

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.28.06.2018.T.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДА БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

КУРБАНОВ ЖАНИБЕК ФАЙЗУЛЛАЕВИЧ

ТЕМИР ЙЎЛ ТРАНСПОРТИ АВТОМАТЛАШТИРИШ ТИЗИМИДА
ХАТОЛИКЛАРНИ БАРТАРАФ ЭТИШДА УСУЛ ВА ҚУРИЛМАЛАРНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

05.08.03 – Темир йўл транспортини ишлатиш

ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ

Докторлик (DSc) диссертацияси автореферати мундарижаси

Оглавление автореферата докторской (DSc) диссертации

Content of the abstract of Doctoral (DSc) dissertation

Курбанов Жанибек Файзуллаевич

Темир йўл транспорти автоматлаштириш тизимида хатоликларни
бартараф этишда усул ва қурималарни такомиллаштириш 3

Курбанов Жанибек Файзуллаевич

Совершенствование методов и устройств устранения сбоев в
системах автоматизации железнодорожного транспорта..... 27

Kurbanov Janibek Fayzullayevich

Improving methods and devices for eliminate failures in railway
automation systems..... 51

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ
List of published works..... 55

**ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
PhD.28.06.2018.Т.73.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДА БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ**

ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ

КУРБАНОВ ЖАНИБЕК ФАЙЗУЛЛАЕВИЧ

**ТЕМИР ЙЎЛ ТРАНСПОРТИ АВТОМАТЛАШТИРИШ ТИЗИМИДА
ХАТОЛИКЛАРНИ БАРТАРАФ ЭТИШДА УСУЛ ВА ҚУРИЛМАЛАРНИ
ТАКОМИЛЛАШТИРИШ**

05.08.03 – Темир йўл транспортини ишлатиш

**ТЕХНИКА ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2019

Фан доктори (DSc) диссертациясининг мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида № В2019.3.DSc/Т315 рақами билан рўйхатга олинган.

Диссертация Тошкент темир йўл муҳандислари институтида бажарилган.

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

Илмий маслаҳатчи:

Халиков Абдулҳак Абдулҳайрович
техника фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар:

Абуджаюмов Абдурашид
техника фанлари доктори, профессор

Алиев Равшан Маратович
техника фанлари доктори, доцент

Ишназаров Ойбек Хайрилаевич
техника фанлари доктори, к.и.х.

Етакчи ташкилот:

**Тошкент ахборот
технологиялари университети**

Диссертация химояси Тошкент темир йўл муҳандислари институти ҳузуридаги PhD.28.06.2018.Т.73.01 рақамли Илмий кенгаш асосидаги бир марталик илмий кенгашнинг 2019 йил «___» _____ соат ____ даги мажлисида бўлиб ўтади. Манзил: 100167, Тошкент, Одилхужаев кўчаси, 1 уй. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru.

Диссертацияси билан Тошкент темир йўл муҳандислари институтининг Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (__ рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100167, Тошкент, Одилхўжаев кўчаси, 1 уй. Тел: (99871) 299-05-66

Диссертация автореферати 2019 йил «___» _____ кuni тарқатилди.
(2019 йил «___» _____ даги _____ рақамли реестр баённомаси).

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

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

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

КИРИШ (Фан доктори (DSc) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда темир йўл транспорти юқори тезюар ҳаракат таркиблари хавфсизлигини таъминлашда, назорат қилиш, йўлакларни бошқаришнинг автоматика ва телемеханика воситалари, қурилмалари, элементларини янги технологиялар асосида бошқаришни такомиллаштириш тобора долзарб аҳамият касб этиб бормоқда. Хавфсизликни таъминлаш жараёнида бутун жаҳонда темир йўлларни автоматлаштириш тизими хатоликларини бартараф этиш усуллари ва қурилмаларини такомиллаштиришга, умумий қуввати соатига 100 кВт дан ошадиган доимий, ўзгарувчан ва электромагнит майдони ёрдамида темир йўл плетларининг магнитланиш каби омилларни бартараф этишга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Шу сабабли автомат локомотив сигнализация (АЛС) тизимлари ва комплекс локомотив хавфсизлик қурилмасининг (КЛХК) ишончли ишлашига таъсир қиладиган омилларни бартараф этиш мақсадида мобил, қўзғалувчан ва стационар магнитсизлантириш қурилмаларини яратиш талаб этилади. Дунёнинг турли, АҚШ, Англия, Франция, Испания, Германия, Япония, Хитой ва шу каби мамлакатларида, поездлар юқори тезликда ҳаракатланадиган темир йўлларнинг автоматика ва телемеханика тизимлари узлуксиз, ишдан чиқмай ишлаши учун магнитсизлантириш қурилмаларини ишлаб чиқиш ва яратишда уларнинг барқарорлиги, ишончлиги ва ўз-ўзини бошқаришига, шунингдек зарур бошқариш кўрсатмаларини берадиган мураккаб тизимларни ишлаб чиқишга алоҳида эътибор берилади.

Ўзбекистон Республикасида транспорт тармоғини, шу жумладан темир йўл инфратузилмасини ривожлантириш, тезюар ҳаракат жорий этилган темир йўл линияларини кўпайтириш ҳамда мавжуд линияларни электрлаштириш, автоматика ва телемеханика тизимидаги носозликларни бартараф этиш йўлида кўплаб чора-тадбирлар кўрилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришга қаратилган Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан «...миллий иқтисодиётнинг рақобатбардошлигини ошириш, ...транспорт-коммуникация ва социал-инфратузилмавий лойиҳаларни ҳал қилишга йўналтирилган фаол инвестицион сиёсат, ...ишлаб чиқаришни техник ва технологик янгилаш, ...ишлаб чиқаришга энергия тежайдиган технологияларни кенг татбиқ этиш»¹ вазифалари белгилаб берилган. Бу муаммоларнинг ечимини топишда, хусусан, темир йўл автоматлаштириш тизимидаги носозликларни бартараф этиш усуллари ва қурилмаларини такомиллаштириш, магнитсизлантирувчи қурилмаларнинг янги математик моделларини ишлаб чиқиш, темир йўл транспортида темир йўл плетларини магнитсизлантириш, янги стационар қурилмалари схемаларини, магнитланишни бошқариш ва кузатиш учун микроконтроллерларга асосланган вагон-платформада жойлашган, импульсли магнитсизлантирувчи мобил қурилмаларни, алгоритмлар ва дастурий

¹ Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони.

таъминотларни магнитсизлантирувчи бошқарув тизими учун ишлаб чиқиш, рельс занжирларининг халақитбардошлилигини оширувчи, автоматлаштириш тизимларида хатоликларни бартараф этишда, услуб ва қурилмаларнинг ижро этувчи элементларини такомиллаштириш зарур вазифалардан бири бўлиб ҳисобланади.

Ўзбекистон Республикаси «Темир йўл транспорти тўғрисида» ги Қонуни (1999), Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони, 2017 йил 26 майдаги ПҚ-3012-сон «2017-2021 йилларда қайта тикланувчи энергетикани янада ривожлантириш, иқтисодиёт тармоқлари ва ижтимоий соҳада энергия самарадорлигини ошириш чора-тадбирлари дастури 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 технологиялар ривожланишининг II. «Энергетика, энергия ва ресурстежамкорлик» устувор йўналишига мувофиқ равишда бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи.² Стационар ва ҳаракатланувчи импульсли магнитсизлантириш қурилмаларини ишлаб чиқиш ва яратишга қаратилган кенг қамровли илмий тадқиқотлар дунёнинг етакчи илмий марказларида ва таълим муассасалари, жумладан General Electric Transportation (США), Institute of Communications Technology Hannover, Siemens, AEG, SEL фирмалари ва Брауншвейг техника университети, Москва транспорт муҳандислари институти, Самара темир йўл муҳандислиги университети, Санкт-Петербург темир йўл муҳандислиги университети (Россия), Тошкент темир йўл муҳандислари институти (Ўзбекистон) томонидан амалга оширилмоқда.

Темир йўлларни автоматлаштириш тизимидаги хатоликларни бартараф этиш усуллари ва қурилмаларини такомиллаштириш бўйича дунё миқёсидаги тадқиқотлар натижасида бир қатор илмий натижалар олиниб, шулар жумласидан: Россия темир йўлидаги АЛС хатоликлари муаммосини ҳал қилиш учун магнитсизлантирувчи қурилма; темир йўл пайвандлаш ишлаб чиқариш технологияси жараёнида рельс плетларини магнитсизлантириш стационар қурилмаси (РСП - Россия); саноатнинг турли тармоқларида деталларни магнитсизлантириш учун мўлжалланган мобил қурилмалар (Голландия); мослашувчан конвейерли занжирлардаги айрим деталларни электрон-импульсли магнитсизлантирувчи қурилма (Италия) кабиларни кўрсатиш мумкин.

Дунёда рельс плетларини магнитсизлантириш қурилмалари устида қуйидаги йўналишлар бўйича тадқиқотлар олиб борилмоқда: рельс

² Диссертация мавзуси бўйича хорижий тадқиқотларни шарҳи: <http://www.bussi-demagnetizers.com/en/>; <https://www.goudsmitmagnets.com/en/news/378/undesired-magnetism-in-production-process-is-costly>; http://www.diatehnn.ru/produkcija/ustanovka_dlya_razmagnichivaniya_obemnozagalennyh_relsov_urr1/

пайвандлаш ишлаб чиқаришида рельс плетларини магнитсизлантириш қурилмасини ишлаб чиқиш; рельс плет туташтиргичлари ва стрелка ўтказгичларининг магнитланишини кузатиш учун датчикларни ишлаб чиқиш; қўл мобил ва ҳаракатланувчан қурилмаларни ишлаб чиқариш; рельс плетларини магнитсизлантириш жараёнларини 3D моделлаштиришни ишлаб чиқиш; замонавий технологиялар асосида магнитсизлантириш қурилмалари учун импульсларнинг частота ўзгартиргичи ва кенглигини бошқариш тизимларини ишлаб чиқиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Сўнгги йиллардаги темир йўл транспортида ҳаракатланиш хавфсизлигида АЛС ва КЛХҚларининг тўхтовсиз ишлашини ошириш мақсадида магнитсизлантирувчи қурилмаларни ишлаб чиқиш билан боғлиқ долзарб муаммоларни ҳал этишга қаратилган илмий изланишлар, уларнинг назарий асосларини ишлаб чиқиш бўйича илмий тадқиқотларга доир илмий-техник адабиётларнинг таҳлили бу соҳада жиддий назарий ва амалий натижаларга эришилганлигини кўрсатади. Ушбу соҳада рельс плетларини магнитсизлантириш муаммоларининг ёритишга доир кўплаб илмий техник адабиётлар нашр этилган. МДХ ва хорижий давлатлар темир йўл участкаларида магнитсизлантирувчи қурилмалар мавжуд ва ишлаб чиқилмоқда.

Темир йўллар учун рельс плетларини магнитсизлантирувчи қурилмаларни яратишнинг назарий ва амалий масалалари билан F.Bailey, G.Teeg, E.Andres, T. Brendt, U. Mashek, D. Mongradi, Y. Paxl, D. Straetton, Ю.А. Кравцов, А.М. Брылеев, В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.М. Лисенков, Н.Ф. Котлеренко, В.С. Дмитриев, М.Н. Василенко, А.Б. Никитин, А.М. Костроминов, Г.Д. Казиев, В.А. Кобзев, В.И. Сороко каби хорижий олимлар шуғулланган бўлсалар, шу билан бирга маҳаллий олимлардан Н.Н. Ибрагимов, К.Т. Худойберганов, А.А. Халиков, Н.М. Арипов, С.Ф. Амиров, М.И. Ибадуллаев, И.Х. Сиддиқов, Н.Б. Пирматов, А.М. Плахтиев, М.Х. Расулов, И.К. Колесников, В.Г. Строков, М.М. Алиева, Ш.Р. Хорунов, А.Р. Азизов, Р.М. Алиев ва бошқалар ҳам бу йўналиш ривожига улкан ҳисса қўшдилар.

Шу билан бирга ҳамон Ўзбекистон темир йўлларида кенг қўлланиши мумкин бўлган оддий ва универсал магнитсизлантирувчи қурилма ечими ҳозиргача қадар топилганича йўқ. Бугунга келиб рельс плетларини стационар ҳамда ҳаракатчан (қўзғалувчан) мобил импульс қурилмалар асосидаги магнитсизлантириш учун мўлжалланган, шунингдек автоматика ва телемеханика тизимларидаги хатоликларни таҳлил қилиш ва синтезлаш учун асосий аналитик ифодаларни аниқлаш услублари ишлаб чиқилиб, қўлланилмоқда. Бироқ, номи келтирилган муаллифларнинг ишларида, ҳаракатчан (қўзғалувчан), стационар магнитсизлантириш қурилмаларини қуришнинг янги услуб ва усулларини қўллашнинг барча имкониятлари тўлиқ ишлатилмай, хусусан, темир йўл транспортида АЛС ва КЛХҚ ишдан чиқишлари ва хатоликларини зудлик билан бартараф этишнинг у ёки бу қурилмасини қўллашга доир қатъий назария мавжуд эмас, тезювар ҳаракатланадиган вагон-платформаларда микропроцессор қурилмалардан

фойдаланиб рельс плетларини магнитсизлантириш услублари, усуллари ва қурилмаларини такомиллаштириш масалалари етарли даражада ўрганилмаган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий-тадқиқот ишлари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Тошкент темир йўл муҳандислари институти илмий-тадқиқот ишлари режасининг №59 «Вагон-лабораторияни модернизациялаш мақсадида бошқариш тизимининг ўлчаш мажмуаларини ишлаб чиқиш ва татбиқ этиш» (2014-2015), №97 «Рельс пайвандлаш ишлаб чиқаришида рельсларни магнитсизлантириш қурилмасини ишлаб чиқиш» (2017-2018), №97 «Рельсларни магнитсизлантириш қурилмасини ишлаб чиқиш ва уни вагон-платформага ўрнатиш» (2018-2019) мавзуларидаги лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқот мақсади магнитсизлантирувчи қурилмалар асосида темир йўл транспортини автоматлаштириш тизимларидаги хатоликларни бартараф этишнинг услуб ва усуллари такомиллаштиришдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

рельс пайвандлаш ишлаб чиқаришида магнитланишни бартараф этиш учун рельс плетларини магнитсизлантириш назарияси, услублари ва усуллари ривожлантириш;

рельс пайвандлаш ишлаб чиқаришда рельс плетларида магнитланишни бартараф этиш учун бошқарув тизими ва дастурий таъминоти бўлган стационар магнитсизлантириш қурилмасини ишлаб чиқиш;

рельс плетларини магнитсизлантириш қурилмасининг қўлланишини, ҳамда АЛС ва КЛХҚни ташқи халақитлар манбаи таъсиридан ҳимоялаш услубларини асослаш;

АЛС ва КЛХҚни ташқи халақитлар манбаи таъсиридан ҳимоялаш учун ҳаракатчан мобил вагон-платформа тизими асосидаги рельс плетларини магнитсизлантириш қурилмасини ишлаб чиқиш;

станция ва перегонларда рельс туташмалари ва стрелка ўтказгичларида магнитланишни бартараф этишга мўлжалланган ҳаракатчан мобил магнитсизлантириш қурилмасини ишлаб чиқиш;

вагон-платформадаги ҳаракатчан мобил магнитсизлантириш электромагнитни рельс билан магнитсизлантирувчи қурилма оралиғини автомат кўтариб-тушириш орқали мувофиқлаштирадиган мослама конструкциясини ишлаб чиқиш;

рельс плетларини магнитсизлантирувчи стационар ва ҳаракатланувчи мобил қурилмаси учун техник тавсифлар, ишлатиш йўриқномасини ва меъёрий ҳужжатларни «Ўзстандарт» агентлигидан рўйхатдан ўтказишни ташкил қилиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида темир йўл станция рельс занжирлари автоматика, телемеханика ва рельс пайвандлаш ишлаб чиқариши олинган.

Тадқиқотнинг предмети ягона электромагнит майдони назарияси асосида рельс плетларини магнитсизлантириш услублари ва усуллари ташкил этади.

Тадқиқотнинг усуллари. Тадқиқот жараёнида тизимли таҳлил, тарқоқ

параметрли электромагнит майдон назарияси ва математик моделлаштириш усулларидан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат:

темир йўл поездлари ҳаракатида код бузилишларини бартараф этиш учун мўлжалланган, электромагнит майдон назариясига асосланиб ишлайдиган импульсли магнитсизлантириш қурилмаси ишлаб чиқилган;

темир йўл рельс занжири кодларининг носозликлари таҳлили асосида АЛС ва КЛХҚ ишининг, уларнинг доимий магнитлар, ўзгарувчан ва импульсли электромагнит майдонлар томонидан магнитланиш манбалари аниқланган;

рельс плетларини магнитсизлантиришнинг янги услуб ва усуллари, АЛС ва КЛХҚ ишининг хатоликларини бартараф этиш учун математика асосида доимий, ўзгарувчан ва импульслар таъсирида ўткинчи жараёнлар ишлаб чиқилган;

рельс плетларидаги қолдиқ магнитланганлик рухсат этилган даражаси тадқиқ этилган ва темир йўл транспортининг автоматика ва телемеханика тизимлари узлуксиз ишлаши учун импульсли магнитсизлантириш қурилмаларини лойиҳалашда асосий параметрларни танлаш бўйича тавсиялар берилган;

поездлар ҳаракати хавфсизлигини таъминлаш учун рельс плетларини магнитсизлантириш сифатини кузатиш ва диагностика қилиш мақсадида ELCUT дастури асосида электромагнит жараёнлар модели ишлаб чиқилган;

частота ва импульс кенглигини танлаш учун, дастурий таъминотли модул схемаси асосида бошқарув тизими, шунингдек рельс плетларини автоматлаштирилган жараёни ишлаб чиқилган;

«Ўзстандарт» агентлигининг 2018 йил 26 декабрдаги №000207, «TS 01116578-001:2018» рақамли рельс плетларини магнитсизлантириш қурилмаси учун ташкилот стандарти ишлаб чиқилган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

магнитсизлантиришнинг ишлаб чиқилган назарий услублари ва усуллари темир йўл транспорти рельс плетлари, туташмалари ва стрелка ўтказгичларидаги магнитланиш даражасини аниқлаш имконини берган;

ишлаб чиқилган стационар магнитсизлантириш қурилмаси рельс пайвандлаш ишлаб чиқаришида рельс плетларини пайвандлашда магнитланишни бартараф этиш имконини яратган;

ишлаб чиқилган бошқарув тизими қурилмаси ток амплитудалари, импульслар давомийлиги ва частотасини ростлаш имконини яратиб, бу эса рельс плетларини магнитсизлантириш сифатини яхшилаган;

рельс плетларининг магнитланишини назорат ва таҳқиқ қилиш имкониятини яратиш учун, ишлаб чиқилган дастурий таъминот асосида магнитсизлантирувчи қурилманинг элементларини ишчи параметрлари аниқланган;

ишлаб чиқилган вагон-платформали мобил ҳаракатчан импульсли магнитсизлантирувчи қурилма локомотивнинг катта тезликдаги ҳаракатида рельс плетлари, туташма ва стрелка ўтказгичларини сифатли магнитсизлантириш имконини яратди.

