

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Журавльова Антона Юрійовича
**«ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ РЕЙКОВИХ КІЛ
ПОЛІГОНУ ЕЛЕКТРОТЯГИ ЗМІННОГО СТРУМУ, ЯКИЙ ПРИМИКАЄ ДО
СТАНЦІЇ СТИКУВАННЯ»**,

що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Актуальність теми дисертації

Прискорене впровадження швидкісного руху та сучасного електрорухомого складу висуває підвищені вимоги щодо забезпечення функціональної безпеки та експлуатаційної надійності роботи всіх складових залізничного транспорту, що є одним з пріоритетних напрямків Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року (розпорядження Кабінету Міністрів України від 16.12.2009 №1555-р). Системи залізничної автоматики та телемеханіки є однією з галузей залізниці, від надійної роботи якої залежить безпека руху поїздів. На сьогодні застаріла елементна база стає завадою на шляху безвідмовної роботи пристроїв сигналізації, централізації та блокування, особливо на проблематичних ділянках залізниць, де внаслідок протікання змішаних тягових струмів має місце негативний вплив на функціонування пристроїв автоматики, спостерігається зниження експлуатаційної надійності роботи системи залізничної автоматики та телемеханіки, і, відповідно, усього залізничного транспорту в цілому.

Таким чином, тема дисертаційної роботи, що пов'язана з підвищенням експлуатаційної надійності системи залізничної автоматики та телемеханіки в умовах впливу завод змішаних тягових струмів, є актуальною.

***Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків
і рекомендацій, сформульованих у дисертації, та їх достовірність***

Для вирішення поставлених у дисертації завдань було використано сучасні методи математичного та імітаційного моделювання, розв'язання лінійних та нелінійних диференціальних рівнянь, аналізу та синтезу електротехнічних схем рейкових кіл, фізичного моделювання, числових розрахунків; лабораторних, експлуатаційних випробувань; запропонованих та синтезованих засобів та способів.

При виконанні досліджень використано статистичний матеріал, отриманий на реальних залізничних ділянках України. Проведені дослідження розповсюдження тягових потенціалів «рейка-земля» та струмів уздовж рейок на реальній ділянці зони станції стикування, визначені рівні поширення завад постійного тягового струму станції стикування вглиб прилеглої ділянки електротяги змінного струму.

Запропоновано математичну модель розрахунку розповсюдження постійних тягових потенціалів та струмів уздовж рейок, що дозволило визначити область та рівень розповсюдження завади постійного тягового струму станції стикування. При розрахунку розповсюдження потенціалів та струмів уздовж рейок використано методи однорідних та неоднорідних колових схем.

Під час дослідження режимів роботи рейкових кіл в умовах впливу завад постійного тягового струму було застосовано методи електротехнічних розрахунків схем рейкових кіл. При розробленні математичної моделі дросель-трансформатора типу ДТ-1-150 застосовано значну кількість методів математичного аналізу та апроксимуючих функцій, що дозволило отримати раціональну функцію, яка з більшою точністю описує електромагнітні процеси в феромагнітному осерді в лінійному та нелінійному режимі роботи дросель-трансформатора.

При дослідженні роботи розробленого пристрою захисту, макетного зразку силового захисного комутуючого блоку застосовано методи лабораторних та експлуатаційних випробувань.

Таким чином, методи та моделі, що використані Журавльовим А.Ю. у дисертаційній роботі для вирішення складного комплексу поставлених задач, дають підставу стверджувати, що отримані результати в достатній мірі теоретично та експериментально підтверджені і є обґрунтованими та достовірними.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

Проведений аналіз змісту дисертації показав наявність наукової новизни основних положень, що виносяться дисертантом до захисту. В дисертації отримано наукові результати, які є значущими у підвищенні функціональної безпеки та експлуатаційної надійності систем залізничної автоматики та телемеханіки за умов впливу завад постійного струму.

