

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ УКРАИНЫ**

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ АДМИНИСТРАЦИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ**

**ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА**

**ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЙ АКАДЕМИИ УКРАИНЫ
НПП «УКРТРАНСАКАД»**



**V международная
научно-практическая конференция**

**БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ
СОВМЕСТИМОСТЬ НА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ
S&EMC**

14.02 – 17.02.2012



**Днепропетровск
2012**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ,
МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ

МИНИСТЕРСТВО ИНФРАСТРУКТУРЫ УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ АДМИНИСТРАЦИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ИМЕНИ
АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА

ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЙ АКАДЕМИИ УКРАИНЫ

НПП «УКРТРАНСАКАД»

ТЕЗИСЫ

**V Международной научно-практической конференции
«БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ
СОВМЕСТИМОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ
ТРАНСПОРТЕ»
(S&EMC)**

ТЕЗИ

**V Міжнародної науково-практичної конференції
«БЕЗПЕКА ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»**

PROCEEDINGS

**of the V International Scientific and Practical Conference
"SAFETY AND ELECTROMAGNETIC
COMPATIBILITY ON RAILWAY TRANSPORT"**

14.02.2012 – 17.02.2012

Днепропетровск
2012

УДК 621.331:621.332

Безопасность и электромагнитная совместимость на железнодорожном транспорте: тезисы V Междунар. научно-практической конф., 14-17 февраля 2012 г., пгт. Чинадиево. – Д.: ДИИТ, 2012. – 88 с.

В сборнике представлены тезисы докладов V Международной научно-практической конференции «Безопасность и электромагнитная совместимость на железнодорожном транспорте», организованную Днепропетровским национальным университетом железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна. Конференция проходила в туристическом комплексе «Водограй» (пгт. Чинадиево, Мукачевского р-на Закарпатской обл.) 14-17 февраля 2012 г.

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.ф.-м.н., профессор Гаврилюк В. И.

к.т.н., с.н.с. Сыченко В. Г.

к.т.н. Рыбалка Р. В.

НАУЧНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

Гаврилюк В. И. — д.ф.-м.н., проф., зав. каф. «Автоматика, телемеханика и связь» ДИИТ.

Заместитель председателя:

Сыченко В. Г. — к.т.н., с.н.с., зав. каф. «Электроснабжение железных дорог» ДИИТ.

Члены научного комитета:

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

Бойник А. Б. — д.т.н., проф. (УкрГАЖТ, Украина);

Бялонь А. — к.т.н. (НТЦ ж.д. транспорта, Польша);

Денисюк С. П. — д.т.н., проф. (НТУУ КПИ, Украина);

Загарий Г. И. — д.т.н., проф. (УкрГАЖТ, Украина);

Лингайтис Л. П. — д.т.н., проф. (Вильнюсский технический ун-т им. Гедеминеаса, Литва);

Микульский Е. — д.т.н., проф. (Силезский технологический университет, Польша);

Омарбеков А. К. — д.т.н. (Казахстан темир жолы);

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

Чепцов М. Н. — д.т.н., проф. (ДИЖТ УкрГАЖТ, Украина).

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ НОВЫХ ТИПОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С СИСТЕМАМИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И СВЯЗИ

Гаврилюк В. И.

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

Электрифицированные железные дороги являются мощным источником электромагнитных помех, способных вызвать нестабильную работу устройств железнодорожной автоматики и связи. Интерес к проблеме обеспечения электромагнитной совместимости на железнодорожном транспорте Украины в последнее время усилился в связи с организацией ускоренного движения поездов, появлением новых типов подвижного состава с асинхронным тяговым приводом, внедрением новых компьютерных систем управления движением поездов. При проведении эксплуатационных и сертификационных испытаний подвижного состава испытания их на электромагнитную совместимость являются обязательными. Типовая методика испытаний тягового подвижного состава на электромагнитную совместимость с устройствами сигнализации, централизации, блокировки (СЦБ) включает контроль следующих параметров и характеристик:

- уровень влияния тягового тока на рельсовые цепи, автоматическую локомотивную сигнализацию и другие устройства железнодорожной автоматики;
- уровень радиопомех от электрооборудования электротранспорта;
- влияние на проводные и кабельные линии;
- влияние на поездную радиосвязь.

Нормативные документы, регламентирующие проведение испытаний ЭПС на ЭМС, в большей части устарели, в ряде случаев не соответствуют международным стандартам и не в полной мере определяют параметры, подлежащие контролю. Таким образом, разработка национальных нормативных документов и методик, регламентирующих испытания новых типов подвижного состава на ЭМС с устройствами СЦБ является важной практической задачей.

В Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта при кафедре «Автоматика, телемеханика и связь» создана государственная научно-исследовательская лаборатория электромагнитной совместимости и безопасности,

сотрудники которой на базе ГНИЛ динамики и прочности подвижного состава в полном объеме проводят испытания новых типов локомотивов, вагонов, электропоездов на ЭМС с устройствами СЦБ. Лаборатория динамики и прочности подвижного состава аккредитована.

