

ГОСУДАРСТВЕННАЯ АДМИНИСТРАЦИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА

ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЙ АКАДЕМИИ УКРАИНЫ

НПП "УКРТРАНСАКАД



МАТЕРИАЛЫ

III Международной научно-практической конференции
«ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ
И БЕЗОПАСНОСТЬ НА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»
(EMC&S-R 2010)
(15.04 – 16.04.2010)

EMC-R 2010

Днепропетровск
2010

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И СВЯЗИ УКРАИНЫ
ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА
ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА
ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЙ АКАДЕМИИ УКРАИНЫ

ТЕЗИСЫ
III Международной научно-практической конференции
«ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ
И БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ
ТРАНСПОРТЕ»
(EMC-R 2010)

ТЕЗИ
III Міжнародної науково-практичної конференції
«ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»
(EMC-R 2010)

PROCEEDINGS
of the 3rd International Scientific and Practical Conference
"ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND SAFETY ON
RAILWAY TRANSPORT"
(EMC-R 2010)

15.04 – 16.04.2010

Днепропетровск
2010

УДК 621.331:621.332

Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте: Тезисы III Международной научно-практической конференции (Днепропетровск, 15-16 апреля 2010 г.) – Д.: ДНУЖТ, 2010. – 63 с.

В сборнике представлены тезисы докладов III Международной научно-практической конференции «Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте», которая состоялась 15-16 апреля 2010 г. в Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.

Сборник предназначен для научно-технических работников железных дорог, предприятий транспорта, преподавателей высших учебных заведений, докторантов, аспирантов и студентов.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., профессор Мямлин С. В. – председатель

д.ф.-м.н., профессор Гаврилюк В. И.

к.т.н. Сыченко В.Г.

Сердюк Т.Н. – к.т.н., доц.

инж. Дунаев Д.В.

инж. Миргородская А. И.

НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

Мямлин С.В. – д.т.н., проф., проректор по научной работе ДИИТа

Заместители председателя комитета:

Гаврилюк В.И. – д.ф-м.н., проф., зав. кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь» ДИИТа;

Сыченко В.Г. – к.т.н., зав. кафедрой «Электроснабжение железных дорог» ДИИТа.

Члены научного комитета:

Бадер М.П. – д.т.н., проф. (МИИТ, Россия)

Бялонь А. – к.т.н. (Научно-технический центр ж.д. транспорта, Польша)

Бойник А. Б. – д.т.н., проф. (УкрГАЗТ, Украина)

Загарий Г.И. – д.т.н., проф. (УкрГАЗТ, Украина)

Ким Е.Д. – д.т.н. (ДИИТ, Украина)

Лингайтис Л. – д.т.н., проф. (Вильнюсский технический ун-т им. Гедиминаса, Литва)

Омарбеков А.К. – д.т.н., директор (Научно-исследовательский центр ж.д. транспорта, Казахстан)

Поляков П.Ф. – д.т.н., проф. (ДЭТУТ, Украина)

Сенько В.И. – д.т.н., проф. (БелГУТ, Беларусь)

Саенко Ю.Л. – д.т.н., проф. (ПГТУ, Украина)

Стасюк А.И. – д.т.н., проф. (ДЭТУТ, Украина)

Худзикевич А. – д.т.н., проф. (Варшавская политехника, Польша)

Секретари конференции:

Сердюк Т.Н. – к.т.н., доц.(ДИИТ)

Миргородская А.И. – зав. отделом Научно-исследовательской части

Шановні колеги!

Розвиток нових систем управління та регулювання рухом на залізничному транспорті, що відбувається останнім часом, зробили ще більш актуальною проблему доведення їх безпеки та електромагнітної сумісності.

Вважаємо, що проведення конференції в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту ім. В. Лазаряна буде сприяти координації робіт дослідників у цьому напрямку та підвищить безпеку на залізничному транспорті. Дякуємо за бажання прийняти участь у роботі міжнародної конференції і бажаємо плідної роботи!

*Голова конференції, професор
Заступник голови, професор*

*С.М.Мямлін
В.І.Гаврилюк*

Уважаемые коллеги!

Происходящее в последнее время развитие новых систем управления и регулирования движением на железнодорожном транспорте сделали еще более актуальной проблему доказательства их безопасности и электромагнитной совместимости.

Полагаем, что проведение конференции в Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта им. В.Лазаряна будет способствовать координации работы исследователей в этом направлении, и повысит безопасность железнодорожного транспорта. Благодарим за желание принять участие в работе международной конференции, и желаем плодотворной работы!

*Председатель конференции, профессор
Заместитель председателя, профессор*

*С.М.Мямлин
В.И.Гаврилюк*

Dear colleagues!

Development of a new control and regulations railway movement systems have made even more actual a problem of the proof of their safety and electromagnetic compatibility.

We believe that realization of such conference in Dnipropetrovsk national university of a railway transport named by V.Lazaryan will promote coordination of work of researchers in this direction and will increase of a railway transport safety. Thanks for desire to take part in work of the first international conference and wish fruitful work!

*Chairman of the conference, professor
Vice Chairman of the conference, professor*

*S.Miamlin
V.Gavrilyuk*

РЕГЛАМЕНТ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

15 апреля

9.00 – 11.00 Регистрация участников (фойе актового зала)

11.00 – 12.50 Открытие конференции. Пленарное заседание (актовый зал).

12.50 – 13.00 Фотографирование

14.30 – 17.00 Заседание по секциям

17.30 – 19.00 Торжественный прием (вход по приглашениям)

16 апреля

9.30 – 12.00 Заседание по секциям

ПРОГРАММА РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

15 апреля, 11.00 – актовый зал

Открытие конференции

Приветствие участников конференции

Пшинько А.Н. – ректор Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна

Приветствие представителей:

Министерства транспорта и связи Украины, Укрзализныци, представителей администраций железных дорог.

15 апреля, 14.30 – 17.00, ауд. 1403

Председатель – д. ф.-м. н., проф. Гаврилюк В.И.

Секретарь – к.т.н., доц. Сердюк Т.М.

Аналіз та розробка оптичного методу вимірювання руху якоря реле
Бондаренко Б. М. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Математичне моделювання стрілочного електроприводу
Буряк С. Ю. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Применение детерминированного и вероятностного тестирования для поиска неисправностей в релейных блоках железнодорожной автоматики
Дуб В. Ю. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина)

Аналіз методів вимірювання первинних параметрів рейкових кіл
Дунаєв Д. В. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Моделирование распределения электромагнитного поля вблизи рельсовой нити
Завгородний А. В. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина)

Тракт передачі сигналів АЛСН з колії на локомотив як одноканальна система зв'язку
Кошевий С. В., Кошевий М. С. (Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків), Сотник В. О. (Південна залізниця)

Виявлення сигналів числового коду АЛСН на фоні завад з використанням статистичної теорії рішень
Бабаєв М. М., Кошевий С. В. (Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків), Зубко А. П. (Укрзалізниця)

Вплив регулювання напруги на шинах тягових підстанцій на потенційний стан суміжних споруджень
Кузнецов В. Г., Кирилюк Т. І. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Методы обеспечения безопасности микропроцессорных систем железнодорожной автоматики
Кустов В. Ф. (Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков, Украина)

Автоматизований контроль основних параметрів стрілочного електроприводу
Маловічко М. В. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Оцінка істотності впливу факторів на вибір структури системи МПЦ
Меліхов А. А. (Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків, Україна)

Метод автоматизированного определения контактного давления в реле железнодорожной автоматики

Разгонов А. П., Бондаренко Б. М., Профатилов В. И. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина)

Повышение надежности работы рельсовых цепей в условиях плавки гололеда на проводах контактной сети однопутных участков постоянного тока

Разгонов А.П., Дьяков В.А. (ДИИТ), Дьяков А.В. (ДЭЛ Приднепровской ж.д.)

Електроживлення та захист від перешкод апаратури тональних рейкових кіл

Разгонов А. П., Ящук К. І., Разгонов С. А. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Виявлення параметрів та критеріїв для системи автоматичного контролю стану тональних рейкових кіл

Романцев І. О. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Удосконалення безпеки сортувальних гірок шляхом вирішення задачі контролю заповнення підгіркових колій

Рибалка Р. В. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Автоматизированное измерение параметров кодового тока и электромагнитных помех в обратном тяговом токе

Сердюк Т. Н., Гаврилюк В. И. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина)

Електромагнітносумісні енергетичні канали тягового електропостачання постійного струму

Сиченко В. Г. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Дослідження магнітного впливу електрорухомого складу на тональні рейкові кола

Щека В. І. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Повышение достоверности выявления перегрева буксовых узлов железнодорожных вагонов

Домницкий Л. А., Парфенов В. И., Рокурн И. Г. (Днепропетровский Национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна)

16 апреля, 9.30 – 12.20, ауд. 1403

Председатель – д. ф.-м. н., проф. Гаврилюк В.И.

Секретарь – ст. викл. Дунаев Д.В.

Напрямки підвищення ефективності систем огороження на залізничних переїздах

Абакумов О. А., Бойнік А. Б. (Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків, Україна)

Аналитический обзор методов расчета импеданса линий электрифицированных железных дорог с учетом влияния земли

Гаврилюк В. И., Завгородний А. В. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина)

Исследование влияния частоты переменного тока на сопротивление изоляции балласта

Дунаев Д. В. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина)

Методика визначення граничного рівня завад від тягового електропостачання у рейковому колі

Завгородній О. В. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Віброшумова діагностика електромагнітних реле

Морозов Г. Л., Разгонов А. П., Бондаренко Б. М. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Метод вимірювання електромагнітних завад в станційних рейкових колах

Корчевський Ю. П., Сердюк Т. М. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Исследование распространения гармоник тягового тока в рельсовой линии

Миргородская А. И. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина)

Методы робастного управления технологическими процессами железнодорожных станций

Бабаев М. М., Блиндюк В. С. (Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков, Украина)

Нейро-нечіткі моделі функціонування автоматизованих систем керування рухом поїздів

Ананьева О. М. (Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків, Україна)

Моделирование режимов работы стрелочных электроприводов с магнитоэлектрическими двигателями

Бабаев М. М., Богатырь Ю. И. (Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков, Украина)

Контроль стану роботи первинних датчиків з використанням теорії нечітких множин і нейронних мереж

Бабаев М. М., Прилипко А. А. (Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків, Україна)

Моделирование распространения гармоник тягового тока в рельсовой сети

Сердюк Т. Н. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина)

Выделение импульсных сигналов на фоне мощных помех от силовых сетей

Швец А. В., Иванов В. К. (Институт радиопизики и електроніки ім. А.Я. Усикова Національної академії наук України, г. Харьков, Украина), Сердюк Т. Н. (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина)

Дослідження системи автоблокування на перевальних ділянках з крутим профілем

Разгонов А. П., Яшук К. І. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені акад. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Дослідження систем автоматичної локомотивної сигналізації
Ящук К. І. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені акад. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

Влияние расхождения магнитных характеристик тяговых электромашин на типовые мощности источников питания стенда взаимной нагрузки
Афанасов А.М (Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина)

Параметри тягових трансформаторів підвищеної частоти та їх вплив на рейкові кола
Муха А.М., Куриленко О. Я. (Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені акад. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна)

НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОГОРОДЖЕННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДАХ

Абакумов О. А., Бойнік А. Б.

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків, Україна

The reasons of decrease of efficiency of functioning of systems of fencing on level crossings are specified. Directions of increase of efficiency of systems of fencing on level crossings are indicated

Якість функціонування систем автоматичної переїзної сигналізації (АПС) можна оцінити множиною критеріїв, які умовно поділяються на дві групи:

критерії, що дозволяють оцінювати рівень функціональних можливостей системи;

критерії, що дозволяють оцінювати рівень технічної реалізації її апаратури.

Перша група критеріїв надає інформацію про рівень безпеки руху транспорту у межах небезпечної зони залізничних переїздів та пропускну спроможність. Друга – відображає матеріало- та енергоємність апаратури, її надійність, відмовостійкість, ремонтпридатність, технологічність, завадостійкість і т.д.

Ефективність систем огородження на залізничних переїздах залежить, переважно, від рівня функціональних можливостей систем АПС.

Аналіз функціонування систем АПС на залізничних переїздах України дозволяє виділити основні причини зниження рівня ефективності обробки транспортних потоків у межах залізничних переїздів:

1) надлишковий час сповіщення про наближення поїзду до переїзду в наслідок фіксованої довжини ділянки наближення, що розраховується за значенням максимальної швидкості руху поїздів на даній ділянці залізниці. Це призводить до не виправданих простоїв автотранспорту біля закритого переїзду і, як наслідок, зниження пропускну спроможності;

2) виникнення у небезпечних зонах залізничних переїздів аварійних ситуацій, що спричинені помилковим прийняттям рішення водіями автотранспортних засобів про перетинання переїзду при тривалому очікуванні у черзі та відсутністю інформації про час прибуття поїзда на переїзд.

Зменшити вплив вказаних причин на рівень ефективності функціонування систем огородження залізничних переїздів можна за рахунок реалізації наступних рішень:

- впровадження систем АПС з контролем швидкості руху поїздів, що дозволить розраховувати індивідуальний час передавання інформації про закриття переїзду і позбавитися надлишкового часу очікування водіями автотранспортних засобів біля закритого переїзду;

- дооснащення існуючих систем АПС додатковими інформаційними табло, що будуть надавати водіям автотранспортних засобів інформацію про напрямок наближення поїзда на переїзд, орієнтовний час прибуття та швидкість руху поїзда. Це дозволить водіям більш змістовно підходити до прийняття рішення про перетинання переїзду.

Реалізація даних напрямків спрямована на зменшення кількості аварій у небезпечній зоні переїздів та збільшення пропускної спроможності і, як наслідок, підвищення ефективності функціонування систем огороження на залізничних переїздах.

АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА ОПТИЧНОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ РУХУ ЯКОРЯ РЕЛЕ

Бондаренко Б. М.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Проблема автоматичного вимірювання величини зазору між якорем і полюсним наконечником реле в процесі його роботи безпосередньо пов'язана з можливістю автоматичної діагностики працездатності реле в цілому, у тому числі й з можливістю вимірювання механічних параметрів реле залізничної автоматики.

Із усіх запропонованих способів тільки спосіб на базі оптичних засобів вимірювання з використанням фотометричних датчиків є прямим і тому найбільш точним способом вимірювання. Проте реалізація цього способу пов'язана з серйозними технічними труднощами, зокрема, з проблемою точного позиціонування зазору між якорем і полюсним наконечником напроти фотометричних датчиків. Крім того, необхідно вирішити проблему оптичного вимірювання змінної ширини зазору між плоскими поверхнями якоря і наконечника, що знаходяться усередині прозорого кожуху з органічного скла різної товщини і оптичної щільності, з урахуванням можливих спотворень світлового променя і рівномірності поля яскравості його проекції. При цьому необхідно враховувати, що мінімальний вимірюваний зазор може бути зіставленим з довжиною оптичної хвилі випромінювача, що, за певних умов може привести до значних дифракційних спотворень оптичного сигналу.

У зв'язку з цим розробка і вибір параметрів оптичного каналу вимірювання зазору вимагають наукового обґрунтування.

Оптичний канал повинен відповідати наступним вимогам:

- точне позиціонування об'єкту вимірювання;
- максимальна швидкість вимірювання;
- необхідна точність;
- економічна доцільність.

Для створення оптичного каналу вимірювання руху якоря реле (реєстрації зміни повітряного зазору) необхідні фотометричні датчики такого хвильового діапазону, випромінювання якого найменш схильне до спотворень при проходженні зазору і декількох меж з оптичними середовищами різної щільності з одночасним формуванням рівномірної інтенсивності сигналу вимірюваного поля яскравості.

Це може бути досягнуто формуванням поля яскравості розсіювачем за допомогою молочного скла, при використанні в якості випромінювача прямокутної світлодіодної матриці з некогерентних джерел випромінювання. З урахуванням того, що світловий промінь проходить декілька оптичних середовищ різної щільності (повітря – скло – повітря – скло – повітря), і лише одну оптичну щілину, то доцільно використовувати хвильовий діапазон найменш схильний до заломлення в органічному склі.