Автором вперше розроблено математичну модель електричних процесів у рейковій мережі станції стикування двох видів електричної тяги й полігону електротяги змінного струму, який примикає до станції стикування, географічно розташованої на перехресті двох напрямків, яка дозволила отримати й дослідити поширення тягового струму та потенціалів «рейка–земля» в рейковій мережі в районі станції стикування. Запропоновано метод розрахунку режимів роботи рейкових кіл з урахуванням лінійних та нелінійних властивостей роботи дросель-трансформатора. Також розроблено метод підвищення експлуатаційної надійності рейкових кіл полігону електротяги змінного струму, який примикає до станції стикування, шляхом блокування розтікання тягового струму станції стикування в бік рейкової мережі полігону електротяги змінного струму, що дозволило розробити дослідний зразок, провести низку експериментальних досліджень та впровадити отримані результати на залізниці.

Удосконалено метод розрахунку поширення тягових потенціалів і струмів у рейковій мережі, що враховує різний колійний розвиток ділянки, рейкову лінію, режими роботи й кількість тягових підстанцій, зміну опору ізоляції рейкової лінії, що дозволяє з більшою точністю оцінити значення тягового струму й потенціалу, раціонально розподілити ординати підключення тягових підстанцій до рейкової мережі по ділянці.

Удосконалено математичну модель магнітопроводу дросель-трансформатора, яка, на відміну від існуючих моделей, дозволяє відшукати раціональну апроксимуючу функцію основної кривої намагнічування.

Практичне значення дисертаційної роботи

Наукові положення, висновки, рекомендації, а також моделі, методи та пристрій можуть бути використані при переобладнанні перегонів сучасними засобами керування інтервальним рухом поїздів із забезпеченням стабілізованого живлення та захисту від впливу потужних імпульсних завад пристроїв залізничної автоматики.

Основні результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі при підготовці спеціалістів та магістрів спеціальності 7.05020203 (8.05020203) «Автоматика та автоматизація на транспорті» ДНУЗТ при викладанні дисципліни «Системи автоматики на перегоні», а також передані до служби сигналізації та зв'язку Одеської залізниці.

Практичне впровадження результатів дисертації підтверджується відповідними актами, що наведені в додатках.

Повнота відображення результатів дисертації

Дисертація відповідає поставленій меті та задачам. Основні положення дисертаційної роботи з достатньою повнотою викладено у 25 наукових працях, з яких 6 – наукових статей (3 – в іноземному науковому

виданні), 1 додаткова стаття, 9 патентів та 9 тез доповідей на наукових конференціях.

У вступі наведено загальну характеристику роботи згідно з чинними вимогами.

В першому розділі виконано статистичний огляд відмов пристроїв автоматики та телемеханіки, аналіз існуючих засобів захисту апаратури від впливу завад постійного тягового струму станції стикування та наведено доказ існування проблеми впливу завад постійного тягового струму.

Проведений статистичний огляд відмов апаратури системи залізничної автоматики показав, що проблема впливу завад постійного тягового струму на нормальну роботу пристроїв автоматики є гострою та актуальною.

Встановлено, що на сьогодні існує один метод підвищення експлуатаційної надійності пристроїв, який не виключає розповсюдження постійного тягового струму станції стикування вглиб перегону електротяги змінного струму, що повністю не захищає апаратуру залізничної автоматики та телемеханіки від впливу завад постійного струму. Такі проблемні ділянки залізниць потребують модернізації та застосування ряду нових рішень для забезпечення експлуатаційної надійної роботи систем залізничної автоматики.

Аналіз статистичних даних та наукової літератури дозволив сформулювати мету та задачі дисертаційної роботи, що полягають у підвищенні експлуатаційної надійності рейкових кіл систем залізничної автоматики в умовах впливу завад постійного тягового струму.

У другому розділі здійснено дослідження розповсюдження постійних тягових струмів та потенціалів «рейка-земля» в бік полігону електротяги змінного струму. Для цього обрано проблематичну ділянку залізниці, що знаходиться в районі станції стикування «П'ятихатки – стикові», для якої запропоновано розрахункову схему та побудовано математичну модель, характерною особливістю якої є представлення кожної з рейок в якості загальної цепної схеми чотириполюсників з урахуванням режимів роботи

тягових підстанцій, різних значень опору ізоляції рейкової мережі, колійного розвитку ділянки. Це дозволило визначити рівні очікуваних постійних тягових струмів, які розтікаються по ділянці електротяги змінного струму. Внаслідок проведеного розрахунку встановлено, що різниця потенціалів та струмів у рейках може досягати великих значень при збільшенні опору ізоляції баласту, тому запропоновано метод захисту рейкових кіл ділянки електротяги змінного струму шляхом блокування змішаного струму на межі ділянок станції стикування та полігону електротяги змінного струму.