В то же время, в силу сложности проблемы, большое количество задач, связанных с испытанием новых типов подвижного состава и их электромагнитного влияния на линии автоматики и связи, являются не полностью решенными.

В настоящей работе представлены результаты экспериментальных и теоретических исследований по определению предельных уровней мешающего и опасного электромагнитного воздействия на рельсовые цепи со стороны ЭПС и тягового электроснабжения, рассмотрено применение результатов исследований при испытаниях ЭПС на электромагнитную совместимость с устройствами железнодорожной автоматики.

Для доказательства безопасности и электромагнитной совместимости подвижного состава с устройствами железнодорожной автоматики в процессе испытаний новых типов подвижного состава, необходимо проводить измерения электромагнитных помех как непосредственно в силовых цепях ЭПС, так и в рельсовых линиях, на которые влияет не только электроподвижной состав, но и вся система тягового электроснабжения (СТЭС). При этом вероятны ситуации, при которых в фидерной зоне на участке одновременно движутся несколько электроподвижных единиц, что при совпадении ряда неблагоприятных внешних факторов (сопротивление изоляции баласта, режимы ведения и расстояние между электроподвижными единицами, скорость движения и др.) может привести к мешающему и даже опасному сбою в работе рельсовых цепей и автоматической локомотивной сигнализации. Поскольку реализация на практике всех возможных ситуаций является дорогостоящим, а в некоторых случаях и трудно невыполнимым исследованием, существенное место при проведении таких исследований отведено исследованиям на математических моделях.

Для этого разработана математическая модель и компьютерная программа, позволяющая проводить моделирование электромагнитных процессов в СТЭС и оценивать влияние тягового электроснабжения на рельсовые линии для различной поездной ситуации и при различных условиях и режимах работы рельсовых цепей и режимах ведения поездов. Силовые агрегаты тягового подвижного состава смоделированы в оболочке MatLab Simulink. Система тягового электроснабжения для каждого пути состоит из контактного провода,

несущего троса и двух рельсов, связанных через сопротивления утечки с землей. Дополнительно возможно наличие усиливающего и экранирующего проводов. Математическое описание СТЭС для двухпутного участка построено на основе теории многопроводных линий с распределенными параметрами, имеющими активные и реактивные взаимные связи. Первичные параметры системы зависят от частоты, проводимости земли, как экранирующей поверхности, и в общем случае нелинейны. Система является неоднородной вследствие подключения в определенных точках к контактному проводу усиливающего провода, а в рельсовой линии - аппаратуры рельсовых цепей, дроссель-трансформаторов, проводов заземления опор контактной сети и других металлических конструкций. Общее решение задачи с учетом перечисленных особенностей является затруднительным. В зависимости от цели проводимого исследования в системе могут быть допущены некоторые упрощения. В работе принята модель системы в виде последовательного соединения многополюсников, представляющих участки линии, для которых система может быть принята однородной. Коэффициенты многополюсников определены из решения уравнений для многопроводной линии. В модели учтено одностороннее и двухстороннее питание контактной сети. Значения токов в рельсовой линии при нахождении в фидерной зоне нескольких локомотивов определено методом наложения. Проведено моделирование распространения в рельсовой линии гармонических составляющих тягового тока, частоты которых совпадают с частотами сигнального тока автоблокировки и локомотивной сигнализации в рельсовых цепях. При определении допустимых уровней помех учтено растекание тягового тока в земле, а также электромагнитное индукционное влияние. Величина напряжения помехи на входе путевого приемника зависит от коэффициента асимметрии рельсовой цепи и защитного действия устройств, включенных между рельсовой линией и путевым приемником. Поскольку защитное действие рельсовой цепи определяется не только защитным фильтром, но и в целом всей аппаратурой, включенной между рельсовыми линиями и путевым приемником, при исследовании проведено моделирование всей рельсовой цепи. Исследование электромагнитных процессов проведено в зависимости от различных условий и конфигурации системы.

Для проверки разработанной модели проведены экспериментальные измерения помех на электровозе и в рельсовой линии при его движении. Результаты вычислений удовлетворительно

совпали с експериментальними даними. Разработанные методики были апробированы при испытаниях новых типов подвижного состава с импульсными преобразователями энергии.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ В УМОВАХ СКЛАДНОГО ГІРСЬКОГО ПРОФІЛЮ

Арсонов В. В.

Укрзалізниця, Київ, Україна

Горобець В. Л., Урсуляк Л. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

Експлуатаційна роботи дільниць із складним гірським профілем колії має проводитися з безумовним дотриманням вимог безпеки руху поїздів. У відповідності до цього у 2010-2011 рр. проведено науково-дослідну роботу з оцінки можливості виключення з графіків руху вантажних та пасажирських поїздів технічної зупинки по пл. Скотарське, Львівської залізниці з метою підвищення її пропускної здатності. Передбачалося, що збільшення до трьох кількості локомотивів, що рекуперують на дільниці Лавочне-Бескид-Воловець дозволить не застосовувати пневматичне гальмування, тим самим не виснажуючи гальмівну магістраль та не припускаючи перегріву гальмівних колодок та коліс, що може бути вирішенням даного питання.

