

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Щеки Вадима Ігоровича на тему
**«Підвищення функціональної безпеки рейкових кіл в умовах експлуатації
рухомого складу з асинхронним тяговим приводом»,**

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-технологічні показники процесу перевезень, зокрема збільшити швидкості руху вантажних і пасажирських поїздів, що забезпечить зменшення строку доставки вантажів та зростання рентабельності залізничних перевезень загалом. На шляху реалізації даного напрямку Стратегії безумовно необхідним є впровадження нового та модернізація існуючого рухомого складу відповідно з сучасними міжнародними стандартами.

На сьогодні українські залізниці мають певний досвід розробки, впровадження та експлуатації сучасних видів електрорухомого складу, проводяться також роботи у напрямку вдосконалення та модернізації існуючого тягового парку. Але існує ряд проблем, які пов'язані з особливістю взаємодії сучасного електрорухомого складу з інфраструктурою залізниць. Зокрема відкритим залишається питання його електромагнітної сумісності з існуючими системами залізничної автоматики. Проведення досліджень особливостей роботи систем залізничної автоматики в умовах експлуатації сучасних видів електрорухомого складу та розробка методів та засобів забезпечення їх електромагнітної сумісності дозволить забезпечити високий рівень пропускнув спроможності та безпеки руху на залізницях.

У зв'язку з цим тема дисертації, яка спрямована на підвищення функціональної безпеки рейкових кіл в умовах експлуатації сучасного електрорухомого складу шляхом забезпечення їх електромагнітної сумісності, є

достатньо 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 на ЕОМ, імітаційного моделювання за допомогою пакета OrCAD PSpice, перетворень Лапласа, статистичного аналізу, цифрової обробки сигналів, планувань експерименту.

Побудову та дослідження узагальненої математичної моделі силових кіл електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом виконано за допомогою теорії електротехніки з використанням методів імітаційного моделювання. При розробці та підтвердженні запропонованого методу селективної компенсації завад в рейкових колах застосовано методи фізичного моделювання та натурних випробувань. Дослідження електромагнітних завад від електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом проведено за допомогою сучасного обладнання з використанням перетворення Фур'є та методів цифрової обробки сигналів.

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

Аналіз методів і моделей, які використані Щекою В.І. 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, оскільки вони дозволяють підвищити функціональну безпеку рейкових кіл.

Вперше запропоновано узагальнену математичну модель силових кіл електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом з урахуванням електромагнітних процесів в усіх вузлах приводу. На базі математичної моделі з використанням пакету аналізу електричних кіл OrCAD PSpice реалізовано імітаційну модель силових кіл електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом, що дозволило дослідити частотні параметри завад від електрорухомого складу в різних режимах його роботи та визначити найбільш несприятливі для функціонування рейкових кіл режими ведення.

Автором розроблено математичну модель впливу тягової мережі з активним екрануючим проводом на рейкові кола, що дозволило визначити характер розповсюдження електромагнітних завад від електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом та сформулювати ідею методу компенсації електромагнітних завад в рейкових колах від електрорухомого складу.

Вперше автором розроблено метод селективної компенсації завад в рейкових колах та його наукове обґрунтування. Запропонований метод дозволяє підвищити функціональну безпеку рейкових кіл шляхом зменшення рівня електромагнітних завад, частоти яких знаходяться у смугах роботи колійних приймачів.

В роботі запропоновано вдосконалення методу вимірювання та аналізу електромагнітних завад від нових типів електрорухомого складу при їх випробуваннях, що відрізняється одночасним багатоканальним вимірюванням параметрів завад та керуючих сигналів електрорухомого складу, а також сигналів завад в каналах рейкових кіл та автоматичної локомотивної сигналізації з подальшим аналізом за допомогою цифрової фільтрації та перетворення Фур'є, який дає можливість ефективно виявляти електромагнітні завади понаднормованого рівня та визначати причини їх виникнення.

Практичне значення дисертаційної роботи

Запропонований вдосконалений метод вимірювання та аналізу електромагнітних завад може бути використаний при сертифікаційних випробуваннях нових типів електрорухомого складу на електромагнітну сумісність з пристроями автоматики.

