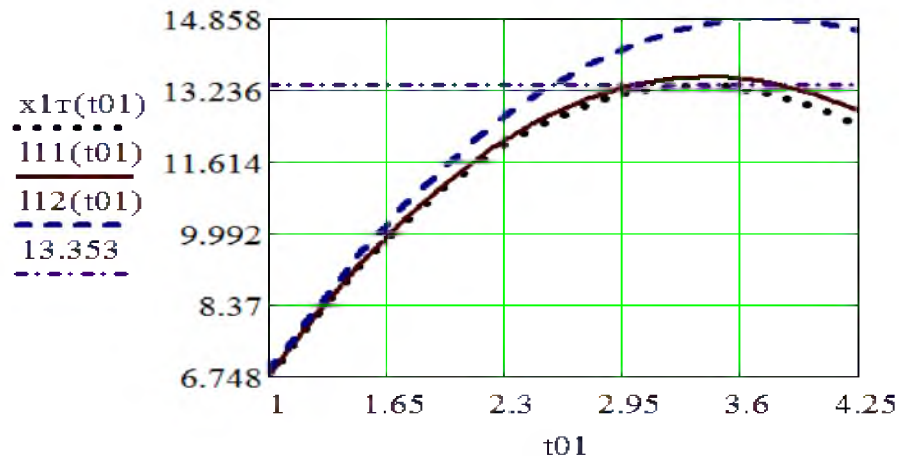


Рис.3. Графические зависимости $x_{1T} = f(t_{T1})$, $l_{T11} = f(t_{T1})$ и $l_{T12} = f(t_{T1})$

Из рисунка 3 ясно, что в соответствии с видом выражений (12), (13) и (14) графические зависимости имеют характер возрастающей до момента остановки вагона.

Максимальное значение тормозного пути $x_{lm} = 13,353$ м, соответствует $t_{т1} = 3,25$ с времени затормаживания. Итак, применяя выражения (9), (10), (11) и (12), (13), (14) результаты расчетов пути торможения $l_{зат}$ и времени затормаживания $t_{зат}$ при одном и том же значений начальной скорости дают результаты, приемлимые для инженерных расчетов.

Это в свою очередь подтверждает корректность математических моделей, построенных применительно к зоне затормаживания вагона (ЗТ) на всех участках тормозных позиций (2ТП и 3ТП).

На ряду с этим, время затормаживания вагона выражение (10) даёт относительную ошибку приблизительно 1,5 % чем выражение (9), что считается несколько малым показателем. Соответствуя выражению, написанному по общепринятым обозначениям и выполненному по выражению (11) а также по (9) выражению составляет $\approx 10,1$ %, что считается несколько большим показателем для инженерных расчетов (5 %).

Путь затормаживания вагона, выражения (13) и (14) дают относительную ошибку соответственно 1,52 % и 9,2 % чем выражение (12)

Похожие результаты были приняты в диссертации для второй и парковой механизированной тормозной позиции (2 ТП и 3ТП).

В четвертой главе **«Разработка рекомендаций по управлению движением вагона на спускной части сортировочной горки»** детально изложены результаты исследования движения вагона на участках тормозной позиции спускной части сортировочной горки.

В диссертационной работе изложены результаты расчетов, полученные по программе MathCAD скорости движения и пройденного пути вагона с затормаживанием на участках первой, второй и третьей тормозной позиции (далее 1 ТП, 2 ТП и 3 ТП) с учетом входа вагона на длину базы колесной пары вагона.