частота ва импульс давомличилигининг турли қийматларида магнитсизлантириш сифатини таъминлаш учун локомотивнинг турли, яъни соатига 5 км дан 30 км гача ҳаракатланиш тезликларида рельс туташмалари, плетлари ва стрелка ўтказгичлари учун қурилманинг тавсифлари ишчи режими аниқланган.

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги электромагнит майдон назарияси асосида илмий ишланмалар ва тажриба натижаларининг ўзаро мослиги ва мувофиқлигига асосланиб, темир йўл транспорти автоматика ва телемеханика тизимларида рельс плетлари кодларининг магнитланиш туфайли юзага келган хатоликларини бартараф этиш учун назарий асосланган концепциялар қўлланиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Олинган тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти, частотавий асинхрон двигателли ҳаракат таркибидаги тортқи токининг узлуксиз ҳалақитлари, тескари тортқили токни асимметрияси ҳамда ёндош блок-участкалар тоқларининг таъсирида, рельс занжирининг барқарорлигини таъминлаш мақсадида ҳимоялаш назария, услуб ва усулларини ривожлантирилганлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти импульсли магнитсизлантирувчи янги қурилмаларни яратиш, бунда стационар ва ҳаракатчан мобил вагон-плаформа, яратилган қурилмани станция ва перегонлар рельс занжирларида кенг қўллаш, келтирилган математик ҳисоб-китоблар АЛС ва КЛХҚ тизимларини самарадорлигини ошириш микропроцессорли технологияларни қўллаш билан поездлар ҳаракат хавфсизлигини яхшилашга хизмат қилиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши темир йўл транспорти автоматлаштириш тизимида хатоликларни бартараф этишда усул ва қурилмаларни такомиллаштириш бўйича олинган натижалар асосида:

рельс пайвандлашда плетларни линия магнитсизлантириш қурилмаси «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ тасарруфидаги «РСП-14» ишлаб чиқариш Унитар корхонасида ишлатиш ва модернизациялаш амалиётига жорий қилинган («Ўзбекистон темир йўллари» АЖнинг 2019 йил 14 октябрдаги №01/5763-19 – сонли маълумотномаси). Илмий тадқиқотлар натижасида рельс плетларини магнитсизлантириш қурилмаси пайванд чокларини шикастланишдан ҳимоя қилиш учун, асосий қисм сифатида пайвандлашдан олдин ва ундан кейин рельс плетларини магнитсизлантириш имконини берди;

рельс плетлари, туташмалар ва стрелка ўтказгичлардаги магнитланиш учун, шунингдек АЛС ва КЛХҚларда код бузилишининг олдини олиш учун ҳаракатчан вагон-платформадаги мобил импульсли магнитсизлантириш қурилмаси жорий қилинган («Ўзбекистон темир йўллари» АЖнинг 2019 йил 14 октябрдаги №01/5763-19-сонли маълумотномаси). Илмий изланишлар натижасида станцияларда поездлар ҳаракати хавфсизлигини ошириш имконияти, рельс плетларига, туташмалар, стрелка ўтказгичларга таъсир этувчи кучли тортиш тоқлари ва уларнинг юқори тебранишларидан, ҳалақитлардан ҳимояланишни яхшилашга эришилган;

«Ўзстандарт» агентлиги томонидан «Ts 01116578-001:2018» рақамли рельс плетларни магнитсизланитирувчи қурилмаси учун «Ташкилотнинг стандарти» рўйхатга олинган (№000207, 26 декабр 2018 й.). Натижада «Ўзбекистон темир йўллари» АЖ рельс пайвандлаш ишлаб чиқаришида ва йўл хўжаликларидида стационар ва ҳаракатчан мобил вагон-платформасини қўллаш имконини берган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқотнинг назарий ва амалий натижалари 9 та халқаро ва 1 та республика илмий-амалий анжуманларида маъруза қилинган ва муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Тадқиқот мавзуси бўйича жами 23 та илмий мақолалар, шу жумладан 1 та монография, Олий аттестация комиссияси томонидан тавсия этилган журналларда 12 та мақола, жумладан чет эл журналларида 8 та мақола, бундан ташқари халқаро ва Республика конференцияларининг тўпламларида 10 та мақола чоп этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, бешта боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертация ҳажми 189 бетни ташкил этади.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида муаммони ҳал этишнинг муҳимлиги ва диссертацияда ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқотларнинг мақсади ва вазифалари, объект ва предметлари тавсифланган, Ўзбекистон Республикаси илм ва технологиялари ривожланишининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг амалиётга жорий этилиши, нашр қилинган ишлар ва диссертация тузилиши бўйича маълумотлар келтирилган.

Диссертациянинг **«Магнитланиш ва магнитсизлантириш қурилмалари учун электромагнит майдон назариясининг замонавий ҳолати»** деб номланган биринчи бобида электромагнит майдон тавсифларини аниқлаш усуллари ва мавжуд ўзаро таъсирли электромагнит услублар таҳлили келтирилган. Рельс занжирлари маҳсулотларини магнитлаш ва магнитсизлантириш ҳодисалари билан боғлиқ масалаларни кўриб чиқишда ўзаро таъсирларнинг барча турларини бирлаштириш зарурати туғилди. Рельс занжирларига электромагнит майдони билан боғлиқ ўзаро гравитацион, ҳамда ички молекулалараро ўзаро кучлар таъсир қилади. Рельс занжирларига наноматериаллар ва нанотехнологиялар энг яхши кўрсаткичга эга бўлган рельс плетлар ишлаб чиқариш учун ишлатилади, улар корреляция радиусига тўғри келадиган кичик ўлчамдаги соҳаларда ишлайди, шунингдек ягона электромагнит майдони электрон, фотон, когерент узунлиги ва ўтказгичнинг магнит доменлари ўлчамларини, содир бўлаётган ҳодисаларни тўлиқроқ баҳолаш имконинини яратади. Майдон назарияси тўртта ўзаро таъсирга асосланиб, мавжуд қутбланиш тўлқинларини аниқлаш имконини беради. Ўзаро таъсирли электромагнит куч ва энергия тавсифлари бир хил

тенгламалар билан таърифланади. Ушбу ўзаро таъсирларнинг параметрлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Ўзаро таъсирлар параметрлари

Параметрлар	Ўзаро таъсирлар параметрлари			
	Гравитацияли	Кучсиз	Электромагнитли	Ядровий
Интенсив ўзаро таъсирлар G^2	10^{-39}	10^{-14}	10^{-2}	1
Радиус R_m	∞	10^{-15}	∞	10^{-18}

Ўзаро таъсир электромагнитларда асосий электромагнетизм қонунлари қўлланади: тўла ток қонуни, Максвелл тенгламаси, Ампер қонуни, Био-Савар-Лаплас қонуни ва ҳамма ўзаро таъсирларни ҳисобга олган ҳолда умумлашган электромагнит майдон тенгламалари билан қуйидагича ифодаланади:

$$\begin{aligned}
 a) \operatorname{rot} \bar{E}_{\text{пол}} &= -\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} \frac{\partial^2 \bar{A}}{\partial t^2}; & b) \operatorname{div} \left(\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} \bar{E}_{\text{пол}} \right) &= 0; \\
 c) \operatorname{rot} \bar{A} &= \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} \bar{E}_{\text{пол}}; & d) \operatorname{div} \left(\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} \bar{A} \right) &= 0.
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Электромангнит кучларнинг таъсирлари масаласини кўриб чиқишда, $\Psi = \Psi(i)$ ёки $i = i(\Psi)$ чиқиш тавсифлари ва электромагнит ўзакнинг магнитланиш эгри чизиғи ҳисобга олинади. Магнит оқими – Φ , магнит моменти – M , магнит индукцияси – B , магнит майдон кучланганлиги – H каби барча магнит тавсифлари ва параметрлари ўлчаниши шарт. Ўлчашлар материаллардаги носозликларни топиш, физик-кимёвий хоссаларни, ферромагнит элементларнинг статик ва динамик тавсифларини аниқлаш учун ўтказилади. Ушбу параметрлар ва тавсифларни ўлчаш учун Гельмгольд халқаси ва соленоид (ғалтак) каби махсус конструкциядан фойдаланилади. Магнит катталикларини ўлчаш учун мўлжалланган асбоблар ўзгартиргич ва ўлчаш қурилмасидан ташкил топган. Улар физика қонунларига, кучларнинг ўзаро таъсирига, гальваномагнит ва атом ички ҳодисаларига асосланган. Динамик тавсифларни ўлчаш учун амперметр, вольтметр ва шунингдек феррометр қўлланган.

Магнит майдонига жойлаштирилган жисм магнитланади. Бу \bar{M} натижавий магнит моменти билан боғлиқ. У алоҳида заррачалар билан қўшилган элементар (оддий) магнит моментлардан m_0 ташкил топади. Магнит майдони H кучланганлиги ортиши билан магнитланиш оқим кучайиб боради. Магнитланишнинг уч ифодаси учун:

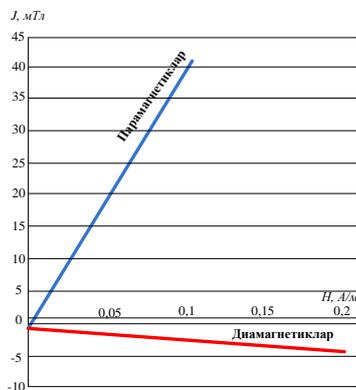
$$\bar{J} = \kappa \bar{H}; \quad \bar{\sigma} = \chi \bar{H}; \quad \bar{\sigma}_A = \chi_A \bar{H},
 \tag{2}$$

бу ерда, κ -ҳажмий сезувчанлик, χ -солиштирма сезувчанлик, χ_A -моляр сезувчанлик.

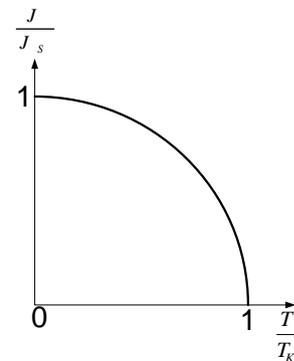
Бу коэффициентлар бари ўзаро қуйидаги нисбат ёрдамида боғланган:

$$\chi = \frac{\kappa}{\rho}; \chi_A = \frac{\kappa}{\rho} \chi. \quad (3)$$

Икки ҳолат мавжуд: магнитланиши магнит майдон кучланганлигига параллел, иккинчиси аксил параллел. Шу билан бирга жисмларнинг икки синфи мавжуд: парамагнетиклар ва диамагнетиклар. Парамагнетиклар H нинг катта қиймати майдонига тортилса, диамагнетиклар эса аксинча – майдондан чиқариб юборилади. Коэффициентлар κ , χ , χ_A доимий бўлиб, мусбат ва манфий қийматларга эга. Магнитланганликнинг кучланишга боғлиқлиги 1-расмда кўрсатилган. Мутлақ қийматига кўра диамагнетиклар магнит сезувчанлиги параметрларга нисбатан анча паст. Ҳарорат пасайганида магнит майдони ўзгариши рўй беради. Магнит сезувчанлик ва магнит кучланиши ўртасида боғлиқлик нозикли бўлиб, қайта магнитланишда у гистерезис ҳалқасига айланади. Модданинг бу ҳолати ферромагнитли деб аталади. Диамагнетизм ҳароратга боғлиқ эмас, парамагнетизм эса ҳароратга кўп даражада боғлиқ. Парамагнетикларнинг магнит сезувчанлиги мутлақ ҳароратга тескари пропорционал. 2-расмда ўз-ўзидан магнитланишнинг ҳароратга боғлиқ равишда ўзгариши тасвирланган.

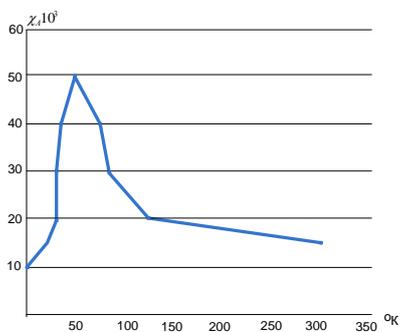


1-расм. Магнитланишнинг магнит майдони кучланишига боғлиқлиги

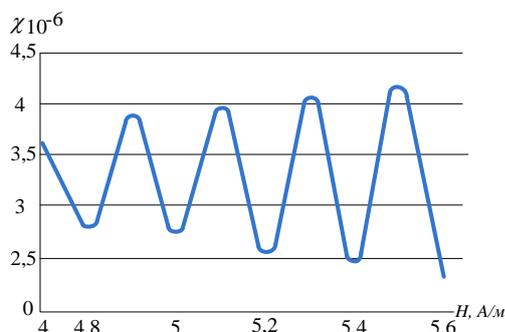


2-расм. Ферромагнетикнинг ҳароратга боғлиқлиги

Ферромагнетикларда магнит диполлари параллел йўналтирилган, аммо улар аксилпараллел йўналишга эга бўлган жисмлар ҳам мавжуд. Бу ҳолда магнит моментлари компенсацияланиб, жисмнинг магнитланганлиги камаяди. Бундай моддалар антиферромагнетиклар дейилади. Бу каби жисмлар магнит сезувчанлигининг ҳароратга боғлиқлиги 3-расмда келтирилган. Металлнинг магнит сезувчанлиги ҳароратга боғлиқ эмас ва у $\chi \approx 10^{-6}$ бўлганида минимал қийматга эга. Баъзи жисмлар магнит доменлари параллел ва аксилпараллел жойлашиши билан ғайритабiiй хоссаларга эга бўладилар. 4-расмда баъзи металлларнинг қуйи ҳароратларда магнит майдони кучланганлиги сабабли ўзгариши тасвирланган.



3-расм. Антиферромагнетиклар магнит сезувчанлигининг ҳароратга боғлиқлиги

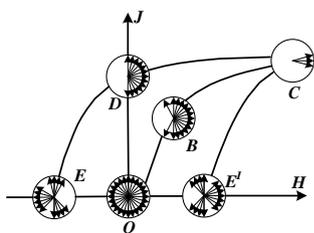


4-расм. Сезувчанликнинг майдон кучланганлигига боғлиқлиги

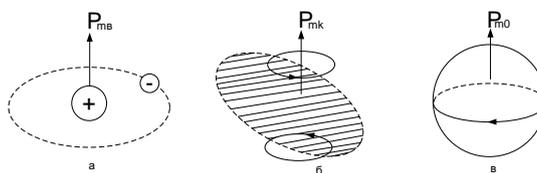
Техник адабий манбаларни ўрганиш натижалари, темир йўл транспорти автоматика тизимларидаги кодлар хатоликларини бартараф этишнинг тезкор-истиқболли услублари таҳлили натижаларидан келиб чиқиб, шунингдек қўйилган мақсадга мувофиқ равишда тадқиқотнинг асосий вазифалари шакллантирилди.

Диссертациянинг **“Рельс плет маҳсулотларини магнитлаш тизимларида электромагнит жараёнларини тадқиқ қилиш”** номли иккинчи бобида техник магнитлаш магнит диполларининг силжиши ва айланиши билан боғлиқ бўлган техник магнитланганликнинг юзага келиш жараёни тадқиқ этилган. Агар диполлар магнит майдони кучланганлик векторига параллел ўрнатилса, у ҳолда магнитланиш ортади, диполлар ҳажми кичраяди. Агар доменлар кучланганлик майдонига қарама-қарши жойлаштирилса, бу ҳолда улар катта босим таъсири ҳисобига магнитланишнинг бошланишидаёқ ўзгарадилар (айланадилар). Магнитсизланиш ҳолатида магнитланиш барча йўналишлар бўйлаб бир текис (0 нуқта) тақсимланган. Агар ташқи майдон мусбат йўлланган бўлса, у ҳолда манфий йўналган магнит диполлари мусбат ярим айланага ўгирила бошлайдилар (*B* нуқта). Агар магнитланиш магнит майдони кучланганлигига қарама-қарши йўналса, бу ҳолда у йўналишини ўзгартиради. 5-расмда гистерезис ҳалқасининг унга хос нуқталарида магнитланиш тақсимланганлиги тасвирланган. Кучли магнит майдонида эса тўйиниш юзага келиб, магнитланишнинг тақсимланиши *C* нуқтасига мувофиқ келади. Магнит майдон пасайганида магнитсизлантириш содир бўлади. *D* нуқтадаги тақсимланиш қолдиқ магнитланишга, *E* нуқтадаги тақсимланиш эса коэрцитив (мажбурловчи) кучга мувофиқ келади.

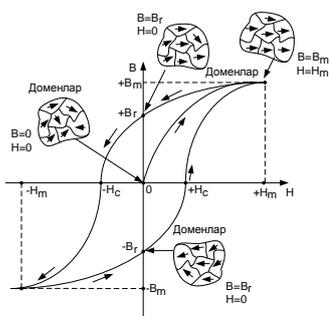
Атомларнинг электромагнит майдони уларда юз бераётган ходисалар билан ҳосил қилинган моментларни шакллантиради. Уларнинг бари, жамланиб, атомларнинг электромагнит майдонини ҳосил қилади. Барча материаллар магнит хоссаларига кўра диамагнетиклар, парамагнетиклар ва ферромагнетикларга бўлинади. Атомдаги магнит моментларининг тақсимланиши 6-расмда келтирилган.



5-расм. Гистерезис халқаси нукталарида магнитланишнинг тақсимланиши



6-расм. Атомдаги магнит моментларининг тақсимланиши: а – P_{mv} электронларнинг ядро атрофидаги айланиш momenti; б – P_{mk} электронлар орбиталари тебранишлари туфайли келиб чиққан момент; в – электронларнинг айлана бўйлаб ҳаракатланиши туфайли юзага келган P_{m0} момент



7-расм. Ферромагнетиклар магнитланиш эгри чизиғи

Рельс плетларини назорат қилиш учун $B = 25 \div 60$ мТл индукцияли майдон қўлланиб, магнитлашдаги чулғамлар индукцияси 100-200 мТл гача, электромагнитларники 1 Тл дан каттароқ. Ферромагнит ўзакли чулғамлардаги магнит майдон индукцияси 2,5 Тл гача ташкил этиб, магнитланиш эса ташқи магнит майдон кучланганлигидан бир неча баробар катта (ортиқ).

Катта ташқи электромагнит майдонларида магнитланишни магнит майдони кучланганлиги билан қиёслаш мумкин. 7-расмда ферромагнетиклар магнитланиш эгри чизиғи ва $B(H)$ гистерезис халқалари тасвирланган. Детал ва қурилмалар, доимий магнит билан, доимий, ўзгарувчан ва импульсли токларда магнитланадилар. Бу услублардан ҳар бирини қўлланиши ўз ижобий жиҳатларига эга. Доимий токнинг қўлланиши магнит оқимининг детал ва буюмларнинг ички кесими бўйлаб бир хил тақсимланишига қўмаклашади. Ўзгарувчан ток билан магнитланишда магнит оқими магнитланаётган буюм юзаси яқинида тақсимланади. Бунинг пайдо бўлиш сабаби скин-эффект, яъни ўтказгич юзасидаги ток зичлигининг ўзгариши кузатилишида. Буюмларни магнитлашнинг кўплаб усуллари мавжуд. Улар 2-жадвалда кўрсатилган. Магнитланишлар зарарли (паразит) ва назорат қилиш мақсадидаги бўладилар. Рельс плетларида зарарли (паразит) магнитланишлар тескари тортқи токи; ғилдираклар жуфтликлари айланиши; рельс плетларини ортиш ва туширишда электромагнитлар қўлланиши; рельс плетларининг бир хил эмаслиги; туташмалардаги контактларнинг қисқа туташуви; доимий ва ўзгарувчан ток орасидаги (темир қириндилари) ҳисобига пайдо бўлади.