Отримані в дисертації наукові результати дозволили розробити метод селективної компенсації завад в рейкових колах, що забезпечує підвищення їх функціональної безпеки в умовах експлуатації сучасного електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом.

Основні результати дисертаційної роботи передані до впровадження на Шосту дистанцію сигналізації та зв'язку Придніпровської залізниці та П'яту дистанцію сигналізації та зв'язку Одеської залізниці з метою підвищення функціональної безпеки рейкових кіл на ділянках з рухом швидкісних електропоїздів.

Наукові положення дисертації та розроблений метод селективної компенсації завад в рейкових колах 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, шести 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 аналіз існуючих видів електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом на вітчизняних та закордонних залізницях та засобів зменшення електромагнітного впливу струмів контактної мережі на пристрої СЦБ.

Проаналізовано статистику відмов у системах автоблокування та електричної централізації за причинами, зазначено, що інтенсивність відмов збільшилась останніми роками на ділянках з рухом електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом.

На підставі виконаного аналізу сформульовано мету та задачі дисертаційної роботи.

В другому розділі розроблено узагальнену математичну модель силових кіл електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом з урахуванням процесів в силовому трансформаторі, перетворювачах та обмотках асинхронного тягового приводу з використанням реальних параметрів силових ключів. Приведено аналітичне розв'язання рівнянь моделі операторним методом, на основі якого побудовано криві фазного та зворотного струму електропоїзда.

На основі математичної моделі в пакеті OrCAD PSpice розроблено імітаційну модель силових кіл електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом, за допомогою якої визначено потенційно небезпечні режими ведення локомотива та вихідні частоти АІН, при яких гармоніки фазного та зворотного тягового струму від електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом потраплятимуть у смугу сигнальних частот рейкових кіл.

В третьому розділі вдосконалено метод вимірювання електромагнітних завад від нових типів ЕРС, що зумовлює багатоканальні вимірювання струмів асинхронного тягового двигуна, зворотних тягових струмів від електрообладнання ЕРС, керуючих сигналів електропоїзда, сигналів в тракті передачі кодів локомотивної сигналізації та у рейкових колах.

Запропоновано комплексний метод аналізу при обробці експериментальних даних, при якому застосовується програмне забезпечення на базі пакету LabVIEW, цифрова фільтрація засобами Signal Processing Toolbox в пакеті MATLAB та алгоритм швидкого перетворювання Фур'є. З проведених експериментальних досліджень визначено, що в умовах експлуатації ЕРС з АТП струми завад в РК у всіх сигнальних частотах можуть на 40-50 % перевищувати гранично допустимі значення.

За допомогою отриманих експериментальних даних підтверджено адекватність створених математичної та імітаційної моделей силових кіл ЕРС з АТП реальним системам за критерієм Вілкоксона на 5 % рівнозначності.

В четвертому розділі розроблено математичну модель впливу тягової мережі з активним екрануючим проводом на РК, проаналізовано характер розповсюджень електромагнітних завад та досліджено електромагнітний вплив контактної мережі на РК в діапазоні частот струму завади до 6000 Гц.

Розроблено математичну модель розповсюдження зворотного тягового струму та потенціалу в рейках та її комп'ютерну реалізацію, що дозволяє автоматизувати визначення характеру розповсюдження потенціалів та струмів в рейках уздовж фідерної зони. Запропонована модель враховує індуктивний вплив контактної мережі. Визначено, що рівень тягового струму в рейках найбільший в межах ТП й ЕРС та збільшується з ростом інтенсивності руху і при підвищенні опорної ізоляції рейок.

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження розповсюдження електромагнітних завад дозволили сформулювати ідею методу компенсації електромагнітних завад в рейкових колах.

В п'ятому розділі науково обґрунтовано метод селективної компенсації завад в РК, який базується на застосуванні активного екрануючого проводу, та за допомогою регулюючих елементів дозволяє зменшувати в РК рівні завад, частоти яких знаходяться у смугах роботи колійних приймачів. За допомогою математичного моделювання проведено порівняння розробленого методу з

існуючою системою, що зумовлює використання пасивного екрануючого проводу.