К примеру, построена графическая зависимость изменения скорости вагона a_k по длине спускной части сортировочной горки l_j под влиянием встречного ветра малой величины с учетом различных сопротивлений F_c (воздушная среда, стрелка, кривые, снег и иней) (рис.4)

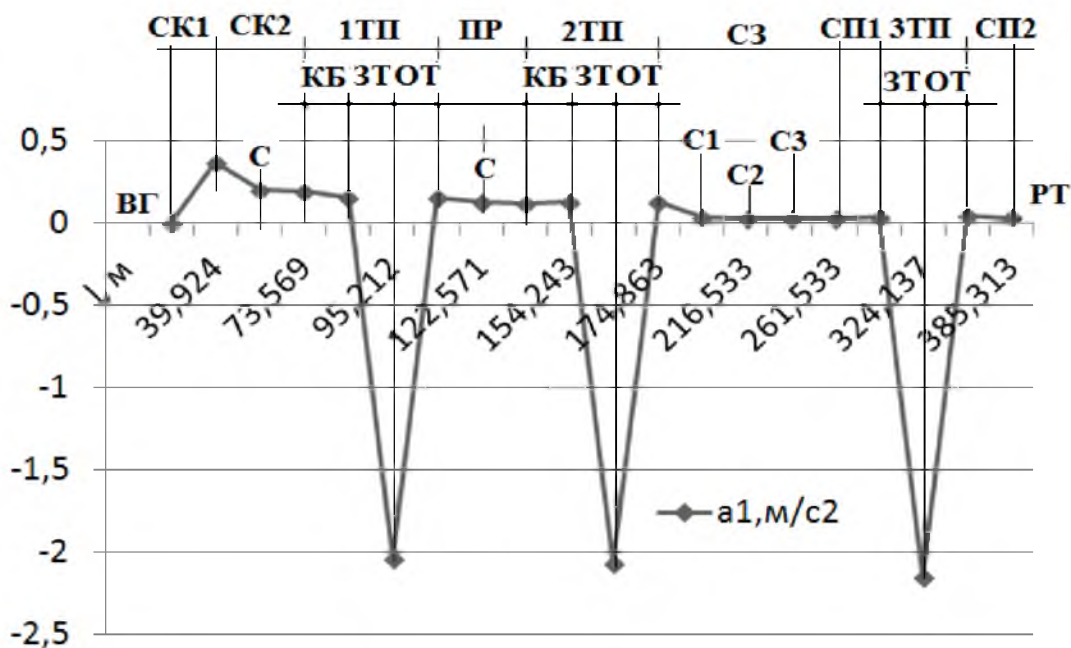


Рис.4 графические изменения $a_k = f(l_j)$ при учете силы F_c

Здесь и далее обозначения:

ВГ-вершина горки;

СК1 и СК2- первый скоростной участок горки и второй соответственно;

1ТП, 2ТП и 3ТП- первая, вторая и третья тормозная позиция соответственно;

ПУ-промежуточный участок горки;

СЗ-стрелочная зона горки;

С-разделяющий стрелочный перевод (стрелка); С1, С2 и С3-первый, второй и третий стрелочный перевод соответственно;

КБ-состояние, учитывающее длину колесной базы вагона;

ЗТ-зона торможения вагона и ОТ-оставшийся участок тормозной позиции;

ЗТБ-зона установки тормозных башмаков и РТ-расчетная точка;

От спускной части сортировочной горки все зоны тормозной позиции обозначены пунктиром.

По 4 рисунку стало ясно, что в зонах торможения (ЗТ), где линейное ускорение имеет отрицательные значения, вагон движется равнозамедленно, а на оставшихся участках тормозных позиций (ОТ) после торможения-равноускоренно.

Также в работе составлена графическая зависимость $t_k = f(l_j)$ (рис-5) и $v_k = f(l_j)$ (рис-6)