Ўзгарувчан магнит майдонлари таъсирида асосий эътибор гирдобсимон (уюрсимон) ток ва гистерезис йўқотишларига берилади. Кўриб чиқиладиган ўзгарувчан электромагнит майдонларидаги асосий йўқотиладиган қийматлар пўлатдаги йўқотишлари, йўқотишлар бурчаги ва комплекс магнит ўтказувчанлик ҳисобланади.

Маҳсулотларнинг магнитланиш усуллари

Магнитланиш	Усуллар
	Токнинг бутун маҳсулот юзаси бўйлаб ўтиши
	Токнинг маҳсулотларнинг маълум қисмидан ўтиши
	Токнинг маҳсулот тирқишига жойланган стержен бўйлаб ўтиши
	Маҳсулотга ўралган ғалтак тоқини индуктивлаштириш: тороидал чулғамдан, маҳсулот қисмига
	Маҳсулотдаги токни қўзғатиш
	Доимий магнитни қўллаш
	Электромагнитни қўллаш
	Силжиб юривчи доимий магнитни қўллаш
	Маҳсулотда икки перпендикуляр боғлиқ тоқларни қўллаш
	Маҳсулот тирқишига жойланган ўтказгичдаги индуктивлаштирилган токни қўллаш
Айланма магнит майдонида	Айланма электромагнит майдонли индуктивлик ғалтакларини қўллаш

Бундан ташқари динамик магнитланишларнинг динамик эгри чизиклари ва гистерезиснинг динамик ҳалқасидан фойдаланишга тўғри келади. Ана шу барча катталиклар ўзгарувчан магнит майдонида рўй берадиган барча жараёнларни тўлиқ тавсифламайди, аммо уларга кўра қурилма параметрлари ҳисоблаб топилади. Импульсли магнитланишнинг ижобий хусусияти – у доимий ва ўзгарувчан электромагнит майдони билан магнитлашнинг барча яхши томонларида ўзида жамлаганлигида. Импульсли магнитланишнинг бир неча тури мавжуд. Ушбу ҳолда магнитланган ғалтак ва тўплагичлар ўртасида энергия алмашинуви содир бўлади. Ушбу усул ўнлаб kA қисқа вақтли импульсларни олиш имконини беради. Деталларнинг магнитланиши стационар ёки секин алмашинувчи электромагнит майдонларида содир бўлади. Импульсли магнитланиш энергия ва ресурс тежамкор технология бўлиб ҳисобланади.

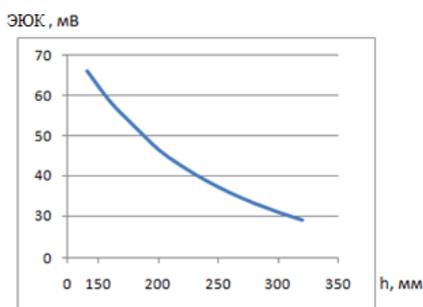
Материалларни магнитлаш ва магнитсизлантириш учун узук магнит занжирлари қўлланади. Зазор (бўшлиқ) мавжудлиги магнитлаш эгрилигини, ўтказувчанлик қиймати ва турғунлигини ўзгартиради. Ҳаво бўшлиғи магнитсизлантириш майдоннинг кучланганлиги қарама-қарши томонга йўлланган қутбларининг ҳосил қилиш имконини беради. Бўшлиқдаги энергиянинг кўпайишига қолдиқ индукция B_r ни, H_c коэрцитив кучни ошириш, ҳамда эгри тўғрибурчак шаклли магнитланиш олиш ҳисобига эришилади.

Тадқиқотчи томонидан ҳал қилинадиган асосий масалалар қаторида – рельслар каллаги ва электромагнитлар орасидаги бўшлиқ ўзгарганида темир йўл плетларининг магнитланиш ва магнитсизланиш тавсифларини аниқлаш. Натижада бўшлиқ(зазор)лардаги энг яхши магнитсизланиш самарасига эга бўлинадиган ишчи қийматлар аниқланган ва ҳисобланган.

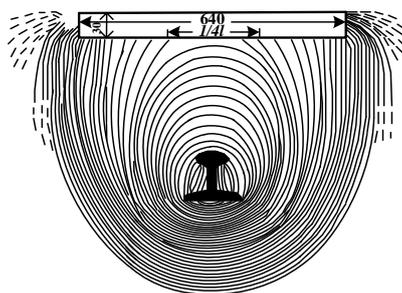
Диссертациянинг «**Темир йўл транспорти автоматика тизимларида рельс плетларини магнитсизлантириш услуб ва усуллари ишлаб чиқиш**» деб номланган учинчи бобида КЛХҚ қурилмалари ишига таъсир қиладиган импульсларни бартараф этиш усуллари, шунингдек рельс плетларининг доимий, ўзгарувчан, импульсли таъсирлар ёрдамида магнитсизлаш усуллари ишлаб чиқилган. Уларнинг асосий элементлари рельс

занжирларидир. Рельс занжирларининг нормал ишлаши поездлар ҳаракати хавфсизлиги ва КЛХҚ каби СМБ қурилмаларининг узлуксиз ишлаши учун муҳим аҳамиятга эга. КЛХҚ нинг барқарор ишлашига рельс тармоқларининг магнитланиши натижасида юзага келадиган импульс халақитлари таъсир кўрсатади. КЛХҚ қурилмалари ишига таъсир қилувчи импульсли халақитларни бартараф этиш долзарб вазифаларидан биридир. Электр энергиясини рельс занжиридан локомотив қабул қилиш чўлғамига узатиш шароитларини яхшилаш қуйидаги имкониятларни беради: кичикроқ кучайтириш коэффициентига эга кучайтиргичлардан фойдаланиш, бу эса қабул қилиш чўлғамлари остидаги рельс занжирлардаги токни камайтириш имконини бериб, электр энергияси сарфини қисқартиради. Локомотив узлуксиз сигнализация тизимларида рельс занжиридан локомотивга сигнал узатиш рельслар атрофида улар орқали ўтадиган ток билан ҳосил қилинган магнит майдони ёрдамида амалга оширилади. Қабул қилиш чўлғамлари чиқишидаги уларнинг осилиш баландлигига боғлиқ равишдаги ЭЮК қийматлари 8-расмда келтирилган. Рельс атрофидаги магнит майдони куч чизиқлари 9-расмда келтирилган бўлиб, улар конфигурацияси темир кириндиси ёрдамида олинган.

8-расмдан маълумки, ўзак ва рельс ўртасидаги масофа қисқариши билан ўзак майдони куч чизиқлари сони ошиши ҳисобига локомотив қабул қилиш ғалтагининг ЭЮКи катталашади. 9-расмдан кўришиб турибдики, рельс каллаги орасидаги масофа қисқариши билан ўзакдан ўтадиган электр магнит куч чизиқларининг сони кўпаяди. Частота ўзгартириш билан, у ҳам ночизиқли қонун асосида ортади, чунки ўзак мавжуд. Бу жараён эса 10-расмда тасвирланган.



8-расм. Рельс каллаги устидаги баландлигига боғлиқ равишдаги қабул қилиш чўлғамининг ЭЮК қиймати



9-расм. Қабул қилувчи ғалтак ўзаги мавжудлигида рельс атрофидаги магнит куч чизиқлари

ЭЮКни аниқлаш учун, рельснинг устида жойлашган қабул қилгич ўзагининг марказидаги магнит майдон кучланганлиги тенгламасидан фойдаланамиз:

$$H_m = \frac{0,2I\sqrt{2}}{r}, \quad (4)$$

бу ерда: H_m - магнит майдон кучланганлиги, I – токнинг фаол қиймати, r - ток

ўқидан ўзак марказигача масофа.

КЛХҚ қабул қилиш ғалтакларидаги ЭЮК қийматлари частота ва ишчи токи қийматлари ортиши 10-расмда тасвирланган бўлиб, ЭЮКнинг бир хил частотасида у икки баробардан кўпроқ ортади. Электромагнит марказидаги магнит индукцияси қиймати:

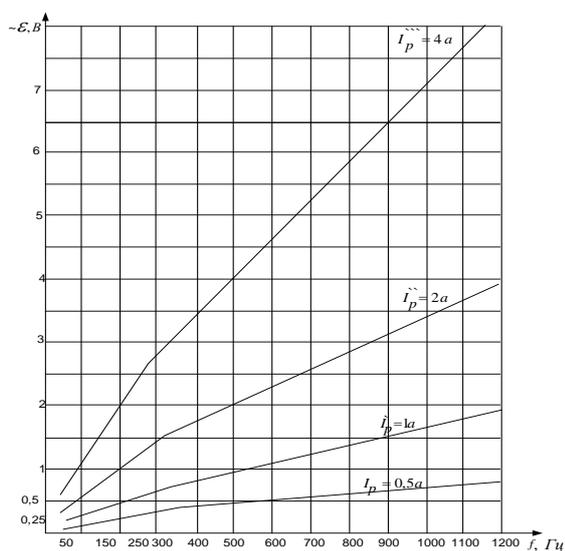
$$B = \mu_1 \cdot H, \quad (5)$$

бу ерда: B - магнит индукция, H - магнит майдони кучланганлиги, μ_1 - бутун жисмнинг магнит ўтказувчанлиги.

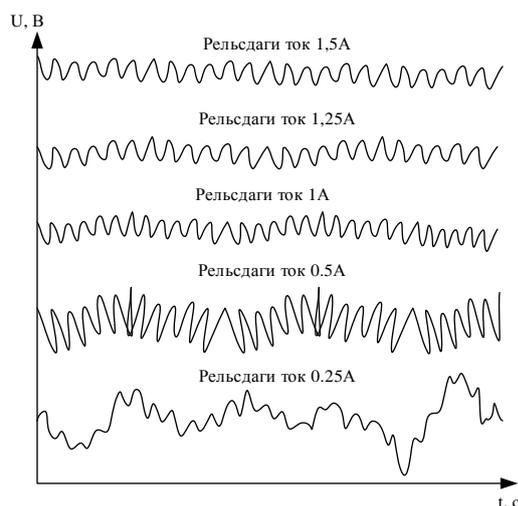
μ_1 жисмнинг шакли « m » га ва жисм моддасининг магнит ўтказувчанлигига боғлиқ эканлиги:

$$\mu_1 = \frac{m\mu}{m+\mu-1}. \quad (6)$$

Ҳисоб-китоб натижалари кўрсатишича, локомотивнинг қабул қилувчи ғалтакларида ЭЮКни ошириш учун ўзак кесимини ёки шу ўзак энини катталаштириш ва унинг баландлигини камайтириш керак. Рельслардаги ток қийматлари камида 1,5А бўлиши шарт. Кичикроқ ток қиймати рельс занжирининг майдони ер магнитланишидан анча кичиклиги сабабли сезиларли халақитлар келтириб чиқаради.



10-расм. ЭЮК нинг рельс занжири токнинг частотасига боғлиқлиги



11-расм. Локомотивларда ғалтаклар силкиниши мавжуд бўлганида рельслардаги ток осциллограммалари

Шу сабабли, қабул қилувчи ўзакнинг озгина тебраниши ҳам катта халақитларга олиб келиб, буни 11-расмда тасвирланган осциллограммадан ҳам кўриш мумкин.

Ғилдирак жуфтликларининг айланиши, шунингдек, тортув тармоғи тескари токи ҳисобига рельс занжирларининг магнитланиши КЛХҚ ишига салбий таъсир кўрсатади. КЛХҚлар нормал ишлаши учун магнит индукциясининг рухсат этилган қийматлари ишлаб чиқилган бўлиб, унда рельс занжирлари ва изоляцияланган туташмалар учун, шунингдек йўлнинг

стрелка ўтказгичларининг элементлари колея ичидаги рельслар билан чегаралари кўрсатилган. Рельс занжири одатда нормал ишлайдиган рухсат этилган максимал индукция қийматлари $B = 700 \text{ мкТл}$, стрелка ўтказгичлари учун 4900 мкТл , изоляциялаш туташмалари учун 700 мкТл ни ташкил этади.

Рельс плетлари пайвандланишига қадар уларни стационар магнитсизлантириш ва худди шундай мобил, ҳаракатчан магнитсизлантириш қурилмалари ишлаб чиқилган: бунда ҳаракатланувчи аравачада соатига 5 км тезликда ва ҳаракатланувчи платформага соатига 80 км тезликда. Магнитсизлантириш қурилмалари 12-расмда тақдим этилган.



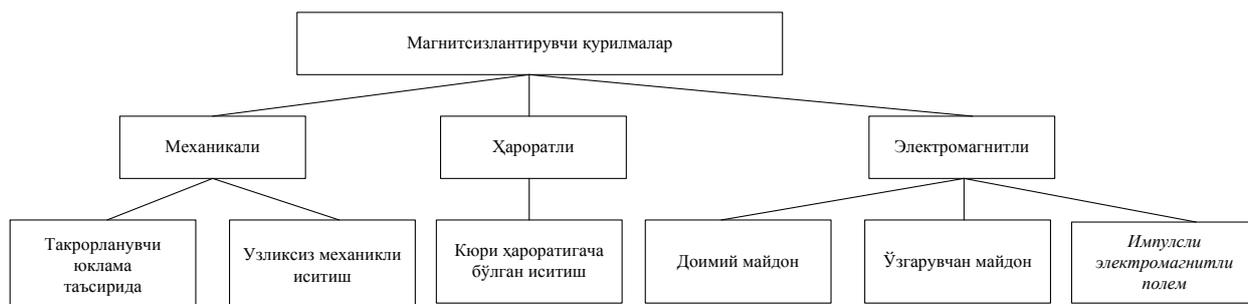
а) мобил аравача

б) стационар қурилма

в) вагон-платформа

12-расм. Ишлаб чиқилган магнитсизлантириш қурилмалари

13-расмда магнитсизлантириш қурилмаларининг такомиллаштирилган усули берилган. Рельс плетларини магнитсизлантириш учун импульсли электромагнит майдонининг такомиллашган усули таклиф қилинган.



13-расм. Магнитсизлантириш қурилмаларининг усулларга кўра таснифланиши

Қолдиқ магнитланишни камайтириш усули ишлаб чиқилиб, бунда ҳаракатланувчи таркиб учун чегаравий даража $H=500 \text{ А/м}$ дан ва индукция эса $B=0,06 \text{ Тл}$ дан ортмайди. Импульсли электромагнит майдонида 5 Гц дан 10 Гц гача бўлган частоталарда магнитсизлантиришда электромагнит тўлқинларининг рельс остига етиб бориш чуқурлиги 7 мм ни ташкил қилади. Магнитсизлантирувчи қурилманинг асосий қисми ферромагнит ўзак - электромагнитга ўралган чулғамдир.

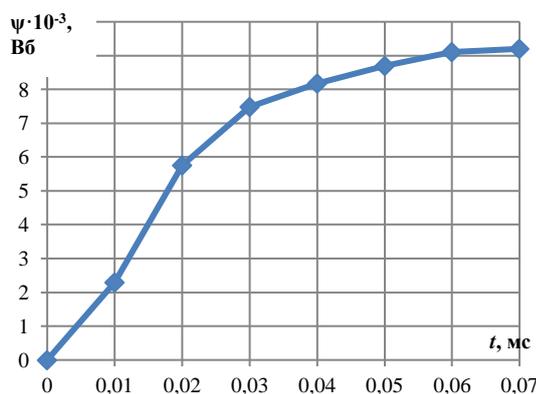
Ишчи параметрларини аниқлаш мақсадида доимий, ўзгарувчан ва импульсли таъсирларда ўткинчи жараёнларни ҳисоблаш тенгламалари ишлаб чиқилган. Ўзакли индуктивлик ғалтаги учун тенглама қуйидагича кўринишда ифодаланади:

$$\frac{d\psi}{dt} + R_c \cdot i = U. \quad (7)$$

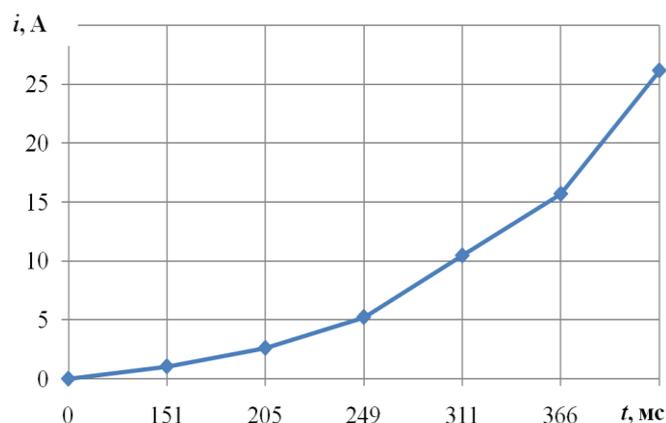
Ўзгармас тоқларда, ток ва оқимга илашиш учун қуйидаги тенглама ечими келтирилган:

$$t = \frac{1}{2I_y^{\frac{3}{4}} R_c k^{\frac{1}{4}}} \left(0.5 \ln \frac{1 + \sqrt[4]{\frac{i}{I_y}}}{1 - \sqrt[4]{\frac{i}{I_y}}} + \operatorname{arctg} \sqrt[4]{\frac{i}{I_y}} \right). \quad (8)$$

Ҳисоб-китоб натижалари 14 ва 15-расмларда тасвирланган. Ўтиш жараёни графикларидан кўриниб турибдики, $\psi = f(t)$ ва $i = f(t)$ оқим илашиши вақт ўтиши билан ортади, аммо магнитсизланиш учун амплитуда қиймати пасайиш учун ўзгарувчан майдон керак. Бунинг учун майдонни ўзгартириш, рельс плетлари устидаги соленоидни кўтариш ёки қўшимча қурилмани қўшиш керак.