Використання когерентного джерела випромінювання (лазера) не забезпечує необхідної точності вимірювань.

Використання лінійок ПЗЗ недоцільно для реєстрації швидкоплинного процесу роботи реле через низьку швидкість зчитування інформації або через високу вартість цифрової камери.

Для вимірювання динамічної характеристики зміни повітряного зазору реле залізничної автоматики доцільно використовувати інфрачервоний діапазон, в якості оптичного випромінювача – некогерентну світлодіодну матрицю, а в якості фотоприймача фотодіод з широкою фотоприймальною площею і простим коліматором з розсіювачем із молочного скла у вигляді отвору, з можливістю калібрування.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СТІЛОЧНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Буряк С. Ю.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Switch mathematical design in the system MATLAB+Simulink is resulted

В сучасній практиці експлуатації стрілочних переводів їх стан визначається працівниками колії, а стрілочних приводів і гарнітури працівниками дистанції сигналізації та зв'язку. Контроль здійснюється візуально, тому не може дати повноцінної інформації, щодо можливих відхилень від вільного переводу стрілки.

Для підвищення надійності експлуатації стрілочного переводу необхідне застосування системи автоматизованого контролю параметрів стрілочного переводу, яке б дозволило виявляти недоліки в роботі стрілочного переводу під час кожного спрацьовування. Це дасть можливість завчасно усувати при-

чини, які в майбутньому могли б призвести до відмови, що в свою чергу могла б стати причиною затримки руху поїздів.

Діагностування стану стрілочних переводів централізованих стрілок з поста електричної централізації доцільно проводити за кривою струму, що протікає в колі електродвигуна стрілочного електроприводу під час переводу, адже амплітудне значення струму змінюється в залежності від моменту на валу двигуна, який в свою чергу є результатом дії сил опору пересуванню гостряків в крайнє положення. Для розробки діагностичних систем необхідно мати модель об'єкту діагностування в справному стані, а також з можливими (ймовірними) дефектами, для того, щоб потім, порівнюючи струмові криві переводу стрілок, які знаходяться в експлуатації, з отриманими раніше зразками струмових кривих переводів стрілок, можна було з певною ймовірністю визначити стан приводу, що діагностується.

Математичне моделювання проведено в системі MATLAB+Simulink. Задаючи різні значення моменту на валу двигуна, можна дізнатися поведінку струмової кривої в залежності від характеру навантаження.

В залежності від навантаження на двигун, яке задається проектувальником, на віртуальному осцилографі можна спостерігати часові залежності зміни швидкості обертання валу двигуна у рад/с, струму обмотки якоря та обмотки збудження в А, а також моменту на валу двигуна, який вимірюється у Н·м, при цьому одночасно спостерігаючи за зміною моменту на валу, що задається.

У створеній математичній моделі в основу методу обробки сигналів покладено аналіз залежності величини амплітуди струму і характеру її зміни у колі двигуна від моменту на його валу. Момент на валу двигуна можна задавати як у вигляді масиву чисел, так і у відповідності до математичних законів, або залежностей, які може створювати і задавати сам проектувальник. При цьому миттєві значення швидкості обертання валу двигуна (рад/с), струму в обмотках збудження і якоря (А), а також моменту на його валу (Н·м) виводяться у вигляді числового значення для візуального сприйняття.

Створена математична модель дозволяє віртуально отримувати діагностичні параметри і проводити дослідження направлені на виявлення і ідентифікацію різного виду несправностей та відхилень від нормального режиму експлуатації стрілочного електроприводу.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РАСЧЕТА ИМПЕДАНСА ЛИНИЙ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЗЕМЛИ

Гаврилюк В. И., Завгородний А. В.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного
транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина

Электрические параметры линий электрифицированных железных дорог, к которым относят контактную сеть, рельсовые линии, высоковольтные линии питания устройств автоблокировки, продольного электроснабжения, кабельные и воздушные линии автоматики и связи и др. определяются как их собственными параметрами, так и взаимным их расположением друг относительно друга и относительно земли. Степень влияния земли на собственное и взаимное полное сопротивление (импеданс) линий определяется геометрическими и электрическими параметрами рассматриваемой системы, а именно, – количеством и высотой проводников над поверхностью земли, расстоянием между ними, проводимостью и диэлектрической проницаемостью земли, частотой протекающего в проводниках тока и т.д.

Выражения для расчета импеданса проводников, расположенных над поверхностью земли, предложены Карсоном и, независимо от него, Поллачеком. Задача в решена при следующих предположениях:

земля однородна;

диэлектрическая и магнитная проницаемость земли и воздуха одинаковы;

токи смещения в земле пренебрежимо малы;

параллельный (между проводниками и землей) адмитанс не влияет на проводимость земли.

Решение получено в предположении, что электромагнитное поле имеет только продольные моды (для квази-ТЕМ мод). В формулы для импеданса проводников входят несобственные интегралы, которые предложено аппроксимировать для практических расчетов бесконечными рядами. Полученные формулы обеспечивают удовлетворительную точность для токов промышленной частоты при достаточно высокой проводимости земли и широко применяются для электротехнических расчетов.

Однако в последнее время для линий железнодорожной автоматики и электроснабжения актуальной становится задача нахождения их собственного и взаимного импеданса с учетом влияния земли в диапазоне более высоких частот (до 105 Гц и более). Это связано с использованием на железнодорожном транспорте тональных рельсовых цепей (с частотой до ~ 5,5 кГц) а также новых типов подвижного состава с импульсным регулированием, генерирующих в тяговую сеть высокочастотные помехи.

В дальнейших работах получены выражения для импеданса при более общих условиях, – более высоких частотах (главным образом для анализа пере-

ходных процессов в линиях во временной области), для случая многослойная земля и т.д

Целью работы является сравнительный анализ методов расчета собственного и взаимного импеданса линий электрифицированных железных дорог в диапазоне частот до 105 Гц, проходящих над поверхностью земли.

Проведенный сравнительный анализ показал, что приемлемое совпадение результатов вычислений собственного и взаимного импеданса линий, проходящих над поверхностью земли, наблюдалось только для низких частот (≤ 100 Гц). При увеличении частоты количество членов ряда, предложенного для расчета по формулам Карсона и Полячека, необходимых для достижения достаточной точности резко, увеличивается, а точность вычислений уменьшается. В диапазоне тональных и более высоких частот целесообразно использование формулы Вайс-Занде.

ПРИМЕНЕНИЕ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО И ВЕРОЯТНОСТНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДЛЯ ПОИСКА НЕИСПРАВНОСТЕЙ В РЕЛЕЙНЫХ БЛОКАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Дуб В. Ю.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина

Проверка правильности функционирования релейно-контактных схем основана на сравнении сигналов на ее выходах с эталонными сигналами при заданных последовательностях входных воздействий. Формирование эталонных выходных сигналов возможно как в режиме реального времени (в случае применения условных алгоритмов для поиска неисправностей), так и предварительно (в случае применения безусловных алгоритмов для проверяющих тестов). В качестве источника эталонных сигналов может использоваться заведомо исправный релейный блок или его модель.

При использовании детерминированных алгоритмов вероятность обнаружения неисправности значительно выше, чем при вероятностном тестировании с той же длиной теста, что сокращает затраты времени на тестирование, однако составление таких алгоритмов и их оптимизация является сложной и трудоемкой задачей.

Вероятностное тестирование (ВТ) можно предложить в качестве альтернативного метода поиска неисправностей в блоке, с большим количеством реле и наличием обратных связей, в случае, когда синтез детерминированного теста может оказаться слишком сложным. Также его можно применить при отсутствии достаточных сведений о внутренней структуре объекта диагностирования (ОД). В последнем случае вместо модели ОД используется эталонный (заведомо исправный) блок. Такое применение ВТ позволяет классифицировать состояние объекта только как «исправное» или «неисправное».

Поскольку структура релейного блока, как правило, заранее известна, для его тестирования наиболее удобно использовать его компьютерную модель с возможностью имитации исправного и наиболее вероятных неисправных состояний. Для моделирования релейного блока можно применить одну из существующих компьютерных систем моделирования или САПР, с использованием соответствующих специально разработанных библиотек компонентов, либо специализированное программное обеспечение.

Методы вероятностного тестирования широко представлены в соответствующих литературных источниках. Наиболее известными на сегодняшний день являются: табличный, аналитический и машинный методы.

Табличный метод основан на определении вероятности появления логической единицы на выходных выводах в соответствии с таблицей истинности логической функции, которую реализует схема испытуемого блока. Данный метод применим для комбинационных логических схем с небольшим числом входов и при равной вероятности появления логических сигналов "0" и "1" во всех входных случайных последовательностях. Аналитический метод базируется на расчете вероятности по булевой функции схемы и применяется только для комбинационных схем. При машинном способе за счет имитационного моделирования схемы на детерминированном либо псевдослучайном тесте определяется среднеквадратическое отклонение частоты появления логической единицы на выходах ОД и его модели в различных состояниях. Фактическому состоянию ОД соответствует состояние модели, дающее минимальное значение среднеквадратического отклонения.

Разработано программное обеспечение для моделирования процессов детерминированного и вероятностного тестирования релейных блоков. Проведены исследования эффективности тестирования при подаче на вход модели детерминированных и псевдослучайных входных последовательностей сигналов различной длины. Результаты исследований показали, что максимальная эффективность достигается применением детерминированных тестов на этапе контроля исправности блока и детерминированных или вероятностных тестов, в зависимости от сложности системы, на этапе поиска неисправности.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗОЛЯЦИИ БАЛЛАСТА

Дунаев Д. В.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного
транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина

Работоспособность рельсовых цепей (РЦ) во многом определяется величиной сопротивления изоляции балласта (СИБ) которая влияет на правильность их функционирования. В эксплуатации РЦ измерение СИБ производится согласно ТК №40 раз в год (весной) или при замене шпал специальным прибором ИСБ-1, который выполняет измерения на частоте переменного тока 5000 Гц, а эксплуатируемые рельсовые цепи работают в основном в диапазоне частот 25...780 Гц. Такое различие в частоте сигнального тока не способствует правильному измерению величины СИБ, что может привести к нарушению работы рельсовых цепей. Поэтому актуальной является проблема определения величины сопротивления изоляции балласта на сигнальной частоте РЦ.

С целью исследования поставленной проблемы была проведена проверка правильности измерения прибором ИСБ-1 величины СИБ. Результаты проверки были опубликованы автором ранее (Моделирование измерения величины сопротивления изоляции балласта прибором ИСБ. Тези 69 Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту», Дніпропетровськ, 2009), а также проверки по методам двух известных нагрузок, холостого хода (ХХ) и короткого замыкания (КЗ).

Измерение сопротивления изоляции балласта (СИБ) по методу двух известных нагрузок номиналом 1 и 2,2 Ом. Согласно метода проводились измерения входного напряжения $U_{вх}$ в начале кабеля, напряжения в начале рельсовой линии U_1 и напряжения на резисторе U_r производилось с помощью милливольтметра типа ВЗ-38, а измерение тока проводилось косвенным путем при помощи многопредельного резистора типа Р6 номиналом 0,12 Ом. В рельсовую линию подавался переменный ток от генератора G типа ГЗ-109 частота и амплитуда которого задавалась с помощью регуляторов на генераторе, затем проводились измерения напряжений на каждой частоте в диапазоне от 25 до 780 Гц переменного тока при неизменной величине напряжения, которое выдавал генератор для сопротивления нагрузки 1 Ом. Затем те же действия проводились для сопротивления нагрузки 2,2 Ом. Далее по полученным данным выполнялся расчет для каждой частоты переменного тока по формулам известным из [Дмитренко И.Е., Сапожников В.В., Дьяков Д.В. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. М: Транспорт, 1994. – 263 с.].

Измерение сопротивления изоляции балласта (СИБ) по методу ХХ и КЗ. Согласно метода проводились с помощью переносного персонального компьютера (ПК) через звуковую карту измерения напряжений в опыте ХХ производилось на входе кабеля 1 и на выходе кабеля 2 и в опыте КЗ - на входе кабеля 1. В рельсовую линию подавался переменный ток в диапазоне частот 25 – 780 Гц от ПК по кабелю 1 в РЛ, а затем по кабелю 2 напряжение с конца рельсовой линии измерялось ПК. Тем самым одним устройством обеспечивалось измерение напряжений и контроль параметров (частоты переменного тока). В данном опыте по методу холостого хода и короткого замыкания были получены первичные параметры рельсовой линии по известным формулам из [Дмитренко И.Е., Сапожников В.В., Дьяков Д.В. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. М: Транспорт, 1994. – 263 с.].

По результатам измерений сделаны выводы о том, что величина СИБ зависит от частоты переменного тока и в частотном диапазоне 25 – 780 Гц постоянно уменьшается для синусоидального сигнала, а для амплитудно-модулированного сигнала данная величина ведет себя по нелинейному закону, который требуется изучить (влияние помех или иных негативных факторов, случайно или закономерно).

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ПЕРВИННИХ ПАРАМЕТРІВ РЕЙКОВИХ КІЛ

Дунаєв Д. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Основними первинними параметрами в теорії й експлуатації рейкових кіл є опір рейки та опір ізоляції баласту (ОІБ). При експлуатації РК величину ОІБ визначають згідно ТК №40 раз на рік (навесні) або при заміні шпал приладом ИСБ-1, що виконує вимірювання на частоті змінного струму 5000 Гц, яка відрізняється від частот на яких працюють РК, то величину опору рейки не вимірюють. Відсутність вимірювань опору рейки може привести до порушення роботи рейкових кіл або до їх неправильного регулювання. Тому актуальною є проблема визначення величини ОІБ на сигнальній частоті РК і вимірювання опору рейки.

З метою дослідження проблеми було проведено аналітичний огляд спеціалізованої літератури й розглянуті методи вимірювання первинних параметрів РК: двох відомих навантажень, холостого ходу (ХХ) і короткого замикання (КЗ), двох коротких замикань, електрично довгої лінії (ЕДЛ), а також модифікованої ЕДЛ. [Дмитренко И. Е., Сапожников В. В., Дьяков Д. В. Измерения и диагностирование в системах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. – М: Транспорт,

1994 – 263 с., Брылеев А. М., Кравцов Ю. А., Шишляков А. В. Устройство и работа рельсовых цепей. – М.: Транспорт, 1966. – 264 с.].

Метод ХХ і КЗ найбільш простий, але має істотний недолік: чим довше рейкова лінія (РЛ), тим менше різниця величин опорів холостого ходу й короткого замикання, що приводить до значних погрешностей. Метод ЕДЛ припускає, що опори холостого ходу й короткого замикання рівні, а значить вхідний опір дорівнює хвильовому. Вимірявши хвильовий опір й вхідний опір РЛ, при короткому замиканні на відстані l від місця вимірювання, можна визначити коефіцієнт поширення. Отримавши хвильовий опір і коефіцієнт поширення знаходять опір ізоляції баласту вважаючи нормативним опір рейок. Метод модифікованої ЕДЛ припускає, що при накладенні шунта на пруга й струм не зміняться ні на початку РЛ (біля джерела живлення) ні на відстані 0,5 км від її початку.

Згідно ТК № 40 для вимірювання величини ОІБ використовують вимірювач опору баласту типу ИСБ–1 принцип вимірювання якого заснований на тому, що при високій частоті струму (декілька кілогерц) фізична довжина ЕДЛ досить незначна. У цьому випадку може виявитися, що по обидва боки від місця вимірювань будуть електрично довгі лінії. Тоді вхідний опір у місці вимірювань буде дорівнювати половині хвильового опору. За показниками індикатора прилада, користуючись спеціальною таблицею, визначають питомий опір ізоляції рейкового кола на ділянці довжиною від 250 м до 300 м у межах повної довжини РК. За отриманим значенням цих вимірювань знаходять ділянку рейкового кола зі зниженим опором ізоляції.