У третьому розділі наведено аналіз існуючих математичних моделей, що описують електромагнітні процеси в об'єктах з феромагнітним осердям, завдяки чому розроблено математичну модель електромагнітних процесів у дросель-трансформаторі, використовуючи велику кількість апроксимуючих функцій та математичних методів визначення коефіцієнтів апроксимації, завдяки чому визначено більш раціональну функцію, що описує електромагнітні процеси, що дозволило запропонувати новий метод розрахунку режимів роботи рейкових кіл з урахуванням нелінійного режиму роботи дросель-трансформатора, тим самим розширити зону існування рейкового кола.

У четвертому розділі запропоновано метод захисту рейкових кіл полігону електротяги змінного струму шляхом блокування розповсюдження тягового струму станції стикування. Для цього розроблено силовий захисний комутуючий блок та наведено принцип його роботи та розташування по проблематичній ділянці. Приведено експериментальні дослідження макетного зразку захисного блоку, що підтвердило необхідність застосування даного пристрою на проблематичній ділянці. Для зменшення навантаження на захисний пристрій постійного тягового струму запропоновано змінити координати підключення постійних тягових підстанцій. Використовуючи математичну модель, що розроблена в другому розділі, отримані мінімальні значення постійного тягового струму, які

поширюються в бік ділянки електротяги змінного струму, і більш раціональні координати підключення тягових підстанцій.

У п'ятому розділі здійснено розрахунок економічної ефективності впровадження розробленого методу захисту рейкових кіл полігону електротяги змінного струму.

Висновки дисертації відповідають меті та задачам дослідження, що поставлені в роботі.

Оформлення дисертаційної роботи відповідає усім вимогам, які висуваються МОН України до кандидатських дисертацій.

Зміст автореферату включає основні положення та результати дисертаційної роботи і повністю їй відповідає.

Основні зауваження до роботи

1. У вступі необхідно було б більш чітко (конкретно) сформулювати пункти: об'єкт дослідження, методи дослідження, практичне значення одержаних результатів.

2. У розділі 1 дисертації (с. 33-36) не зазначено, яким чином були отримані результати дослідження форми зворотного тягового струму в рейковій мережі району станції стикування (рис. 1.11-1.17).

3. У розділі 2 дисертації наведено математичну модель (2.1), що описує поширення тягового струму і потенціалу рейкової мережі розрахункової ділянки та її схематичний план (с. 39). Доцільно було б навести електричну схему заміщення цієї ділянки.

4. У розділі 3 дисертації наведено результати моделювання магнітних параметрів дросель-трансформатора ДТ-1-150 для граничної петлі гістерезису (рис. 3.14-3.17). Доцільно було б навести ще й результати моделювання магнітних параметрів при підмагнічуванні.

5. У розділі 3 (с. 89-91) слід було привести більш детальне пояснення вибору значення швидкості перемагнічування феромагнітних сердечників.

6. У розділі 3 (с. 98) доцільно було б більш детальніше розкрити зв'язок між Т-подібною схемою заміщення й ідеальним трансформатором (рис. 3.18) з принципом визначення коефіцієнтів чотиріполюсника.

7. У розділі 4 при визначенні області існування кодового рейкового кола (с. 106-108) слід також було б враховувати й опір ізоляції баласту при його сухому та сильно промерзлому стані (50-100 Ом·км).

8. У розділі 4 слід було б більш детально розкрити схему пристрою захисту, розглянути інші елементні комплектуючі силових ключів та елементів захисту від короткого замикання, вказати принцип узгодження двопорогового елемента з приймачем тональної частоти, зробити дослідження надійності його роботи та навести елементи резервування.

9. Бажано було б у висновках вказати, як ще можливо використовувати отримані результати підвищення експлуатаційної надійності рейкових кіл, наприклад, запропонований автором метод розрахунку рейкових кіл, можливо використовувати для усунення впливу електричної дуги на нормальну роботу рейкового кола.

Вищезазначені зауваження не знецінюють результатів наукових досліджень дисертації.