14-расм. Ўтиш жараёнида оқимнинг вақтга боғлиқлиги



15-расм. Ўтиш жараёнида токнинг вақтга боғлиқлиги

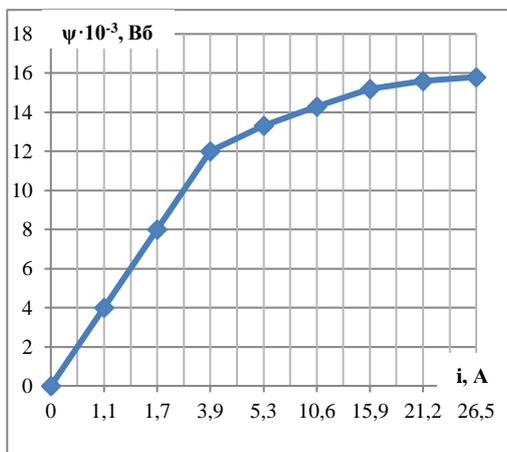
Ўзгарувчан токда магнитсизланиш қурилмасининг ўтиш жараёни ҳисобланган. Шу билан бирликда ўзгарувчан кучланиш қуйидаги қонуният бўйича ўзгаради:

$$u = U_m \sin(\omega t + \psi). \quad (9)$$

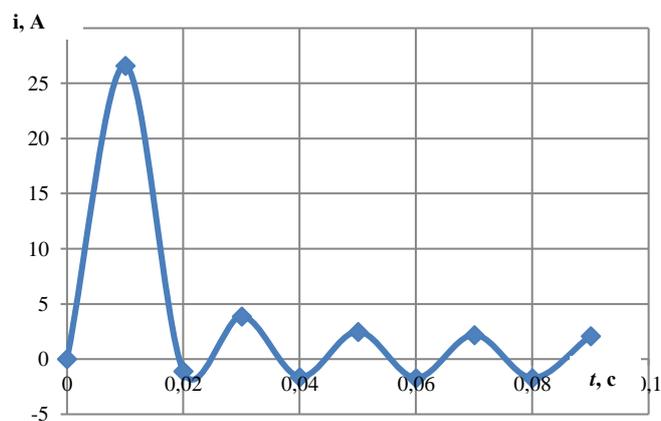
Ушбу схема учун дифференциал тенглама қуйидаги кўринишда бўлади:

$$ri + \frac{d\Psi}{dt} = U_m \sin(\omega t + \psi). \quad (10)$$

Ушбу дифференциал тенгламани ечиш учун кетма-кет яқинлашиш усули қўлланилган. Ток илашиши ва ток учун (10) тенгламанинг ечими 16 ва 17-расмларда тасвирланган.



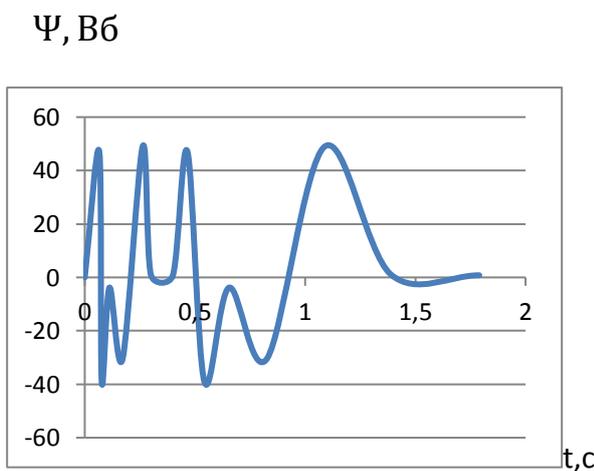
16-расм. Соленоиднинг Вебер-ампер таснифи



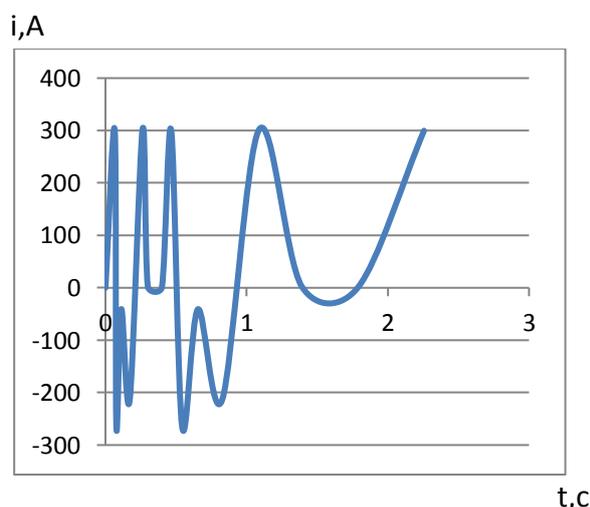
17-расм. $\Psi(t)$ ни соленоидга боғлиқлиги

Рельс плетларини магнитсизлантириш таъсирида ўтиш режимларида тебранишлар сўниши 17-расмга мувофиқ содир бўлади. Шундай қилиб, ўзгарувчан токда рельс плетларини магнитсизлантириш учун қўшимча қурилмалар талаб қилинмайди.

Тўғри тўртбурчакли импульс таъсирида дифференциал тенгламанинг ечими электромагнит оқим илашиши ва токнинг вақтга боғлиқлиги 18 ва 19-расмларда тасвирланган.



18-расм. Ўзакли соленоиддаги ўткинчи жараён $\Psi(t)$



19-расм. Ўзакли соленоиддаги ўткинчи жараён $i(t)$

Олинган натижалар асосида, магнитсизлантириш учун импульсли таъсирлар ишчи режимини қўллаш мақсадга мувофиқ бўлади деб айтиш мумкин, чунки бунда ҳам манфий, ҳам мусбат соҳаларда кўп микдордаги ток максимумлари ва минимумлари олинади. Токнинг пасайиши ўзак пўлатининг тўйинганишига мувофиқ бўлиб, шу сабабли, рельс плетлари пўлатининг магнитсизлантирилишига олиб келади.

Диссертациянинг “Магнитсизлантириш қурилма бошқарув тизимларини ишлаб чиқишда, лойихалаш, моделлаштириш ва ҳисоблаш муаммолари” номли тўртинчи бобида рельс плетларининг мавжуд ва ишлаб

чиқилган магнитсизлантириш қурилмалари солиштирма таҳлили берилган бўлиб, улар 3-жадвалда кўрсатилган.

Вагон-платформада жойлашган, энергетика параметрлари ва тавсифлари яхшиланган кўчма (ҳаракатчан) импульсли магнитсизлантирувчи қурилма ишлаб чиқилиб, у рельс плетларини бутун периметри ва рельснинг тўлиқ узунлиги бўйича магнитсизлантиришни тўлиқ таъминлайди. У темир йўл транспортининг хавфсизлигини ҳам таъминлаб беради. Қурилма элементлари импульсли магнитсизлантириш қурилмаси бўлган вагон контейнери маҳкамланган платформага ўрнатилган ва у 20-расмда келтирилган. Платформанинг пастки қисми олтига электромагнит билан жиҳозланган, ҳар бир плетга учтадан тўғри келади. Электромагнит асослари рельс плетидан 50мм масофада жойлашган. Магнитсизлантирувчи вагоннинг ички қисмида бошқарув шкафи ва уч фазали дизел генератори мавжуд бўлиб, унинг умумий кўриниши 21-расмда келтирилган.

3-жадвал

Магнитсизлаш қурилмасининг солиштирма таҳлили

Қурилма/Параметрлари	Таъминот манбаи ва частота	Магнитсизлашдан кейинги индукциянинг ўзгариши	Генератор куввати	Импульс давомийлиги	Импульс частотаси	Магнитсизлаш қурилмаси тезлигининг ўзгариши (км/соат)
Кўчма магнитсизлаш қурилмаси (Иркутск автоматика ва телемеханика қурилмалари маркази)	Уч фазали 380/220В, 50Гц	0,4 мТл	24кВт	-	-	30
Рельс плетларини пайвандлашда магнитсизлаш қурилмаси УРР-1	Ўзгарувчан бир фазали 220В, 50Гц	1,6 мТл	27кВА	-	-	5
«Demat» магнитсизлаш қурилмаси	Ўзгарувчан бир фазали 220В, 50Гц	0,76 мТл	8кВт	-	-	5
РСР-14 учун ишлаб чиқилган рельс плетларини магнитсизлаш стационар қурилмаси	Ўзгарувчан 120В, 50Гц	300 мТл	6кВт	5 дан 30мс гача	5 дан 25Гц гача	5
Мобил ишлаб чиқилган магнитсизлаш қурилмаси	Доимий 12В (аккумулятор 100А*с, 4 та)	125 мТл	5кВт	5 дан 30мс гача	5 дан 10Гц гача	5
Дрезинадаги ишлаб чиқилган магнитсизлаш қурилмаси	Уч фазали 380/220В, 50Гц	150 мТл	20 кВт	5 дан 30мс гача	5 дан 10Гц гача	16
Кўчма ишлаб чиқилган импульсли магнитсизлаш қурилмаси	Уч фазали 380/220В, 50Гц	220мТл	16,5 кВт	5 дан 30мс гача	5 дан 10Гц гача	30



20-расм. Импульсли магнитсизлаш вагон қурилмаси



21-расм. Бошқарув шкафи (а) ва уч фазали дизел генератор (б)

Ишлаб чиқилган қурилмани мавжуд қурилмалар билан қиёслаш натижалари, таҳлиллар унинг кўпгина параметрлари аввалгиларидан афзаллигини кўрсатди. Бу ижобий жиҳатлар энерготежамкорлик, сифатли магнитсизлантириш, катта ток ва кичик кучланишлардан фойдаланиш имконини берган импульсли жараёнлар қўлланиши билан боғлиқ.

Қолдиқ магнитланиш ҳисоб-китоблари ишончилиги мақсадида ҳам стационар, ҳам кўчма импульсли магнитсизлантирувчи қурилмаларни лойиҳалаштиришнинг асосий параметрлари танланган бўлиб, ҳисоб-китоблари бажарилган.

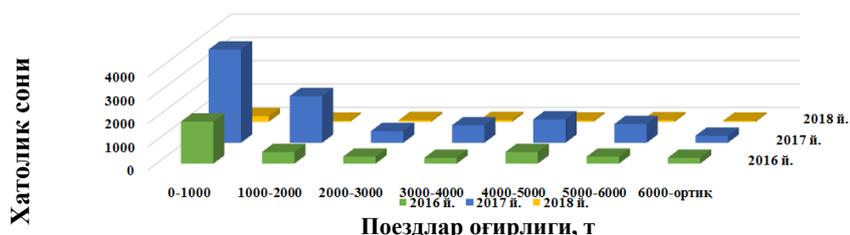
Лойиҳалаштирилган қурилма техник талабларга мувофиқ бўлиб, ГОСТ 12997, ГОСТ 22789 стандартига мос ва “O’zbekiston Davlat Standarti” “Стандарт ташкилоти” томонидан 2018 йил 26 декабрдан 2022 йилгача “TS 01116578-001:2018” рақам билан тасдиқланган, ҳамда фойдаланиш ҳуқуқини берадиган КД 01116578.001 конструкторлик ҳужжатлари мажмуига жавоб беради.

Рельс плетларини импульсли магнитсизлантириш стационар қурилмасининг Atmega8 микроконтроллер бошқарув блоки ва ўзгартиригичдан ташкил топган, шу билан бирга кўчма вагон-платформа учун, 5Гц дан 25Гц гача частоталарда ишлаш учун дастурлаштирилган PIC16F628 микроконтроллерли бошқарув тизими ишлаб чиқилган.

Бунинг натижасида темир йўл плетларини магнитлантириш режимига боғлиқ равишда магнитсизлантириш жараёнларини автомат равишда бошқариш имконига эга бўлинди.

“Темир йўл транспорти автоматика тизимларида магнитсизлантириш қурилмалари натижаларини амалга ошириш” номли бешинчи бобда КЛХҚ ишидаги хатоликларнинг сабаблари таҳлили келтирилган. Технологик хатоликлар уч тоифага таснифланган. Биринчиси техник ва меъёрий ҳужжатлар талаблари бажарилмаслиги ҳисобига келиб чиқади. Иккинчиси эса яқка хатоликларга тегишли бўлиб, қолган барча хатоликлар узок муддат (2 сутка) давомида намоён бўлмайди. Хатоликларнинг учинчи тоифаси кодлар бузилиши, яъни КЛХҚ ишининг логиқаси (мантиқ) бузилиши билан боғлиқ. 22-расмда КЛХҚ хатоликларининг локомотив тури ва поезднинг вазн (оғирлик) кўрсаткичлари бўйича тақсимланиши келтирилган.

Хатоликларнинг каттагина қисми ўзгарувчан токда ишлайдиган электрлаштирилган участкаларнинг автоматика ва телемеханика қабул қилиш ва узатиш қурилмалари орасида кузатилади. Барча ҳалақитларнинг таъсирига кўпроқ мойил бўлган рельс занжирларида эса, хатоликларнинг умумий миқдори 70%ни ташкил қилади. Узатиш қурилмаларига 10%, локомотивлар қабул қилиш аппаратурасига эса 20% хатолик тўғри келади.

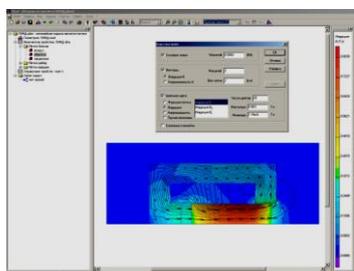


22-расм. КЛХҚ-У даги хатоликларнинг тақсимланиши

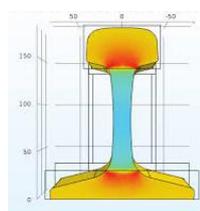
Чекли элементлар услубида магнитсизлантириш қурилмаси ишлаб чиқилиб, у ана шу қурилманинг геометрик моделини кўриб чиқадиган визуал дастурлашдан фойдаланиш имконини беради. ELCUT дастури бўйича ҳисоб-китоб натижалари 23-расмда кўрсатилган. ELCUT дастури масалаларни бир неча усулда: майдон манзараси; индукция қийматлари; графиклар ва жадваллар ёрдамида ҳал қилиш имконини берди.

Электрмагнит жараёнларини моделлаштириш учун «ELCUT» ва «Maxwell» дастурлари қўлланиб, улар электр магнит майдонлари масалаларини магнит, иссиқлик, электр, механик деформациялар ва кучланишларнинг икки ўлчамли бўшлиғида ҳал қилиш, шу билан бирга Лаплас ва Пуассон тенгламаларида белгилаб берилган ихтиёрий шаклдаги исталган соҳалар майдонларини ҳисоблаш имконини беради.

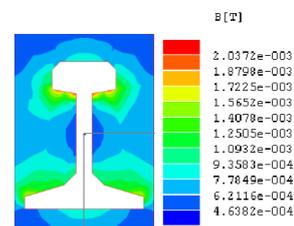
Магнитсизлантириш қурилмасининг рельс плетига таъсири, ELCUT дастурида 24-расмда кўрсатилган бўлиб, бу ерда 24(а)-расмда магнитланиш, 24(б)-расмда магнитсизланиш ҳодисалари намоиш этилган. Магнитсизлантириш қурилмасининг турли участкаларида магнит оқимининг ELCUT дастурида ҳисоблаб чиқилган тақсимланиши магнит индукциясининг оралиқ (зазор)да нотекис тақсимланганлигини кўрсатиб, бунда унинг минимал қиймати электромагнит ойнаси марказига тўғри келади, яъни бу ҳолда рельс плетининг магнитсизлашни содир бўлади.



23-расм. Магнит индукциясининг тақсимланиши



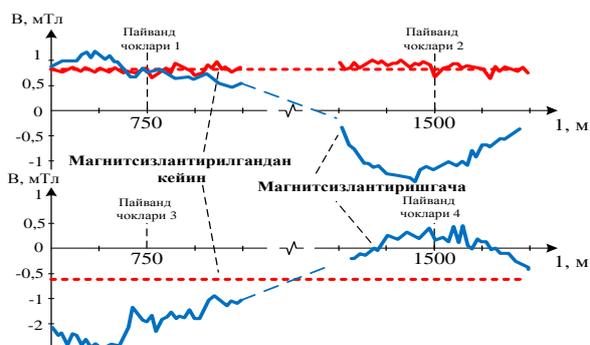
а)



б)

24-расм. Ишлаб чиқилган қурилманинг рельс плетларини магнитсизлантиришга таъсири

3497 км узунликдаги Боёвут-Янгиер участкасида қолдиқ магнитланишга доир ўлчашлар амалга оширилди, тажрибалардан уларнинг бутун узунлиги бўйича нотекис магнитланганлиги аниқланди. Ишлаб чиқилган магнитсизлаш қурилмаси рельс узунлиги бўйлаб индукцияни камайтириш имконини берди. Бунда магнит индукцияси амплитудаси турли қийматларга ва ана шу рельслар учларидаги магнитланиш чўққиларининг турли кутбларига эга. Ўлчов натижалари 25-расмда келтирилган.



25-расм. Боёвут-Янгир участкаларида рельс плетлари ўлчови натижалари

лиги 50мс, иккинчи фазада – 8А импульс давомийлиги 40 мс, учинчида – 3А ва импульс давомийлиги 30 мс бўлган. Соатига 30 км тезлик учун қуйидаги қийматлар белгиланган: биринчи фазада ток 20А, импульс давомийлиги 60мс, иккинчи фазада ток 15А, импульс давомийлиги 55 мс, учинчи фазада ток 15А, импульс давомийлиги 35мс.

Эксплуатация жараёнида магнит индукцияси меъерий қийматлардан ортиқча бўлган 6 та участка пунктлари аниқланди (рельс плетларининг магнитланиш меъери 0,7мТл; туташмалар учун 1мТл; стрелкали ўтказгичлар учун 1,2мТл). Магнит индукцияси тесламетр ёрдамида ўлчанганида Озодлик станциясида рельслар боғловчи туташмаларнинг магнитланганлиги 1,4мТл ни, Оҳангарон станциясида стрелка ўтказгичлари магнитланганлиги 1,6мТл ни, Ангрен станциясида рельслар магнитланганлиги 1,2мТл ни ташкил этган. Импульсли магнитсизлантириш вағони ўтганидан сўнг боғловчи туташма магнитланганлик даражаси (Озодлик ст.) 0,1мТл ни, стрелкали ўтказгичларда (Оҳангарон ст.) 0,2мТл ва Ангрен станцияси рельсларида магнитланганлик 0,1мТл га қадар пасайган.

ХУЛОСАЛАР

Темир йўл транспортини автоматлаштириш тизимларида хатоликларни бартараф этиш қурилмалари ва услубларини такомиллаштиришга доир ўтказилган тадқиқотлар натижалари бўйича қуйидаги хулоса тақдим этилди:

1. Электромагнит майдони ва мавжуд электромагнит ўзаро таъсирлар услубларини аниқлаш усуллари таҳлили келтирилди. Натижада магнитсизлантирувчи электромагнит конструкциясини лойиҳалаштириш учун индуктивлик ва унинг тавсифлари параметрлари ҳисоблаб аниқланди.

2. Рельс плетлари маҳсулотларини доимий магнитлар, ўзгарувчан ва импульсли электромагнит майдонлари билан магнитлантириш ва магнитсизлантириш масалалари кўриб чиқилди. Ўтиш жараёнларининг ҳисоб-китоблари натижасида доимий токда магнитсизлантириш рўй бермаслиги, ўзгарувчан токда магнитланганлик 50% гача, импульсли токда эса магнитланганлик даражаси 99% гача камайиши аниқланди.

3. Рельс каллаклари ва электромагнит орасидаги зазор (бўшлиқ) ўзгарганида рельс плетлари магнитланиш ва магнитсизлантириш тавсифлари

Сирғали-Ангрен темир йўл участкаси магнитсизлантиришга текширилди. Магнитсизлантиришда электровоз тезлиги 5 км/соатдан 30 км/соатгача ораликда бўлди. Бошқариш тизими шундай созланган эдики, соатига 5 км тезликда ток электромагнитлар чулғамларида 12А дан биринчи фазада камайган, импульслар давомий-

аниқланди. Натижада энг яхши магнитсизлантириш самарасини олиш имконини берадиган зазор(бўшлиқ)ларнинг энг мақбул қийматлари назарий жиҳатдан ва тажрибалар орқали аниқланди.