Усі методи вимірювання первинних параметрів РК ґрунтуються на тому, що опір рейок приймають нормативною величиною, хоча такою вона може і не бути. Тому пропонується використовувати метод який дозволяє виміряти опір рейки Z_p , а потім розрахувати величину ОІБ. Для цього можна зробити коротке замикання на відстані 50 м від джерела живлення рейкового кола й виміряти напругу U й струм I , при цьому частиною струму, що відгалужується через баласт і шпали, можна зневажити, тоді $|Z_p| = |U| / (0,05 \cdot |I|)$.

За методами ХХ і КЗ, двох відомих навантажень або двох коротких замикань визначасмо первинні параметри РК. Запропонованим методом вимірювання планується виміряти опори рейки та ізоляції баласту. Результати вимірювань, а також їх аналіз будуть представлені в наступних роботах автора.

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ГРАНИЧНОГО РІВНЯ ЗАВАД ВІД ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ У РЕЙКОВОМУ КОЛІ

Завгородній О. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

В Україні в останні роки відбувається технічне переоснащення залізниць з вводом в експлуатацію нових магістралей з прискореним, а в подальшому зі швидкісним рухом поїздів, розбудова мережі міжнародних транспортних коридорів, впровадження нових типів рухомого складу (локомотивів, вагонів з імпульсними електронними перетворювачами), нових комп'ютерно-інформаційних систем регулювання руху поїздів (диспетчерської централізація, автоблокування, мікропроцесорної локомотивної сигналізації). Для забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті при вводі в експлуатацію нової техніки необхідно проведення випробувань для доведення її безпеки та електромагнітної сумісності з існуючими системами, що використовуються на залізницях.

Метою роботи є визначення граничного рівня завад від тягового електропостачання в рейковому колі для забезпечення безпечної роботи РК.

В основу визначення граничних рівнів гармонійних завад у рейкових колах покладено вимогу надійного виконання всіх режимів роботи РК при найбільш несприятливих для них умовах в присутності завад.

Критерій заважаючого впливу завад на роботу рейкових кіл визначається з умови порушення нормального режиму роботи РК під дією завад при фактично справному і вільному від рухомого складу рейковому колі при найбільш несприятливих для цього режиму умовах.

Порушення нормального режиму роботи РК можливо при відхиленні на вході колійного приймача за допустимі межі основних параметрів сигнального струму, за якими відбувається селекція та розпізнавання нормального режиму роботи рейкового кола.

Зокрема умовою невиконання нормального режиму РК є зменшення струму колійного приймача нижче струму його спрацьовування $I_p < I_{cnp}$.

Додатковими умовами невиконання нормального режиму для різних типів РК може бути відхилення частоти або фази сигнального струму від заданих значень (для РК з ФЧП), часових параметрів кодових імпульсів, пауз і т.д. (для кодових РК).

Критерій небезпечного впливу завад на роботу рейкових кіл визначають з умов порушення виконання шунтового або контрольного режиму під дією завад при найбільш несприятливих для цих режимів умовах.

Це можливо при збільшенні струму приймача вище струму його спрацювання $I_p > I_{спр}$ для імпульсних реле або надійного відпускання якоря (сектора) реле для реле з безперервним живленням $I_p > I_6$.

Для визначення граничного рівня електромагнітної завади частотою f в рейковій лінії спочатку необхідно знайти граничний рівень завади $I_{p.з.зр}(f)$ з даною частотою на вході колійного приймача, вище якого можливий небезпечний або заважаючий вплив завади на роботу рейкового кола. тобто спрацювання колійного реле під дією завади при зайнятому рухомою одиницею або несправному рейковому колі.

Значення граничного струму на вході колійного реле $I_{p.з.зр}(f)$ визначається з наведених вище критеріїв.

Граничний рівень електромагнітної завади частотою f в рейковій лінії $I_{з.зр}(f)$ визначається через граничний рівень завади на вході колійного приймача $I_{p.з.зр}(f)$ та зворотній коефіцієнт передачі струму завади апаратурою релейного кінця РК $K_{КЗ}(f)$

$$I_{з.зр}(f) = \frac{K_{КЗ}(f)}{K_{a.max}(f)} I_{p.з.зр}(f),$$

де $K_{a.max}(f)$ - максимально можливий коефіцієнт асиметрії рейкової лінії.

Для визначення частотної залежності коефіцієнту передачі струму завади апаратурою релейного кінця РК $K_{КЗ}(f)$ необхідно в першу чергу враховувати АЧХ захисного фільтру і частотну залежність порогу чутливості колійного приймача (для фазочутливого приймача та колійного приймача ТРЦ).

При аналізі впливу електромагнітних завад на роботу РК необхідно враховувати стохастичний характер зміни параметрів рейкової лінії, апаратури РК, напруги джерела живлення та параметрів самих електромагнітних завад.

Граничний рівень завади необхідно знаходити з урахуванням стохастичних змін параметрів РК таким чином, щоб при найбільш несприятливих умовах ймовірність небезпечної відмови РК не перевищувала $10^{-8} - 10^{-9}$.

Для врахування ймовірностного характеру змін апаратури релейних кіл необхідно граничне значення струму завад в рейковій лінії $I_{з.зр}(f)$ визначати з певним коефіцієнтом запасу $K_{зан}$

$$I_{з.зр} = K_{зан} I'_{з.зр},$$

де $I'_{з.зр}$ - значення граничного струму завади в рейковій лінії, що отримано в результаті розрахунку.

Коефіцієнт запасу має враховувати можливість появи в рейковому колі комбінаційних завад, відхилення параметрів рейкової лінії і апаратури РК та

зміни параметрів тягової мережі і режимів роботи електрообладнання рухомого складу.

З досвіду експлуатації рейкових кіл рекомендують визначати коефіцієнт запасу за формулою

$$K_{\text{зап}} = K_{\text{комб}} K_{\text{вп}} K_{\text{уп}},$$

де $K_{\text{комб}} = 1,1$ - коефіцієнт, що враховує можливість появи в рейковій лінії комбінаційних завад;

$K_{\text{вп}} = 1,07$ - коефіцієнт що враховує можливість відхилення параметрів рейкової лінії та апаратури РК;

$K_{\text{уп}} = 1,04$ - коефіцієнт що враховує можливість відхилення параметрів тягової мережі.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ВБЛИЗИ РЕЛЬСОВОЙ НИТИ

Завгородний А. В.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина

Рельсовые линии электрифицированных железных дорог выполняют ряд важных функций, в частности, по ним протекает обратный тяговый ток, а также сигнальные токи автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации. Исследование переменного электромагнитного поля вокруг рельсовой нити представляет практический интерес, по следующим причинам. При испытании новых типов подвижного состава и системы тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог на электромагнитную совместимость с устройствами железнодорожной автоматики необходимо контролировать спектральный состав электромагнитных помех в рельсовых нитях и вокруг них при прохождении поезда. Такие работы важны также для исследования индуктивного канала передачи сигналов многозначной автоматической локомотивной сигнализации с пути на локомотив.

Целью настоящей работы является разработка математического модели для исследования на ее основе распределения электромагнитного поля вокруг рельса, а также определения электродвижущей силы в катушке, наведенной в ней протекающим в рельсе током, в зависимости от ее геометрии и расположения относительно рельса.

Напряженность магнитного поля в точке Q находится, в соответствии с [1,2], как ротор векторного потенциала магнитного поля, который в свою очередь равен интегралу по объему V рельса с током.

$$\bar{H}(Q) = \frac{1}{4\pi} \text{rot} \int_V \frac{\bar{\delta}(M)}{r_{QM}} dV_M = \frac{1}{4\pi} \int_V \frac{[\bar{\delta}(M), \bar{r}_{QM}]}{r_{QM}^3} dM, \quad (1)$$

где: M - точка центра элементарного объема dV_M с вектором плотности тока $\bar{\delta}(M)$, $\bar{r}_{QM}$ - вектор, проведенный из точки Q в точку M .

Применив к (1) интегральную теорему для ротора векторной функции

$$\int_V \text{rot} \bar{a} dV = \oint_S [\bar{n}, \bar{a}] dS, \quad (2)$$

получим:

$$\bar{H}(Q) = -\frac{1}{4\pi} \oint_S \frac{[\bar{n}_M, \bar{\delta}(M)]}{r_{QM}} dS. \quad (3)$$

Распишем векторное произведение и модуль вектора $\bar{r}_{QM}$ в декартовой системе координат в виде

$$[\bar{n}_M, \bar{\delta}(M)] = \begin{vmatrix} \bar{i} & \bar{j} & \bar{k} \\ n_{Mx} & n_{My} & n_{Mz} \\ 0 & 0 & \delta_{Mz} \end{vmatrix} = \delta_{Mz} (\bar{i} \sin \alpha - \bar{j} \cos \alpha), \quad (4)$$

$$|\bar{r}_{QM}| = \sqrt{(x_Q - x_M)^2 + (y_Q - y_M)^2}. \quad (5)$$

С учетом (3) - (5), запишем для проекций вектора напряженности магнитного поля $\bar{H}(Q)$ вдоль x и y осей координат

$$H_x(Q) = -\frac{1}{4\pi} \oint_S \frac{\delta(M) \cos(\alpha)}{\sqrt{(x_Q - x_M)^2 + (y_Q - y_M)^2}} dS = -\frac{1}{4\pi} \oint_S \frac{\delta(M)(x_Q - x_M)}{(x_Q - x_M)^2 + (y_Q - y_M)^2} dS,$$

$$H_y(Q) = -\frac{1}{4\pi} \oint_S \frac{\delta(M) \sin(\alpha)}{\sqrt{(x_Q - x_M)^2 + (y_Q - y_M)^2}} dS = -\frac{1}{4\pi} \oint_S \frac{\delta(M)(y_Q - y_M)}{(x_Q - x_M)^2 + (y_Q - y_M)^2} dS.$$

Для нахождения напряженности магнитного поля вокруг рельса при протекании по нему электрического тока, в соответствии с полученным математическим описанием, была разработана компьютерная программа.

Для проверки адекватности разработанного математического описания были проведены расчеты электродвижущей силы (ЭДС), наводимой в воздушной катушке. Размеры катушки выбирали достаточно малыми.

На основе этой модели создана компьютерная программа для вычисления и моделирования распределения магнитного поля вокруг рельса, и также наводимой в контурах ЭДС при различных положениях контуров относительно рельса.

ВПЛИВ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ НА ШИНАХ ТЯГОВИХ ПІДСТАНЦІЙ НА ПОТЕНЦІЙНИЙ СТАН СУМІЖНИХ СПОРУДЖЕНЬ

Кузнецов В. Г., Кирилюк Т. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Як відомо, струм витоку із рейок у землю визначається значеннями потенціалу рейок та перехідного опору «рейка - земля». Автори доповіді проаналізували вплив регулювання напруги на шинах тягових підстанцій на потенційний стан суміжного газопроводу.

Був проведений експеримент по регулюванню напруги на шинах тягової підстанції Г, метою якого було вивчення впливу перерозподілу навантажень тягових підстанцій на потенційний стан газопроводу м. Дніпропетровська. Вимірювання проводились персоналом залізниці, ВАТ «Дніпрогаз» і ДНУЗТ. Вимірювання потенціалів «газопровід – земля» проводились по відношенню до мідно сульфатного електроду зрівняння, а «рейка - земля» до сталюого. Результати вимірювання приведені в таблиці 1. В чисельнику приведені значення до регулювання напруги на шинах тягової підстанції Г, в знаменнику – після.

До регулювання напруги на шинах тягової підстанції Г електричні поляризовані дренажі на суміжних тягових підстанціях практично не працювали, так як потенціал рейок в місці підключення дренажу перевищувала потенціал газопроводу.

Після підвищення напруги на шинах тягової підстанції Г пройшов перерозподіл навантажень на підстанціях. В результаті почав ефективно працювати електричний дренаж, що мало позитивний вплив на стан газопроводу.

Таблиця 1

Тягова підстанція	Н	Г	Д	С
Напруга «+» шини, кВ	3,43	3,25	3,35	3,27
	3,46	3,425	3,36	3,35
Загальнопідстанційний струм, кА	1,84	1,1	0,456	0,341
	1,35	1,8	0,317	0,197
Потенціал «рейка - земля», В	-4,96	5,84	-3,23	7,66
	-3,18	-9,0	-1,88	7,95
Потенціал «газопровід - земля», В	-6,0	-0,92	-2,98	-1,36
	-4,6	-5,3	-2,56	-1,65
Струм електричного дренажу, А	266	16	65,9	0
	174	512	35,8	0

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Кустов В. Ф.

Украинская государственная академия
железнодорожного транспорта, г. Харьков, Украина

Необходимость замены релейных систем на микропроцессорные системы железнодорожной автоматики (МСЖА) является очевидным фактом, т.к. при этом существенно расширяются их функциональные возможности, снижается стоимость проектирования и строительства, снижаются эксплуатационные расходы и повышается надежность и эффективность работы железнодорожного транспорта.

Наиболее значимым препятствием для внедрения МСЖА, непосредственно влияющих на безопасность движения поездов, является сомнение Заказчиков в возможности достоверного доказательства их функциональной безопасности.

В основе создания безопасных МСЖА должна быть полная открытость технической документации на программное и аппаратное обеспечение для Заказчиков и экспертов при гарантированном выполнении ими обязательств по ее неразглашению и сохранению ними прав интеллектуальной собственности организации-разработчика.

Основными методами обеспечения и доказательства безопасности МСЖА являются: синтез безопасных структур МСЖА и разработка для них достоверных математических моделей безопасности, по которым должны проводиться расчеты показателей безопасности; проведение корректных с позиции обеспечения безопасности имитационных и стендовых испытаний, а также испытаний в условиях эксплуатации.

Для количественной оценки безопасности должны быть обоснованы расчетно-логические схемы функциональной безопасности с представлением исходных данных для расчета (данных по надежности комплектующих элементов с учетом реальных нагрузок), принципиальных схем и соответствующих спецификаций не только каналов резервирования МСЖА, но и решающих элементов, устройств согласования с объектами управления и контроля. В расчетах должны быть учтены однократные и кратные отказы элементов МСЖА, которые могут приводить к их опасным состояниям.

Основополагающее значение при проведении расчетов имеют математические модели функциональной безопасности резервированных структур. В докладе приводятся такие модели для наиболее распространенных двухканальных структур с нагруженным резервированием и мажоритарным резервированием «2» из «3», используемые как для анализа безопасности, так и для синтеза МСЖА.

Обязательным при доказательстве безопасности программного обеспечения являются испытания МСЖА на имитационных моделях, созданных на базе ПЭВМ. Эти испытания позволяют на различных стадиях определять опасные ошибки программистов и технологов в процессе разработки, отладки и ввода в эксплуатацию программного обеспечения. Существенным является разработка одинакового ядра программного обеспечения для однотипных систем, что позволяет существенно уменьшить объем работ по доказательству безопасности МСЖА для конкретных объектов с различными технологическими особенностями. Основой проведения качественных стендовых испытаний на безопасность является соответствующая методика испытаний, учитывающая особенности функционирования МСЖА в наиболее ответственных и опасных режимах, а также влияние внешних и внутренних факторов, которые недостаточно точно учитываются в расчетных моделях. В докладе приводятся результаты реализации методов обеспечения безопасности для ряда МСЖА, введенных в эксплуатацию (см. сайт: www.sater.com.ua), которые подтверждают возможность их дальнейшего внедрения на железнодорожном транспорте.

МЕТОД ВИМІРЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЗАВАД В СТАНЦІЙНИХ РЕЙКОВИХ КОЛАХ

Корчевський Ю. П., Сердюк Т. М.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Серед електромагнітних завад, які виникають в рейковій мережі системи тягового електропостачання завад особливої уваги заслуговують імпульсні і гармонійні завади, що містяться в тяговому струмі. Основною причиною появи гармонійних та імпульсних складових в тяговому струмі, частота яких кратна частоті основної гармоніки (50 Гц), є робота випрямлячів тягових підстанцій постійного струму та електродвигунів рухомого складу, а також пробої ізоляції станційних живлячих кабелів. Іншою причиною виникнення імпульсних завад є комутаційні перемикання на тягових підстанціях, зміна режимів ведення електровозів, грозові розряди. Імпульсні та гармонійні завади можуть привести к виникненню хибної вільності (зайнятості) секцій станції, збою кодів та інших аварійних ситуацій при справності апаратури рейкового кола (РК). Таким чином задача вимірювання електромагнітних завад в рейкових колах є досить актуальною.