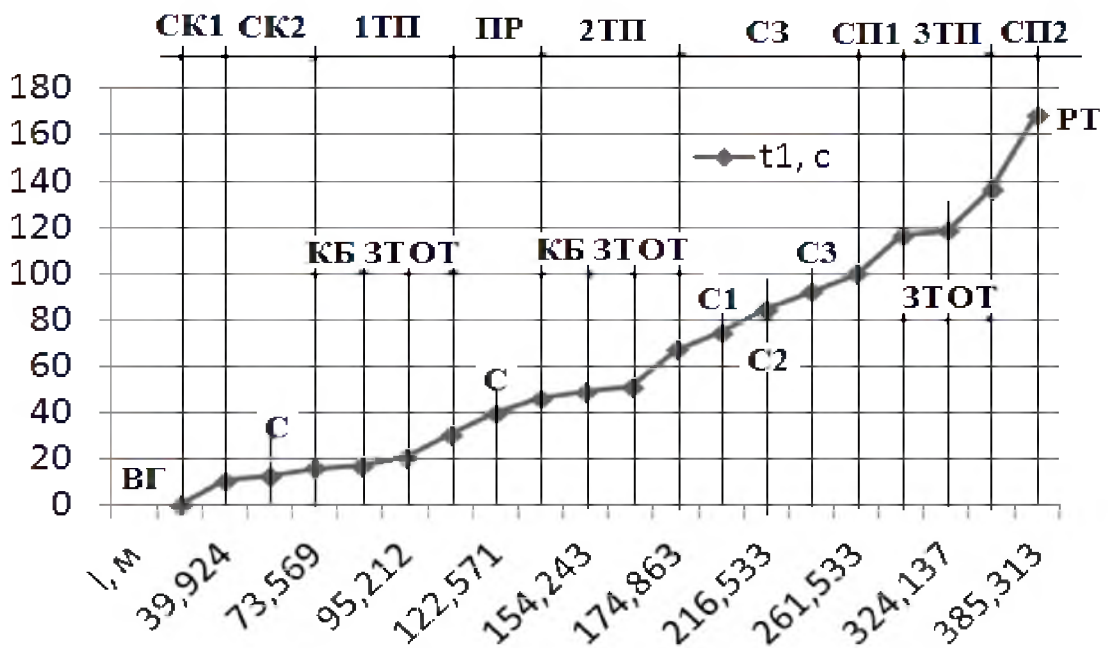


Рис.5. Графические изменения $t_k = f(l_j)$ при учете силы F_c

Анализ рис.5 показывает, что при медленном увеличении времени торможения в ТЗ, на ОТ участках время движения вагона заметно увеличивается.