Висновки

В цілому дисертація Журавльова А.Ю. виконана на достатньо високому рівні і являє собою закінчену науково-прикладну роботу, в якій отримано нові наукові результати в галузі розроблення заходів та засобів захисту апаратури залізничної автоматики. Сукупність отриманих результатів дозволяє вирішити науково-прикладну задачу підвищення функціональної безпеки та експлуатаційної надійності системи залізничної

автоматики за рахунок організації захисту апаратури сигналізації, централізації та блокування від впливу завад постійного тягового струму.

Актуальність поставленої у роботі теми, новизна та практичне значення отриманих результатів, їх достовірність і обґрунтованість, застосовані методи вирішення поставлених задач дають підстави вважати, що представлена дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 11, 13, 14 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567, вимогам до оформлення дисертації. Автор представленої роботи – Журавльов Антон Юрійович, – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри "Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка"
Українського державного університету
залізничного транспорту,
доктор технічних наук, професор

М.М. Бабаєв



Особистий підпис
за свідчую 20.10.2016 р.
завідуючий канцелярією
УкрДУЗТ

Бабаєв М.М.

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Журавльова Антона Юрійовича на тему
**«Підвищення експлуатаційної надійності роботи рейкових кіл полігону
електротяги змінного струму, який примикає до станції стикування»,**
що представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Актуальність теми дисертації

Одним з основних напрямів реалізації Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року є забезпечення залізниць рухомим складом, здатним істотно підвищити техніко-економічні показники процесу перевезень, зокрема збільшити швидкості руху вантажних і пасажирських поїздів, що забезпечить зменшення терміну доставки вантажів та зростання рентабельності залізничних перевезень загалом. Також розвиток залізничного транспорту передбачає впровадження нових систем, що в умовах швидкісного руху повинні забезпечувати надійність та безпеку функціонування. Системи залізничної автоматики є однією з відповідальних складових, що приймають безпосередню участь в організації технологічного процесу перевезень. На шляху реалізації даного напрямку Стратегії безумовно необхідним є впровадження сучасних та модернізація існуючих систем залізничної автоматики та телемеханіки для підвищення їх експлуатаційної надійності та функціональної безпеки.

На сьогодні українська залізниця має деякі проблемні ділянки електротяги змінного струму, які примикають до станцій стикування двох родів електричної тяги, системи автоматики працюють тут у дуже складних – екстремальних умовах, адже до існуючих факторів, які впливають на завадостійкість, додається ще й завада постійного тягового струму станції стикування, що здійснює вплив на апаратуру колійних пристроїв сигналізації, централізації та блокування. Крім цього, на ділянках електротяги змінного струму, постійний струм призводить до виникнення електричної корозії, що пошкоджує металеві конструкції колії.

Проведення досліджень особливостей роботи систем залізничної автоматики в умовах впливу завад постійного тягового струму станції стикування, розробка методів та засобів забезпечення їх експлуатаційної надійності дозволить забезпечити високий рівень пропускнуєї спроможності та безпеки руху на залізницях.

У зв'язку з цим тема дисертації, яка спрямована на підвищення експлуатаційної надійності та функціональної безпеки рейкових кіл в умовах впливу завад постійного тягового струму, шляхом вирішення комплексу задач, є актуальною і відповідає основним пріоритетним напрямкам Стратегії розвитку залізничного транспорту.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, та їх достовірність

Поставлені у дисертації задачі розв'язано із застосуванням сучасного математичного апарату з використанням математичного моделювання в пакетах Maple та VisualStudio, імітаційного моделювання за допомогою пакета MapleSim, статистичного аналізу, цифрової обробки сигналів.

При виконанні досліджень використано статистичні дані, отримані на існуючих залізничних ділянках. Проведені дослідження розповсюдження постійного тягового струму та потенціалу «рейка-земля» на ділянці зони станції стикування, визначені рівні та відстань поширення завад постійного тягового струму станції стикування вглиб прилеглої ділянки електротяги змінного струму. Дослідження завад постійного тягового струму проводилось за допомогою сучасного обладнання з використанням перетворення Фур'є та методів цифрової обробки сигналів.

Розроблена математична модель поширення постійного тягового струму та потенціалу «рейка-земля» на існуючій ділянці за допомогою положень теоретичної електротехніки з використанням методу розв'язання лінійних рівнянь.