4. КЛХҚ қурилмаси ишига таъсир қилувчи импульсли ҳалақитларни бартараф этиш ва темир йўл автоматика, телемеханика рельс плетларини магнитсизлантириш услублари, усуллари яратилди. Натижада магнитсизлантирувчи қурилманинг ишчи тавсифларига эга бўлинди.

5. Рельс плетларини магнитсизлантирувчи мавжуд ва ишлаб чиқилган қурилмаларининг қиёсий таҳлили натижалари асосида яратилган янги импульсли магнитсизлантирувчи қурилма тавсифлари бўйича магнитсизлантириш тезлиги, энергия тежамкорлиги, тезкорлиги ва конструкцияси соддалиги бўйича энг яхши кўрсаткичларга эга эканлиги аниқланди.

6. «ELCUT» дастури асосида электромагнит жараёнларни магнитсизлантириш қурилмаси модели ишлаб чиқилиб, бунинг оқибатида натижалар бўйича тажриба ва назарий параметрларнинг қиёсий тавсифлари олиниб, улар орасидаги фарқ 5% дан ошмаслиги аниқланди.

7. Рельс плетларини магнитсизлантирувчи қурилма учун дастурий таъминотли бошқарув тизими ишлаб чиқилиб, натижада магнитланган рельс плетларини магнитсизлантириш жараёнларини автомат тарзда мувофиқлаштириш имконига эга бўлинди.

8. Стационар импульсли магнитсизлантириш қурилмасида синов тажрибалари ўтказилиб, унда магнит индукциясини ўлчаш натижаларига кўра индукция кўрсаткичлари магнитсизланишгача 2мТл ни, магнитсизлантирилгандан сўнг эса 0.1мТл эканлиги маълум бўлди ва бу норматив (меъёрий) кўрсаткичлардан ҳам кам.

9. Вагон-платформадаги ҳаракатчан мобил импульсли магнитсизлантириш қурилмаси локомотивнинг турли ҳаракатланиш тезликларида тажрибадан ўтказилди. Ўлчашлар натижасида магнит индукциясининг номинал кўрсаткичдан ҳам анча кичик қийматларига эга бўлинди: тезлик соатига 5км дан 30км гача оширилганида, импульслар давомийлигини 30мс дан 50мс гача, тоқларни 8А дан 20А гача оралиқда белгилаш, тезлик соатига 30км дан ортганида эса импульслар давомийлигини 120мс, токни эса 80А қилиб белгилаш талаб этилади; бунда индукция доимий, ўзгармас ҳолда сақланади.

10. Автоматика ва телемеханика тизимлари ишидаги кодлар хатоликларни бартараф этиш учун мўлжалланган, ишлаб чиқилган импульсли магнитсизлантириш қурилмалари «Ўзбекистон темир йўллари» акциядорлик жамиятида татбиқ этилиб, 1,5 млрд. сўмдан ортиқ умумий йиллик иқтисодий самара бериб келмоқда.

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ
СТЕПЕНЕЙ НА ОСНОВЕ НАУЧНОГО СОВЕТА
PhD.28.06.2018.Т.73.01 ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ИНСТИТУТЕ
ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

КУРБАНОВ ЖАНИБЕК ФАЙЗУЛЛАЕВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ УСТРАНЕНИЯ
СБОЕВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

05.08.03 – Эксплуатация железнодорожного транспорта

**АВТОРЕФЕРАТ ДОКТОРСКОЙ (DSc)
ДИССЕРТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент – 2019

Тема докторской (DSc) диссертации по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за № В2019.3.DSc/T315.

Диссертация выполнена в Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта.

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 консультант:

Халиков Абдульхак Абдульхайрович
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты:

Абуджаюмов Абдурашид
доктор технических наук, профессор

Алиев Равшан Маратович
доктор технических наук, доцент

Ишназаров Ойбек Хайрилаевич
доктор технических наук, с.н.с.

Ведущая организация:

**Ташкентский университет
информационных технологий**

Защита диссертации состоится «___» _____ 2019 г. в ___ часов на заседании разового Научного совета на основе Научного совета PhD.28.06.2018.T.73.01 при Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта (Адрес: 100167, г Ташкент, ул. Одилхужаева, 1. Тел.: (99871) 299-00-01; факс: (99871) 293-57-54; e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта (регистрационный номер - ____). (Адрес: 100167, Ташкент ул. Одилхужаева, 1. Тел.: (99871) 299-05-66.

Автореферат диссертации разослан «___» _____ 2019 года.
(реестр протокола рассылки № «___» от «___» _____ 2019 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.

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

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация докторской (DSc) диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире ведущее место занимает контроль обеспечения безопасности эксплуатации высокоскоростного подвижного состава, усовершенствование управления движением железнодорожного транспорта на основе средств и оборудования автоматики и телемеханики элементами новых технологий. В процессе обеспечения безопасности в мире уделяется особое внимание совершенствованию методов и устройств устранения сбоев в системах автоматизации железнодорожного транспорта, исключая такие факторы, как намагничивание рельсовых плетей постоянным, переменным и электромагнитным полями, общая мощность которых превышает 100кВт. Поэтому, необходимо создать мобильные, подвижные и стационарные устройства размагничивания, чтобы исключить эти явления, влияющие на надежную работу систем автоматической локомотивной сигнализации (АЛС) и комплексного локомотивного устройства безопасности (КЛУБ). В разных странах мира, таких как США, Англия, Франция, Испания, Германия, Япония, Китай и в других, при разработке и создании устройств размагничивания для безотказной работы систем автоматики и телемеханики на железных дорогах с высокоскоростным движением особое значение придается их устойчивости, надежности и самоконтролю, а также разработке сложных систем, дающих необходимые управляющие команды.

В Республике Узбекистан осуществляются мероприятия по развитию транспортной отрасли, в том числе по развитию инфраструктуры железнодорожного транспорта, увеличению железнодорожных линий высокоскоростного движения, электрификации существующих линий и устранения сбоев в системах автоматики и телемеханики. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы указаны задачи, такие как, «...повышение конкурентоспособности национальной экономики, ...активной инвестиционной политики, направленной на решение транспортно-коммуникационных и социально-инфраструктурных проектов, ...техническое и технологическое обновления производства, ...широкое привлечение в производство энергосберегающих технологий»¹. Реализации этих проблем, в частности, по совершенствованию методов и устройств устранения сбоев в системах автоматизации железнодорожного транспорта, разработка новых математических моделей устройств размагничивания, новых схем стационарных устройств размагничивания рельсовых плетей на железнодорожном транспорте, подвижных устройств импульсного размагничивания, расположенных в вагоне - платформе, на основе микроконтроллеров для управления и контроля намагничивания, разработка алгоритмов и программного обеспечения для систем управления размагничиванием, повышения помехозащищенности рельсовых цепей. Совершенствованию методов и устройств устранения сбоев

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

в системах автоматизации и их исполнительных элементов считается одной из остро необходимых задач.

Данное диссертационное исследование, в определенной степени, служит выполнению задач, предусмотренных в Законе Республики Узбекистан «О железнодорожном транспорте» (1999 г.), в Указах и Постановлениях Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан» и № ПП-3012 от 26 мая 2017 года «О программе мер по дальнейшему развитию возобновляемой энергетики, повышению энергоэффективности в отраслях экономики и социальной сфере на 2017-2021 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной области.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий в республике. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энерго- и ресурсосбережение».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации.² Широкомасштабные научные исследования, направленные на разработку и создание стационарных и подвижных импульсных размагничивающих устройств осуществляются в ведущих научных центрах и высших образовательных учреждениях мира, в том числе: General Electric Transportation (США), Institute of Communications Technology Hannover, фирмы Siemens, AEG, SEL, Техническом университете в Брауншвейге (Германия), Bombardier transportations (Канада-Швеция), Московском институте инженеров транспорта, Самарском государственном университете путей сообщения и Петербургском государственном университете путей сообщения (Россия).

В Узбекистане наибольшее внимание теме совершенствования методов и устройств устранения сбоев в системах автоматизации железнодорожного транспорта уделяется в Ташкентском институте инженеров железнодорожного транспорта.

В результате мировых исследований по совершенствованию методов и устройств устранения сбоев в системах автоматизации железнодорожного транспорта, получены ряд научных результатов, в том числе, разработаны: размагничивающее устройство для решения проблемы сбоев АЛС на железнодорожной линии России; стационарная установка размагничивания рельсовых плетей в технологическом потоке рельсосварочного производства (РСП - Россия); мобильная установка для размагничивания деталей в различных отраслях промышленности (Голландия); электронно-импульсное размагничивание отдельных деталей в установках гибких конвейерных цепей (Италия).

В мире ведутся исследования по устройствам размагничивания

² При обзоре зарубежных научных исследований по теме диссертации использовались источники: <http://www.bussi-demagnetizers.com/en/>; <https://www.goudsmitmagnets.com/en/news/378/undesired-magnetism-in-production-process-is-costly>; http://www.diatehnn.ru/produkcija/ustanovka_dlya_razmagnichivaniya_obemnozagalennyh_relsov_urr1/

рельсовых плетей по следующим «частным» направлениям: разработка устройства размагничивания рельсовых плетей в рельсосварочном производстве; разработка датчиков контроля намагничивания рельсовых стыков и стрелочных переводов; изготовление ручных и подвижных мобильных устройств; разработка 3D моделей процессов размагничивания рельсовых плетей; разработка систем управления, преобразования частоты и длительности импульсов для устройств размагничивания на основе современной технологии.

Степень изученности проблемы. Анализ научно-технической литературы последних лет, касающихся исследований по разработке размагничивающих устройств, повышению безопасности движения подвижного состава и безотказной работе устройств АЛС и КЛУБ железнодорожного транспорта, свидетельствует о достижении значительных теоретических и практических результатов в этой области. Опубликовано большое количество работ, посвященных проблемам размагничивания рельсовых плетей, возрастает число решенных практических вопросов. Существуют и разрабатываются устройства размагничивания на различных участках железных дорог СНГ и зарубежных стран.

Теоретическими и практическими вопросами создания устройства размагничивания рельсовых плетей для железных дорог занимались и занимаются зарубежные ведущие ученые, такие как, F.Bailey, G.Teeg, E.Andres, T. Brendt, U. Mashek, D. Mongradi, Y. Paxl, D. Straetton, Ю.А. Кравцов, А.М. Брылеев, В.В. Сапожников, Вл.В. Сапожников, В.М. Лисенков, Н.Ф. Котлеренко, В.С. Дмитриев, М.Н. Василенко, А.Б. Никитин, А.М. Костроминов, Г.Д. Казиев, В.А. Кобзев, В.И. Сороко, а также большой вклад внесли отечественные ученые Н.Н. Ибрагимов, К.Т. Худойбергганов А.А. Халиков, Н.М. Арипов, С.Ф. Амиров, М.И. Ибадуллаев, И.Х. Сиддиков, Н.Б. Пирматов, А.М. Плахтиев, М.Х. Расулов, И.К. Колесников, В.Г. Строков, М.М. Алиева, Ш.Р. Хорунов, А.А. Азизов, Р.М. Алиев и др.

Вместе с тем пока нет простого и универсального решения устройств размагничивания, которое могло быть широко внедрено на железных дорогах Узбекистана. К настоящему времени разработаны и используются методы определения основных аналитических выражений для анализа и синтеза по сбоям систем автоматики и телемеханики, которые основаны на устройствах, как стационарных, так и подвижных мобильных импульсных для размагничивания рельсовых плетей. Однако, в этих работах не в полной мере используются возможности применения новых методов и способов построения подвижных, стационарных размагничивающих устройств, в частности, нет строгой теории применения того или иного устройства для быстрого устранения сбоев и отказов АЛС и КЛУБ на железнодорожном транспорте, на недостаточном уровне изучены вопросы совершенствования методов, способов и устройств размагничивания рельсовых плетей с использованием микропроцессорных устройств на скоростных подвижных вагон-платформах.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационная работа выполнена в соответствии с планами научно-исследовательских работ Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта по следующим темам: №59 «Разработка и внедрение измерительных комплексов системы управления для модернизации вагона-лаборатории», (2014-2015гг.); №97 «Разработка устройства для размагничивания рельсов в рельсосварочном производстве» (2017-2018гг.); №120 «Разработка устройства для размагничивания рельсов и её установка на вагон-платформу» (2018-2019гг.).

Целью исследования является совершенствование методов и способов устранения сбоев в системах автоматизации железнодорожного транспорта на основе размагничивающих устройств.

Задачи исследования:

развитие теории, методов и способов размагничивания рельсовых плетей для устранения намагниченности, включая, в том числе, и в рельсосварочном производстве;

разработка стационарных устройств размагничивания с системой управления и программным обеспечением, для устранения намагниченности в рельсовых плетях рельсосварочного производства;

обоснование применения устройства размагничивания рельсовых плетей и методов защиты АЛС и КЛУБ от влияния внешних источников помех;

разработка устройств размагничивания рельсовых плетей для защиты АЛС и КЛУБ от влияния внешних источников помех на подвижной мобильной системе вагон-платформы;

разработка подвижного мобильного устройства размагничивания для устранения намагниченности в рельсовых стыках и стрелочных переводах на станциях и перегонах;

разработка конструкции регулирования зазора между рельсами и размагничивающим устройством с автоматическим подъемом и опусканием электромагнитов подвижного мобильного устройства размагничивания на вагон-платформе;

разработка технического описания, инструкции по эксплуатации и регистрации нормативных документов в Агенстве «Узстандарт» для стационарной и мобильной («подвижной») установки размагничивания рельсовых плетей.

Объектом исследования является станционные рельсовые цепи систем железнодорожной автоматики, телемеханики и рельсосварочное производство.

Предметом исследования являются методы и способы размагничивания рельсовых плетей на уровне (основе) теории единого электромагнитного поля

Методы исследования. В процессе исследования использованы методы системного анализа, теория электромагнитных полей с распределёнными параметрами и математические методы моделирование.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработано подвижное импульсное размагничивающее устройство на основе теории электромагнитного поля для устранения сбоев сигнализации при движении поездов железнодорожного транспорта;

определены источники намагничивания рельсовых плетей постоянными магнитами, переменными и импульсными электромагнитными полями, нарушающими безотказность работы АЛС и КЛУБ;

разработаны новые методы и способы размагничивания рельсовых цепей, которые основаны на аналитическом определении переходных процессов при постоянном, переменном и импульсном воздействии для устранения сбоев работы АЛС и КЛУБ;

исследована допустимая остаточная намагниченность рельсовых плетей и даны рекомендации выбора основных параметров при проектировании импульсных размагничивающих устройств, обеспечивающих безотказность работы систем автоматики и телемеханики железнодорожного транспорта;

разработаны модели электромагнитных процессов на основе программы «ELCUT», которые позволяют контролировать и диагностировать качество размагничивания рельсовых плетей для обеспечения безопасности движения поездов;

разработана система управления на базе модульных схем с программным обеспечением для выбора частоты, длительности импульсов, а также регулирования амплитуд токов для автоматизированного процесса размагничивания рельсовых плетей;

разработан стандарт организации на устройство размагничивания рельсовых плетей под номером «TS 01116578-001:2018» от Агенства «Узстандарт» №000207 от 26 декабря 2018 года.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработанные теоретические методы и способы размагничивания позволили мониторить уровень намагниченности в рельсовых плетях, стыках и стрелочных переводах железнодорожного транспорта;

разработанное стационарное размагничивающее устройство позволило устранить намагниченность при сварке рельсовых плетей рельсосварочного производства;

разработанное устройство системы управления позволило регулировать амплитуды токи, длительность и частоту импульсов, что увеличило качество размагничивания рельсовых плетей;

разработанное программное обеспечение позволило определить рабочие параметры элементов размагничивающего устройства, которое эффективно диагностирует и контролирует рельсовые плети от намагничивания;

разработанное подвижное мобильное импульсное размагничивающее устройство вагона-платформы позволило качественно размагничивать рельсовые плети, стыки и стрелочные переводы при скоростном движении локомотива;

определен рабочий режим характеристик устройства при разных скоростях движения локомотива от 5км/ч до 30км/ч для стыков, рельсовых плетей и стрелочных переводов при разных значениях частоты и

длительности импульсов для обеспечения безусловного размагничивания.

Достоверность результатов исследования обеспечивается применением теоретически обоснованных концепций для устранения сбоев сигнализации состояние рельсовых плетей по намагниченности в системах автоматики телемеханики железнодорожного транспорта на основе теории электромагнитного поля, корректностью совпадения научных разработок и экспериментальных исследований.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость полученных результатов характеризуется развитием теории, методов и способов размагничивания в целях обеспечения устойчивости рельсовых цепей от влияния непрерывных помех тягового тока подвижного состава с частотными асинхронными двигателями, асимметрии обратного тягового тока, а также влияний токов смежных блок-участков.

Практическая значимость результатов исследования заключается в создании нового импульсного устройства размагничивания, как стационарного, так и подвижного мобильного вагона-платформы, с широким применением разработанного устройства на станциях и перегонах рельсовых цепей, предложенных математических расчетов характеристик стационарного и подвижного устройства при разных уровнях внешних помех в целях повышения работоспособности систем АЛС и КЛУБ.

Внедрение результатов исследования на основе полученных результатов по совершенствованию методов и устройств устранения сбоев в системах автоматизации железнодорожного транспорта:

внедрено в практику эксплуатации и модернизации линии устройство размагничивания плетей в рельсосварочном производстве Унитарного предприятия «РСП-14» АО «Ўзбекистон темир йўллари» (справка «Ўзбекистон темир йўллари» от 14 октября 2019 года №01/5763-19). В результате научного исследования импульсное устройство размагничивания рельсовых плетей использовано в качестве основного блока, позволяющего размагничивать рельсовые плети до сварки и после, в целях защиты сварных швов от разрушений;

внедрено подвижное мобильное устройство импульсного размагничивания вагона-платформы для рельсовых плетей, стыков и стрелочных переводов с целью устранения намагниченности для предотвращения сбоев сигнализации АЛС и КЛУБ в Управлении путевого хозяйства АО «Ўзбекистон темир йўллари» (справка «Ўзбекистон темир йўллари» от 14 октября 2019 года №01/5763-19). В результате научного исследования стало возможным повысить безопасность движения поездов на станции, за счет улучшения помехозащищённости рельсовых плетей, стыков и стрелочных переводов от влияния силового тягового тока и его высших гармоник;

зарегистрирован в агентстве «Узстандарт» под номером «Ts 01116578-001:2018» «Стандарт организации» для устройства размагничивания рельсовых плетей Республики Узбекистан (№000207, 26 декабря 2018 г.). В результате появилась возможность внедрения в рельсосварочном

производстве и путевом хозяйстве АО «Ўзбекистон темир йўллари» устройства импульсного размагничивания, как стационарного, так и мобильного вагона-платформы.