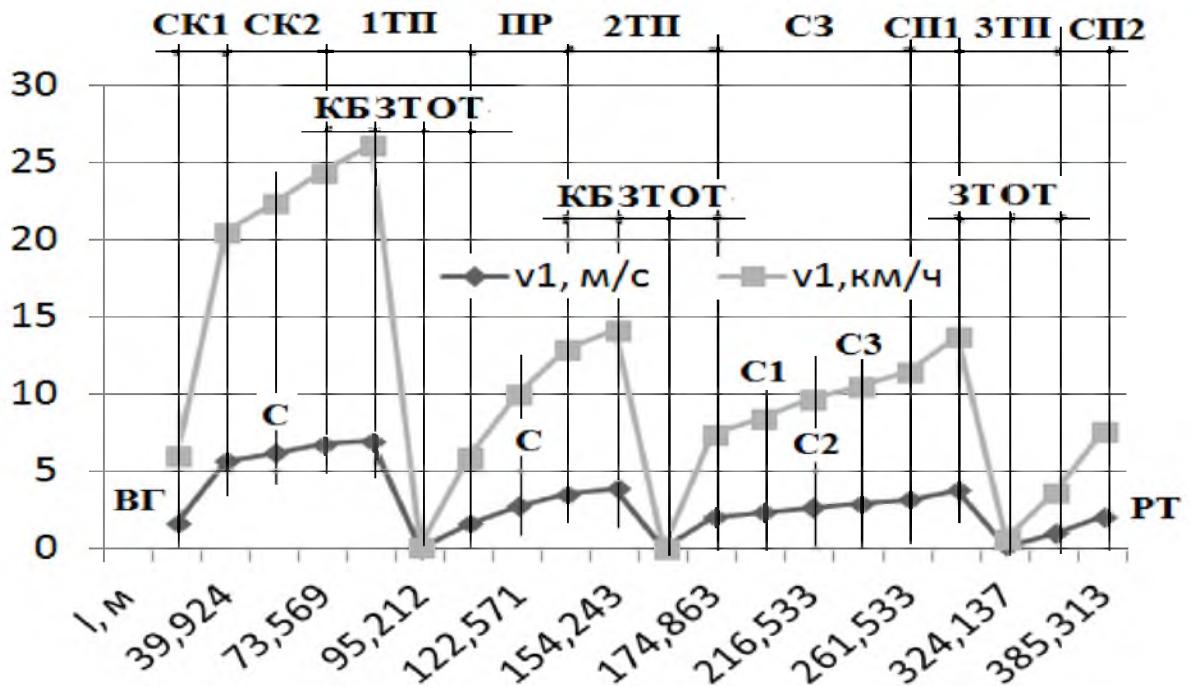


Рис.6. Графические изменения $v_k = f(l_j)$ при учете изменения силы F_c

Из рис 6 стало ясно, что в зонах торможения (ЗТ) происходит уменьшение скоростискользяния вагона, где значения линейных ускорений имеют отрицательные значения, а на ОТ участках после торможения происходит заметное увеличение скорости скатывания вагона.

Разработан алгоритм выполнения всех расчетных работ, соответственно на основании этого алгоритма создана электронная

программа. С помощью этой электронной программы можно определить время, скорость и пройденный путь вагона на участках тормозной позиции (Рис.7).