В розділі проведено розрахунок інтенсивності відмов рейкових кіл з причин порушення електромагнітної сумісності в умовах руху електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом до і після впровадження запропонованого методу селективної компенсації завад. З розрахунку визначено, що впровадження методу селективної компенсації завад знижує інтенсивність відмов РК на 21 %. Таким чином, запропонований метод дозволяє не тільки значно зменшити електроспоживання та потужність компенсуючих пристроїв, а й підвищити безпеку функціонування РК.

У шостому розділі приведено розрахунок економічної ефективності впровадження запропонованого методу селективної компенсації завад в рейкових колах.

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

В додатках до дисертаційної роботи приведено: розрахунок ємностей схеми заміщення IGBT, розрахунок часових параметрів керуючих імпульсів, діаграму розповсюдження гармонік зворотного тягового струму вздовж ФЗ при електротязі змінного струму, допустимі рівні гармонійних складових мережевого струму електровозу, акти впровадження результатів роботи у Шевченківській дистанції сигналізації та зв'язку й учбовому процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені акад. В. Лазаряна.

Повнота відображення результатів дисертації

Основні положення дисертаційної роботи з достатньою повнотою викладено у 6 наукових працях, які опубліковано у фахових наукових виданнях, рекомендованих МОН України. Крім того, результати дисертації отримали необхідну апробацію на міжнародних науково-практичних конференціях.

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

Основні зауваження до роботи

1. У другому розділі не зазначено, яким чином були обрані схеми заміщення фізичних елементів (рис. 2.1-2.3). Бажано привести опис елементів на зазначених схемах та посилання на джерело літератури.

2. На сучасному електрорухомому складі передбачено фільтрацію сигналів, що потрапляють у контактну мережу та є завадами для зовнішніх від неї систем. З урахуванням цього бажано дати аналіз їх роботи на небезпечних режимах та умовах керування у другому розділі при розробці математичної моделі електромагнітних процесів в електрорухомому складі з асинхронними тяговими двигунами.

3. У третьому розділі результати часової залежності сигналів, що показані на рис. 3.9 бажано розглянути у вигляді амплітудного спектру, особливо в полосі частот сигнальних струмів рейкових кіл, де відмінність між реальним сигналом та результатом моделювання буде більш наочна.

4. У другому та четвертому розділах бажано дати аналіз залежності електромагнітного впливу завад від електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом залежно від стану асиметрії рейкової лінії.

5. В четвертому розділі роботи не ясно, з якою метою проведено масштабний експеримент по дослідженню наведеної ЕРС в проводі приймача, при наявності результатів натурного експерименту та математичного моделювання.

6. При моделюванні електромагнітного впливу тягової мережі з активним екрануючим проводом на рейкові кола, у п'ятому розділі, не враховано ефект секціонування, що спостерігатиметься внаслідок підключення активного екрануючого проводу до рейок через проміжки, які дорівнюють довжинам рейкових кіл.

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

Висновки

В цілому дисертація Щеки В.І. 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, Щека Вадим Ігорович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,
завідувач кафедри
«Електротехніка та електричні машини»
Українського державного
університету залізничного транспорту,
доктор технічних наук, професор



Особистий підпис
засвідчую _____ 20 __ р.
Завідуючий канцелярією
УкрДУЗТ

М.М. Бабаєв

Бабаєв М.М.

ВІДГУК

Офіційного опонента на дисертаційну роботу Щеки Вадима Ігоровича на тему «Підвищення функціональної безпеки рейкових кіл в умовах експлуатації рухомого складу з асинхронним тяговим приводом», поданої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Актуальність теми дисертації

Сучасні види електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом, завдяки своїм чисельним перевагам, знайшли широке використання на залізничному транспорті Європи та світу. Українські залізниці не залишилися осторонь сучасних тенденцій і на сьогоднішній день реалізують напрям Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року щодо підвищення швидкостей залізничних перевезень за рахунок використання електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом. Проте досі залишається відкритим питання електромагнітної сумісності сучасного рухомого складу з існуючими пристроями залізничної автоматики, вирішення якого дозволить забезпечити високу пропускну здатність та безпеку руху на залізничному транспорті.