В рамках проведеної роботи було виконано: аналіз технічних характеристик та функціональних можливостей існуючої системи рекуперативного гальмування; дослідження технічного стану колії на дослідній дільниці; виконання дослідних поїздок у складі вантажних та пасажирських поїздів; проведення теоретичних розрахунків з метою оцінки поздовжніх сил, що виникають при русі вантажних та пасажирських поїздів типового складу; розгляд можливості збільшення інтенсивності використання рекуперативного гальмування шляхом переформування вантажних поїздів або зменшення їх вагових норм.

Актуальність даної роботи значно підвищується у зв'язку з пропозиціями щодо поповнення локомотивного парку Львівської залізниці перспективними локомотивами 2ЕС6 та 2ЕС10, які плануються на вказаній дільниці.

Проведений комплекс робіт дозволив зробити наступні висновки.

Ведення пасажирських поїздів з використанням виключно рекуперативного гальмування (без виключення технічної зупинки по пл. Скотарське) можливе, але при умові забезпечення рекуперації по параметрам напруги у контактній мережі.

Підвищення пропускної здатності ділянки Лавочне-Бескид-Воловець не може бути досягнуте за рахунок виключення технічної зупинки по пл. Скотарське з позицій виконання умов безпеки руху поїздів по пл. Скотарське, реалізації близького до критичного рівню поздовжніх сил у вантажному поїзді при рекуперації трьома локомотивами, втрати ефективності роботи штовхачів при виключенні можливості їх відчеплення по пл. Скотарське, підвищення напруги в контактній мережі, що провокує непередбачені відключення схем рекуперації.

Пропонується подальше проведення досліджень з вирішення питання можливості застосування рекуперативного і реостатного гальмування, в першу чергу, в межах стрілочних переводів.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СТРУМОПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ НАКЛАДОК

Баб'як М. О., Грилицький М. Д.

Львівська філія Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту імені академіка

В. Лазаряна, Львів, Україна

Мінєєв О. С.

(к.т.н., лауреат державної премії УРСР)

Для залізничного транспорту України особливо гостро стоїть питання про забезпечення надійного контактного з'єднання між контактною мережею та струмоприймачем електрорухомого складу (ЕРС), оскільки від стабільності контакту цієї пари залежить надійність роботи всіх машин, апаратів та агрегатів ЕРС. Враховуючи євроінтеграційні тенденції Укрзалізниці, що спонукає до підвищення швидкостей руху, стан сучасних електровозів та електропоїздів потребує вирішення комплексу науково-практичних задач щодо забезпечення належного рівня надійності їх струмоприймачів для безпеки руху та підвищення пропускної спроможності електрифікованих ділянок.

Одним з шляхів підвищення надійності струмоприймачів електровозів можна розглядати застосування нового матеріалу для їх

накладок. Враховуючи досвід закордонних та вітчизняних вчених, а також власний досвід, набутий при випробовуванні різного роду контактних елементів, у тому числі і накладок для струмоприймачів, досвід при виробництві рухомих контактів, які використовуються на електростанціях та в електричних машинах на рухомому складі залізниць та міського електротранспорту, пропонується новий матеріал БрЗГ для накладок струмоприймачів ЕРС.

Метою роботи є підвищення експлуатаційної надійності струмоприймачів електрорухомого складу залізниць шляхом підвищення зносостійкості контактних елементів.

Об'єктом досліджень є процеси зношування контактних пластин струмоприймачів електровозів постійного струму.

Як показав наш досвід, найбільшу стійкість до зносу мають системи тертя, в яких утворюються шари «політури», що запобігають зносу обох поверхонь тертя та знижують коефіцієнт тертя. Другим вихідним пунктом, на який орієнтувалися автори – це твердість матеріалу накладки, яка повинна бути меншою ніж твердість контактного дроту, що створює умови для запобігання інтенсивного зносу останнього.

Обидва ці положення в повному обсязі реалізовані у розробленому матеріалі, основу якого складають порошки олов'янової бронзи, заліза та природного графіту, позбавленого домішок окислу заліза, що забезпечило високу електропровідність (близько 80 % міді) при мінімізації перехідного опору.

Дослідна перевірка розробленого матеріалу показала, що на контактних поверхнях контактної мережі та накладки струмоприймача дійсно утворюється шар «політури». Розрахунок параметрів надійності після стендових порівняльних випробовувань розроблених накладок БрЗГ з накладками інших видів, які використовуються у локомотивному депо «Львів-Захід» показали, що знос накладок з розробленого матеріалу БрЗГ в 1,5-2,5 рази менший ніж знос накладок з матеріалів ВЖ-ЗП, МГ-487.

Ця перевага розробленого матеріалу БрЗГ підтвердилась і в умовах дослідної експлуатації на електровозах ВЛ-10 та ВЛ-11, що дає можливість продовження роботи по удосконаленню технології та впровадження їх у виробництво.

ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ УСТРОЙСТВ АВТОБЛОКИРОВКИ

Безнарытний А. М.

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

В настоящее время на железных дорогах Украины существует тенденция к увеличению количества отказов различных подсистем в общей структуре управления движением поездов. Несомненно, это относится и к автоблокировке, как основному средству управления движением поездов на перегонах. Логичным в данном аспекте оказывается вопрос об эффективности системы технического обслуживания устройств автоблокировки, которая и должна своевременно обнаруживать и устранять предотказные состояния. Сегодня для обслуживания устройств автоблокировки применяется планово-профилактический метод, в котором можно выявить ряд недостатков связанных с зачастую ранней заменой приборов и выполнением работ, в которых нет необходимости в данный конкретный момент, но они выполняются, так как были запланированы заранее.

Проанализированные факты приводят к необходимости улучшения системы технического обслуживания за счет учета реального состояния устройств, что обуславливает внедрение диагностических систем. При этом при разработке современной системы технической диагностики оказывается недостаточным просто предоставить обслуживающему персоналу информацию о состоянии контролируемых объектов. Необходимо также логический анализ полученной информации.

В существующей методике анализ информации производят эксперты в области железнодорожной автоматики на основе собственных знаний о работе системы, личного практического опыта и руководствуясь соответствующими инструкциями. Этот подход оказывается неэффективным при отсутствии персонала соответствующей квалификации. Метод машинного анализа, основанный на сравнении полученных измерениями параметров, с данными заложенными в соответствующие базы данных, также оказывается не всегда эффективным, особенно в случае необходимости анализа трудно формализуемой информации.

В связи с этим при разработке систем технической диагностики предлагается использовать метод онтологий для анализа диагностической информации. Основная идея этого подхода заключается в представлении мониторинговой информации в обогащенном виде, со связанным соответствующим контекстом и формализованным в этой онтологии. Контекстом к диагностической информации могут выступать разнообразные данные, полученные с помощью датчиков из различных узлов конкретного объекта диагностики, сравнением диагностических данных, полученных из схожих по типу подсистем, а также из уже накопленной базы данных, полученных в предыдущие моменты времени. При этом онтология позволяет превратить данные в информацию, которая может быть однозначно понята и автоматически проанализирована при помощи компьютера. Таким образом, анализируя диагностические данные, обогащенные соответствующим контекстом, система диагностики может принимать решение о наличии и характере отказа, не используя установленные правила, а исходя из конкретной ситуации, в которой оказался объект диагностики.

Онтология является формальным языком, который позволяет любой концепции быть описанной в пределах определенной области, используя логические правила, чтобы выразить её в отношениях с другими ранее определенными концепциями. Начиная с основных понятий и двигаясь к более подробному анализу, предложенный метод позволяет описать все необходимые знания, которые мы имеем о конкретном объекте диагностики.

При этом предложенный подход позволяет производить не только процесс обмена информацией между различными подсистемами, а также и реализовать процесс распределенных рассуждений. При таком подходе все модули диагностической системы могут принять решение о начале процесса рассуждений, каждый модуль произведет анализ имеющихся в его распоряжении данных и таким образом внесет вклад в принятие окончательного решения инициатором процесса распределенных рассуждений.

Описанный подход также сводит к минимуму дополнительные затраты связанные со стоимостью подсистем, так как анализ диагностической информации может быть реализован в программном обеспечении и не требует специфической аппаратуры.

ДИСКРЕТНЕ ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Блиндюк В. С.

Українська державна академія залізничного транспорту,
Харків, Україна

Розробка систем автоматичного керування електротяговим рухомим складом потребує вирішення проблеми адекватного відтворення динамічних процесів, які виникають у сталому режимі роботи тягових двигунів та в умовах їх зміни з урахуванням дії сторонніх факторів. Це необхідно для підвищення експлуатаційної надійності, оптимізації використання енергетичних і матеріальних ресурсів та забезпечення безпеки руху поїздів. У зв'язку з цим виникає потреба в розробці динамічної функціональної моделі тягового двигуна постійного струму, яка дозволяє отримувати поточні значення основних електромеханічних показників його роботи в реальному масштабі часу.

В докладі розглядаються результати теоретичних досліджень функціонування виконавчих приладів електроприводів постійного струму в частині дискретного динамічного моделювання розподілення індукції в повітряному зазорі та ЕРС самоіндукції обмоток якоря.

Представлено розроблені універсальні моделі, досліджено їх адекватність відтворюваним процесам на основі натурного експерименту при функціонуванні двигуна постійного струму в генераторному режимі.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПО ПІДВИЩЕННЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАГІСТРАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗМІННОГО СТРУМУ З ТЯГОВИМИ КОЛЕКТОРНИМИ ДВИГУНАМИ

Божко В. В., Краснов О. О.