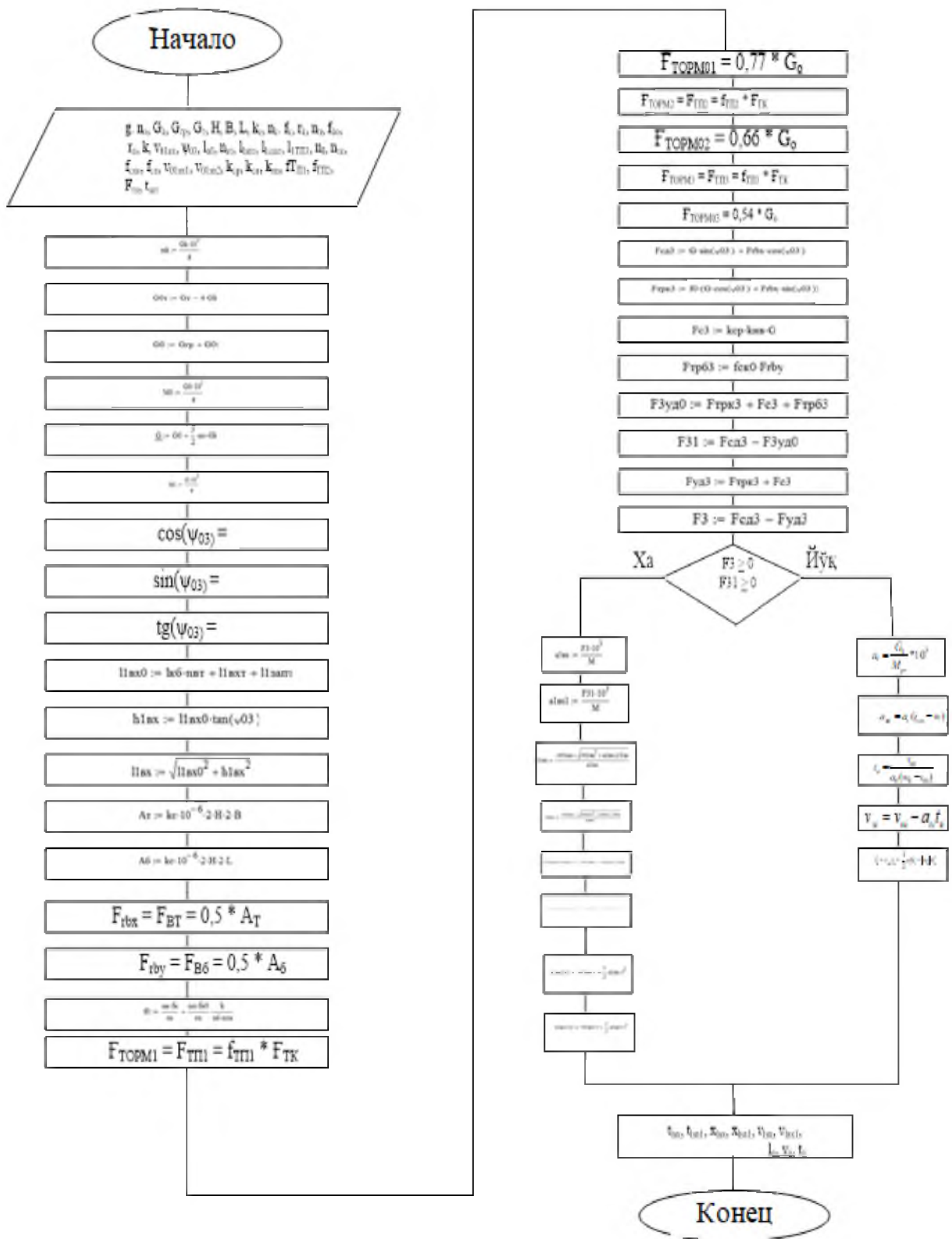


Рис 7. Алгоритм определения времени, скорости и пройденного пути вагона на участках тормозной позиции сортировочной горки.

Экономическая эффективность научной работы наглядно проявится посредством сокращения штрафов за несохранность грузов при перевозках, а также в следствии соударения стоящих на путях сортировочной станции вагонов, сокращения затрат для ремонта неисправностей автосцепок. По данным 2019 года годовая экономия средств составила 346 млн.сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе результатов проведенного исследования по диссертации доктора философии (PhD) на тему “Совершенствование метода расчета участков тормозных позиций сортировочной горки при воздействии попутного ветра малой величины” представляется следующее заключение;

1. На основе определения гармоничности мощности тормозных позиций и режима рациональной раздачи, совершенствован метод расчета времени, скорости и пройденного пути одиночного вагона на тормозных позициях.

2. Построены выражения зависимости сил на участках после торможения и на участках тормозных позиций в системе «вагон-путь». Что поочередно допускает возможность учесть трения скольжения колесных пар вагона при воздействии силы попутного ветра на участках тормозных позиций сортировочной горки, при расчетах кинематических характеристик движения вагонов.

3. Разработана математическая модель при равноускоренном движении вагона по оставшейся части после торможения участка тормозной позиции в системе «вагон-путь». Данная математическая модель дала возможность определения начальной скорости входа вагона на участок тормозной позиции ($v_{0от}$), ускорение (a_t) и время движения (t_t) вагона по длине (l_t) участка тормозной позиции.

4. Построены графические зависимости линейного ускорения $a_k = f(l_j)$, времени $t_k = f(l_j)$ и скорости движения $v_k = f(l_j)$ вагона на участках тормозных позиции от вариации длины спускной части сортировочной горки. Это дало возможность обеспечить устранение остановки вагона в процессе торможения и определить максимальное значение времени, затрачиваемое для торможения вагонов на участках тормозных позиций.

5. Разработаны программное обеспечение и алгоритм для расчета показателей движения вагона на участках тормозных позиций с учетом воздействия попутного ветра малой величины, а также длины базы колесной пары вагона и непосредственного входа передней части колесной пары на участок вагонозамедлителя. Эта программа служит выполнению расчетов в широком спектре показателей движения для скатывания вагона с сортировочной горки.

6. Совершенствован метод расчета показателей движения вагона на участках тормозных позиций при воздействии попутного ветра малой величины. В результате, достигнуто улучшение скорости вагона на тормозных позициях сортировочной горки в 1,5 раза, длины пройденного пути на 9 % и время затормаживания на 10 %.