Розгляд особливостей електромагнітних процесів в силових колах та перетворювачах сучасного електрорухомого складу, а також дослідження їх впливу на роботу пристроїв залізничної автоматики дозволить розробити ефективні методи та засоби забезпечення електромагнітної сумісності сучасних видів електрорухомого складу з системами залізничної автоматики та забезпечити їх надійне функціонування.

Актуальність теми дисертації підтверджується виконанням дослідження по роботі згідно з трьома держбюджетними науково-дослідними темами, та відповідними напрямками Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року.

Таким чином дисертація Щеки В. І., що присвячена підвищенню функціональної безпеки рейкових кіл в умовах експлуатації електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом є актуальною і відповідає основним пріоритетним напрямкам розвитку галузі залізничного транспорту.

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

Обґрунтованість та достовірність результатів, отриманих у дисертації, підтверджується коректним використанням сучасного математичного апарату для вирішення поставлених в роботі задач, застосуванням теорій електротехніки, електричних машин і перетворювачів, дотриманням принципів планування та проведення експериментальних досліджень.

Результати імітаційного і математичного моделювання, натурних випробувань та масштабного моделювання, проведених у дисертації мають високу збіжність, що свідчить про адекватність запропонованих математичних моделей і достовірність наукових положень та висновків отриманих у автором в роботі.

Достовірність наукових положень та обґрунтованість висновків, отриманих Щекою В. І., підтверджується наявними актами впровадження результатів дисертаційного дослідження на дистанції сигналізації та зв'язку Одеської залізниці і в навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені ак. В. Лазаряна.

Наукова новизна результатів дисертаційної роботи

Наукова новизна результатів, що отримані в дисертації, полягає в наступному:

автором вперше запропоновано узагальнену математичну модель силових кіл електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом з урахування процесів в силовому трансформаторі, 4q-S перетворювачі, інверторі та обмотках асинхронного двигуна з використанням реальних параметрів силових ключів. Також приведено аналітичне розв'язання рівнянь моделі, а на

її основі побудовано імітаційну модель в пакеті OrCAD PSpice. В результаті проведено дослідження завад від електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом в різних режимах його роботи та визначено найбільш несприятливі для функціонування рейкових кіл режими ведення;

вперше розроблено математичну модель впливу тягової мережі з активним екрануючим проводом на рейкові кола, яка дозволила дослідити розповсюдження електромагнітних завад від електрорухомого складу та науково обґрунтувати метод їх ефективної компенсації в рейкових колах;

у роботі вперше розроблено наукове обґрунтування запропонованого методу селективної компенсації завад в рейкових колах, який дозволяє зменшити електроспоживання та потужність компенсуючих пристроїв та підвищити безпеку функціонування рейкових кіл;

автором вдосконалено метод вимірювання електромагнітних завад від електрорухомого складу, що зумовлює багатоканальну реєстрацію зворотних тягових струмів від електрообладнання електрорухомого складу, фазних струмів тягового асинхронного двигуна, напруги на приймальних котушках автоматичної локомотивної сигналізації, сигналів швидкостеміра та керуючих сигналів контролера. Такий підхід забезпечую можливість виявити та всебічно проаналізувати виявлені понаднормовані електромагнітні завади від обладнання електрорухомого складу.

Практичне значення дисертаційної роботи

Отримані в дисертації наукові результати дозволили розробити метод селективної компенсації завад в рейкових колах, впровадження якого дозволяє забезпечити їх електромагнітну сумісність з електрорухомим складом з асинхронним тяговим приводом та як наслідок підвищити функціональну безпеку рейкових кіл.

Вдосконалений метод реєстрації та подальшого аналізу електромагнітних завад буде корисним при проведенні сертифікаційних

випробуваннях нових типів електрорухомого складу на електромагнітну сумісність з системами залізничної автоматики.

Основні результати дисертаційної роботи застосовуються у навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна при підготовці студентів кафедри «Автоматика, телемеханіка та зв'язок» та при виконанні дипломних і магістерських робіт, а також передані до впровадження у Шосту дистанцію сигналізації та зв'язку Придніпровської залізниці та у П'яту дистанцію сигналізації та зв'язку Одеської залізниці з метою підвищення функціональної безпеки рейкових кіл. Впровадження результатів роботи підтверджено актами, наведеними у додатках.