В роботі розроблена математична модель дросель-трансформатора типу ДТ-1-150 з застосуванням методів математичного аналізу та апроксимуючих функцій, що дозволило отримати раціональну функцію, яка з більшою точністю описує електромагнітні процеси в феромагнітному осерді в лінійному та не лінійному режимі роботи. Використовуючи математичну модель ДТ-1-150 виконані дослідження режимів роботи рейкових кіл в умовах впливу завад постійного тягового струму, для чого були застосовані методи електротехнічних розрахунків схем рейкових кіл.

Автором запропоновано пристрій захисту, що блокує розтікання постійного тягового струму та принципи його експлуатації, що дозволить підвищити електромагнітну сумісність (ЕМС) рейкових кіл (РК) та пристроїв СЦБ ділянки електротяги змінного струму з системою тягового електропостачання. При дослідженні роботи розробленого пристрою захисту – макетного зразку силового захисного комутуючого блоку – застосовані методи лабораторних та експлуатаційних випробувань.

В дисертаційній роботі в достатньому обсязі наведено матеріал порівняння результатів теоретичних досліджень та експериментів. Адекватність отриманих математичних моделей перевірена за критерієм найменших медіан, Вілкоксона, Пірсона, що підтверджує необхідну достовірність одержаних висновків.

Аналіз методів і моделей, які використані Журавльовим А.Ю. для вирішення поставленої науково-прикладної задачі, дозволяє зробити висновок, що одержані в дисертаційній роботі результати в достатній мірі підтверджені теоретично та експериментально є обґрунтованими і достовірними.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

Проведений аналіз змісту дисертації показав наявність наукової новизни основних положень, що виносяться дисертантом на захист. У дисертації отримано наукові результати, які є значущими для залізниці України, оскільки вони дозволяють підвищити функціональну безпеку РК.

Вперше запропоновано математичну модель поширення постійного тягового струму та потенціалу уздовж рейкової мережі зони станції стикування двох родів електричної тяги з урахуванням режимів роботи тягової підстанції, яка дозволила отримати й дослідити поширення рівнів тягового струму та потенціалів в рейковій мережі ділянки змінного струму при зміні перехідного опору «рейка-земля».

Автором розроблена математична модель електромагнітних процесів в феромагнітному осерді, завдяки якій запропоновано метод розрахунку основних режимів роботи рейкових кіл з урахуванням лінійних та не лінійних властивостей роботи дросель-трансформатора.

Вперше автором розроблено метод підвищення ЕМС РК полігону електротяги змінного струму, який примикає до станції стикування, шляхом блокування розтікання змішаного тягового струму станції стикування в сторону рейкової мережі ділянки електротяги змінного струму, що дозволило розробити дослідний зразок, провести низку експериментальних досліджень та впровадити отримані результати на залізниці.

В роботі запропоновано вдосконалення методу розрахунку поширення тягових потенціалів і струмів у рейковій мережі, що враховує різний колійний розвиток ділянки, рейкову лінію з/без урахування стикових з'єднувачів різного типу, режими роботи й кількість тягових підстанцій, зміну опору ізоляції рейкової лінії, що дозволяє: з більшою точністю оцінити значення тягового струму й потенціалу; визначити ординати підключення тягових підстанцій до рейкової мережі по ділянці зони станції стикування для отримання мінімальних рівнів постійного тягового струму, який розтікається вглиб ділянки електротяги змінного струму.

Удосконалено математичну модель, яка описує електромагнітні процеси в магнітопроводі дросель-трансформатора та, на відміну від існуючих моделей, дозволяє відшукати раціональну апроксимуючу функцію основної кривої намагнічування з урахуванням критеріїв адекватності.

Практичне значення дисертаційної роботи

Отримані в дисертації наукові результати дозволили розробити методи підвищення ЕМС РК та пристроїв СЦБ із системою тягового електропостачання, в умовах впливу завад постійного тягового струму.

Основні результати дисертаційної роботи передані до впровадження на Одеську залізницю і, для додаткових експлуатаційних випробувань, на П'ятихатську дистанцію сигналізації та зв'язку Придніпровської залізниці та Знам'янську дистанцію сигналізації та зв'язку Одеської залізниці з метою підвищення функціональної безпеки рейкових кіл на ділянках з рухом швидкісних електропоїздів, прилеглих до станції стикування.