7. Предложенный метод даёт возможность определить время, скорость и длину пройденного пути одиночного вагона, скатываемого с любой точки сортировочной горки, а также в будущем поможет выбрать оптимальную высоту сортировочной горки. При помощи нормирования скорости соударения вагона с группой стоящих вагонов, достигнутая общая годовая экономическая эффективность по одной сортировочной станции составит 346 млн сум.

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

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

SAIDIVALIEV SHUKHRAT UMARKHODJAEVICH

**IMPROVING THE METHODOLOGY FOR CALCULATING
SECTIONS OF THE BRAKE POSITIONS OF A SORTING
SLIDE UNDER THE INFLUENCE OF A SMALL TAILWIND**

05.08.03 – Operation of railway transport

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

Tashkent – 2021

The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences was registered at the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under №B2019.2.PhD/T1212.

The dissertation has been prepared at 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.tashiit.uz) and on the web site of «ZiyoNet» Information and education portal (www.ziynet.uz).

Scientific supervisor:

Turanov Khabibulla Turanovich

doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Dauseitov Ergen Balgaevich

doctor of technical sciences, professor

Khadjimukhametova Matluba Adilovna

candidate of technical sciences

Leading organization:

Ferghana Polytechnic 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'lichilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone:(+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-57, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru

The doctoral (PhD) dissertation can be reviewed at the Information–Resource Center of the Tashkent state transport university (Registration number – _____). (Address: 1, Temiryo'lichilar str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66)

Abstract of dissertation was distributed on «_____» _____ 2021 year.
(mailing record № _____ on «_____» _____ 2021 year)

A.E. Adilkhodjaev

Chairman of Scientific Council

on awarding scientific degrees,

doctor of technical sciences, professor

Ya.O. Ruzmetov

Scientific secretary of the Scientific Council

on awarding scientific degrees,

candidate of technical sciences, dosent

N.N. Ibragimov

Chairman of the scientific seminar

under scientific council on

awarding scientific degrees,

doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the study is to improve the methods of calculating the speed, length and time of the walking path of the individual wagon in the stopping areas of the sorting Hill under the influence of small speed wind in the longitudinal direction.

Tasks of the research:

study of the problem and the current state of the method for calculating and designing the downhill section of the hump;

drawing up an expression of power ratios in the "car-track" system in the sections of braking positions and after braking;

development of mathematical models of the rolling dynamics of a wheelset of a carriage in sections of the braking position;

improvement of the method for determining the kinematic characteristics of the car in the sections of the braking position.

Scientific novelty of the research is as following:

the method for calculating the speed, track length and time of a single car has been improved, based on the determination of the harmonization of the rational mode of disbandment and the power of the braking positions for standardizing the speed of the car at the braking position of the hump;

expressions of power ratios in the sections of braking positions and after braking in the "car-track" system were compiled, based on the Alembert principle to take into account the friction during sliding of a wheelset under the influence of a small tailwind;

a simplified mathematical model of the "car-track" system has been developed when the car is moving after braking, based on taking into account the initial speed of the car entering the section of the braking position to determine the time of the car's movement in this section;

the kinematic characteristics of the car in the sections of the braking position were improved on the basis of the development of software and an algorithm for calculating from these characteristics, taking into account the effect of a small tailwind.