Серед методів вимірювання електромагнітних завад відомі такі, що базуються на безконтактних записах кривих струмів і напруг, оснований на однозначному зв'язку струму і магнітного поля, що створюються ним в навколишньому середовищі, а також такі, що пов'язані з підключення осцилографа, спектрографа або іншого вимірювального приладу, магнітографа тощо,

до апаратури рейкових кіл. В результаті вимірювання в РК виконуються в шунтовому або нормальному режимі, що зазвичай супроводжується відключенням апаратури живильного або релейного кінців РК. В якості параметра, що підлягає дослідженню, було вибрано максимальне значення найвищої гармонійної складової струму і напруги, при якому забезпечується її нормальна робота суміжних споруд і систем.

Запропоновано виконувати вимірювання електромагнітних завад в РК без відключення апаратури. Суть методу полягає в підключенні вимірювального устаткування до колійного обмотки колійного реле типу ДСШ-12, який включає трансформатор типу СОБС-ЗА, який відокремлює та узгоджує апаратуру РК з засобами вимірювання, спеціально розроблений вимірювальний пристрій для введення аналогового сигналу в комп'ютер з метою подальшої обробки даних та накопичення даних. Амплітуда вхідної напруги, що поступає до вимірювального пристрою повинна знаходитися в межах $0 \dots 1,5$ В. Розроблений метод дозволяє визначати спектральний склад тягового та сигнального струму, рівні та види завад, що дозволяє оцінити не тільки їх вплив на апаратуру РК, а також правильність функціонування апаратури системи тягового електропостачання (випрямлячів, фільтрів тягових підстанцій, аварійних реле, що відповідають за переключення фідерів з основного на резервне живлення). Додатковою можливістю розробленого методу є оцінювання працездатності апаратури РК: контроль параметрів кодового та сигнального струмів, первинні та вторинні параметри РК.

До переваг, пов'язаних з використанням запропонованого методу можна віднести те, що він є універсальним і може бути використаним на всіх видах станційних та перегінних РК без припинення руху поїздів. Недоліком запропонованого методу є використання вимірювальної апаратури лише при виконанні вимірювань на одному рейковому колі.

Метод призначено для використання при проведенні регламентних робіт при обслуговуванні електромеханіком апаратури РК. Особливість застосування запропонованого методу – необхідність підвищення напруги на колійній обмотці колійного реле типу ДСШ-12, АНШ2-4000 та ін. до максимально допустимого значення, щоб запобігти виключення реле при зменшенні напруги нижче мінімально допустимого значення.

ТРАКТ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛІВ АЛСН З КОЛІЇ НА ЛОКОМОТИВ ЯК ОДНОКАНАЛЬНА СИСТЕМА ЗВ'ЯЗКУ

Кошевий С. В., Кошевий М. С.

(Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків),

Сотник В. О. (Південна залізниця)

The characteristic of parts of the channel of signaling of a numerical code is resulted, their role in the general parameter of noise immunity of reception devices ALSN is determined.

Передачу сигналів числового коду з колії на локомотив в системі автоматичної локомотивної сигналізації (АЛСН) можна розглядати як стохастичний процес з передачею інформації від одного єдиного джерела – вихідного, живлячого кінця рейкового кола (РК), що кодується, до одного єдиного приймача – пристроїв АЛСН на локомотиві, який знаходиться на цьому РК.

У доповіді надано характеристику складових тракту прийому сигналів числового коду, визначено їхню роль в загальному показнику завадозахищеності приймальних пристроїв АЛСН на локомотиві. Тракт передачі сигналів числового коду з колії на локомотив представлено як одноканальну систему зв'язку

$$\{v\} = T_T^{(N)} T_M^{(N)} T_F^{(N)} T_R^{(N)} \{u\},$$

де $\{u\}$ – сукупність можливих повідомлень джерела інформації на живлячому кінці РК, з яких отримано сукупність прийнятих повідомлень $\{v\}$ або прийнятих відповідно до них рішень; символи T є перетворення у відповідності з операціями, що здійснюються складовими системи: кодування $\{x\} = T_T^{(N)} \{u\}$, впливу на індуктивний канал зв'язку оточуючого електромагнітного середовища $\{y\} = T_M^{(N)} \{x\}$, фільтрації сигналів $\{z\} = T_F^{(N)} \{y\}$ та їхньої нормалізації $\{v\} = T_R^{(N)} \{z\}$ локомотивними приймальними пристроями для стійкої роботи дешифратора і можливості прийняття вірного рішення про значення отриманої з колії інформації. У символах T індекс (N) зверху вказує на можливість введення в систему перекручувань числового коду.

У загальному виді для оптимального визначення $\{v\}$ можна написати: $\text{опт } \{v\} = \text{опт } [T_T^{(N)} T_M^{(N)} T_F^{(N)} T_R^{(N)} \{u\}]$.

Операції до входу приймальних пристроїв $\{y\} = T_M^{(N)} \{x\}$ у АЛСН є визначеними, $T_T^{(N)}$ – достатньо стабільні. В силу об'єктивних причин перетворення $T_M^{(N)}$, які вносяться складовими індуктивного каналу зв'язку РЛ – ПК, є практично некерованими, їх змінювати і впливати на них дуже складно і

навіть неможливо. Тому розглядається можливість оптимізації $\{v\}$ на виборі відповідних операцій $T_F^{(N)}, T_R^{(N)}$. Цей вибір ускладнюється наявністю в каналі зв'язку завад різного походження та приводить до умови $T_R^{(N)} \neq [T_T^{(N)}]^{-1}$.

Задачею локомотивних приймальних пристроїв АЛСН є достатнє «приближення» множини $\{v\}$ до множини $\{u\}$, тобто досягнення найбільш можливої «тотожності» між отриманою сукупністю $\{v\}$, за якою приймається відповідальне рішення, та вихідною сукупністю $\{u\}$, що формується колійними пристроями кодування АЛСН. Така тотожність може бути досягнута шляхом відповідного вибору операцій $T_F^{(N)}, T_R^{(N)}$.

ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ ЧИСЛОВОГО КОДУ АЛСН НА ФОНІ ЗАВАД З ВИКОРИСТАННЯМ СТАТИСТИЧНОЇ ТЕОРІЇ РІШЕНЬ

Бабаєв М. М., Кошевий С. В.

(Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків)

Зубко А. П. (Укрзалізниця)

Analytical expressions of average risk of problems of detection and revealing of signals of a numerical code with use of the statistical theory of decisions are received.

Побудовано модель процесу передачі сигнальної інформації в АЛСН, як одноканальної системи з введенням абстрактних просторів сигналів Ω (формуються і видаються в РЛ колійними пристроями кодування), і прийнятих локомотивними пристроями АЛСН даних Γ . В схему вибору рішення введено простір завад N та простір рішень Δ , у якому визначається сигнал, спотворений завадами, та оцінюються його параметри.

В приймальних пристроях АЛСН виявляються сигнали наступних класів: $S_{КЖ}, S_{Ж}, S_3$ на фоні завад N , тобто перевіряються гіпотези $H_{КЖ}: S_{КЖ} \oplus N, H_{Ж}: S_{Ж} \oplus N, H_3: S_3 \oplus N, H_0: N$ ($S - n$ –мірний вектор у просторі сигналів Ω).

Для системи АЛСН числового коду в якості функції вартості обрано матрицю

$$C(S, \gamma) = \begin{pmatrix} C_0^{(0)} & C_{КЖ}^{(0)} & C_{Ж}^{(0)} & C_3^{(0)} \\ C_0^{(КЖ)} & C_{КЖ}^{(КЖ)} & C_{Ж}^{(КЖ)} & C_3^{(КЖ)} \\ C_0^{(Ж)} & C_{КЖ}^{(Ж)} & C_{Ж}^{(Ж)} & C_3^{(Ж)} \\ C_0^{(3)} & C_{КЖ}^{(3)} & C_{Ж}^{(3)} & C_3^{(3)} \end{pmatrix},$$

де строки відповідають гіпотезам $H_0, H_{КЖ}, H_Ж, H_3$, а стовпці – рішенням $\gamma_0, \gamma_{КЖ}, \gamma_Ж, \gamma_3$. Верхні позначки вартостей C відносяться до гіпотез, нижні – до фактично прийнятих рішень. Головна діагональ матриці – правильно прийняті рішення γ у відповідності з сигналами S , що надходять від колійних пристроїв. Взаємне розміщення елементів матриці утворює відповідні вартісні оцінки помилки: кожний елемент матриці під головною та над головною діагоналлю відповідає випадку прийняття помилкової гіпотези, яка класифікується відповідно як захисна відмова та небезпечна відмова.

Співвідношення вартостей «вірних» та «помилкових» рішень матриці $C(S, \gamma)$, окремо небезпечних та захисних, становить:

перший рівень вартостей небезпечних відмов за строками

$$C_0^{(0)} < C_{КЖ}^{(0)} < C_Ж^{(0)} < C_3^{(0)}; \quad C_{КЖ}^{(КЖ)} < C_Ж^{(КЖ)} < C_3^{(КЖ)}; \quad C_Ж^{(Ж)} < C_3^{(Ж)};$$

другий рівень вартостей небезпечних відмов за стовпцями

$$C_3^{(3)} < C_3^{(Ж)} < C_3^{(КЖ)} < C_3^{(0)}, \quad C_Ж^{(Ж)} < C_Ж^{(КЖ)} < C_Ж^{(0)}, \quad C_{КЖ}^{(КЖ)} < C_{КЖ}^{(0)};$$

перший рівень вартостей захисних відмов за строками

$$C_{КЖ}^{(КЖ)} < C_0^{(КЖ)}; \quad C_Ж^{(Ж)} < C_{КЖ}^{(Ж)} < C_0^{(Ж)}; \quad C_3^{(3)} < C_Ж^{(3)} < C_{КЖ}^{(3)} < C_0^{(3)};$$

другий рівень вартостей захисних відмов за стовпцями

$$C_0^{(0)} < C_0^{(КЖ)} < C_0^{(Ж)} < C_0^{(3)}; \quad C_{КЖ}^{(КЖ)} < C_{КЖ}^{(Ж)} < C_{КЖ}^{(3)}; \quad C_Ж^{(Ж)} < C_Ж^{(3)}.$$

Визначено аналітичні вираження середнього ризику задачі виявлення, що інтегрований за точками $(\gamma_0, \gamma_{КЖ}, \gamma_Ж, \gamma_3)$ простору рішень Δ , а також ризику, вираженого через умовні ймовірності помилок (небезпечні $\beta_i^{(0)}$, захисні $\beta_0^{(i)}$ відмови) та умовні ймовірності вірних рішень $\beta_0^{(0)}, \beta_i^{(i)}$ (індекс i означає наявність в каналі числового коду КЖ, Ж або 3).

Отриманим моделям властиві труднощі трьох основних видів:

1. Складність з об'єктивної точки зору точного призначення вартостей. Суб'єктивний характер призначення вартостей просто відображає незворотну невизначеність у відношенні вартостей, що є ціною, яку необхідно сплачувати за обмежені знання умов реального процесу.

2. Неадекватність апіорної інформації. Але це міра суб'єктивної поінформованості про задачу виявлення та виділення інформаційних сигналів на фоні існуючих завад (відсутність апіорних даних, що проявляються у вигляді випадкового характеру параметрів сигналу, спотвореного завадами, невідомої імовірності або щільності імовірності і т.п.). У цьому можуть допомогти лише факти, що накопичуються у експериментальних дослідженнях.

3. Вибір самого критерію оптимальності, який завжди представляє компроміс між прагненням як можна ближче наблизити модель до реальності

та прагненням до математичної простоти цієї моделі із накладанням на неї ряду обмежень, які у свою чергу віддаляють її від реальності.

У даному випадку дослідження, що пов'язані з індуктивним каналом зв'язку АЛСН та ефективністю його використання, є другорядними (за виключенням впливу каналу на характер самого процесу передачі інформації), а основне значення має точність визначення прийнятих повідомлень та прийняті рішення, що з них випливають. Саме це має місце у системі АЛСН, де у першу чергу важлива не вартість використання каналу зв'язку між колійними та локомотивними пристроями, а вибір рішення при виявленні та виділенні прийнятої сигнальної інформації. Це рішення через визначені дозвільні параметри руху кожного поїзда безпосередньо впливатиме на безпеку перевізного процесу на залізничних лініях.

АВТОМАТИЗОВАНИЙ КОНТРОЛЬ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРІЛОЧНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Маловічко М. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Для забезпечення надійної роботи систем регулювання рухом поїздів нормативними документами передбачено проведення періодичного контролю параметрів апаратури залізничної автоматики як безпосередньо під час експлуатації, так і в ремонтно-технологічній дільниці (РТД) дистанції сигналізації та зв'язку. Недоліком існуючої технології контролю є необхідність значних затрат ручної праці, часу та проблематичність своєчасного виявлення та попередження можливих відмов пристроїв. Це зумовлює необхідність розробки систем автоматизованого діагностування пристроїв залізничної автоматики. Це зумовлює необхідність розробки систем автоматизованого діагностування пристроїв залізничної автоматики. Одним з пристроїв який потребує створення системи автоматичного контролю є стрілочний привід. Інтенсивність відмов стрілочних приводів становить 10 – 12 % від кількості всіх відмов пристроїв ЭЦ і не має явної тенденції до зменшення. В основу розробки автоматизованої системи контролю та діагностування стрілочних переводів покладено метод аналізу кривої споживання струму двигуном під час переводу стрілки. Більшість стрілочних приводів, які експлуатуються в даний час на залізницях України, приводяться в дію за допомогою електродвигунів постійного струму з послідовним збудженням якоря. Наявність сучасних мікропроцесорних та комп'ютерних технологій дозволяє формалізувати цей метод та розробити на його основі системи діагностування стрілочних електричних двигунів з послідовним збудженням без виключення стрілок з поїздної і маневрової роботи та при перевірці в ремонтно-технічній ділянці (РТД). Для цього необхідно визначи-

ти діагностичні ознаки для розробки методики автоматизованого контролю технічного стану електричних двигунів стрілочних приводів на основі проведення вимірювань часових залежностей, амплітуди постійної складової струму, та спектрального складу струму стрілочних переводів з двигунами постійного струму при справному їх стані, а також при різних дефектах. Основні типи дефектів було взято такі: обрив секцій обмоток якоря, прогорання ламелей, забруднення колектора двигуна, іскріння на щітках, коротке замикання витків обмотки колектора, «биття підшипника» якоря електродвигуна. Для визначення загальних рис кривої струму через електродвигун з певним типом дефекту вимірювання провели з трьома різними двигунами, що мали однаковий тип дефекту. Струм вимірювали під час переводу як у плюсове так і мінусове положення. Відповідно до методу, що вдосконалюється, проводили спектральний аналіз зареєстрованого сигналу струму. Спектральний аналіз проводили з використанням спеціалізованих програм, а також за допомогою Вейвлет аналізу, з використанням програмного пакету MatLab. Запропонована система діагностики стрілочного електродвигуна не потребує додаткових датчиків і працює без перешкод для нормального функціонування ЕЦ. Винести рішення про справність і працездатність двигуна ми можемо по кривій споживання струму. При переключенні ДСП стрілкового комутатора і подачі команди на перевод стрілки датчик переводу стрілки підключений до ланцюга керування стрілковими переводами реєструє команду на переведення даної стрілки. Після цього система визначає яка саме стрілка переводиться, та підключає АЦП до резисторів включених в лінійні проводи Л1. Оцифрована форма кривої споживання струму електродвигуном стрілочного переводу записується в пам'ять мікроконтролера і потім передається в персональний комп'ютер. В персональному комп'ютері крива струму порівнюється з ідеальною кривою і по результатах цього порівняння виносяться рішення про стан стрілкового приводу. Використання такої системи автоматичного контролю та діагностування дозволить нам контролювати стан стрілочних приводів без виключення стрілки з роботи.