Апробация результатов исследования. Теоретические и практические результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на 9 международных и 1 республиканской научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследований. По теме диссертации опубликованы: 1 монография, рекомендованные списком Высшей аттестационной комиссией РУз 12 журнальных статей (в их числе 8 статей в зарубежных журналах), 10 статей в сборниках Международных и Республиканских конференций, то есть всего 23 научных работы.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы, приложений. Объём диссертации составляет 189 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обосновываются актуальность и востребованность темы диссертации; цель и задачи исследования; характеризуются объект и предмет; показано соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики; излагаются научная новизна и практические результаты исследования; обоснована достоверность полученных результатов; раскрываются научная и практическая значимость полученных результатов; внедрение в практику результатов исследования; результаты апробации работы; сведения по опубликованным научным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Современное состояние теории электромагнитного поля для намагничивания и размагничивания устройств**» проведен анализ способов определения характеристик электромагнитного поля и существующих методов электромагнитных взаимодействий. При рассмотрении вопросов связанных с явлениями намагничивания и размагничивания изделий рельсовых цепей, возникла необходимость объединения всех видов взаимодействий. На рельсовые цепи влияют, как гравитационные взаимодействия, так и внутренние межмолекулярные связанные с электромагнитным полем. В областях рельсовых цепей, наноматериалов и нанотехнологий, применяемых для получения рельсовых плетей с лучшими показателями, где работают в области малых размеров соизмеримых с корреляционным радиусом, а также длиной свободного пробега электронов, фотонов, длиной когерентности, размерами магнитных доменов проводника единое электромагнитное поле дает возможность оценить происходящие явления. Теория поля, основанная на четырех взаимодействиях, дает возможность определения существующих волн поляризации. Силовые и энергетические характеристики электромагнитных взаимодействий описываются одинаковыми уравнениями. Параметры этих взаимодействий представлены в табл. 1.

Параметры взаимодействий

Параметры	Параметры взаимодействий			
	Гравитационное	Слабое	Электромагнитное	Ядерное
Интенсивность взаимодействий G^2	10^{-39}	10^{-14}	10^{-2}	1
Радиус R_m	∞	10^{-15}	∞	10^{-18}

При электромагнитных взаимодействиях применяются основные законы электромагнетизма: закон полного тока, формула Максвелла для силы электромагнитного взаимодействия, уравнения Максвелла, закон Ампера, закон Био-Савара-Лапласа и обобщенные уравнения электромагнитного поля, которые определяются с учетом всех взаимодействий в виде:

$$\begin{aligned}
 a) \operatorname{rot} \bar{E}_{\text{нол}} &= -\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} \frac{\partial^2 \bar{A}}{\partial t^2}; & b) \operatorname{div} \left(\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} \bar{E}_{\text{нол}} \right) &= 0; \\
 c) \operatorname{rot} \bar{A} &= \sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} \bar{E}_{\text{нол}}; & d) \operatorname{div} \left(\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} \bar{A} \right) &= 0.
 \end{aligned} \tag{1}$$

При рассмотрении вопросов влияния электромагнитных сил учитываются выходные характеристики $\Psi = \Psi(i)$ или $i = i(\Psi)$ и кривая намагниченности сердечника. Все магнитные характеристики и параметры такие как, магнитный поток - Φ , магнитный момент - M , магнитная индукция - B , напряженность магнитного поля - H подлежат измерению. Измерения проводятся с целью нахождения дефектов в материалах, изучения физико-химических свойств, определения статических и динамических характеристик ферромагнитных элементов. Для измерения этих параметров и характеристик использовались специальные конструкции - это кольца Гельмгольца и соленоид. Приборы, предназначенные для измерения магнитных величин, состоят из преобразователя и измерительного устройства. Они основаны на физических законах, силовых взаимодействиях, гальваномагнитных явлениях и внутриатомных. Для измерения динамических характеристик использовались амперметр и вольтметр, а также феррометр.

Тело, помещенное в магнитное поле, намагничивается. Это связано результирующим магнитным моментом \bar{M} . Он складывается из элементарных магнитных моментов m_0 , связанных с отдельными частицами. Намагниченность возрастает с увеличением напряженности магнитного поля H . Для трех выражений намагниченности принимаем формулы:

$$\bar{J} = \kappa \bar{H}; \quad \bar{\sigma} = \chi \bar{H}; \quad \bar{\sigma}_A = \chi_A \bar{H}, \tag{2}$$

где κ - объемная восприимчивость; χ - удельная восприимчивость; χ_A - молярная восприимчивость.

Все эти коэффициенты связаны между собой соотношением:

$$\chi = \frac{\kappa}{\rho}; \chi_A = \frac{\kappa}{\rho} \chi. \quad (3)$$

Известны два случая: первый - намагниченность параллельна напряженности магнитного поля, второй - анти параллельна. В связи с этим существуют два класса тел: парамагнетики и диамагнетики. Парамагнетики втягиваются в область большего значения H , диамагнетики выталкиваются из поля. Коэффициенты κ , χ , χ_A постоянные, имеющие положительное или отрицательное значения. Зависимость намагниченности от напряженности показана на рис.1. По абсолютному значению магнитная восприимчивость диамагнетиков мала по сравнению с парамагнетиками. При понижении температуры происходит магнитное превращение. Связь магнитной восприимчивости и напряженности становится нелинейной, которая при перемагничивании превращается в петлю гистерезиса. Такое состояние вещества называется ферромагнитным. Диамагнетизм не зависит от температуры, парамагнетизм сильно зависит от температуры. Магнитная восприимчивость парамагнетиков обратно пропорциональна абсолютной температуре. На рис.2 показано изменение спонтанной намагниченности от температуры.

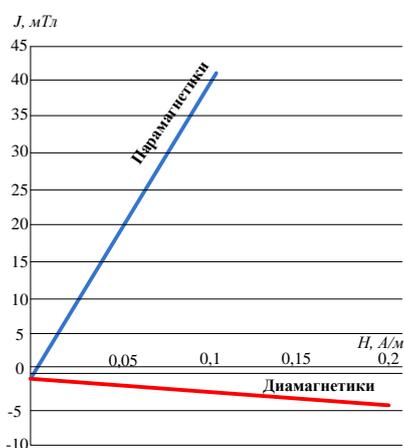


Рис.1. Зависимости намагниченности от напряженности магнитного поля

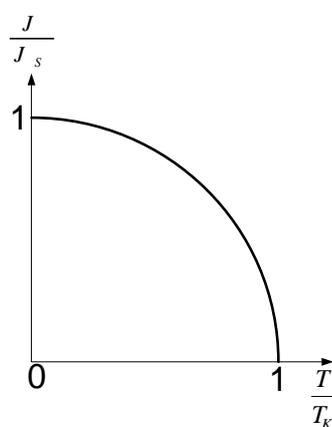


Рис.2. Температурная зависимость ферромагнетика

У ферромагнетиков магнитные диполи ориентируются параллельно, но есть тела, в которых они имеют антипараллельную ориентацию. В этом случае происходит компенсация магнитных моментов и намагниченность тела снижается. Такие вещества называются антиферромагнетиками. Температурная зависимость магнитной восприимчивости таких тел показана на рис.3. Магнитная восприимчивость металла не зависит от температуры, и имеет минимальное значение при $\chi \approx 10^{-6}$. Некоторые тела обладают аномальными свойствами с параллельными и антипараллельными расположениями магнитных доменов. На рис.4 показано изменение восприимчивости некоторых металлов при низких температурах от напряженности магнитного поля.

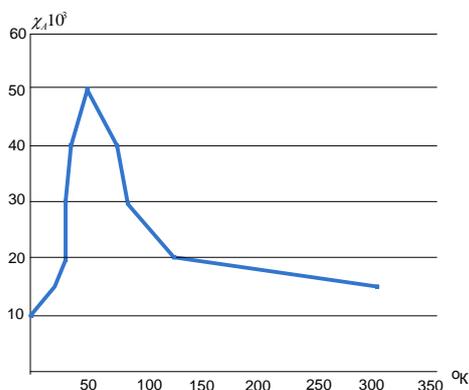


Рис. 3. Температурная зависимость магнитной восприимчивости антиферромагнетиков

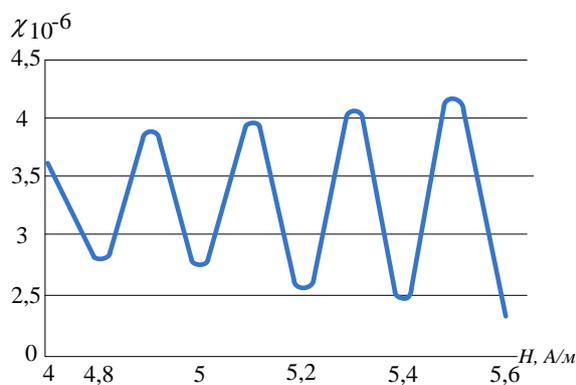


Рис.4. Зависимость восприимчивости от напряженности поля

Исходя из результатов обзора литературных источников, оперативно-перспективных методов и анализов сбоев кодов в системах автоматики железнодорожного транспорта, а также с соответствии с поставленной целью сформулированы основные задачи исследования, которым посвящается вторая глава.

Во второй главе **«Исследование электромагнитных процессов в системах намагничивания изделий рельсовых плетей»** исследован процесс возникновения технической намагниченности, которая связана со смещением и вращением магнитных диполей. Если диполи устанавливаются параллельно вектору напряженности магнитного поля, то намагниченность увеличивается, а объем диполей уменьшается. Если домены ориентированы против напряженности поля, то они переворачиваются в самом начале намагниченности за счет действия большого давления. В размагниченом состоянии намагниченность распределена равномерно (точка 0) по всем направлениям. Если внешнее поле положительно направлено, то магнитные диполи ориентированы в отрицательном направлении, они будут переворачиваться в положительный полукруг (точка B). Если намагниченность направлена против напряженности магнитного поля, то она изменит направление. На рис.5 представлено распределение намагниченности в характерных точках петли гистерезиса. При сильном магнитном поле наступает насыщение и распределение намагниченности соответствует точке C. При снижении магнитного поля происходит размагничивание. Распределение в точке D соответствует остаточной намагниченности, а в точке E распределение соответствует коэрцитивной силе.

Электромагнитное поле атомов формирует моменты, образованные явлениями, происходящими в них. Все они, складываясь вместе, образуют электромагнитное поле атомов. По магнитным свойствам все материалы разбиваются на диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Распределение магнитных моментов в атоме показано на рис. 6.

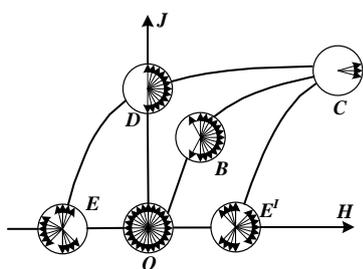


Рис.5. Распределение намагниченности в точках петли гистерезиса

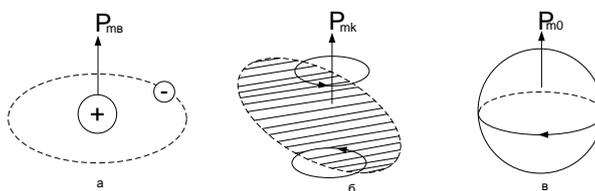


Рис.6. Распределения магнитных моментов в атоме: а – P_{mv} момент вращения электронов вокруг ядра; б – P_{mk} момент, вызванный колебаниями орбит электронов; в – момент P_{m0} , вызванный круговым вращением электронов

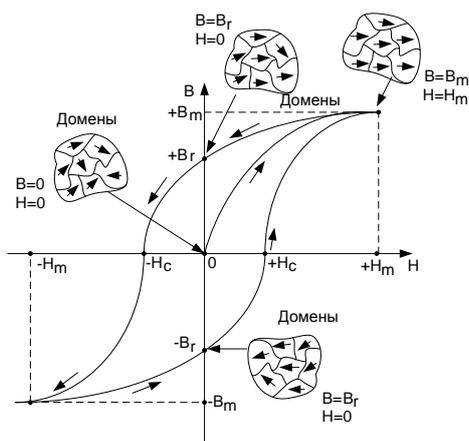


Рис.7. Кривая намагниченности ферромагнетиков

Для контроля рельсовых плетей используются поля с индукцией $B = 25 \div \div 60 \text{ мТл}$, при намагничивании катушек индуктивности до $100-200 \text{ мТл}$, электромагнитов более 1 Тл . В катушках с ферромагнитными сердечниками индукция магнитного поля составляет до $2,5 \text{ Тл}$, а намагниченность превышает во много раз напряженность внешнего магнитного поля. При больших внешних электромагнитных полях намагниченность будет сравнима с напряженностью магнитного поля. Кривая намагниченности ферромагнетиков и петля гистерезиса $B(H)$ показаны на рис. 7.

Детали и устройства намагничиваются постоянным магнитом, постоянным, переменным и импульсным токами. Использование каждого из этих способов имеет свои положительные стороны. Применение постоянного тока способствует равномерному распределению магнитного потока вдоль внутреннего сечения детали или изделий. При намагничивании переменным током магнитный поток распределяется у поверхности намагничиваемого изделия. Это возникает потому, что наблюдается скин-эффект, то есть изменение плотности тока по сечению проводника. Имеется много способов намагничивания изделий. Они показаны в табл. 2. Намагничивания бывают паразитные и с целью контроля. Паразитные намагничивания в рельсовых плетях возникают за счет обратного тягового тока, за счет вращения колесных пар, применения электромагнитов при загрузке и выгрузке плетей рельсов, за счет неоднородности рельсовых плетей, за счет замыкания контактов на стыках, за счет наложения постоянного и переменного токов (железная стружка).

При воздействии переменных магнитных полей основное внимание уделяется потерям на вихревые токи и гистерезис. Основополагающими величинами при рассмотрении переменных электромагнитных полей являются потери в стали, угол потерь и комплексная магнитная проницаемость.

Способы намагничивания изделий

Намагничивание	Способы
	Прохождение тока по всему сечению изделия
	Прохождение тока по определенной части изделия
	Прохождение тока по стержню, помещенному в отверстие изделия
	Индукцирование тока катушки, намотанной на изделие: от тороидальной обмотки, участка изделия
	Возбуждение тока в изделии
	Использование постоянного магнита
	Использование электромагнита
	Использование постоянного магнита с перемещением
	Использования двух взаимно перпендикулярных токов через изделия
	Применение индуцированного тока в проводнике, помещенного в отверстие изделия
Во вращающемся магнитном поле	Применение катушек индуктивностей с вращающимся электромагнитным полем

Кроме этого, приходится пользоваться динамическими кривыми намагничивания и динамической петлёй гистерезиса. Все эти величины полностью не характеризуют всех процессов, происходящих в переменном магнитном поле, но по ним рассчитываются параметры устройств. Особенностью импульсного намагничивания является сочетание достоинств намагничивания постоянным и переменным электромагнитным полем. Существует несколько способов импульсного намагничивания. В этом случае происходит обмен энергии между накопителем и намагничивающими катушками. Такой способ позволяет получать кратковременные импульсы до десятков kA . Намагничивание деталей происходит в стационарном или медленно меняющемся электромагнитном поле. Импульсное намагничивание является энерго и ресурсосберегающей технологией.

Для намагничивания и размагничивания материалов используются разомкнутые магнитные цепи. Существование зазора изменяет кривые намагничивания, значения проницаемости и стабильности. Воздушный зазор дает возможность образованию полюсов размагничивающего поля, напряженности которых направлены в противоположные стороны. Увеличение энергии в зазоре достигается за счет увеличения остаточной индукции B_r , коэрцитивной силы H_c , а также за счет получения кривой намагничивания прямоугольной формы.

Среди основных задач, которые здесь решаются - это определение характеристик намагничивания и размагничивания рельсовых плетей при изменении зазора между головками рельсов и электромагнитов. В результате определены и рассчитаны рабочие величины зазоров, при которых получается наилучший эффект размагничивания.

В третьей главе «**Разработка методов и способов размагничивания рельсовых плетей в системах автоматики железнодорожного транспорта**» разработаны методы устранения импульсных помех, влияющих на работу устройств КЛУБ, а также способы размагничивания рельсовых плетей постоянным, переменным и импульсным воздействиями. Основными элементами их являются рельсовые цепи. Нормальная работа рельсовых

цепей имеет существенное значение для безопасности движения поездов и бесперебойной работы устройств СЦБ, какими являются КЛУБ. На устойчивую работу КЛУБ сказывается влияние импульсных помех, возникающих за счет намагничивания рельсовых плетей. Устранения импульсных помех, влияющих на работу устройств КЛУБ, является актуальной задачей. Улучшение условий передачи электрической энергии из рельсовой цепи в приёмные локомотивные катушки позволит: применять усилители с меньшим коэффициентом усиления, уменьшить ток в рельсовой цепи под приёмными катушками, что вместе позволит сократить расход электроэнергии. Передача сигналов в непрерывных системах локомотивной сигнализации из рельсовой цепи на локомотив осуществляется с помощью магнитного поля, образованного вокруг рельсов проходящим по ним током. Значение ЭДС на выходе приёмных катушек от высоты подвеса их приведено на рис. 8. Силовые линии магнитного поля вокруг рельса приведены на рис. 9, конфигурация которых найдена с помощью железных опилок.

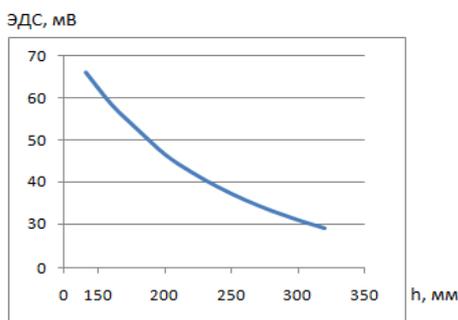


Рис.8. Значение ЭДС приёмной катушки в зависимости от высоты подвеса над головкой рельса

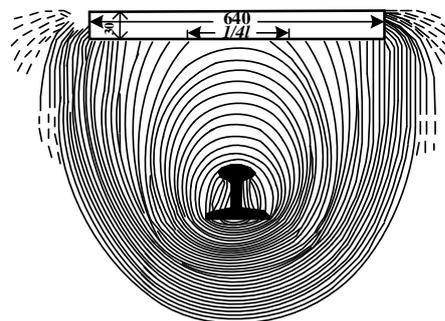


Рис.9. Магнитные силовые линии вокруг рельса при наличии сердечника приёмной катушки

Из рис. 8 видно, что с уменьшением расстояния между сердечником и рельсом, увеличивается ЭДС приемной катушки локомотива, за счет увеличения количества силовых линий поля сердечника. Из рис. 9 видно, что с уменьшением расстояния число силовых магнитных линий, пронизывающих сердечник, увеличивается. С изменением частоты оно возрастает по нелинейному закону, так как имеется сердечник. Этот процесс показан на рис.10. Для определения ЭДС воспользуемся уравнением напряженности магнитного поля в центре сердечника приёмной катушки, расположенной над рельсом:

$$H_m = \frac{0,2I\sqrt{2}}{r}, \quad (4)$$

где H_m -напряженности магнитного поля, I -действующее значение тока, r -расстояние от оси тока до центра сердечника.

Из рис.10 видно, что значения ЭДС в приёмных катушках КЛУБ увеличивается за счет изменения частоты и рабочего тока. Величина магнитной индукции в центре электромагнита составляет:

$$B = \mu_1 \cdot H, \quad (5)$$

где B -магнитная индукция, H напряженность магнитного поля,
 μ_1 -магнитная проницаемость всего тела.