Аналіз змісту дисертації

Загальний зміст дисертації складає 161 сторінку, обсяг тексту 138 сторінок. Дисертація містить вступу, шість розділів, висновки, список використаних літературних джерел, додатки. Зміст автореферату відповідає змісту дисертаційної роботи.

У **вступі** сформульовані мета і задачі досліджень, обґрунтована актуальність теми дисертації, викладені наукова новизна та практична значимість отриманих результатів, приведено зв'язок роботи з науковими програмами, наведені дані про особистий внесок, апробацію результатів дисертації та відомості про публікації.

Перший розділ присвячено аналізу існуючих видів електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом, що використовуються на вітчизняних та закордонних залізницях. Наведено результати статистичної обробки даних відмов у системах автоблокування та електричної централізації за причинами. Визначено, що інтенсивність відмов рейкових кіл збільшилась в останні роки на ділянках з експлуатацією електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом.

Також в розділі проаналізовано існуючі засоби зменшення електромагнітного впливу струмів контактної мережі на пристрої автоматики.

Проведена аналітична робота дозволила сформулювати мету та задачі дисертаційного дослідження.

В другому розділі розроблено математичну модель силових кіл електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом, яка враховує електромагнітні процеси в силовому трансформаторі, 4q-S перетворювачі, інверторі та обмотках тягового двигуна і використовує реальні параметри IGBT. Також приведено аналітичне розв'язання рівнянь запропонованої математичної моделі.

Розроблено імітаційну модель силових кіл електрорухомого складу в пакеті OrCAD PSpice, яка за допомогою пристрою керування дозволяє змінювати параметри силових кіл та задавати певні алгоритми керування транзисторами для реалізації різних режимів роботи силового обладнання. Це дозволило дослідити силові кола електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом в різних режимах роботи та визначити потенційно небезпечні режими ведення поїздів та вихідні частоти інвертора, при яких гармоніки фазного та зворотного тягового струму від електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом потраплятимуть у смугу сигнальних частот рейкових кіл та впливатимуть на їх функціональну безпеку.

В третьому розділі вдосконалено метод багатоканального вимірювання електромагнітних завад від нових типів електрорухомого складу при їх випробуваннях, що дав можливість проаналізувати причини виникнення завад, які генеруються обладнанням електрорухомого складу. Приведено детальний опис методу вимірювання та використаної апаратури. Зазначено, що рівні гармонічних завад в полосах сигнальних частот рейкових кіл перевищують нормативні значення на 40-50%.

За результатами досліджень сформовано технічну рекомендацію щодо усунення причин появи електромагнітних завад в рейкових колах, яка полягає у

використані для керування інвертором методу широтно-імпульсної модуляції з високою несучою частотою.

За допомогою отриманих в розділі експериментальних даних підтверджено адекватність створених математичної та імітаційної моделей силових кіл електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом реальним системам за критерієм Вілкоксона на 5 % рівні значності.

Четвертий розділ присвячено розробці та дослідженню математичної моделі впливу тягової мережі з активним екрануючим проводом на рейкові кола, що дало можливість проаналізувати характер розповсюджень електромагнітних завад від електрорухомого складу з асинхронним тяговим приводом та дослідити їх вплив на рейкові кола в діапазоні частот струму завади до 6000 Гц. Проведено дослідження характеру зміни різниці наведених в рейках суміжної колії ЕРС в залежності від міжколійної відстані та частоти впливаючого струму, а також від висоти розташування контактного проводу та провідності землі. Зазначено, що при розташуванні суміжних колій на відстані 5,9 м контактна мережа буде створювати найбільший вплив на рейкові кола.

Розроблено математичну модель розповсюдження кондуктивних завад в рейках та її комп'ютерну реалізацію. Математична модель дозволяє змінювати довжину фідерної зони, кількість локомотивів у ній, род тяги, потужність електрорухомого складу, опір рейок та ізоляції та автоматизує визначення характеру розповсюдження потенціалів та струмів в рейках.