ОЦІНКА ІСТОТНОСТІ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ВИБІР СТРУКТУРИ СИСТЕМИ МПЦ

Меліхов А. А.

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків, Україна

На теперішній час розробники систем мікропроцесорної централізації (МПЦ) на станції вибирають структуру системи на основі свого досвіду і особистих знаннях, виходячи з критеріїв забезпечення надійності і функціональної безпеки.

Пропонується для оцінки істотності впливу факторів на вибір структури системи МПЦ застосувати метод експертних оцінок.

Метод передбачає анкетування фахівців у сфері, що розглядається, з метою виділення та присвоєння рангів значущості факторам, які істотно впливають на вибір структури управління системи МПЦ. Ранжирування передбачає надання оцінки експертами ступеня впливу факторів на структуру керування системи МПЦ в цілому у порядку зниження істотності їх впливу. Використовуючи стандартні методи математичної статистики, виводяться кінцеві результати анкетування.

Застосування методу експертних оцінок дозволяє проаналізувати велику кількість факторів впливу на структуру системи МПЦ й оцінити ступінь їхньої важливості. За допомогою методу ранжирування було проаналізовано думки двадцяти двох експертів, що дало можливість визначити значимість найбільш вагомих факторів.

Розрахунок суми рангів по кожному фактору впливу, визначеного опитаними експертами, визначається за виразом

$$S_{\tau} = \sum_{\partial=1}^{\Omega} \zeta_{i\tau},$$

де S_{τ} – суми рангів;

τ – порядковий номер фактору впливу;

Ω – кількість опитаних експертів ($\Omega = 22$);

∂ – порядковий номер експерта;

$\zeta_{i\tau}$ – ранг, присвоєний експертом ∂ фактору впливу з номером τ .

У результаті проведених розрахунків отримано значення коефіцієнта конкордації W . Значущість коефіцієнта конкордації була перевірена за критерієм Пірсона χ^2 .

У подальшому розраховані характеристики будуть використані при розробці моделі вибору структури системи МПЦ на нечіткій логіці.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГАРМОНИК ТЯГОВОГО ТОКА В РЕЛЬСОВОЙ ЛИНИИ

Миргородская А. И.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного
транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина

Проблема обеспечения электромагнитной совместимости тягового электрооборудования с линиями железнодорожной автоматики достаточно полно проанализирована во множестве научных публикаций. При вводе в эксплуата-

тацию новых типов электрического подвижного состава, в процессе испытаний проводят измерения генерируемых ими электромагнитных помех. Однако такие испытания проводят на одном локомотиве, в то время как в процессе эксплуатации возможно движение одновременно нескольких локомотивов на участке. Измерить помехи от нескольких локомотивов при сочетании всех возможных, в том числе и самых неблагоприятных внешних факторов практически невозможно. Для проведения таких исследований используют компьютерное моделирование. В качестве исходной информации применяют реальные значения помех, измеренные в процессе полевых испытаний подвижного состава. Некоторые аспекты проблемы рассмотрены автором в предыдущих работах.

Целью настоящей работы является разработка математической модели и исследование распространения гармоник тягового тока в рельсовых линиях, создаваемых несколькими единицами электроподвижного состава постоянного или переменного тока, двигающимися в фидерной зоне многопутного участка железной дороги.

Для построения модели в качестве базового взят двухпутный участок железной дороги. Это не является существенным ограничением и результаты можно распространить на участок с другим количеством путей. Тяговые подстанции расположены на расстоянии 15..20 км для постоянного тока (напряжением 3 кВ) и 40..60 км для переменного тока (25 кВ).. Тяговая сеть для каждого пути состоит из контактного провода, несущего троса и двух рельс, электрически соединенных между собой и с землей через сопротивление изоляции балласта.

Рассмотренные линии образуют многопроводную систему, для описания которой обычно применяют теорию многопроводных линий с распределенными параметрами. Однако рассматриваемая система не является продольно однородной вследствие подключенной к линиям аппаратуры рельсовых цепей, а также работающих на участке локомотивов. В соответствие с этим эквивалентная схема системы тягового электроснабжения была представлена в виде последовательно включенных многополюсников, представляющих однородные участки многопроводных железнодорожных линий, и двухполюсников, включенных между ними. Эти двухполюсники представляли аппаратуру рельсовых цепей, включенную между рельсами на границе блок-участков и локомотивы, включенные между контактным проводом и рельсами. Контактную сеть, состоящую из контактного провода и несущего троса, на эквивалентной схеме представили одним проводом с эквивалентным погонным (на единицу длины – н.е.д.) полным сопротивлением.

Для нахождения распределение токов и напряжений в многопроводной линии были составлены уравнения. Продольный импеданс линий н.е.д. и поперечный адмитанс между линиями н.е.д. записали в виде прямоугольных матриц. Диагональные элементы матрицы импедансов Z_{ii} соответствовали собственному импедансу i - й линии н.е.д., а недиагональные элементы

Z_{ij} взаємному імпедансу между i и j лініями н.е.д. Очевидно $Z_{ij} = Z_{ji}$ вследствие симметрии системы.

В качестве граничных условий взяты напряжения на шинах тяговой подстанции для двух путей, а также токи локомотивов.

На основе предложенной математической модели разработана компьютерная программа и проведено моделирование распределения гармоник тягового тока вдоль рельсовых линий от нескольких локомотивов обращающихся в фидерной зоне. Разработанная модель использовалась при исследовании распространения гармоник тягового тока от локомотива переменного тока с асинхронным тяговым двигателем.

ВІБРОШУМОВА ДІАГНОСТИКА ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ РЕЛЕ

Морозов Г. Л., Разгонов А. П., Бондаренко Б. М.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Сучасна обчислювальна техніка дозволяє удосконалити технологію перевірки параметрів реле залізничної автоматики за рахунок автоматизації процесів вимірювання і використання програмних засобів діагностики. У багатьох країнах, що використовують електромагнітні реле в залізничній автоматизації, розв'язуються питання контролю електричних і часових параметрів електромагнітних реле за допомогою різних автоматичних цифрових пристроїв і систем. Наприклад, автоматична тестова система Automatic Relay Test System INDIA індійського виробництва, RelayPro Automated Relay Tester виробництва MRD Rail Technologies Австралії, автоматичний програмний комплекс ІАПК РТУ російського виробництва.

З використанням мікропроцесорної техніки залишаються невирішеними проблеми надійного контролю механічних параметрів електромагнітних реле. Зараз для цього використовуються методи і технології, розроблені у середині минулого сторіччя. Причому виконання ремонтно-профілактичних робіт вимагає високої кваліфікації фахівців, що виконують уручну основний об'єм технологічних операцій по вимірюванню і контролю механічних параметрів реле. Такі роботи передбачають значний час, зокрема розбирання і збирання приладу, що перевіряється, не залежно від його фактичного стану.

Одними з ефективних методів попередження аварій, виявлення несправностей у електромеханічних вузлах радіоелектронної апаратури (РЕА) є акустичні методи.

Статистична обробка випадкових сигналів, отриманих за допомогою програмного вимірювального комплексу, розробленого авторами, дозволила визначити щільність імовірності амплітуд шумових сигналів при спрацьовуванні реле НМШ 2-900.

Шумові сигнали носять випадковий характер тому представляють інтерес отримання таких характеристик як щільність імовірності розподілу шумових сигналів.

Процедуру відбракування ненадійних реле можна здійснювати за допомогою програмного комплексу шляхом порівняння середніх значень амплітуд шумових сигналів еталонного реле, й того що перевіряється. Якщо середнє значення шумових сигналів реле що перевіряється, більше або менше аналогічної характеристики еталонного реле, то ухвалюється рішення відбракування першого з подальшим аналізом причин відхилення від норми і відповідного регулювання або ремонту.

Так при перевірці реле НМШ2-900 середня амплітуда шумових сигналів еталонного реле: $A_e=0,47$ dB, а зі зменшеним антимагнітним штифтом – $A=0,6$ dB, що підтверджує необхідність його регулювання або ремонту. При цьому надійність прийняття рішення складає більш 90%.

Віброшумова діагностика електромагнітної апаратури є достатньо надійним способом діагностики комутаційних засобів РЕА.

Для якнайменших спотворень при перетворенні звукових коливань в електричний сигнал, доцільно розташувати мікрофони в середині шумонепроникної чарунки біля корпусу реле, в безпосередній близькості від якоря реле. В якості мікрофонів оптимальними за простотою, якістю сигналу та вартістю, є застосування електростатичних мікрофонів.

Акустичний канал використовується сумісно з оптичним, електричним і електромагнітним каналами діагностики реле і доповнює інформацію про стан об'єкту.

МЕТОДЫ РОБАСТНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ

Бабаев М. М., Блиндюк В. С.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта,
г. Харьков, Украина

В докладе рассматривается возможность применения робастных методов управления технологическими процессами железнодорожных станций. В качестве характеристики системы управления предлагается выбрать ресурсосбережение. Анализируются различные методы оценки неопределенности объектов управления с целью принятия соответствующих решений. Показаны их достоинства и недостатки.

НЕЙРО-НЕЧІТКІ МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ

Ананьєва О. М.

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків, Україна

Розглянуто нейро-нечіткі моделі функціонування автоматизованих систем керування рухом поїздів, що дозволило провести аналіз впливу рухомого складу на роботу існуючих пристроїв електричної централізації та автоблокування, а також дослідити характер зміни амплітуд і початкових фаз сигналів рейкових кіл в умовах дії завад.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СТРЕЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

Бабаев М. М., Богатырь Ю. И.

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта,
г. Харьков, Украина

Современные стрелочные электроприводы должны обеспечивать показатели безопасности движения поездов и быть высоконадежными. Использование в электроприводах магнитоэлектрических машин может решить задачи повышения их надежности. В докладе рассматриваются различные режимы работы стрелочных электроприводов с двигателями, содержащими постоянные магниты, расположенные на роторе. Анализируется математическая модель двигателя, представленная системой дифференциальных уравнений, описывающих магнитные процессы, как в неподвижной так и во вращающейся системах координат.

КОНТРОЛЬ СТАНУ РОБОТИ ПЕРВИННИХ ДАТЧИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН І НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Бабаев М. М., Прилипко А. А.

Українська державна академія залізничного транспорту, м. Харків, Україна

Для виявлення зміни умов роботи первинних датчиків систем залізничної автоматики, наприклад, впливу зовнішніх факторів, застосовують автоматизовані системи моніторингу. Такі системи проводять збір корисної інформації про роботу датчиків у реальному часі, але не застосовують інтелектуальний функціонал. За допомогою теорії нечітких множин можливо

реалізувати системи, що базуються на експертних знаннях та приймають на основі цих знань рішення. Таким чином функціонал систем, що використовують ці технології, набуває інтелектуальні можливості по обробці даних, що надходять від об'єктів контролю. При різних умовах та задачах доцільно використовувати нечіткі множини або нейронні мережі. Наприклад, при обробці сигналів з датчиків, що контролюють стан рейкового кола, доцільно використовувати нечіткі множини, що базуються на експертних знаннях. В той же час функцію по передбаченню стану пристрою найкраще реалізувати за допомогою нейронних мереж.

МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНТАКТНОГО ДАВЛЕНИЯ В РЕЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Разгонов А. П., Бондаренко Б. М., Профатилов В. И.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина

Основной элементной базой в устройствах железнодорожной автоматики в Украине продолжают оставаться электромагнитные реле первого класса надежности типа НМШ и РЭЛ. Для обеспечения соответствия эксплуатационно-техническим требованиям реле железнодорожной автоматики периодически проверяются и регулируются по всему комплексу параметров. Наиболее сложным процессом является измерение механических параметров реле, включая и контактное давление. Используемая в настоящее время технология проверки механических параметров реле железнодорожной автоматики отличается низкой точностью и высокой субъективностью, из-за большого количества ручных операций. В настоящее время измерение контактного давления производится с помощью граммометра часового типа Г-10-60. Статистические наблюдения показывают, что недостатком данного способа измерения контактного давления является достаточно высокая погрешность (до 30%).

Разработанный метод автоматизированного определения контактного давления основывается на особенностях конструкции электромагнитных реле железнодорожной автоматики типов НМШ и РЭЛ, в которых отпадание якоря осуществляется не под действием возвратной пружины, а под действием собственного веса якоря, значение которого известно. Исходными данными для определения контактного давления являются параметры элементов конструкции реле НМШ и РЭЛ (вес якоря, соотношение плеч якоря, конструкция контактной системы), а также параметры, которые определяются с помощью измерительного диагностического комплекса для контроля параметров реле:

- зависимость зазора между якорем и сердечником от времени во время включения реле, позволяющая определить моменты трогания и останова якоря, а также совместный ход каждой контактной группы;
- зависимость тока в обмотке реле от времени при включении реле;
- моменты размыкания тыловых контактов и замыкания фронтовых контактов при включении реле.

Все данные оцифровываются с помощью аналого-цифрового преобразователя и записываются в память компьютера для дальнейшей математической обработки с помощью программного обеспечения реализованного на языке высокого уровня C++.

Данный метод позволяет решить комплексную задачу автоматизации определения механических параметров электромагнитных реле железнодорожной автоматики без снятия кожуха в соответствии с эксплуатационно-техническими требованиями к реле первого класса надежности. Сравнительный анализ данных результатов показал, что отклонение вычисленного и измеренного значений контактного давления не превышает 12,6% для фронтовых контактов и 10,3% для тыловых контактов, что позволяет использовать метод на практике вместо существующей технологии проверки реле.

К достоинствам данного метода определения контактного давления можно отнести увеличение точности и уменьшение субъективности получаемых результатов, а также уменьшение времени на измерение контактного давления, за счет того, что отпадает необходимость проводить измерения для каждого контакта отдельно и снимать кожух реле.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ В УСЛОВИЯХ ПЛАВКИ ГОЛОЛЕДА НА ПРОВОДАХ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ОДНОПУТНЫХ УЧАСТКОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Разгонов А.П., Дьяков В.А. (ДИИТ),
Дьяков А.В. (ДЭЛ Приднепровской ж.д.)

Наличие гололеда на проводах контактной сети вызывает пережоги контактных проводов при наезде токоприемника на участок провода, покрытый гололедом. Повреждения контактной сети при гололеде требуют длительного времени на ее восстановление. В этой связи борьба с обледенением проводов контактной сети является актуальной задачей.

Для предотвращения обледенения проводов на электрифицированных участках постоянного тока применяют профилактический подогрев проводов до температуры несколько выше 0°C, что исключает возможность отложения льда на проводах. Профилактический подогрев проводов осуществляют в течение всего периода возможного образования гололеда при плотности тока 2,5 ... 3,5 А/мм², на что требуются большие затраты на электроэнергию.

Плавка гололеда токами короткого замыкания уменьшает затраты на электроэнергию. Вместе с тем, при плавке гололеда прекращается движение поездов. Плотность тока при плавке гололеда достигает $6,5 \dots 8 \text{ А/мм}^2$, а время плавки $16 \dots 24$ мин. За рубежом рекомендуется аналогичные плотности тока при плавке гололеда: ФРГ – $7,5 \text{ А/мм}^2$ при $t_{\text{пл.}} = 7$ мин., Франция – $5 \dots 6 \text{ А/мм}^2$ при $t_{\text{пл.}} = 12 \dots 13$ мин., Нидерланды – $5 \dots 6 \text{ А/мм}^2$ при $t_{\text{пл.}} = 12$ мин.

На однопутных участках осуществить профилактический подогрев проводов контактной сети практически невозможно, а при плавке гололеда ток короткого замыкания длительно протекает по рельсам, что может вызвать токовую перегрузку элементов и приборов рельсовой цепи (дроссель – трансформаторов, дроссельных перемычек, электротяговых и стыковых соединителей и т.п.). Кроме того, в последние годы участились случаи хищения изделий из цветных металлов, что привело к применению в рельсовых цепях нестандартных изделий из стальных или сталемедных проводов и к снижению пропускной способности рельсовой сетью тяговых токов.