Величина μ_1 зависит от формы тела « m » и магнитной проницаемости вещества тела:

$$\mu_1 = \frac{m\mu}{m+\mu-1}. \quad (6)$$

Результаты расчетов показывают, что для увеличения ЭДС в приёмных катушках локомотива необходимо увеличить сечение сердечника, либо, при этом же сечении увеличить ширину сердечника и уменьшить высоту его. Значения токов в рельсах должно быть не менее 1,5А. Меньшее значение тока приводит к заметным помехам за счет того, что поле рельсовой цепи намного меньше земного магнетизма. Поэтому малейшая тряска приёмных катушек при приеме вызывает существенные помехи, это подтверждается осциллограммами, показанными на рис.11.

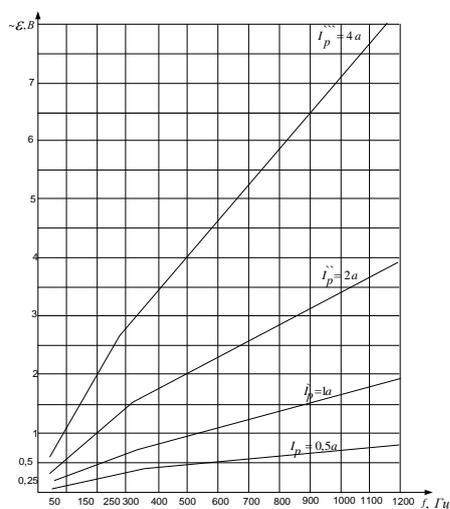


Рис.10. Зависимость ЭДС от частоты тока в рельсовой цепи

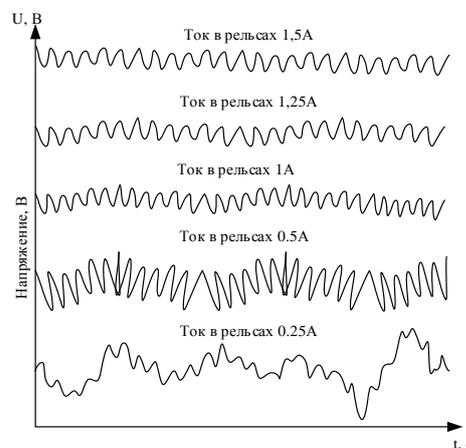


Рис.11. Осциллограммы токов в рельсах при наличии встряски катушек на локомотивах

Намагниченность рельсовых цепей за счет вращения колесных пар, а также обратного тока тяговой сети оказывает отрицательное воздействие на работу КЛУБ. Разработаны допустимые значения магнитной индукции для нормального функционирования КЛУБ, где указаны пределы её для рельсовых цепей и изолируемых стыков, а также на элементах стрелочных переводов участков пути с рельсами внутри колеи. Допустимые максимальные значения индукции, при которой рельсовая цепь будет нормально функционировать, составляет $B=700\text{мкТл}$, для стрелочных переводов 4900мкТл , а для изолирующих стыков 700мкТл .

Разработаны устройства размагничивания, как стационарные для размагничивания рельсовых плетей до сварки, так и подвижные размагничивающие устройства: на тележке при скорости движения 5 км/ч и

на платформе при скорости движения 80км/ч. На рис.12 представлены эти размагничивающие устройства.



Рис.12. Разработанные размагничивающие устройства

На рис.13 приведён усовершенствованный способ размагничивающих устройств. Для размагничивания рельсовых плетей рекомендован усовершенствованный способ импульсного электромагнитного поля.

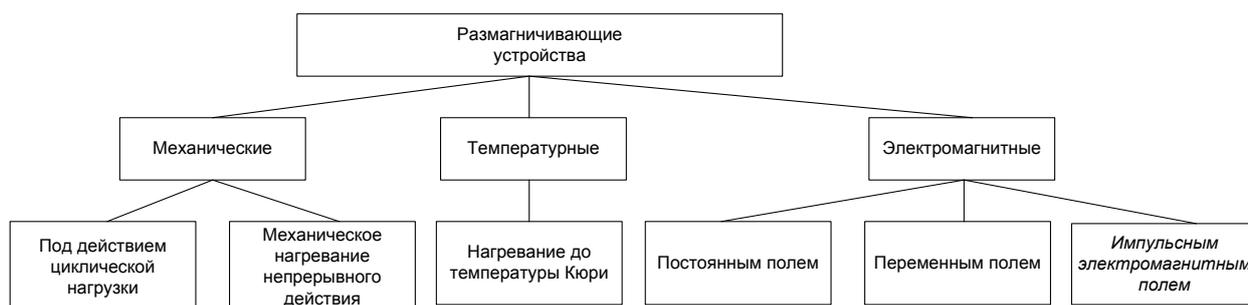


Рис.13. Классификация размагничивающих устройств по способам

Разработан способ уменьшения остаточной намагниченности, при этом оценены предельные уровни для подвижного величиной не более $H=500A/m$, а индукции $B=0,06Tл$. При частоте размагничивания от 5Гц до 10Гц импульсным электромагнитным полем, глубина проникновения электромагнитной волны в глубину рельса составляет 7мм. Основной частью размагничивающих устройств является обмотка, насаженная на ферромагнитный сердечник - электромагнит.

С целью определения рабочих параметров выведены уравнение переходного процесса при постоянном, переменном и импульсном воздействии. Уравнение для катушки индуктивности с сердечником записывается в виде:

$$\frac{d\psi}{dt} + R_c \cdot i = U. \quad (7)$$

Проведено решение этого уравнения для токов и потокосцепления при постоянном токе:

$$t = \frac{1}{2I_y^4 R_c k^4} \left(0.5 \ln \frac{1 + \sqrt{\frac{i}{I_y}}}{1 - \sqrt{\frac{i}{I_y}}} + \arctg \sqrt{\frac{i}{I_y}} \right). \quad (8)$$

Результаты расчетов показаны на рис.14 и 15. Из графиков переходного процесса видно, что потокосцепление $\psi=f(t)$ и $i=f(t)$ возрастают с течением времени, но для размагничивания необходимо переменное поле с уменьшением амплитуды. С этой целью необходимо изменять поле, поднятием соленоида над рельсовой плетью, либо включением дополнительного устройства.

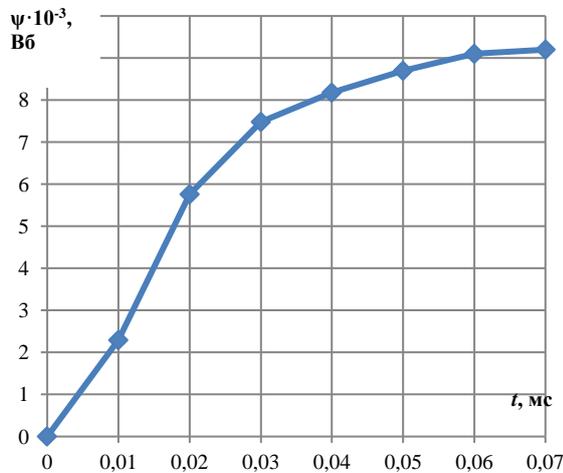


Рис.14. Зависимость потокосцепления от времени при переходном процессе

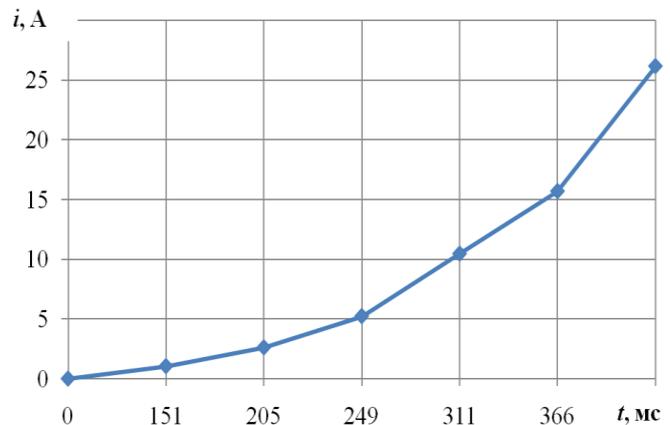


Рис.15. Зависимость тока от времени при переходном процессе

Рассчитан переходный процесс устройства размагничивания на переменном токе. При этом переменное напряжение меняется по закону:

$$u = U_m \sin(\omega t + \psi), \quad (9)$$

Дифференциальное уравнение для данной схемы примет вид:

$$ri + \frac{d\Psi}{dt} = U_m \sin(\omega t + \psi). \quad (10)$$

Для решения этого дифференциального уравнения был использован метод последовательных приближений. Решение данного (10) уравнения для потокосцепления и тока представлены на рис.16 и 17.

Согласно рис.17, в переходном режиме происходят затухающие колебания, которые воздействуют на размагничивающие действия рельсовых плетей. Таким образом, при переменном токе не требуется дополнительных устройств для размагничивания рельсовых плетей.

Решение дифференциального уравнения при прямоугольном импульсном воздействии показано для потокосцепления и тока электромагнита на рис.18 и 19.

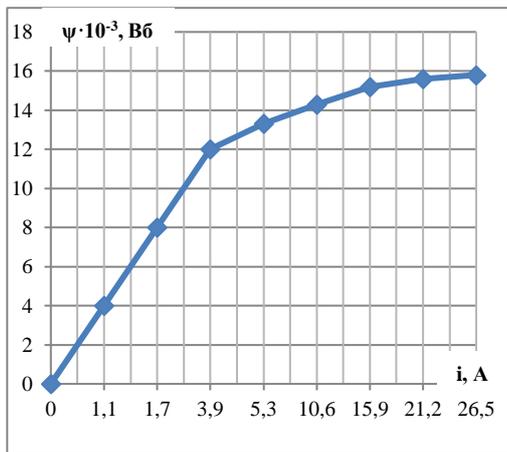


Рис.16. Вебер-амперная характеристика соленоида

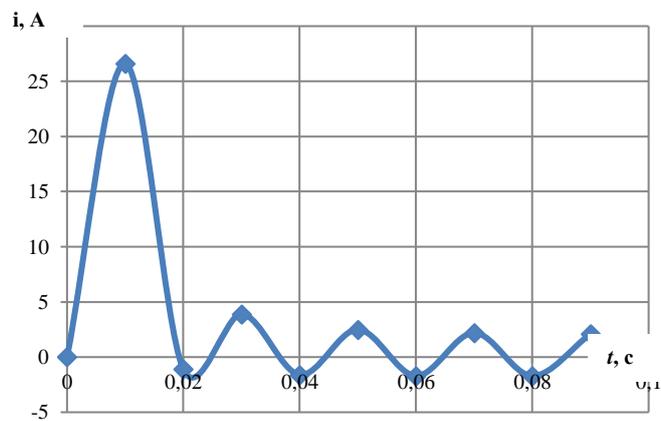


Рис.17. Зависимость $\Psi(t)$ в соленоиде

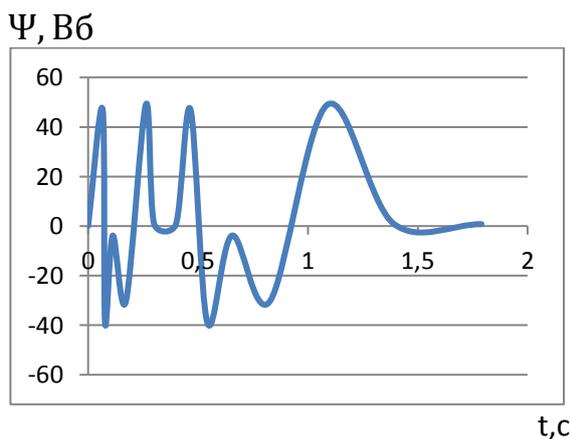


Рис.18. Переходный процесс в соленоиде с сердечником $\Psi(t)$

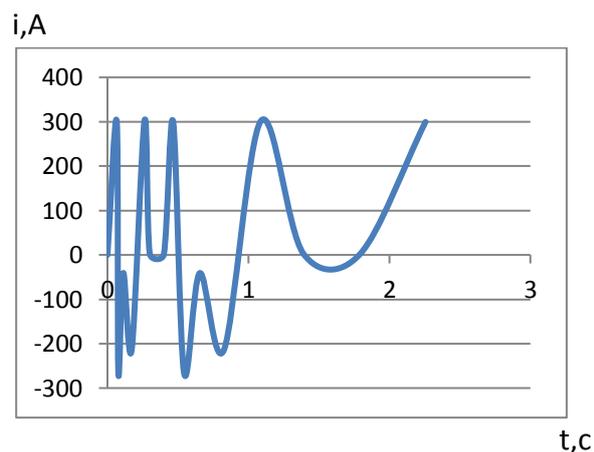


Рис.19. Переходный процесс в соленоиде с сердечником $i(t)$

На основании полученных результатов заключаем, что рабочий режим размагничивания будет наилучшим при импульсных воздействиях, так как получается большое количество максимумов и минимумов токов, как в отрицательных, так и в положительных областях. Понижение тока равносильно уменьшению насыщения стали сердечника, а, следовательно, приводит к размагничиванию стали рельсовых плетей.

В четвертой главе «Проблемы разработки систем управления устройством размагничивания, их проектирование, моделирование и расчет» дан сравнительный анализ существующих и разработанных устройств размагничивания рельсовых плетей, представленных в табл.3.

Разработано подвижное мобильное импульсное размагничивающее устройство вагона-платформы с улучшенными энергетическими параметрами и характеристиками, которое обеспечивает полное размагничивание рельсовых плетей по всему периметру и по всей длине рельса. Оно обеспечивает безопасность железнодорожного транспорта. Элементы устройства смонтированы на платформе, на которой укреплен контейнер вагона импульсного размагничивания, представленный на рис.20. Платформа снизу оборудована шестью электромагнитами, по три на каждую плеть.

Основания электромагнитов расположены на расстоянии 50мм до рельсовой плети. Внутри вагона размагничивания помещен шкаф управления и трехфазный дизель-генератор, общий вид расположения которых представлен на рис.21.

Табл. 3

Сравнительный анализ устройств размагничивания

Устройства/Параметры	Источник питания и частота	Изменения индукции после размагничивания	Мощность генератора	Длительность импульса	Частота импульса	Скорость перемещение размагничивающего устройства (км/ч)
Подвижное размагничивающее устройство (Иркутским центром устройств автоматики и телемеханики)	Трехфазный 380/220В, 50Гц	0,4 мТл	24кВт	-	-	30
Установка размагничивания рельсовых плетей при сварке УРР-1	Переменный однофазный 220В, 50Гц	1,6 мТл	27кВА	-	-	5
Размагничивающее устройство «Demat»	Переменный однофазный 220В, 50Гц	0,76 мТл	8кВт	-	-	5
Стационарное разработанное устройство размагничивания рельсовых плетей для РСП-14	Переменный 120В, 50Гц	300 мТл	6кВт	от 5 до 30мс	от 5 до 25Гц	5
Мобильное разработанное устройство размагничивания	Постоянный 12В (аккумулятор 100А*ч, 4 шт)	125 мТл	5кВт	от 5 до 30мс	от 5 до 10Гц	5
Разработанное размагничивающее устройство на дрезине	Трехфазный 380/220В, 50Гц	150 мТл	20 кВт	от 5 до 30мс	от 5 до 10Гц	16
Разработанный подвижной вагон импульсного размагничивания	Трехфазный 380/220В, 50Гц	220мТл	16,5 кВт	от 5 до 30мс	от 5 до 10Гц	30



Рис.20. Вагон импульсного размагничивания



Рис.21. Шкаф управления (а) и трехфазный дизель генератор (б)

Сравнительный анализ показывает значительные преимущества параметров разработанных устройств по сравнению с существующими. Эти преимущества связаны с энергосбережением, с качеством размагничивания, применением импульсных режимов, позволяющих использовать большие токи и малые напряжения.

Для достоверности расчетов остаточной намагниченности, выбраны основные параметры и проделан расчет, выполнено проектирование

импульсных размагничивающих устройств, как стационарных, так и подвижных.

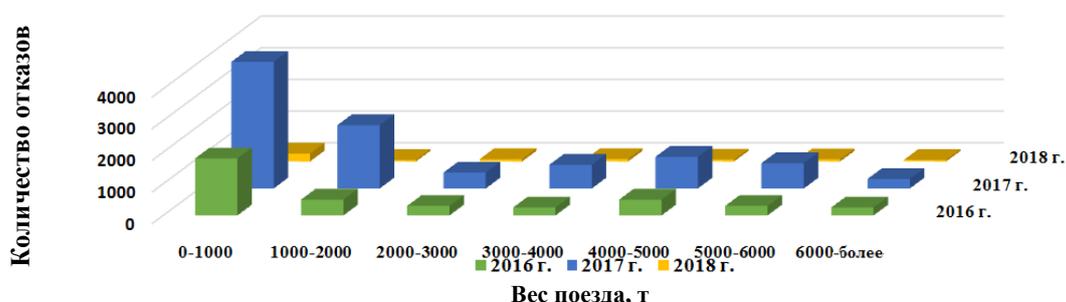
Спроектированное устройство отвечает техническим требованиям и соответствует стандарту ГОСТ 12997, ГОСТ 22789 и комплекту конструкторской документации КД 01116578.001, утвержденный «Стандартом организации» «Узстандарт», по номеру «TS 01116578-001:2018» от 26 декабря 2018 года до 2022 года с правом использованием.

Разработана система управления стационарным устройством импульсного размагничивания рельсовых плетей и состоящим из преобразователя и блока управления на микроконтроллере Atmega8, также для подвижного вагон-платформы с микроконтроллером PIC16F628, запрограммированным на работу с частотой от 5Гц до 25Гц.

В результате получена возможность автоматического регулирования процессами размагничивания в зависимости от режимов намагничивания рельсовых плетей.

В пятой главе **«Реализация результатов размагничивающих устройств в системах автоматики железнодорожного транспорта»** приведен анализ причин сбоев в работе КЛУБ. Технологические сбои классифицированы на три категории. Первое возникает за счет невыполнения нормативных и технических документов. Вторая относится к одиночным отказам, при которой все остальные отсутствуют в течение длительного времени (2 суток). Третья категория отказов связана с искажением кодов, то есть нарушением в логике работы КЛУБ. На рис.22 приведено распределение сбоев в КЛУБ по весовому показателю поезда и типа локомотива.

Большее число отказов наблюдается на электрифицированных участках переменного тока между устройствами передающей и приёмной аппаратуры автоматики и телемеханики. В рельсовых цепях, наиболее подверженных влиянию всех помех, общее число сбоев составляет 70%. На передающие устройства приходится 10% всех сбоев, а на приёмную аппаратуру локомотивов 20%.



22-расм. Распределение сбоев в КЛУБ-У

Разработана модель устройства размагничивания методом конечных элементов, она позволяет использовать визуальное программирование, которое рассматривает устройства размагничивания на геометрической модели. Результаты расчета по программе ELCUT показаны на рис. 23. Программа «ELCUT» дала возможность решить задачи несколькими

способами: с помощью картины поля; значениями индукции; графиками и таблицами.

Для моделирования электромагнитных процессов использовались программы «ELCUT» и «Maxwell», которые позволяют решать задачи электромагнитных полей в двухмерном пространстве магнитных, электрических и тепловых, механических деформаций и напряжений, а также рассчитывать поля, описываемые уравнениями Лапласа и Пуассона в любых областях произвольной формы.