The structure and volume of the research work. The thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion and a list of literature. The volume of the thesis is 111 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Саидивалиев Ш.У. К движению вагона на участке первой тормозной позиций сортировочной горки// Научно-технический журнал ВЕСТНИК, Ташкент: ТашИИТ, 2019.№2. С.72 – 83. (05.00.00; №11)
2. Саидивалиев Ш.У. О некорректности формулы горочных конструктивных и технологических расчетов проектируемых участков сортировочной горки // Научно-технический журнал ВЕСТНИК, Ташкент: ТашИИТ, 2019.№3. С.218 – 226. (05.00.00; №11)
3. Саидивалиев Ш.У., Эргашева З.В. Вагоннинг саралаш тепалигининг тезлаштирадиган қиялиги бўйлаб сирпаниб тушиш динамикаси// Илмий-техник журнал. ТошТЙМИ ахбороти, 2019 й, №4, 102-111 б. (05.00.00; №11)
4. Саидивалиев Ш.У., Эргашева З.В. Саралаш тепалигининг биринчи тормоз позицияси участкасида вагон харакатланиши //Илмий-техник журнал. ТАЙИ хабарномаси, 2019 й, №2, 64-74 б. (05.00.00; №15)
5. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т., Гордиенко А.А., Джаббаров Ш.Б. О скольжении колёсных пар вагона на тормозных позициях сортировочных горок // Научно-технический журнал Транспорт: наука, техника, управление, №5 2019 г., С.26-31. (05.00.00; №82)
6. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т., Гордиенко А.А. О математическом описании торможения вагона на сортировочной горке // Научно-технический журнал Транспорт: наука, техника, управление, №7 2019 г., С.27-30. (05.00.00; №82)
7. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т., Гордиенко А.А., Молчанова О.В. О методе решения задачи движения вагона на участках тормозных позиции сортировочной горки // Научно-технический журнал Транспорт: наука, техника, управление, №11 2019 г., С.34-38. (05.00.00; №82)
8. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т., Гордиенко А.А. К движению вагона на участках тормозных позиции сортировочной горки //Научно-технический журнал Транспорт: наука, техника, управление, №3 2020 г., С.24-30. (05.00.00; №82)
9. Саидивалиев Ш.У. О неточности формулы воздушного сопротивления при движении вагона по профилю сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко, Ш.У. Саидивалиев, Ш.Б. Джаббаров // Транспорт: наука, техника, управление.2020, №9. С. 34 – 39. (05.00.00; №82)
10. Саидивалиев Ш.У. Математическое моделирование движения вагона по спускной части сортировочной горки / Х.Т. Туранов, Ш.У. Саидивалиев, Ш.Б. Джаббаров, Х.Х. Джалилов // Вестник ТашИИТ 2020 г, №3 стр. 23-36. (05.00.00; №11)

11. S. Saidivaliev, K. Turanov, A. Gordienko, S. Djabborov. Designing the height of the first profile of the marshalling hump // E3S Web of Conferences, Vol. 164, 03038 (2020), (SCOPUS).

12. S. Saidivaliev, K. Turanov, A. Gordienko, S. Djabborov. Movement of the wagon on the marshalling hump under the impact of air environment and tailwind // E3S Web of Conferences, Vol. 164, 03041 (2020), (SCOPUS).

13. Saidivaliev S., Turanov K., Gordienko A., Djabborov S., Djalilov K. (2021) Kinematic Characteristics of the Car Movement from the Top to the Calculation Point of the Marshalling Hump. In: Murgul V., Pukhkal V. (eds) International Scientific Conference Energy Management of Municipal Facilities and Sustainable Energy Technologies EMMFT 2019. EMMFT 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1258. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57450-5_29(SCOPUS).

14. S.U. Saidivaliev, K.T. Turanov, D.I. Ilesaliev. Determining the kinematic parameters of railcar motion in hump yard retarder positions / K.T. Turanov, S.U. Saidivaliev, D.I. Ilesaliev // Structural integrity and life vol. 20, no 2 (2020), pp. 143–147, (SCOPUS).

II бўлим (II часть; II part)

15. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т., Гордиенко А.А., Джабборов Ш.Б., Джалилов Х.Х. О динамике скатывания вагона по ускоряющему уклону сортировочной горки // Сборник докладов республиканской научно-практической конференции и “механика деформируемого твердого тела” 2018, Том II, С. 10-18.

16. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т., Гордиенко А.А., Джабборов Ш.Б. О движения вагона по профилю сортировочной горки // Сборник докладов республиканской научно-практической конференции и “механика деформируемого твердого тела” 2018, Том II, С. 62-72.

17. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т., Гордиенко А.А., Джабборов Ш.Б. О динамике скольжения вагона на участках тормозных позиций сортировочной горки // Сборник докладов республиканской научно-практической конференции и “механика деформируемого твердого тела” 2018, Том II, С. 72-80.

18. Саидивалиев Ш.У. Саралаш тепалигининг биринчи тормоз позицияси участкасида вагон ҳаракатланишининг таҳлили // Ёш илмий-тадқиқотчи бакалавриат, магистратура талабалари, стажер-тадқиқотчилар ва докторантура изланувчиларининг XVII институтлараро илмий-амалий анжумани материаллари 2019 йил 2-3 апрел. 60-61 б.

19. Саидивалиев Ш.У. Об одном методе решения задачи движения вагона на участках тормозных позиции сортировочной горки // Сборник научных статей по итогам одиннадцатой международной научной конференции. Казань, 2019. С. 12-15.

20. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т. О проблеме расчёта и проектирования спускной части сортировочной горки // Сборник материалов

научно-технической конференции “Транспортная логистика, мультимодальные перевозки” Ташкент: ТашИИТ. 17-18 мая 2019 года. С.42-44.

21. Саидивалиев Ш.У. Вагоннинг саралаш тепалигининг киялиги бўйлаб тушиш динамикаси // Сборник материалов научно-технической конференции “Транспортная логистика, мультимодальные перевозки” Ташкент: ТашИИТ. 17-18 мая 2019 года. С. 40-42.

22. Саидивалиев Ш.У. Об одном методе решения задачи движения вагона на участках тормозных позиции сортировочной горки // Республиканская научно-техническая конференция с участием зарубежных ученых «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» – Ташкент: ТашИИТ. 2019-йил 20-21 декабрь. С.59-62.

23. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т., Гордиенко А.А. О подходе к определению некоторых кинематических параметров движения вагона на тормозных позициях сортировочных горок // International Journal of Advanced Studies. 2018, Vol 8, №4. С. 122 – 136

24. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т. Определение кинематических параметров движения вагона на участках тормозных позиций сортировочной горки // Современные проблемы транспортного комплекса России. 2019. Т.9. №1. С. 21-26

25. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т., Гордиенко А.А., Джабборов Ш.Б. О вычислении профильной высоты головного участка сортировочной горки // Бюллетень транспортной информации. 2019. №12 (294). С. 15-20.

26. Саидивалиев Ш.У., Туранов Х.Т., Гордиенко А.А. О некорректности формулы для определения скорости движения вагона в зонах торможения на участках тормозных позиций сортировочной горки // Бюллетень транспортной информации. 2019. №9 (291). С. 34-40.

27. Саидивалиев Ш.У. О равнозамедленном движении вагона в зонах затормаживания сортировочной горки / Ш.У. Саидивалиев // Сборник научных трудов «Актуальные проблемы эксплуатации и ремонта наземных транспортных средств». Ростов-на-Дону, 2020. С. 43-49.

Автореферат «ГДТрУ ахборотномаси» илмий-амалий журнали
тахририятида тахрирдан ўтказилди ва матнларни мослиги текширилди
(____.____.2021 йил).

Қозғоз бичми 84x60-1/16 Ризограф босма усули Times гарнитураси
Шартли босма табоги: 3 б.т. Адади: 100 нусха. Буюртма № _____
Нашрга рухсат этилди: ____ . ____ .2021 й.

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

Автореферат «ТДТрУ ахборотномаси» илмий-амалий журнали
таҳририясида таҳрирдан ўтказилди ва матнларни мослиги текширилди
(14.04.2021 йил).

Тошкент давлат транспорт университети
таҳририй нашриёт ва полиграфия
бўлими бошлиғи



Бобоходжаев Р.Х.