В этой связи сотрудниками ДИИТа и ДЭЛ Приднепровской ж.д. были проведены исследования по проверке термической устойчивости элементов и приборов рельсовой цепи при плавке гололеда на проводах контактной сети. Исследование включало в себя экспериментальное моделирование плавки гололеда на проводах контактной сети на однопутном участке между подстанциями „С“ - „Н“ Приднепровской ж.д. и аналитическое обоснование полученных экспериментальных результатов.

Моделирование плавки гололеда на проводах контактной сети и расчеты показали, что элементы рельсовой и контактной сетей способны выдерживать режим плавки гололеда, проводимый согласно нормативным документам.

Для повышения диэлектрической и термической устойчивости путевых дроссель – трансформаторов, особенно расположенных вблизи от тяговых подстанций, на расстоянии менее 3 км, необходимо вернуться к существующей ранее практике заливке трансформаторного масла в корпуса дроссель – трансформаторов.

Для повышения термической устойчивости стальных дроссельных перемычек и стыковых рельсовых соединителей, расположенных на расстоянии менее 3 км от тяговых подстанций необходимо их обязательно дублировать.

ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ ТА ЗАХИСТ ВІД ПЕРЕШКОД АПАРАТУРИ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ

Разгонов А. П., Ящук К. І., Разгонов С. А.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені ак. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Залізничний транспорт України зазнає дедалі більших змін, що пов'язані з модернізацією апаратури з метою забезпечення якомога вищої пропускної здатності одночасно з високим рівнем надійності та безпеки руху. Модернізація пов'язана в першу чергу з переоснащенням провідними системами. Надійність та безпека руху стосується тих критеріїв та вимог, що висуваються будь-якій системі чи елементу залізничного транспорту як складовій цілісного процесу забезпечення руху потягів.

Системи залізничної автоматики та телемеханіки постійно вдосконалюються та доповнюються нововведеннями. Однією з тенденцій є перехід на тональні рейкові кола. Це в першу чергу пов'язано з перспективним напрямом забезпечення надійності та швидкісного руху потягів.

Існує дуже велика кількість чинників, які здійснюють негативний вплив на роботу тональних рейкових кіл. Серед цих факторів можна виділити дію потужних імпульсних перешкод грозових і блискавичних розрядів, а також вплив комутаційних перенапружень з боку живлячої мережі на електронну апаратуру тональних рейкових кіл. У зв'язку з цим була поставлена задача захисту апаратури тональних рейкових кіл від дії потужних імпульсних перешкод та комутаційних перенапружень.

З цією метою було розглянуто параметричні генератори частоти 25 Гц (ПЧ 50/25), багатолітній досвід експлуатації яких доводить їхню високу надійність та перешкодостійкість.

Було розроблено та випробувано експериментальні зразки параметричних генераторів з електричними параметрами, що відповідають вимогам пристроїв живлення апаратури тональних рейкових кіл, а саме: коефіцієнт стабілізації вихідної напруги - більше 30; ккд :0,7...0,75; вихідна потужність зразків 400Вт. Досліджено диференціальне рівняння генератора з магнітопроводом на неколінеарних магнітних полях та інженерну методику розрахунку параметрів генератора.

Внаслідок цього встановлено, що параметричні генератори з магнітопроводом на неколінеарних магнітних полях, що працюють в режимі повторення частоти, можуть використовуватися не лише як стабілізатори напруги з високими електричними й експлуатаційними показниками, а й як пристрої захисту від завад та перенапружень. Було проведено дослідження фільтруючих властивостей параметричних генераторів частоти, встановлено, що генерація частоти відбувається при істотно нелінійному режимі ро-

боти магнітопровода та відносно високій добротності вихідного коливального контура.

В результаті дослідження систем електроживлення та захисту від завад апаратури тональних рейкових кіл було вдосконалено інженерну методику розрахунку параметрів генератора частоти 25 Гц (ПЧ 50/25) і встановлено, що параметричні генератори частоти можуть застосовуватися для захисту електронної апаратури тональних рейкових кіл від дії потужних імпульсних завад грозових і блискавичних розрядів, а також комутаційних перенапружень з боку живлячої мережі.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОБЛОКУВАННЯ НА ПЕРЕВАЛЬНИХ ДІЛЯНКАХ З КРУТИМ ПРОФІЛЕМ

Разгонов А. П., Ящук К. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

На сьогоднішній день питання безпеки руху та підвищення пропускної здатності потягів для залізничного транспорту є найактуальнішим. Відбувається переоснащення залізниці новими системами, вирішення проблем по вдосконаленню існуючих систем. На ряду з цим постає питання надійності роботи рейкового кола як елемента залізничної автоматики та телемеханіки, що відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки руху потягів.

Та є такі ділянки доріг, на яких питання безпеки руху досі залишаються відкритими. Це, наприклад, перевальні гірські ділянки з крутим профілем, де здійснюється рух потягів. Робота рейкових кіл на таких ділянках дуже ускладнюється. Тому забезпечення надійності роботи рейкових кіл на перевальних гірських ділянках з крутим профілем є досить проблематичним. Автоблокування таких ділянок потребує реконструкції, а подекуди заміни на більш сучасні вдосконалені системи, тобто постає задача винайдення нових методів для вирішення існуючих проблем.

У зв'язку з цим було розглянуто ділянку Лавочне – Бескид – Скотарське, що знаходиться в Карпатах. Проведено тяговий розрахунок потягу з чотирма локомотивами типу ВЛ-11. У результаті розрахунку визначено рівні тягових струмів на розрахунковому підйомі 30,4 %, які складають 7200 А. Встановлено, що тягова підстанція розташована ближче до перегону, по якому здійснюється рух. Таким чином, тяговий струм поширюється у співвідношенні, зворотно пропорційному відстані від навантаження у сторону підстанцій, що працюють паралельно. Виявилось, що струм, який відгалужується у сторону найближчої підстанції досягає $0,67 \times I_{\text{сум}}$. Вважаємо, що симетрія на ділянці розрахунку досягає 0,12. Це означає, що струм асиметрії складає 579 А. Враховуючи, що допустима норма для дросель-трансформатору типу ДТ 0,2-1000 складає 240 А, можна зробити висновок,

що спостерігається значне перевищення значення струму асиметрії. За цих умов, як видно з розрахунків, вхідний опір апаратури, приведений по кінцям рейкового кола, знижується. Це, у свою чергу, сприяє ускладненню регулювання рейкових кіл.

Внаслідок вище приведених процесів змінюються теплові характеристики дросель-трансформаторів ДТ 0,2-1000 та ДТ 0,6-1000, які встановлюються відповідно на релейному та живлячому кінцях. У результаті встановлено, що теплові режими не тільки не відповідають нормативним, а й значно перевищують їх. Це викликає ускладнення у профілактиці обслуговування рейкових кіл.

Для вирішення проблеми нагрівання дросель-трансформаторів внаслідок протікання великих струмів було розглянуто варіант дублювання дроселів та проведено розрахунок режимів роботи рейкових кіл. Найбільш критичним виявився шунтовий режим роботи дросель-трансформаторів при наявності шунта на релейному кінці. Однак при налаштуванні в резонанс дросель-трансформаторів, що дублюються, шунтовий режим відповідає вимогам.

Недоліком дублювання дросель-трансформаторів є їхня вартість. Тому у зв'язку з вище приведеним дослідженням розглядається проблема забезпечення надійності роботи рейкових кіл і, як наслідок, підвищення безпеки руху шляхом застосування безстиківих тональних рейкових кіл, у яких зберігатиметься декілька колійних дросель-трансформаторів для симетрії потенціалів у рейках.

ВИЯВЛЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА КРИТЕРІЇВ ДЛЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ

Романцев І. О.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В.Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Розвиток швидкісних магістралей залізничного руху змушує використовувати стабільно працюючі вузли для організації безпеки високого рівня. Запорукою безпеки руху є формування достовірної інформації про стан колії, особливо на перегонах, де до швидкості та мінімального інтервалу руху ставлять жорсткі рамки. При використуванні тональних рейкових кіл (ТРК) в якості датчиків стану колії з великою ймовірністю забезпечується отримання саме такої інформації.

Принцип дії традиційно заснований на пропусканні сигнального струму по рейковій лінії та його прийомі на колійному приймачі. При виході зі строю окремого елемента цього ланцюга призводить до затримки руху поїздів в найкращому випадку, а в найгіршому – до зниження безпеки систем

залізничної автоматики, наприклад при помилковій вільності рейкового кола.

Звичайно, всі основні блоки ТРК проходять регулярних технічний огляд, а саме рейкове коло згідно інструкцій використання повинне працювати без відмов та періодичного регулювання постійно. Незважаючи на це, саме рейкове коло призводить до найбільшої кількості відмов на дистанцію сигналізації.

Система автоматичного контролю стану ТРК дає можливість постійно контролювати необхідні параметри даного кола. При цьому з'являється можливість попереджувати відмови, а не тільки усувати їх. Але ця система автоматичного контролю повинна контролювати тільки певні електричні параметри, що дійсно дають змогу підвищення інформативності отриманих даних та зменшення негативних впливів на виміри, таких як людський фактор та ін.

Параметри контролю стану ТРК, що вимірюють, поділені на основні та додаткові. Основні параметри контролюють виконання тональним рейковим колом свої головних функцій, таких як виявлення стану вільності/зайнятості ділянки колії рухомим складом. Додаткові параметри контролюють коректність виконання допоміжних функцій, таких як контроль цілісності рейок або подання сигналу локомотивної сигналізації в рейкове коло.

Всі параметри додатково охарактеризовані критеріями, що дискретно описують контрольний електричний сигнал, при чому частина критеріїв контролює знаходження параметру в заданих границях, інші – перевищення допустимих значень. Дані критерії задовольняють наступній умові:

$$\sum_{i=1}^i k_i = 1, \text{ де } i - \text{кількість значень критеріїв для кожного параметра.}$$

Дані критерії використовують для подальшого опису справних та елементарних несправних станів, на основі яких приводиться функція справного стану і таблиця функцій несправних станів.

УДОСКОНАЛЕННЯ БЕЗПЕКИ СОРТУВАЛЬНИХ ГІРОК ШЛЯХОМ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ КОНТРОЛЮ ЗАПОВНЕННЯ ПІДГІРКОВИХ КОЛІЙ

Рибалка Р. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, м Дніпропетровськ, Україна

Галузь залізничної автоматики серед іншого охоплює проблему контролю заповнення підгіркової колії відчепами (КЗК), яка полягає у визначенні відстані від вхідного кінця колії до найближчого відчепу, яким вона зайнята.

На основі запропонованого раніше автором методу корекції спектрів (МКС) в даній роботі пропонується удосконалити безпеку функціонування сортувальних гірок шляхом вирішення задачі КЗК із застосуванням МКС. Було проведено математичне моделювання, в якому система “рейкове коло (РК) – відчіп (шунт)” надавалася у вигляді П-подібної схеми заміщення. Рішення щодо відстані до шунта виносилось за ідентифікованою за допомогою МКС амплітудо-частотною характеристикою (АЧХ).

З проведеного кластерного аналізу над еталонними АЧХ та після МКС, отриманими для різних відстаней до місця встановлення шунта з 5 % відхилення від номінальних значень параметрів схеми заміщення, було встановлено можливість вирішення задачі КЗК пропонуваним методом. Причому, зі зростанням відстані до місця встановлення шунта погіршувалася якість її розпізнавання.

Результатом даної роботи являється удосконалення методу КЗК, яке полягає в наступному: дозволяється збільшити точність визначення відстані від вхідного кінця підгіркової колії до найближчого відчепу при тестовому сигналі, який би давав значно більшу похибку, що була б внесена у разі застосування класичного методу ідентифікації за спеціальними сигналами (без МКС), тобто послаблюються вимоги до тестового сигналу, а значить і до генератору останнього; компактне розміщення апаратури на вхідному кінці РК; відмова від встановлення на колії ізолюючих стиків та поділу на короткі ізольовані ділянки; прискорення розпуску составів завдяки появі передумов для кращого вирішення задачі прицільного гальмування; відмова від необхідності фільтрації шуму в тестовому сигналі. Внаслідок цього удосконалюється безпека сортувальних гірок.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГАРМОНИК ТЯГОВОГО ТОКА В РЕЛЬСОВОЙ СЕТИ

Сердюк Т. Н.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина

В настоящее время устройства, обеспечивающие безопасность движения поездов, в частности, рельсовые цепи (РЦ) и автоматическая локомотивная сигнализация (АЛС), работают неустойчиво, что сопровождается сбоем кодов АЛС. В ряде случаев причиной возникновения отказов является наличие опасных и мешающих гармоник в обратном тяговом токе. Влияние тягового тока на работу РЦ и систему АЛС объясняется использованием рельсовых линий в системах автоблокировки, тягового электроснабжения на электрифицированных железных дорогах и метрополитенах. В результате, помехи, возникающие в контактной сети и локомотиве, могут появляться на входе приемников устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) гальваническим путем или индуктивно.

Исследование распространения по длине фидерной зоны гармоник тягового тока электровоза является достаточно актуальной задачей, поскольку рельсы используются в качестве обратной линии на электрифицированных участках, а спектральный состав обратного тягового тока значительно расширился вследствие применения новых типов подвижного состава и износа существующего оборудования. С целью учета влияния всех видов помех на работу рельсовых цепей, а также научного обоснования метода автоматизированного измерения электромагнитных помех в рельсовых линиях, была разработана комплексная математическая модель их распространения в системе тягового электроснабжения. Для решения поставленной задачи был выполнен комплексный анализ электромагнитной совместимости устройств автоматики с системой тягового электроснабжения, который включил в себя: определение степени влияния излучения источника на существующую аппаратуру; оценку уровня помех в рельсовых линиях и их приемниках; нахождение источника и причины возникновения помех.

Предложена уточненная схема замещения электрических тяговых сетей, которая позволяет учесть влияние помех, причиной возникновения которых является работа оборудования локомотивов постоянного тока в различных режимах, на устройства, подключенные к каналам АЛС. В отличие от существующих в предложенной математической модели неоднородность участка определяется на основании данных, полученных во время проведения измерений вагоном-лабораторией с помощью специально разработанного оборудования. Таким образом, чтобы стало возможным учитывать как можно большее число факторов, влияющих на распределение гармоник тока и напряжения в них, определить источники помех, оказыва-

ющие влияние на передачу сигнальных токов по рельсовым линиям; теоретически проанализировать распределение гармоник напряжения и токов по длине фидерной зоны.

Выполнено моделирование распределения гармоник тяговых токов частотой 100 и 150 Гц амплитудой 1, 5 и 10 А по длине питающего участка. Для моделирования были выбраны гармоники данной частоты, поскольку их появление в рельсовых линиях может оказать мешающее влияние на работу кодовых рельсовых цепей 50 Гц и систему АЛС, используемые на участках с электротягой постоянного тока.

Исследование распределения упомянутых выше гармоник по длине неоднородного железнодорожного участка с двусторонним питанием показало, что рельсовые цепи, установленные по краям фидерной зоны, а также те, возле которых находится локомотив, работают в наихудших условиях. Погрешность между рассчитанными и измеренными данными не превышает $\pm 10 \%$.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОДОВОГО ТОКА И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ В ОБРАТНОМ ТЯГОВОМ ТОКЕ

Сердюк Т. Н., Гаврилюк В. И.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина

Рельсовые цепи (РЦ) и система автоматической локомотивной сигнализации (АЛС), которые относятся к устройствам автоматики, обеспечивающим безопасность движения поездов, подвергаются постоянному электромагнитному воздействию со стороны системы тягового электроснабжения. Обеспечение надежной и бесперебойной работы устройств железнодорожной автоматики с каждым годом приобретает все большее значение ввиду внедрения нового типа подвижного состава (с импульсной системой управления, асинхронными тяговыми двигателями и др.), микропроцессорных систем автоблокировки, диспетчерской и электрической централизации, устройств связи. Все это вызывает необходимость выполнять глубокий анализ источников помех в рельсовых линиях и проводить теоретические и экспериментальные исследования их распространения.