Действия размагничивающего устройства на рельсовую плетку, в программе ELCUT показаны на рис. 24, где рис. 24а демонстрируется намагничивание, а на рис. 24б - размагничивание. Распределение магнитных потоков, на различных участках размагничивающего устройства, рассчитанное в программе «ELCUT», показывает неравномерное распределение магнитной индукции в зазоре, минимум которого приходится на середину окна электромагнита, то есть происходит размагничивание рельсовой плетки.

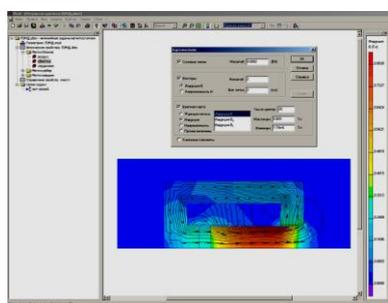


Рис.23. Распределения магнитной индукции

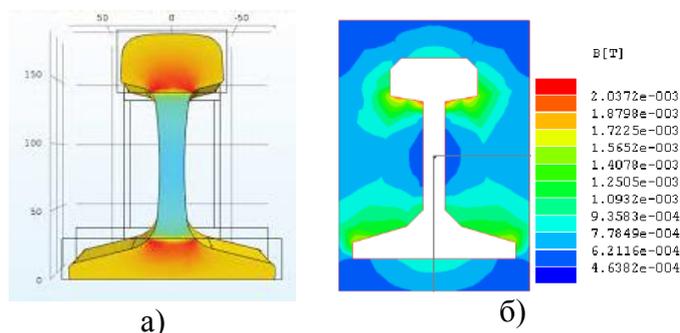


Рис. 24. Действия разработанного устройства на размагничивание рельсовой плетки

Экспериментальное определение состояния одиночных рельсов на участке Баявут-Янгир протяженностью 3497 км произведено замерами остаточной намагниченности, которые показали, что они имеют неравномерную намагниченность по их длине. Разработанное размагничивающее устройство позволило уменьшить индукцию магнитного поля по длине рельса. При этом амплитуда магнитной индукция имеет разную величину и полярность пиков намагниченности по концам этих рельсам. Результаты измерения показаны на рис. 25. Был обследован железнодорожный участок Сергели-Ангрен на намагниченность. При размагничивании скорость электровоза составляла от 5км/ч до 30км/ч. Система управления была настроена так, что ток уменьшался в обмотках электромагнитов от 12А в первой фазе, с длительностью импульса 50мс, во второй 8А длительностью импульса 40мс, третьей 3А длительностью импульса 30мс при скорости 5км/ч. Для скорости в 30км/ч были установлены следующие значения: в первой фазе ток 20А длительностью 60мс, во второй 15А длительностью 55мс, третьей 5А длительностью 35мс.

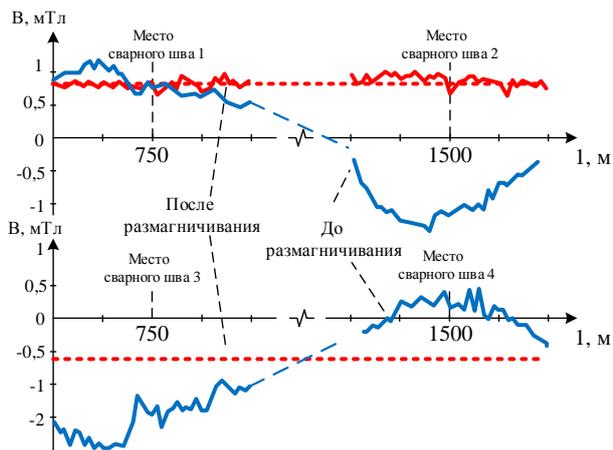


Рис.25. Результаты измерения рельсовых плетей на участке Баявут-Янгиер

Во время эксплуатации было выявлено 6 пунктов участка с превышением магнитной индукции сверх нормативных значений (норма намагниченности для рельсовых плетей 0,7мТл; для стыковых соединений 1мТл; для стрелочных переводов 1,2мТл). При измерении с помощью тесламетра магнитной индукции на стыковых соединениях рельсов станции Озодлик намагниченность рельсов составила 1,4мТл, стрелочных переводов на станции Ахангаран намагниченность составила 1,6мТл, на станции

Ангрэн намагниченность рельсов составила 1,2мТл. После прохождения вагона импульсного размагничивания значение намагниченности стыковых соединений (ст. Озодлик) составило 0,1мТл, на стрелочных переводах (ст. Ахангаран) 0,2мТл и на рельсах станции Ангрэн намагниченность составила 0,1мТл.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проведенных исследований совершенствования методов и устройств устранения сбоев в системах автоматизации железнодорожного транспорта, представлено следующее заключение:

1. Проведен анализ способов определения характеристик электромагнитного поля и существующих методов электромагнитных взаимодействий. В результате рассчитаны параметры индуктивности и их характеристики для проектирования конструкций электромагнитов размагничивания.

2. Рассмотрены вопросы намагничивания и размагничивания изделий рельсовых плетей постоянными магнитами, переменными и импульсными электромагнитными полями. В результате расчетов переходных процессов было выявлено, что при постоянном токе размагничивания не происходит, при переменном токе намагниченность уменьшается до 50%, а при импульсном токе намагниченность достигла уменьшения до 99%.

3. Определены характеристики намагничивания и размагничивания рельсовых плетей при изменении зазора между головками рельсов и электромагнитов. В результате определены теоретически и экспериментально рассчитаны рабочие величины зазоров, при которых получается наилучший эффект размагничивания.

4. Разработаны методы устранения импульсных помех, влияющих на работу устройств КЛУБ и методы размагничивания рельсовых плетей железнодорожной автоматики и телемеханики. В результате получены

рабочие характеристики размагничивающих устройств.

5. Из сравнительного анализа существующих и разработанных устройств размагничивания плетей выявлено, что характеристики разработанного устройства импульсного размагничивания являются наилучшими по скорости размагничивания, энергосбережению, мобильности и простоте конструкции.

6. Разработана модель электромагнитных процессов размагничивающего устройства на базе программе «ELCUT», в результате чего получены сравнительные характеристики экспериментальных и теоретических параметров, которые показали, что расхождения между ними составляет не более 5%.

7. Разработана система управления с программным обеспечением устройства размагничивания рельсовых плетей, в результате чего получена возможность автоматического регулирования процессами размагничивания в зависимости от намагничивания рельсовых плетей.

8. Проведены испытания стационарного устройства импульсного размагничивания, где результаты измерения магнитной индукции, показали, что от состояния до размагничивания в 2мТл, можно перейти к состоянию после размагничивания в 0,1мТл, что является значением меньше нормативного.

9. Проведены испытания подвижного мобильного импульсного устройства размагничивания вагона-платформы при разных скоростях движения локомотива. В результате измерений получены значения магнитной индукции во много раз меньше номинальных, при увеличении скорости от 5км/ч до 30км/ч, необходимо установить длительность импульсов от 30мс до 50мс и токи от 8А до 20А, а выше 30км/ч длительность допускается до 120мс, а ток - до 80А, при этом следует сохранять индукцию постоянной.

10. Разработанные устройства импульсного размагничивания для устранения сбоев кодов в работе систем автоматики и телемеханики внедрены в АО «Ўзбекистон темир йўллари». Общий экономический эффект от их применения составляет более 1,5 млрд. сум в год.

**ONE-TIME SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD OF
SCIENTIFIC DEGREE OF THE DOCTOR OF SCIENCES
BASED ON SCIENTIFIC COUNCIL PhD.28.06.2018.T.73.01 AT
TASHKENT INSTITUTE OF RAILWAY ENGINEERING**

TASHKENT INSTITUTE OF RAILWAY ENGINEERING

KURBANOV JANIBEK FAYZULLAYEVICH

**IMPROVING METHODS AND DEVICES FOR ELIMINATE FAILURES
IN RAILWAY AUTOMATION SYSTEMS**

05.08.03 - Operation of railway transport

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR OF SCIENCE (DSc)
ON TECHNICAL SCIENCES**

Tashkent – 2019

The theme of the doctoral dissertation (DSc) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B2019.3.DSc/T315.

The dissertation has been prepared at Tashkent Institute of Railway Engineering.

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:

Khalikov Abdulxak Abdulxairovich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Abdukayumov Abdurashid
doctor of technical sciences, professor

Aliyev Ravshan Maratovich
doctor of technical sciences, docent

Ishnazarov Oybek Xayrilayevich
doctor of technical sciences, professor

Leading organization:

**Tashkent University of
information technologies**

Defense of the dissertation will take place on «_____» _____ 2019 at _____ o'clock at a meeting of One-time Scientific Council PhD.28.06.2018.T.73.01 at Tashkent institute of railway engineering. Address: 1, Adilkhodjayev str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-00-01, fax: (99871) 293-57-54, e-mail: tashiit_rektorat@mail.ru

The doctoral (DSc) dissertation can be reviewed at the Information – Resource Center of the Tashkent institute of railway engineering (Registration number – _____). (Address: 1, Adilkhodjayev str., Tashkent 100167, Uzbekistan. Phone: (+998 71) 299-05-66.

Abstract of dissertation was distributed on «_____» _____ 2019 year.

(mailing record № _____ on «_____» _____ 2019 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

N.M. Aripov
Chairman of this scientific seminar under scientific council
on awarding scientific degrees,
Doctor of technical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of DSc dissertation)

The aim of the research is to improve methods and methods for eliminating failures in railway automation systems based on demagnetizing devices.

Tasks of their search:

improvement of the theory, methods and methods of demagnetization of rail lashes to eliminate magnetization in rail welding;

development of stationary demagnetization devices with a control system and software to eliminate magnetization in rail lashes of rail welding production;

the rationale for the use of the device for the demagnetization of rail lashes and methods for protecting ALS and ILSD from the influence of external sources of interference;

development of devices for the demagnetization of rail lashes to protect the ALS and ILSD from the influence of external sources of interference on a mobile mobile system of a platform car;

development of a mobile mobile demagnetization device to eliminate magnetization in rail joints and turnouts at stations and stages;

development of a design for regulating the gap between rails and a demagnetizing device with automatic lifting and releasing electromagnets of a mobile mobile demagnetization device on a platform car;

development of a technical description, operating instructions and registration of regulatory documents in government bodies for a stationary and mobile mobile installation for the demagnetization of rail lashes.

Object of their search is the station rail circuits of railway automation systems, telemechanics and rail welding.

Scientific novelty of the research is as following:

a mobile pulsed demagnetizing device based on the electromagnetic field theory has been developed to eliminate code failures during the movement of railway trains;

the reasons for the magnetization of rail lashes by permanent magnets, variable and pulsed electromagnetic fields for the trouble-free operation of ALS and ILSD are determined;

new methods and methods for demagnetizing rail circuits have been developed, which are based on the mathematical definition of transients under constant, variable and pulsed action to eliminate malfunctions of the ALS and ILSD;

the residual magnetization of rail lashes was developed and recommendations were given for choosing the main parameters when designing pulsed demagnetizing devices for the failure-free operation of automation systems and telemechanics of railway transport;

models of electromagnetic processes based on the ELCUT program have been developed, which allow monitoring and diagnosing the quality of demagnetization of rail lashes to ensure the safety of train traffic;

a control system based on modular circuits with software for selecting the frequency, duration of pulses, and also regulating currents (amplitudes) for the

automated process of demagnetization of rail lashes was developed;

an organization standard was developed for the device for the demagnetization of rail lashes under the number “TS 01116578-001: 2018” from Uzstandart Agency №000207 dated December 26, 2018 y.

Implementation of the research results. Based on the results obtained on improving methods and devices for troubleshooting in railway automation systems:

introduced into the practice of operation and modernization of the line of the device for the demagnetization of lashes in rail welding production Unitary Enterprise «RSP-14» at JSC «Uzbekiston temir yollari» (certificate "Uzbekistan temir yollari" dated October 14, 2019 No. 01 / 5763-19). As a result of scientific research, a pulsed demagnetization device for rail lashes is used as the main unit, which allows demagnetizing rail lashes before and after welding, in order to protect welds from damage;

a mobile mobile device for impulse demagnetization of a platform car for rail lashes, joints and turnouts to eliminate magnetization was introduced to prevent code malfunctions in ALS and ILSD of the «Department of Track Management» at JSC «Uzbekistan Temir Yollari» (certificate of Uzbekistan Temir Yollari dated October 14, 2019 / 5763-19). As a result of scientific research, it became possible to increase the safety of train traffic at the station, by improving the noise immunity of rail lashes, joints and turnouts from the influence of traction current and its higher harmonics;

registered in the agency “Uzstandard” “Organization Standard” for the device of demagnetization of rail lashes of the Republic of Uzbekistan (TS 01116578-001: 2018 №000207 December 26, 2018 y.). As a result, it became possible to introduce pulse demagnetization devices for both stationary and mobile mobile platform wagons in rail welding production and track facilities of JSC «Uzbekistan Temir Yollari».

The structure and volume of the research work. The thesis consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of literature, and applications. The volume of the thesis is 189 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАНИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (часть I; part I)

1. Халиков А.А., Колесников И.К., Курбанов Ж.Ф. Исследование и разработка единого пространственного электромагнитного поля и устройств на их основе // МОНОГРАФИЯ, Ташкент: “Фан ва технологиялар” нашриёти. 2019, 238С.
2. Kurbanov J.F., Kolesnikov I.K., Ortikov M.S. Application of ultrasonic waves for rail flaw detection // European science review, Viena: 2018. №9-10. P.241-243. (05.00.00; №3).
3. Kurbanov J.F., Kolesnikov I.K., Ortikov M.S. Diffraction methods in pipeline examination // European science review, Viena: 2018. №11-12. P.105-107. (05.00.00; №3).
4. Курбанов Ж.Ф., Колесников И.К., Ортиков М.С. Применения ультразвуковой волн для рельсовой дефектоскопии // ВЕСТНИК, Ташкент: ТашИИТ, 2018. №4. С.97 – 101. (05.00.00; №11).
5. Курбанов Ж.Ф., Колесников И.К., Ортиков М.С. Методы распознавания дефектов в контролируемом изделии на основе теории колебаний // ВЕСТНИК, Ташкент: ТашИИТ, 2018. №4. С.160 – 164. (05.00.00; №11).
6. Курбанов Ж.Ф., Колесников И.К. Устройство и система управления контроля процессами размагничивания рельсовых плетей // «Муҳаммад Ал-Хоразмий авлодлари», Ташкент: ТУИТ, 2019. №2. С.125 – 127. (05.00.00; №11).
7. Kurbanov J.F. Methods of demagnetization of products and devices of railway automation and telemechanics //IJARSET, India: Vol. 6, Issue 7, July 2019, P.10006-10009. (05.00.00; №8).
8. Kurbanov J.F. Elimination of pulse interference with operation of the device ILSD-U //IJARSET, India: Vol. 6, Issue 7, July 2019, P.10093-10099. (05.00.00; №8).
9. Kurbanov J.F. Analysis of methods of measurement of magnetic values during magnetization and definition of bodies //IJARSET, India: Vol. 6, Issue 7, July 2019, P.10299-10303. (05.00.00; №8).
10. Kurbanov J.F. Development of a rail lash demagnetization device and their comparative analysis with existing ones //IJARSET, India: Vol. 6, Issue 7, July 2019, P.10304-10308. (05.00.00; №8).
11. Курбанов Ж.Ф. Метод устранения импульсных помех, влияющих на работу устройств КЛУБ // ВЕСТНИК, Ташкент: ТашИИТ, 2019. №2. С.30 – 35. (05.00.00; №11).
12. Курбанов Ж.Ф., Халиков А.А., Ортиков М.С. Устройства намагничивания и размагничивания рельсовых плетей и их сравнительный анализ // Научный журнал «Universum: технические науки». ООО «МЦНО» Москва. 2019. №10 (67). С.78-80. (02.00.00; №1).
13. Курбанов Ж.Ф., Халиков А.А., Ортиков М.С. Параметры магнетизма,

намагничивания и размагничивания материалов и рельсовых плетей // Научный журнал «Universum: технические науки». ООО «МЦНО» Москва. 2019. №10 (67). С.81-83. (02.00.00; №1).

II бўлим (часть II; part II)

14. Курбанов Ж.Ф., Ортиков М.С. Устранения неисправность рельсовых цепей на базе импульсного блок управления // Интернаука. Научный журнал. Россия, Москва. 2019, №37(119), С.43-45.

15. Курбанов Ж.Ф., Ортиков М.С. Особенности намагничивания изделий рельсовых плетей переменными электромагнитными полями // Интернаука. Научный журнал. Россия, Москва. 2019, №37(119), С.46-47.

16. Курбанов Ж.Ф., Колесников И.К., Ортиков М.С. Применение преобразователей холла в дефектоскопии // Ташкент: «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте», ТашИИТ, 18-19 декабря 2018, С.212-215.

17. Курбанов Ж.Ф. Особенности применения нелинейных индуктивных элементов в устройствах намагничивания и размагничивания тел // Россия: Вестник научных конференций «Перспективы развития науки и образования», 2019, №7-2(47), С.65-67.

18. Курбанов Ж.Ф. Влияние воздушного зазора на намагничивание и размагничивание материалов // Россия: Вестник научных конференций «Перспективы развития науки и образования», 2019, №7-2(47), С.67-69.

19. Курбанов Ж.Ф. Эквивалентность источников электромагнитного поля взаимодействий // Россия: Вестник научных конференций «Перспективы развития науки и образования», 2019, №8-2(47), С.84-85.

20. Курбанов Ж.Ф. Анализ существующих методов при электромагнитных взаимодействиях // Россия: Вестник научных конференций «Перспективы развития науки и образования», 2019, №8-2(47), С.86-87.

21. Kurbanov J.F., Halikov A.A., Ortikov M.S. Devices for magnetization and demagnetization of rail lashes and their comparative analysis with existing // Технические науки: проблемы и решения: сб. ст. по материалам XXVIII Международной научно-практической конференции «Технические науки: проблемы и решения». – № 10(26). – М., Изд. «Интернаука», 2019, С.50-53.

22. Курбанов Ж.Ф. Рельс плетларини магнитлашда электромагнит майдон жараёнларини таҳлил қилиш // Технические науки: проблемы и решения: сб. ст. по материалам XXVIII Международной научно-практической конференции «Технические науки: проблемы и решения». – № 10(26). – М., Изд. «Интернаука», 2019, С.54-58.

23. Курбанов Ж.Ф. Сложные виды намагничивания и влияние воздушного зазора на размагничивание материалов // Инновационные подходы в современной науке: сб. ст. по материалам LVI Международной научно-практической конференции «Инновационные подходы в современной науке». – № 20(56). – М., Изд. «Интернаука», 2019. С.79-84.

Автореферат «ТошТЙМИ ахборотномаси» илмий-амалий журнали таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва матнларни мослиги текширилди (1.11.2019 йил).

Қоғоз бичми $84 \times 60^{1/16}$. Ризограф босма усули. Times гарнитураси.
Шартли босма табоғи: 3,75 б.т. Адади: 100 нусха. Буюртма № 19-10/2019
Нашрга рухсат этилди: 20.11.2019 й.

Тошкент темир йўл муҳандислари институти босмаҳонасида чоп этилган.
Босмаҳона манзили: 100167, Тошкент шаҳар, Одилхўжаев кўчаси, 1-уй.