Державний науково-дослідний центр залізничного транспорту
України, Харківська філія

Споживання електроенергії залізничним транспортом України складає близько 5 % загального електроспоживання у вітчизняній економіці. 83 % електроенергії, яка споживається залізничним транспортом, витрачається на тягу поїздів. У цих умовах пріоритетними

напрямами наукових досліджень є енергозбереження та підвищення якості електроенергії у тягових мережах.

Стосовно системи змінного струму 25 кВ 50 Гц останній напрямок пов'язаний в основному з компенсацією реактивної потужності на тягових підстанціях та безпосередньо на електрорухомому складі (ЕРС), який, як відомо, виступає джерелом погіршення якості електроенергії. Дослідження показали, що електровози змінного струму серії ВЛ80 мають порівняно низький коефіцієнт потужності: для електровозів з діодними випрямлячами його величина не перевищує $0,82 \div 0,85$, а для електровозів з тиристорними перетворювачами – $0,8 \div 0,84$ при рекомендованому значенні не менше 0,95. Разом з тим, сьогодні продовжується випуск вантажних і пасажирських електровозів (2ЕС5К, 2ЕЛ5, ЕП1М), обладнаних тиристорними перетворювачами, тому проблема погіршення якості електроенергії у найближчому майбутньому залишиться невирішеною.

Наукові дослідження і розробки в галузі компенсації реактивної потужності на вітчизняних електровозах змінного струму ведуться приблизно з кінця 80-х рр. ХХ ст. За цей час розроблено і впроваджено нерегульовані і регульовані пасивні компенсатори, які підтвердили свою ефективність і знайшли застосування. На випробуваннях електровоза ВЛ80тк, обладнаного регульованим компенсатором, зафіксовано зниження споживання реактивної енергії на 30–40 % і скорочення на 0,8–1 % витрат електроенергії на тягу поїздів. Разом з тим, позитивний ефект забезпечується не в усьому діапазоні навантажень, при цьому, як відомо, не покращується форма вхідного струму електровоза.

Остання обставина стала передумовою теоретичних і експериментальних досліджень в галузі активної фільтрації і компенсації реактивної потужності на ЕРС. Обґрунтовано і запропоновано гібридний фільтр, який складається з двох частин: пасивної (конденсаторна батарея або синхронний двигун), та активної (напівпровідниковий перетворювач). Встановлено, що найбільшу ефективність роботи такого компенсатора забезпечує адаптивна система управління, оскільки вона покращує роботу фільтра на інтервалах комутації вентилів.

Слід відмітити, що робота, присвячена розробці гібридного компенсатора для вітчизняних електровозів виконана у Далекосхідному державному університеті шляхів сполучення (м. Хабаровськ) у 2001 році. Проте, на сьогодні відсутній дослідний зразок такого компенсатора, а тому немає можливості вивчення його роботи на

практиці. У теоретичному аспекті залишається недостатньо дослідженим взаємний вплив роботи електровоза з компенсатором та інших електровозів, що одночасно знаходяться на фідерній зоні. Крім того, актуальною задачею є дослідження роботи таких електровозів на лініях, де крім ЕРС з тяговим приводом постійного струму експлуатується ЕРС з асинхронним тяговим приводом.

Використання активної фільтрації як засобу компенсації реактивної потужності та покращення якості електроенергії на сьогодні визнано перспективним напрямком наукових досліджень і практичних розробок. Тому необхідно їх продовжувати і розвивати. При цьому слід враховувати різні режими і умови роботи як ЕРС, так і електрифікованих ділянок залізниць в цілому.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ЧАСУ СПОВІЩЕННЯ ТА ДІЛЯНКИ НАБЛИЖЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДІВ

Болжеларський Я. В., Возняк О. М.

Львівська філія Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту імені академіка

В. Лазаряна, Львів, Україна, Львівський НДІ судових експертиз

Куйбіда А. С.

Львівський НДІ судових експертиз

На залізницях України серед загальної кількості залізнично-транспортних пригод значне місце посідають пригоди, пов'язані із зіткненнями рухомого складу на залізничних переїздах.

Однією з причин дорожньо-транспортних пригод на залізничних переїздах є неоптимальний спосіб інформаційного огороження переїздів, при якому час сповіщення про наближення поїзда виявляється надлишковим. З іншої сторони, недостатній час сповіщення може призвести до ситуації, коли автомобіль, особливо великої довжини, виїжджаючи за світлофор при його дозволяючих показах не спроможний буде покинути межі небезпечної зони переїзду вчасно.

Задача дослідження полягає у аналізі прийнятої методики розрахунку ділянки наближення і часу сповіщення відповідно до сучасних швидкостей та інтенсивностей руху і наданні пропозицій з її удосконалення.

Згідно діючих нормативних документів на залізницях України застосовуються схеми з фіксованою ділянкою наближення, при якій час сповіщення на переїзд має постійне значення і визначається попереднім розрахунком довжини ділянки наближення виходячи із значення

максимальної швидкості руху поїздів на даній ділянці. Вказаний час повинен бути достатнім для звільнення переїзду автомобілем довжиною 24 м, який рухається зі швидкістю 8 км/год. На нашу думку, дана вимога щодо швидкості руху автомобіля є нечіткою, оскільки не вказано для яких умов руху вона визначена (рівномірного, рівноприскореного чи ін.). Крім того, необхідно відзначити, що діюча на теперішній час Інструкція по експлуатації залізничних переїздів (редакція 2007 року), на відміну від попередньої редакції, не визначає меж залізничного переїзду.