Наукові положення дисертації та розроблені методи підвищення експлуатаційної надійності рейкових кіл застосовуються у навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна у дисциплінах кафедри «Автоматика, телемеханіка та зв'язок», а також при виконанні дипломних магістерських робіт та дипломних проектів спеціалістів.

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними актами, що наведені у додатках до дисертації.

Аналіз змісту дисертації

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, додатків. Зміст автореферату відповідає змісту дисертаційної роботи.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, сформульовано мету і задачі досліджень, викладено наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів, наведено дані про особистий внесок, публікації та апробацію наукових розробок.

В першому розділі виконано статистичний аналіз відмов пристроїв автоматики та телемеханіки, аналіз існуючих засобів захисту апаратури рейкових кіл від впливу завад постійного тягового струму станції стикування.

Проведений статистичний огляд відмов апаратури системи залізничної автоматики показав, що, в більшій мірі, завади тягового струму впливають на дросель-трансформатор, проблема впливу завад тягового струму на нормальну роботу пристроїв автоматики є гострою та актуальною.

Існуючий на сьогоднішній день метод підвищення експлуатаційної надійності пристроїв автоматики полігону електротяги змінного струму, який примикає до станції стикування, не виключає розповсюдження постійного тягового струму станції стикування вглиб перегону електротяги змінного струму, тому повністю не захищає апаратуру залізничної автоматики та телемеханіки від впливу завад постійного струму. Такі проблемні ділянки залізниць потребують модернізації та застосування ряду нових рішень для забезпечення експлуатаційної надійної роботи систем залізничної автоматики.

Наведено доказ існування проблеми розповсюдження завад постійного тягового струму вглиб ділянки електротяги змінного струму, яка примикає до станції стикування.

На підставі виконаного аналізу сформульовано мету та задачі дисертаційної роботи.

В другому розділі розроблено математичну модель, яка описує та дозволяє дослідити рівні розповсюдження постійних тягових струмів та потенціалів «рейка-земля» вбік полігону електротяги змінного струму за різних умов роботи тягової підстанції, геометрії ділянки, стану рейкової мережі. Модель побудована з використанням даних проблемної ділянки залізниці, що знаходиться в районі станції стикування П'ятихатки – стикова. Була запропонована розрахункова схема, характерною особливістю якої є представлення кожної з рейок загальною цепною схемою чотирьох полюсників з урахуванням режимів роботи тягових підстанцій, різних значень опору ізоляції рейкової мережі, колійного розвитку ділянки. Це дозволило визначити рівні очікуваних постійних тягових струмів, які розтікаються по ділянці електротяги змінного струму. Внаслідок проведеного розрахунку встановлено, що різниця

потенціалів та струми у рейках можуть досягати великих значень при збільшені опору ізоляції баласту, тому запропоновано метод захисту рейкових кіл ділянки електротяги змінного струму шляхом блокування змішаного струму на границі ділянок станції стикування та полігону електротяги змінного струму.

В третьому розділі розроблено математичну модель електромагнітних процесів однофазного трансформатора з феромагнітним осердям, наведено аналіз існуючих функцій апроксимації та моделі, які описують основну криву намагнічування та петлю гістерезису. Розроблена математична модель електромагнітних процесів в дросель-трансформаторі типу ДТ-1-150 з використанням різних математичних методів визначення коефіцієнтів апроксимації, завдяки чому визначена раціональна апроксимуюча функція, яка описує електромагнітні процеси, що дозволило запропонувати новий метод розрахунку основних режимів роботи рейкових кіл з урахуванням нелінійного режиму роботи дросель-трансформатора, тим самим розширити область існування рейкового кола. Отримані результати можуть використовуватися при корекції нормативних даних рейкових кіл.

В четвертому розділі розроблено метод та пристрій захисту рейкових кіл шляхом блокування розповсюдження змішаного тягового струму станції стикування вглиб ділянки електротяги змінного струму по рейковій мережі. Для цього розроблено силовий захисний комутуючий блок та наведено принцип його роботи. Запропоновано принцип розташування декількох пристроїв по проблемній ділянці для повного виключення завади постійного тягового струму. Проведені експериментальні дослідження макетного зразку захисного блоку, що підтвердили необхідність застосування даного пристрою на проблемній ділянці. Для зменшення навантаження на захисний пристрій постійного тягового струму запропоновано змінити координати підключення постійних тягових підстанцій. Використання математичної моделі, розробленої в другому розділі, та удосконалення алгоритму дозволило отримати мінімальні значення постійного тягового струму, які поширюються вбік ділянки електротяги змінного струму, та раціональні координати підключення тягових

підстанцій, що може бути використано при проектуванні нових та реконструкції існуючих систем електропостачання станції стикування.