Проблема автоматизированного измерения параметров сигнального тока заключается в том, что современные способы контроля параметров кодового тока сопровождаются либо необходимостью вмешательства в схему рельсовой цепи и связаны со значительными трудовыми и временными затратами и могут привести к задержкам в графике движения поездов, либо позволяют контролировать ограниченное число параметров кодового тока как одного из параметров рельсовых цепей: амплитуду тока в начале и

конце рельсовой цепи, длительность первой паузы в кодовой посылке, причем временные параметры кода КЖ не контролируются. Отклонения параметров кодового тока и рельсовых цепей от нормативных значений определяются неавтоматизированно и носят субъективный характер.

Разработан способ автоматизированного измерения параметров кодового тока и помех в рельсовых сетях, который реализуется во время выполнения контрольных поездок и связан с измерением зависимости амплитуды и фазы тока, который наводится в приемных катушках локомотива, от координаты. Вычисление параметров сигнального тока реализовано с помощью преобразования Фурье, методов цифровой фильтрации и специально разработанных алгоритмов определения длительности импульсов и пауз кодовых посылок, типа кода и амплитуды сигналов. Гармонические помехи, содержащиеся в обратном тяговом токе, идентифицируются в разделительной паузе кода.

Суть способа заключается в измерении электродвижущей силы, пропорциональной кодовому и тяговому току, протекающему в рельсовых линиях, вычислении амплитуды и фазы токов и записью результатов на электронный носитель компьютера вагона-лаборатории. Новым является то, что помимо расширенного ряда параметров кодового тока и измерения помех, данный способ позволяет вычислить параметры рельсовых цепей (входное сопротивление рельсовой цепи, сопротивление балласта, затухание), проверить исправность изостыков и наличие мест обрыва электрических соединителей.

Решение поставленной технической задачи позволяет автоматизировать процесс измерения параметров кодового тока и помех в рельсовой цепи, расширить их число, увеличить точность измерений и, как следствие, безопасность движения поездов. Внедрение предложенного способа способствует переходу от планово-предупредительного обслуживания рельсовых цепей к обслуживанию по состоянию.

ЕЛЕКТРОМАГНІТНОСУМІСНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ КАНАЛИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Сиченко В. Г.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
ім. акад. В. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Енергетичні канали тягового електропостачання повинні забезпечувати надійність та безперебійність живлення, стійкість до непередбачуваних впливів та високу енергоефективність. На сучасному етапі, окрім вказаного, вони повинні бути електромагнітносумісними з оточуючим середовищем на всіх рівнях передачі, перетворення та споживання електричної енергії. Вказані процеси забезпечуються низкою різноманітних пристроїв,

утворюючих, власне, енергетичні канали (ЕК): лінії електропередачі, трансформатори, перетворювачі, інфраструктура тягової мережі та споживачі електричної енергії.

Взаємодія підсистем ЕК представляє складний стохастичний процес, характеристики якого змінюються у просторі, площині та часі. Аналіз впливаючих чинників дозволяє окреслити основні вимоги до обладнання ЕК:

1. Випрямлячі:
 - рівні генерації вищих гармонік у мережі постійного та змінного струмів;
 - рівень генерації реактивної енергії;
 - стабілізація напруги;
 - стійкість до комутаційних процесів;
 - функції фільтрації;
 - режими інвертування та струмообмеження.
2. Трансформатори:
 - рівні генерації гармонік;
 - втрати потужності;
 - регульовальні властивості;
 - забезпечення необхідної кількості фаз;
 - реалізація принципу глибокого вводу;
 - мінімізація експлуатаційних затрат.
3. Інфраструктура тягової мережі:
 - мінімізація електромагнітних впливів будь-якого походження на суміжні пристрої;
 - мінімізація втрат електричної енергії;
 - забезпечення нормального функціонування рейкових кіл та інформаційно-керуючих систем.
4. Електрорухомий склад:
 - мінімізація впливу на суміжні пристрої;
 - підвищення енергетичних характеристик споживання електроенергії.
5. Нетягові споживачі:
 - рівні генерації вищих гармонік;
 - підвищення енергетичних характеристик споживання електроенергії.

Комплексна реалізація зазначених вимог дозволить створити високо-ефективні конкурентноздатні електромагнітно сумісні енергетичні канали тягового електропостачання постійного струму, які відповідають сучасним вимогам.

ВЫДЕЛЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ СИГНАЛОВ НА ФОНЕ МОЩНЫХ ПОМЕХ ОТ СИЛОВЫХ СЕТЕЙ

Швец А. В., Иванов В. К. (Институт радиофизики и электроники
им. А.Я. Усикова НАН Украины, г. Харьков, Украина),
Сердюк Т. Н. (Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта им. акад.В. Лазаряна)

Изолятор – это один из наиболее ответственных, но и один из самых ненадежных элементов высоковольтных линий электропередач (ЛЭП). При наличии запаса по электрической прочности, полное повреждение одного из изоляторов в гирлянде может не вызывать сразу нарушения нормальной работы ЛЭП. Однако постепенное накопление дефектных изоляторов ведет к перекрытиям, особенно в грозовой период.

Различные процессы, связанные с ухудшением состояния изоляции и появлением диагностических признаков, исследованы ведущими организациями в этой отрасли. В качестве одной из основных причин, приводящих со временем к разрушению изолятора, рассматривается явление частичных разрядов (ЧР), происходящих во внутренних полостях фарфоровых или стеклянных изоляторов.

Для предотвращения опасных ситуаций в работе ЛЭП разработаны мероприятия по проведению контроля состояния изоляции. В последнее время большое распространение получили дистанционные методы. В настоящее время для контроля изоляции высоковольтных устройств используются три основных метода: 1) инфракрасный; 2) электронно-оптический (по ультрафиолетовому излучению); 3) ультразвуковой. Первые два из этих методов наиболее точны и информативны, однако эффективность их применения существенно зависит от погодных условий и времени суток, что делает практически невозможным поиск неисправностей при солнечном освещении. Ультразвуковые методы свободны от данных недостатков, однако, дистанция обнаружения неисправностей для всех перечисленных методов ограничена несколькими десятками метров, что требует обхода (облета) ЛЭП в непосредственной близости от опор ВЛ.

Метод инспекции ЛЭП, основанный на измерении радиопомех, используется для обнаружения повреждений на линиях, однако, вследствие использования высокочастотных диапазонов дальность действия его также ограничена. Представляет интерес использование радиоизлучения в диапазоне сверхнизких частот, который соответствует максимальной спектральной плотности излучения короны, а также частичных разрядов в изоляторах. Проблема использования данного диапазона частот связана, прежде всего, с высоким уровнем излучения ЛЭП на основной и на высших гармониках частоты 50 Гц, а также помех от атмосферного электричества.

В настоящем докладе рассмотрена методика компенсации мощных узкополосных гармоник, излучаемых силовыми сетями. Методика предназначена для применения в компьютеризованной системе обнаружения и регистрации импульсных сигналов, связанных с частичными или коронными разрядами в изоляторах ЛЭП. Алгоритм компенсации узкополосной помехи состоит в следующем: 1) по спектру сигнала определяются два максимальных значения амплитуды в окрестности частоты помехи; 2) определяются фаза и амплитуда сигнала помехи; 3) формируется сигнал компенсации, который вычитается из исходного сигнала. Необходимо отметить, что данная методика позволяет определить параметры помехи с точностью, превышающей частотное разрешение дискретного спектра, определяемого длительностью анализируемой реализации сигнала и частотой дискретизации. Данное обстоятельство является ключевым для успешной работы методики в случае, когда частота помехи не совпадает с одним из дискретных отсчетов спектра.

Разработанная методика была реализована и протестирована в системе сбора данных естественных радиоизлучений в диапазоне сверхнизких частот. Измерения проводились с помощью датчиков вертикального электрического поля и датчиков горизонтальных магнитных компонент в полевых условиях. Применение методики позволило накопить банки данных импульсных сигналов естественного происхождения в условиях мощных узкополосных помех от окружающих пункт наблюдений воздушных линий электропередач.

ДОСЛІДЖЕННЯ МАГНІТНОГО ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ НА ТОНАЛЬНІ РЕЙКОВІ КОЛА

Щека В. І.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина

Одним з перспективних напрямів розвитку залізниць України є розробка та впровадження в експлуатацію електрорухомого складу (ЕРС) з асинхронним тяговим приводом (АТП). В АТП сучасного ЕРС використовуються потужні напівпровідникові перетворювачі, які є потужним джерелом електромагнітних завад. Тому для впровадження сучасного ЕРС необхідно забезпечити його електромагнітну сумісність з пристроями автоматики та сигналізації.

Головним елементом автоматики, який відповідає за безпеку руху на залізниці, є рейкові кола (РК). Впродовж своєї роботи вони постійно перебувають під впливом електромагнітних завад з боку системи тягового електропостачання та ЕРС. Тому метою роботи є дослідження магнітного впливу сучасного ЕРС на тональні РК.

При дослідженні електромагнітного впливу сторонніх систем на РК, для полегшення розрахунків, розглядають окремо електричний, кондуктивний та

магнітний вплив. РК постійно знаходяться під впливом високої напруги контактного проводу (КП), яка наводить у рейках електричні потенціали відносно землі (електричний вплив). Так як активною і ємнісною провідністю між КП та рейками можна знехтувати, то й електричний вплив буде незначним. Також рейкова лінія (РЛ) приймає участь у каналізації зворотного тягового струму, гармонічні складові якого можуть потрапляти у смугу сигнальних частот, створюючи цим заважаючий або небезпечний вплив (кондуктивний). Змінний тяговий струм, що протікає в КП під час руху електровоза наводить в рейках поздовжню електрорушійну силу (ЕРС), яка викликає протікання в РЛ струму (магнітний).

КП розташований симетрично відносно РЛ, а отже поздовжні ЕРС, наведені в рейках цієї колії, мало різнитимуться та впливу на роботу РК не створюватимуть. Але ЕРС, наведені в рейках суміжної колії відрізнятимуться. Тобто тяговий струм у КП буде створювати магнітний вплив на роботу РК суміжних колій. В ході дослідження виявлено, що при віддаленні від КП абсолютні значення наведених поздовжніх ЕРС зменшуватимуться. Причому різниця між ЕРС в рейках збільшуватиметься.

У роботі створена модель тонального РК. Для дослідження магнітного впливу були знайдені коефіцієнти взаємоіндукції між КП та рейками суміжних колій та підраховані поздовжні ЕРС, які моделюються введенням додаткових джерел ЕРС в схему заміщення РЛ. Аналіз роботи РК проводився при наявності в РЛ сигнального струму та наведеного струму завади. Моделювання проводилось для різних умов роботи РК (перегін, станція) за допомогою пакету аналізу Pspice. З попередніх досліджень відомо, що при швидкості руху 60 км/год локомотив з АТП споживає з контактної мережі струм з гармоніками, які потрапляють у смугу сигнальних частот тональних РК 420 та 780 Гц. Рівень наведеного струму від цих гармонік залежить від параметрів РЛ, рівня гармонік у КП, відстані між РЛ та КП.

У результаті дослідження виявлено, що при деяких обставинах струм завади у РЛ буде досягати рівня, достатнього для створення заважаючого впливу на роботу тонального РК. Окремий інтерес становлять станційні РК, бо на станції кожна РЛ знаходиться під впливом декількох КП. В цьому випадку результуюча ЕРС визначатиметься за методом суперпозиції. Станційні тональні РК обладнуються ізолюючими стиками. РЛ виявляється ізолюваною по кінцях і при цьому рівень наведеної поздовжньої ЕРС буде більшим. За цих умов індуктований струм завади у станційному РК може досягати рівнів значно більших ніж на перегоні.

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОЇ ЛОКОМОТИВНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ

Ящук К. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені акад. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Основним засобом регулювання руху поїздів на перегонах магістральних ліній є автоблокування. Ця система є досить надійною, але існує ряд недоліків, які, у свою чергу створюють перешкоди перед забезпеченням безпеки руху поїздів. При автоблокуванні спостерігається прослідування світлофорів із жовтим вогнем з недопустимою швидкістю, що відбувається за несприятливих умов, а саме: поганій видимості світлофорних вогнів, втраті машиністом пильності. Ці фактори також можуть бути причиною прослідування світлофора з червоним вогнем. Для усунення цих недоліків пристрої автоблокування доповнюють пристроями|устройствами| автоматичної локомотивної сигналізації.

Пристрої автоматичної локомотивної сигналізації повинні відповідати наступним вимогам: по-перше, вони повинні здійснювати прийом сигналів від колійних пристроїв автоматичної локомотивної сигналізації, по-друге, вимірювати швидкості, визначати поточний час і місцеположення (координати) локомотиву, визначати допустимі швидкості руху поїзда залежно від показань попереднього світлофора, автоматична локомотивна сигналізація повинна постійно і часово обмежувати швидкості, безперервно порівнювати фактичну швидкість із допустимою і автоматично відключати тягу, здійснюючи гальмування поїзда при перевищенні допустимої швидкості, контролювати пильність машиніста, реєструвати сигнали.

Системи АЛС є різних типів. Однією з найпоширеніших є АЛСН - автоматична локомотивна сигналізація безперервного типу.

Але наразі постає проблема коректного забезпечення сприйняття, відображення, і, як наслідок, контролю параметрів кодів АЛС. Існує ряд спеціальної апаратури, яка має своїм призначенням усунення даної проблеми. Вона вимірює струм кодових сигналів АЛСН, визначають стан рейкового кола на основі отриманих та оброблених даних (апаратура "Колос", "Контроль", "САУТ", "МІКАР" та ін.), дає можливість прослідкувати та зафіксувати місцезнаходження ізостика (апаратура "Контроль", "Колос") та забезпечує реєстрацію місцезнаходження збою коду АЛСН. Але незалежно від виду апаратури постають проблеми у коректності інформації щодо знаходження ізостика, похибки вимірювань величин, які будуть залежати від параметрів рейкового кола.

Тому на даний час системи АЛС потребують створення апаратури, яка володіла би підвищеною завадостійкістю, а також давала би можливість з високою точністю вимірювати фазові співвідношення струмів.

ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ВЫЯВЛЕНИЯ ПЕРЕГРЕВА БУКСОВЫХ УЗЛОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

Домницкий Л. А., Парфенов В. И., Рокун И. Г.

Днепропетровский Национальный университет железнодорожного
транспорта им. акад. В. Лазаряна

Тема безопасности движения поездов стала особенно актуальной с ростом железнодорожных перевозок. Увеличение интенсивности и скорости движения, длины и веса поездов повлекло ужесточение требований к техническому состоянию вагонов и локомотивов. Значение контроля технического состояния подвижного состава все более возрастает с введением в эксплуатацию скоростных участков железных дорог Украины, а также с активным включением территории нашей страны в межгосударственные транспортные коридоры.

Буксовый узел является одним из наиболее ответственных элементов в железнодорожном подвижном составе. От его исправной работы во многом зависит безопасность движения поездов. В железнодорожных вагонах эксплуатируются буксы с подшипниками скольжения и буксы с подшипниками качения. Типовые конструкции подшипников качения, изготовленных на ЗГПЗ, 5ГПЗ, 8ГПЗ имеют габариты 130x250x80мм. Кроме того в последнее время внедряются буксовые роликовые подшипники с полиамидными сепараторами. Нагрев этих буксовых узлов, как показал опыт эксплуатации, происходит из-за нагрева переднего или заднего роликоподшипника. Распространенными же причинами нагрева букс с подшипниками скольжения и роликовыми подшипниками является плохое качество смазки или ее недостаток, плохая подгонка подшипника, предельный износ, трещины и отказы баббита, что при движении поезда в зоне трения подшипников об ось приводит к выделению тепла. Это тепло распространяется двумя путями: через шейку оси на ось и колесо и через подшипник на корпус буксы.