У свою чергу, Правила дорожнього руху, якими керуються водії автотранспортних засобів при перетині залізничних переїздів, не визначають, з якою швидкістю повинен рухатись автомобіль через залізничні переїзди і за який час його покинути. Більше того, у навчальних посібниках з підготовки водіїв та безпечного керування автомобілем водіям рекомендується долати переїзд на понижених передачах, рівномірно та забороняється перемикати передачі і вимикати зчеплення.

Тобто, при русі автопоїзда довжиною 24 м через регульований залізничний переїзд без шлагбаума може виникнути ситуація, при якій водій, зупинившись перед переїздом і розпочавши рух при вимкненій світловій та звуковій сигналізації на одній з понижених передач, не встигне покинути межі переїзду за час наближення поїзда до нього. Можливість виникнення вказаної ситуації підтверджується відтвореннями обставин та обстановки залізнично-транспортних подій, проведеними у рамках розслідування кримінальних справ.

Розглянута ситуація містить потенційну загрозу безпеці руху, а враховуючи, що регульовані залізничні переїзди без шлагбаума є найбільш поширеним типом залізничних переїздів, це вимагає невідкладних заходів щодо удосконалення визначення часу сповіщення про наближення поїзда до залізничних переїздів.

На нашу думку час сповіщення про наближення поїзда до переїзду повинен бути пов'язаний з фактичною швидкістю поїзда. Крім того, доцільним є інформування водіїв про час наближення поїзда за допомогою інформаційних табло, встановлених перед переїздами.

КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ БАГАТОСИСТЕМНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА

Бондаренко Ю. С.

Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

На сьогоднішній день серед всього переліку нормативних документів України не існує такого, який би в повній мірі визначав показники електромагнітної сумісності (ЕМС) електрорухомого складу (ЕРС) з тяговою мережею. Тому зазвичай при виконанні досліджень з питань ЕМС в широкому загальному використовують норми міжнародного стандарту ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», що визначає норми якості електричної енергії, а саме рівні електромагнітної сумісності для кондуктивних електромагнітних перешкод у системах електропостачання загального призначення.

Головною особливістю багатосистемного електровозу є тяговий перетворювач підвищеної частоти. А тому серед переліку критеріїв, що містяться в даному стандарті особливої уваги заслуговують ті, джерелом яких є споживач з нелінійним та несиметричним навантаженням, а саме:

- коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги K_U ;
- коефіцієнт n -ої гармонійної складової напруги $K_{U(n)}$;
- коефіцієнт несиметрії напруг по зворотній послідовності K_{2U} ;
- коефіцієнт несиметрії напруг по нульовій послідовності K_{0U} ;

Поняття багатосистемного електрорухомого складу визначає можливість роботи останнього як у мережі постійного так і змінного струму. Цей факт вимагає визначення єдиних спільних критеріїв оцінки ЕМС, які дозволили б врахувати всі особливості функціонування вказаних мереж та зробити порівняльну оцінку електромагнітного впливу.

Попередній аналіз літературних джерел та робіт пов'язаних з досліджуванним питанням дозволив визначити додаткові критерії що характеризують ЕМС системи тягового електропостачання з ЕРС та системою зовнішнього електропостачання. До них варто віднести такі показники, як: K_{i_n} – коефіцієнт гармонійної складової струму ЕРС;

$K_{п_i}$ – приведений коефіцієнт спотворення синусоїдальності струму ЕРС.

Загалом же, в результаті проведеного дослідження, було обґрунтовано та остаточно визначено ті показники ЕМС, які в повній мірі дозволяють вирішити всі поставлені задачі:

- коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги K_U ;
- коефіцієнт n -ої гармонійної складової напруги $K_{U(n)}$;
- K_{i_n} – коефіцієнт гармонійної складової струму ЕРС;
- $K_{п_i}$ – приведений коефіцієнт спотворення синусоїдальності струму ЕРС.

ПОИСК ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ КОЛЕСА ПРИ ПОМОЩИ ВИБРОДИАГНОСТИКИ

Буряк С. Ю.

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

Рост объема перевозок, повышение скорости движения и тоннажа поездов заставляют обращать все большее внимание на оперативный контроль состояния ответственных компонентов подвижного состава. Решение задачи может быть, в частности, достигнуто путем создания ряда измерительных устройств, располагаемых на железнодорожном пути и вблизи него и способных выполнять измерения непосредственно при движении поезда.

В процессе эксплуатации железные дороги из экономических соображений стремятся максимально использовать ресурс технических средств. В отношении конструктивных элементов подвижного состава, в частности колес, это выражается в принятии мер по увеличению срока их службы, а также по замедлению износа с тем, чтобы момент достижения максимально допустимого износа, грозящего повреждением, примерно совпадал с моментом вероятного повреждения из-за какого-либо дефекта.