В п'ятому розділі запропоновано наукове обґрунтування методу селективної компенсації завад в рейкових колах, суть якого полягає в зменшенні тільки тих завад, частоти яких знаходяться у смугах роботи колійних приймачів рейкових кіл. Метод базується на використанні активного екрануючого проводу, який за допомогою регулюючих елементів підключається до рейкової лінії та дозволяє ефективно зменшувати електромагнітні завади в рейкових колах.

В розділі проведено порівняння розробленого методу з існуючою системою, що зумовлює використання пасивного екрануючого проводу.

Проведено розрахунок показників функціональної безпеки рейкових кіл, визначено зменшення інтенсивності відмов рейкових кіл на 21%. після впровадження запропонованого методу селективної компенсації завад.

У шостому розділі приведено розрахунок економічної ефективності від впровадження запропонованого методу селективної компенсації завад в рейкових колах, визначено суму капітальних вкладень.

Висновки дисертації відповідають поставленим задачам та містять узагальнені результати дослідження.

У додатках приведено: розрахунок ємностей схеми заміщення IGBT та часових параметрів керуючих імпульсів, діаграму розповсюдження гармонік зворотного тягового струму вздовж фідерної зони при електротязі змінного струму, дані щодо допустимих рівнів гармонійних складових мережевого струму електровозу, а також акти впровадження результатів дисертації у Шевченківській дистанції сигналізації та зв'язку і навчальному процесі Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені ак. В. Лазаряна.

Послідовність викладення матеріалу в авторефераті відповідає дисертації.

Повнота відображення результатів дисертації

Основні наукові положення дисертаційної роботи в достатній мірі викладено у 16 наукових працях, з яких 6 опубліковано у фахових наукових виданнях, рекомендованих ВАК України. Результати дисертації закріплені патентом на винахід та були висвітлені у матеріалах та тезах 7 міжнародних конференцій.

Основні зауваження до роботи

1. Перший розділ бажано доповнити деякими визначеннями основних термінів та понять, що використовуються в дисертаційній роботі, наприклад, функціональна безпека, системи СЦБ, і т. ін.

2. На рис. 2.6 (стор. 40) необхідно позначити та описати всі присутні елементи;

3. У другому розділі бажано обґрунтувати прийняті спрощення для зменшення об'ємів математичних виразів;

4. У другому та третьому розділах бажано проаналізувати часову залежність та параметри струму живлення контактної мережі, так як вони можуть відрізнятися від нормативних та впливати на отримані рівні завад;

5. У роботі не приведено даних щодо залізничних ділянок на яких проводились експериментальні дослідження завад від електрорухомого транспорту з асинхронним тяговим приводом;

6. У третьому розділі бажано дати статистичні результати визначення електричних сигналів в колах та детальніше описати зовнішні умови, в яких проводились експериментальні дослідження;

7. На стор. 92 зображена отримана залежність наведеної в рейці електрорушійної сили (рис. 4.4), бажано привести схему вимірів, що використана при проведенні експерименту;

8. В авторефераті доцільно було навести конкретний перелік відмов у роботі пристроїв СЦБ, що можуть виникати у зв'язку з порушенням електромагнітної сумісності.

Зазначені зауваження не знижують загальної цінності дисертаційної роботи і не впливають на головні теоретичні та практичні результати дисертації.

Висновки

Дисертаційна робота Щеки В. І. є закінченою і виконана автором самостійно на достатньо високому науковому рівні. В дисертації отримано нові наукові результати, які є актуальними для галузі залізничного транспорту та дозволяють вирішити науково-прикладне завдання підвищення функціональної безпеки рейкових кіл в умовах експлуатації рухомого складу з асинхронним тяговим приводом.

В цілому за науковою новизною та практичним значенням 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 дисертацій, а її автор, Щека Вадим Ігорович, заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту.

Офіційний опонент,

завідувач кафедри

«Електротехніка та електропривод»

Національної металургійної академії України,

кандидат технічних наук, доцент

А. В. Ніколенко

05. 11. 15р.

Підпис

зав. кафедри

Ніколенко А.В.

засвідчую
начальник відділу кадрів