Для буксовых узлов с роликовыми подшипниками признаками неисправности при движении является повышение температуры буксы до 75 °С в летний период и до +40 °С в зимний. Для букс с подшипниками скольжения предельно допустимая температура шейки оси составляет +100 °С.

Задача обнаружения перегрева таких букс методом улавливания инфракрасной энергии усложняется тем, что наиболее приближенная температура, соответствующая температуре шейки оси, фиксируется в верхней части корпуса буксы, а инфракрасные приемники сканируют в основном заднюю стенку буксы. Температура внешней поверхности корпуса буксы зависит также

от режима движения поезда (длительности непрерывного движения, разгона, торможения, направления ветра).

В связи с этим целесообразен контроль состояния буксовых узлов индивидуальными техническими средствами, расположенными внутри корпуса самой буксы. Кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь» исследуется новый способ индивидуального контроля букс при помощи позистора с положительным температурным коэффициентом. Это позволяет плавно (с ростом температуры буксового узла) увеличивать сопротивление позистора и передать информацию внешним устройствам (например, в кабину машинисту) о начале перегрева буксового узла железнодорожного вагона. В отличие от известных подобных устройств, работающих на плавких вставках, данные устройства самовосстанавливаются, т.е. являются устройствами многократного действия.

Известно, что достаточно хорошо температуру шейки оси характеризует нагрев верхней части корпуса буксы. Анализ элементов конструкций тележек вагонов показывает, что конструкции тележек опираются на верхнюю часть буксы. Это способствует лучшей теплоотдаче в точке контакта металлических поверхностей. Таким образом, нижняя часть корпуса буксы является более нагретой. В нее следует монтировать индивидуальное техническое средство контроля температурного режима буксы.

ВЛИЯНИЕ РАСХОЖДЕНИЯ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОМАШИН НА ТИПОВЫЕ МОЩНОСТИ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ СТЕНДА ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКИ

Афанасов А.М.

Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, г. Днепропетровск, Украина

Наибольшее распространение на станциях для испытания тяговых электромашин получила схема взаимной нагрузки с использованием так называемых вольтодобавочной машины (ВДМ) и линейного генератора (ЛГ). Замена существующих электромашинных преобразователей на статические преобразователи (ВДП и ЛП), целесообразность которой на сегодняшний день почти не вызывает сомнений, тем не менее, требует более серьезного подхода к выбору их типовых параметров. Использование вращающихся преобразователей с одной стороны снижает к.п.д. испытаний, а с другой стороны дает очень большой запас по перегрузочной способности схемы.

Способность электромашинных источников питания переходить в двигательный режим оказывает благоприятное демпфирующее действие на работу всей схемы при переходных процессах. При использовании статических преобразователей электромеханические переходные процессы будут протекать несколько иначе, возможны значительные перегрузки по току и обратному

напряжению. Всё это должно быть учтено при выборе типовых параметров полупроводниковых источников питания.

Отдельный интерес представляет собой характер распределения мощности, потребляемой стендом из сети, между двумя источниками. Распространенное мнение о том, что ВДМ компенсирует только электрические, а ЛП механические и магнитные потери в стенде справедливо лишь для условия совпадения магнитных характеристик испытуемых электромашин. При испытании тяговых двигателей с расходящимися магнитными характеристиками происходит перераспределение общей потребляемой стендом мощности между указанными источниками питания. Перераспределенная часть мощности, обусловленная расхождением магнитных характеристик испытуемых электромашин, определяется как произведение разницы их е.д.с. и силы тока генератора.

Анализ протоколов приемосдаточных испытаний современных тяговых электродвигателей (ДТК-820) показывает, что до 70% общих потерь мощности в них приходится на электрические потери и до 25% на механические и магнитные потери. Так, при коэффициенте полезного действия, равном 0,94, суммарные электрические потери в стенде составляют 8,4%, а суммарные механические и магнитные потери - 3% от номинальной мощности одной испытуемой электромашины. При таких соотношениях потерь допустимое по ГОСТ 2582-81 отклонение магнитных характеристик испытуемых электромашин в 6% приведет к такому перераспределению потребляемой мощности, при котором либо все потери будут компенсироваться ВДП, либо ЛП будет компенсировать 75% всех потерь в испытательном стенде. А это означает, что мощность ЛП должна быть в три раза больше суммарной мощности механических и магнитных потерь в стенде, а запас мощности ВДП по сравнению с суммарными электрическими потерями должен быть полуторократным. Анализ возможных переходных процессов в схеме взаимной нагрузки показывает, что мощность каждого из источников должна быть не меньше всех суммарных потерь в стенде.

Результаты проведенных исследований показывают, что одним из наиболее перспективных направлений в области модернизации станций по испытанию тяговых электрических машин является оптимизация самой структуры схемы взаимной нагрузки. Уменьшение суммарной типовой мощности источников питания, а, следовательно, и себестоимости модернизации может быть достигнуто путем использования схем взаимной нагрузки с одним источником электрической или механической мощности, компенсирующим все потери в испытательном стенде.

ПАРАМЕТРИ ТЯГОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ПІДВИЩЕНОЇ ЧАСТОТИ ТА ЇХ ВПЛИВ НА РЕЙКОВІ КОЛА

Муха А.М., Куриленко О. Я.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту
імені акад. Лазаряна, м. Дніпропетровськ, Україна

Не підлягає сумніву необхідність покращення енергетичних показників системи тягового електропостачання постійного струму з напругою у контактній мережі 3 кВ. Досягти цього можливо за рахунок збільшення напруги у контактній мережі до 6, 12 або 24 кВ.

Але таке вирішення цієї науково-технічної проблеми потребує використання нового електрорухомого складу, зокрема електровозів. При сучасному рівні розвитку напівпровідникової техніки є можливість побудови перетворювачів з ланками підвищеної частоти, що дозволить зменшити масогабаритні показники обладнання, при збільшенні потужності. Збільшення потужності необхідно для електровозів призначених для швидкісного руху.

Основною складовою частиною тягових перетворювачів з ланкою підвищеної частоти, що пропонуються використовувати у складі нового багатосистемного електрорухомого складу, є трансформатор підвищеної частоти. Перед науковцями постає складна задача – визначення матеріалів з яких виготовити магнітну систему трансформатора, та яку конструкцію обмоток використовувати.

Ці питання визначені тими факторами, що традиційні трансформаторні сталі, з товщиною стрічки 0,5 мм та 0,35 мм, при частотах вхідного струму вище 400...1000 Гц, не передають потужність во вторинну обмотку, що пов'язано з їх динамічними властивостями, та збільшенням втрат у магнітопроводі.

Вирішити цю проблему можна за рахунок використання нових магнітних матеріалів. Проведені дослідження та аналіз властивостей існуючих магнітних матеріалів, дозволяють стверджувати, що доцільним в потужних трансформаторах, до яких відносяться тягові трансформатори, використовувати електротехнічні сталі наприклад марки 3422 з товщиною стрічки 0,05 або 0,08 мм. Така сталь, по-перше є технологічною, тобто дозволяє формувати потрібну конфігурацію магнітопроводу. По-друге характеризується відносно гарними магнітними характеристиками в діапазонах частот 1000....3000 Гц.

Як відомо, що спектр частот гармонійних складових струму тягового трансформатора підвищеної частоти, визначається такими його параметрами як індуктивність первинної та вторинної обмоток, взаєміндукція обмоток, та міжобмоткові ємності. Всі ці параметри входять до складу схеми заміщення

трансформатора підвищеної частоти, та визначаються в першу чергу конструкцією обмоток.

Проведені дослідження показали, що доцільним є використовувати циліндричних обмоток. Така конструкція обмоток забезпечує такі параметри схеми заміщення трансформатора підвищеної частоти, які при дослідженні його режимів роботи в різних діапазонах частот, забезпечують відсутність або мінімальні значення гармонійних складових, у вхідних струмах тягових перетворювачів підвищеної частоти, які можуть негативно впливати на рейкові кола електрифікованих ділянок залізниць.

СОДЕРЖАНИЕ

Абакумов О. А., Бойнік А. Б. Напрямки підвищення ефективності систем огороження на залізничних переїздах	11
Бондаренко Б. М. Аналіз та розробка оптичного методу вимірювання руху якоря реле	12
Буряк С.Ю. Математичне моделювання стрілочного електроприводу	13
Гаврилюк В. И., Завгородний А. В. Аналитический обзор методов расчета импеданса линий электрифицированных железных дорог с учетом влияния земли	15
Дуб В. Ю. Применение детерминированного и вероятностного тестирования для поиска неисправностей в релейных блоках железнодорожной автоматики	16
Дунаев Д. В. Исследование влияния частоты переменного тока на сопротивление изоляции балласта	18
Дунаев Д. В. Аналіз методів вимірювання первинних параметрів рейкових кіл	19
Завгородній О. В. Методика визначення граничного рівня завад від тягового електропостачання у рейковому колі	21
Завгородний А. В. Моделирование распределения электромагнитного поля вблизи рельсовой нити	23
Кузнецов В. Г., Кирилюк Т. І. Вплив регулювання напруги на шинах тягових підстанцій на потенційний стан суміжних споруджень	25
Кустов В. Ф. Методы обеспечения безопасности микропроцессорных систем железнодорожной автоматики	26
Корчевський Ю. П., Сердюк Т. М. Метод вимірювання електромагнітних завад в станційних рейкових колах	27
Кошевий С. В., Кошевий М. С, Сотник В. О. Тракт передачі сигналів АЛСН з колії на локомотив як одноканальна система зв'язку	29
Бабаев М. М., Кошевий С. В., Зубко А. П. Виявлення сигналів числового коду АЛСН на фоні завад з використанням статистичної теорії рішень	30
Маловічко М. В. Автоматизований контроль основних параметрів стрілочного електроприводу	32

Меліхов А. А. Оцінка істотності впливу факторів на вибір структури системи МПЦ	33
Миргородская А. И. Исследование распространения гармоник тягового тока в рельсовой линии	34
Морозов Г. Л., Разгонов А. Л., Бондаренко Б.М. Віброшумова діагностика електромагнітних реле	36
Бабаев М. М, Блиндюк В. С. Методы робастного управления технологическими процессами железнодорожных станций	37
Ананьева О. М. Нейро-нечіткі моделі функціонування автоматизованих систем керування рухом поїздів	38
Бабаев М. М., Богатырь Ю. И. Моделирование режимов работы стрелочных электроприводов с магнитоэлектрическими двигателями	38
Бабаев М. М., Прилипко А. А. Контроль стану робота первинних датчиків з використанням теорії нечітких множин і нейронних мереж	38
Разгонов А. П., Бондаренко Б. М., Профатилов В. И. Метод автоматизированного определения контактного давления в реле железнодорожной автоматики	39
Разгонов А.П., Дьяков В.А., Дьяков А.В. Повышение надежности работы рельсовых цепей в условиях плавки гололеда на проводах контактной сети однопутных участков постоянного тока	40
Разгонов А. П., Ящук К. І., Разгонов С. А. Електроживлення та захист від перешкод апаратури тональних рейкових кіл	42
Разгонов А. П., Ящук К. І. Дослідження системи автоблокування на перевальних ділянках з крутим профілем	43
Романцев І. О. Виявлення параметрів та критеріїв для системи автоматичного контролю стану тональних рейкових кіл	44
Рибалка Р. В. Удосконалення безпеки сортувальних гірок шляхом вирішення задачі контролю заповнення підгіркових колій	46
Сердюк Т. Н. Моделирование распространения гармоник тягового тока в рельсовой сети	47
Сердюк Т. Н., Гаврилюк В. И. Автоматизированное измерение параметров кодового тока и электромагнитных помех в обратном тяговом токе	48

Сиченко В. Г. Електромагнітносумісні енергетичні канали тягового електропостачання постійного струму	49
Швец А. В., Иванов В. К., Сердюк Т. Н. Выделение импульсных сигналов на фоне мощных помех от силовых сетей	51
Щека В. І. Дослідження магнітного впливу електрорухомого складу на тональні рейкові кола	52
Ящук К. І. Дослідження систем автоматичної локомотивної сигналізації	54
Домницкий Л. А., Парфенов В. И., Рокун І. Г. Повышение достоверности выявления перегрева буксовых узлов железнодорожных вагонов	55
Афанасов А. М. Влияние расхождения магнитных характеристик тяговых электромашин на типовые мощности источников питания стенда взаимной нагрузки	56
Муха А.М., Куриленко О. Я. Параметри тягових трансформаторів підвищеної частоти та їх вплив на рейкові кола	58

На здобуття Державної премії України в галузі науки і техніки

Назва роботи: Розробка, освоєння виробництва та впровадження в експлуатацію сучасного вантажного рухомого складу нового покоління.

Претенденти (Укр.): Анофрієв Василь Григорович, Боднар Борис Євгенович, Ісопенко Іван Васильович, Коробка Борис Афанасійович, Мельничук Василь Олексійович, Можейко Євген Рудольфович, Позняков Валерій Дмитрович, Рибкін Віктор Васильович, Савчук Орест Макарович, Шаповал Анатолій Васильович.

Претенденти (Англ.): Anofriiev Vasyl, Bodnar Borys, Isopenko Ivan, Korobka Borys, Mel'nychuk Vasyl, Mozheiko Yevgen, Pozniakov Valeriy, Savchuk Orest, Rybkin Victor, Shapoval Anatoliy.

Роботу представляє: Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна.

Мета: створення вітчизняного вантажного рухомого складу нового покоління, що дозволяє прискорити заміну зношеного парку вантажних вагонів, підвищити його продуктивність, знизити витрати на обслуговування в експлуатації та ремонт.

Новизна: вперше в Україні розроблений і прийнятий у серійне виробництво та в експлуатацію піввагон моделі 12-7023-01 на візках моделі 18-7020, платформа моделі 13-7024 для контейнерів, створено і здійснюється серійний випуск сімейства критих вагонів-хоперів для сипких вантажів, піввагон моделі 12-7039 пройшов повний комплекс випробувань на візках моделі 18-7033 (25т/вісь). Перевага всіх конструкцій вагонів - можливість руху з конструкційною швидкістю (120 км/год) без обмеження в порожньому режимі; значно менший вплив на верхню будову колії.

Науково-практична значимість: У теперішній час на залізницях України експлуатується близько 1000 піввагонів моделі 12-7023-01 на візках моделі 18-7020, відмовлень піввагонів не зафіксовано, що свідчить про їх високу надійність в експлуатації. На залізницях України, країн СНД та Балтії успішно експлуатуються більш 1500 платформ мод. 13-7024 та близько 5000 сучасних бункерних вагонів виготовлених на ВАТ «КВБЗ». При виробництві та в експлуатації рухомого складу нового покоління на підприємствах машинобудівної та залізничної галузей забезпечено робочими місцями близько 10 тисяч робітників. Загальний економічний ефект від впровадження вантажного рухомого складу нового покоління складає більше 120 млн гривень.

Публікації: надруковано більше 250 наукових праць, з яких 5 монографій, та близько 100 патентів на винаходи та корисні моделі, в тому числі близько 50 патентів отримано за кордоном. Лише за останні роки розробки брали участь у 51 виставці в Україні та за кордоном (Росія - Москва, Санкт-Петербург, Білорусь, Казахстан, Узбекистан, Туреччина, Іран, Азербайджан).



У 2010 році на здобуття
Державної премії України у галузі
науки та техніки висунута робота
«РОЗРОБКА, ОСВОЄННЯ
ВИРОБНИЦТВА ТА
ВПРОВАДЖЕННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ
СУЧАСНОГО ВАНТАЖНОГО
РУХОМОГО СКЛАДУ НОВОГО
ПОКОЛІННЯ». Робота виконана за
участю Дніпропетровського
національного університету
залізничного транспорту ім.
академіка В. Лазаряна, Державної
адміністрації залізничного
транспорту України, Відкритого
акціонерного товариства
«Крюківський вагонобудівний
завод», Інституту
електрозварювання імені Є.О.
Патона, Державного підприємства
«Український науково-дослідний
інститут вагонобудування».