Износ, дефекты и повреждения колёсных пар возникают из-за больших статических и динамических нагрузок. Главными неисправностями колёсных пар являются: прокат ободьев колёс; износ ободьев по толщине, а так же вертикальный подрез гребней; ползуны, выщерблины и раковины на поверхности катания; износ и повреждения

шеек осей; трещины в осях; протёртость и изгиб оси; ослабление и сдвиг колеса на оси; трещины в колёсах. В настоящее время их выявляют наружным осмотром, шаблонами и измерительным инструментом. Наружным осмотром, например, определяют видимые неисправности, такие как трещины и отколы обода, диска и ступицы, цельнокатаных колёс.

Для повышения надежности эксплуатации подвижного состава необходима система контроля состояния колесных пар, которая позволяет проводить диагностику на ходу, а данные передавать работникам станции с предварительным указанием мест возникновения повреждений, возможных причин и рекомендаций по устранению выявленных дефектов. Назначение диагностики – выявление и предупреждение отказов и неисправностей, поддержание эксплуатационных показателей в установленных пределах, прогнозирование состояния в целях полного использования доремонтного и межремонтного ресурса. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что внедрение средств диагностирования является одним из важнейших факторов повышения экономической эффективности использования оборудования в промышленности.

Оперативный контроль состояния поверхности катания колёс предлагается осуществлять при помощи методов вибродиагностики. Колесо в процессе качения осуществляет сложные пространственные перемещения, которые приводят к износу поверхности соприкосновения с головкой рельса вследствие чего и образуются дефекты поверхности катания колес. Любой дефект поверхности катания колеса становится причиной избыточного давления колеса на рельс в момент накатывания. В свою очередь это оказывает негативное воздействие на состояние рельсов и может стать причиной их выхода из рабочего состояния. Процесс удара колеса, имеющего дефект, о рельс сопровождается характерным звуком и может быть зафиксирован как избыточное давление на рельс.

Применение данного диагностического метода позволит сократить время нахождения подвижного состава на станции для проведения технического осмотра. Кроме этого, увеличивается качество проведения контроля состояния подвижного состава за счет устранения человеческого фактора.

ВОПРОСЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОМЕХ НА ДАТЧИКИ КОЛЕСА ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В УСТРОЙСТВАХ СЦБ

Бялонь А.

Институт Железнодорожного Транспорта, Варшава, Польша,
Силезский Политехнический Институт, Катовице, Польша

Фурман Ю., Торунь А.

Институт Железнодорожного Транспорта, Варшава, Польша

В последнее время, на практике эксплуатации устройств СЦБ, появилось явление воздействия помех на датчики колеса применяемые, прежде всего, в счетчиках осей. До последнего времени счетчики считались устройствами устойчивыми к воздействию электрических помех. В начальный период применения датчиков колеса проверялась их устойчивость на воздействие поля вызванного обратным тяговым током. Внедряемые новые железнодорожные устройства вызывают рост уровня помех, которые влияют на работу датчиков колеса. Имеется ввиду, как устойчивость датчиков колеса на ток текущий в рельсе, так и устойчивость на постоянные и переменные магнитные поля.

Вопросы устойчивости датчиков колеса на помехи были вступительно оговорены в новой Европейской Норме PN EN 50 238 «Железнодорожное применение. Совместимость подвижного состава и устройств обнаружения поезда». Упомянутая норма, в настоящее время, анализируется железными дорогами стран и железнодорожными организациями, которые не вполне согласны с ее записями. В настоящее время, по инициативе железных дорог, ведутся работы направленные на ревизию записей нормы – проект EUREMCO реализованный в пределах 7 рамочной программы.

В докладе описаны проблемы связанные с помехами, выступающими в датчиках колеса применяемых в устройствах СЦБ как элементы счетчиков осей. Обсуждаются источники помех влияющих на работу счетчиков осей (обратный тяговый ток, внешнее магнитное поле). Показаны методики измерений устойчивости датчиков колеса на помехи от обратных тяговых токов и методики измерений устойчивости датчиков колеса на внешние электромагнитные поля. Приведены избранные результаты проведенных испытаний для нескольких типов датчиков колеса.

АНАЛИЗАТОР РАБОТЫ КОНТАКТНЫХ ГРУПП

Гаврилюк В. И., Домницкий Л. А., Рыбалка Р. В.
Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна,
Днепропетровск, Украина

В настоящее время системы железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ) функционируют в условиях влияния как собственных, так и посторонних электромагнитных воздействий. Одним из способов повышения помехозащищенности СЖАТ путем уменьшения влияния внешних электромагнитных помех, среди прочего, является применение ферромагнитных корпусов (экранов), например, в реле ИМВШ, ППМШ. Указанный способ затрудняет наблюдение за работой реле во время эксплуатации и обслуживания в ремонтно-технологических участках (РТУ).