У **п'ятому розділі** приведено розрахунок економічної ефективності впровадження запропонованого методу захисту рейкових кіл полігону електротяги змінного струму, шляхом блокування змішаного тягового струму в рейковій мережі.

Висновки дисертації відповідають меті та задачам дослідження, які поставлені в роботі.

В додатках приведені акти впровадження результатів роботи на Одеській залізниці й навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені акад. В. Лазаряна, акт проведення випробувань та лист підтримки.

Повнота відображення результатів дисертації

Основні положення дисертаційної роботи з достатньою повнотою викладено у 25 наукових працях, з яких 6 – наукових статей (3 – в іноземному науковому виданні), 1 додаткова стаття, 9 патентів та 9 тез доповідей на наукових конференціях.

Сукупність наукових результатів та практичне значення дозволяють зробити висновок про завершеність роботи та особистий внесок здобувача.

Основні зауваження до роботи

1. В першому, другому та четвертому розділах доцільно було б на рисунках розшифровки спектрів осцилограм показувати еквівалентне значення струмів в амперах.

2. У другому та четвертому розділі не наведені електричні схеми заміщення розрахункових схем в різних режимах роботи тягової мережі. Бажано привести опис електричних схем заміщення та посилання на джерело.

3. У другому розділі бажано вказати яким методом розв'язується система рівнянь (2.2).

4. В другому розділі (п.п. 2.3, стор. 52) при розрахунку небезпечного потенціалу на ізолюючому стику прийнята довжина живлячих дротів не відповідає розрахунковій схемі (рис. 2.13).

5. В другому розділі (п.п. 2.3, стор. 53) в системі рівнянь (2.3), приведений для розрахунку потенціалів і струмів рейкової мережі при короткому замкненні замість повного хвильового опору РМ вказаний питомий опір, а також не вірно вказані розмірності опорів РМ та перехідного опору «рейка-земля».

6. В класичному розумінні прикладної надійності в роботі відсутня математична модель або структурна схема для отримання оціночних (кількісних) показників надійності.

7. В третьому розділі необхідно конкретизувати який метод було використано для проведення досліджень. Якщо використано метод найменших квадратів (його часто використовують), що є частковим випадком методу максимального «*правдоподобия*», то він застосовується лише у разі, коли вихідні та вхідні величини розподілені за нормальним законом і є незалежними за умови, що крок дискретизації (час дискретизації) більше часу спаду автокореляційної функції. Якщо було використано стандартну програму, то необхідно в описі відповідного методу подивитися на вище вказану умову, а також надати сертифікат та ліцензію на програмний продукт.

8. В третьому розділі необхідно надати обґрунтування використання спрощеної Т-подібної схеми заміщення. Або попередньо навести припущення.

9. В четвертому розділі роботи не ясно, з яких міркувань в схемі контролю віддалення хвоста рухомої одиниці обрано частоту тонального генератора 780 Гц.

Відмічені в даному відгуку недоліки не знижують наукової і практичної цінності дисертації.

Висновки

В цілому дисертація Журавльова А.Ю. виконана на достатньо високому рівні та являє собою закінчену наукову роботу, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати в галузі підвищення експлуатаційних показників систем залізничної автоматики, що вирішують науково-прикладне завдання підвищення функціональної безпеки рейкових кіл в умовах експлуатації рухомого складу з асинхронним тяговим приводом шляхом забезпечення їх електромагнітної сумісності з системою тягового електропостачання та новими видами рухомого складу.

Представлена дисертаційна робота відповідає вимогам пунктів 9, 11 «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567, вимогам до оформлення дисертацій. Автор роботи, Журавльов Антон Юрійович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри
електротехніки та електропривода
Національної металургійної академії України,
кандидат технічних наук, доцент

А.В. Ніколенко



засвідчую

начальник відділу кадрів

В.С. Шифрін

21.10.16