Существующие технологии анализа работы подобных устройств в основном базируются на визуальном методе контроля, который в ряде случаев затруднен (конструкции реле, освещение, острота зрения наблюдателя и т.д.) и носит субъективный характер. С целью повышения качества анализа работы контактной группы реле типа ИМШ (ИМВШ) в условиях эксплуатации и в РТУ, предлагается разрабатываемый на кафедре «Автоматика, телемеханика и связь» (АТС) ДИИТа прибор – анализатор работы контактных групп (АРКГ). Прибор предназначен для измерения временных и качественных характеристик работы контактных групп методом исследования работы контакта в цепи постоянного тока на активную и реактивную нагрузку. Измеряемый сигнал оцифровывается и подвергается предварительной обработке при помощи микроконтроллера со встроенным аналогово-цифровым преобразователем. Результат измерения выводится на дисплей ЭВМ, к которой подключается АРКГ. Это позволит наблюдать форму и временные характеристики работы контактов реле, а значит и выводы о работоспособности контактов, без указанных выше затруднений. В приборе также предусмотрена гальваническая развязка между измеряемыми и измерительными устройствами. Преимуществом АРКГ по сравнению с более совершенными измерительными устройствами (например, цифровыми осциллографами) является низкая стоимость, достигаемая за счет узкой специализации предлагаемого прибора.

АРКГ позволит сократить время на техническое обслуживание реле типа ИМШ, ИМВШ, создать возможность для уменьшения влияния

субъективного фактора на вынесение решения о состоянии измеряемых устройств. Также АРКГ может использоваться для исследования работы контактной группы реле типа ИМШ (ИМВШ) в лабораторных работах по дисциплине «Технические устройства автоматизации» на кафедре АТС, что позволит студентам глубже усвоить особенности и преимущества реле типа ИВГ.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ НА РЕЙКОВІ КОЛА

Гаврилюк В. І., Щека В. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

Впровадження швидкісного руху на залізниці зумовлює будівництво спеціалізованих колій, введення в експлуатацію нових видів електрорухомого складу, впровадження сучасних систем автоматики та сигналізації. Одним з аспектів швидкісного руху є організація потужної тяги поїздів, що потребує впровадження сучасних локомотивів, зокрема з асинхронним тяговим двигуном. Експлуатація швидкісних локомотивів супроводжується споживанням з контактної мережі (КМ) значних тягових струмів, протікання яких може стати причиною появи електромагнітних завад в рейкових колах (РК).

Метою роботи є виявлення та дослідження механізмів впливу КМ на РК, а також проведення оцінки небезпечності цього впливу.

Одним з основних джерел завад на залізниці, виступає повністю несиметрична лінія тягової мережі, іншими словами контур «контактний провід (КП) – земля», приймачем завад в свою чергу є РК, а саме контур «рейка – земля». Якщо приймач розташований в безпосередній близькості до джерела, на відстані, яка не перевищує довжини хвилі завади, то можна вважати, що приймач знаходиться у ближній зоні. Це дозволяє припустити, що зміни електромагнітного поля, згенерованого джерелом завади, відбуваються одночасно в усіх точках простору. Завдяки такому припущенню поле завади у ближній зоні можна вважати стаціонарним. Крім того, в такому випадку єдине електромагнітне поле завади може розглядатися як сукупність двох складових: електричної та магнітної, кожна з яких створює свій механізм впливу на приймач.

Головним параметром магнітного зв'язку між приймачем та лінією, що створює вплив, виступає опір взаєміндукції $Z_{ij} = \omega \cdot M_{ij}$, де M_{ij} –

коефіцієнт взаємоіндукції між двома лініями, що розглядаються. Проведені в роботі теоретичні та експериментальні дослідження залежності коефіцієнту взаємоіндукції M від частоти струму, що впливає, збігаються оскільки середня відносна похибка складає 3,8 %. Також проведено теоретичне дослідження наведеної в рейках ЕРС від міжколійної відстані, яке потім було відтворено в лабораторних умовах в масштабі 300:1. Приведені теоретичні результати підтверджуються даними, отриманими емпіричним шляхом, оскільки середня відносна похибка складає 3,81 %, а розбіжність по окремим даним не перевищує 7,9 %.

Також в роботі отримана залежність різниці наведених в рейках суміжної колії ЕРС в залежності від міжколійної відстані, з якої виявлено екстремум при розташуванні суміжних колій на відстані 6,3 м. За таких умов КМ буде створювати найбільший вплив на РК. При подальшому збільшенні міжколійної відстані рівень ЕРС спадає, але при розрахунку наведених в рейках струмів та ЕРС за методом суперпозиції слід враховувати вплив КП двох-трьох суміжних колій.

Рівень завад в РК залежатиме від розташування відносно КП суміжних колій, асиметрії рейкових ліній, інтенсивності руху поїздів, наявності у фідерній зоні декількох потягів, несприятливих погодних умов і т.п. та може досягати заважаючих та навіть небезпечних для роботи РК значень.

Проведені теоретичні та експериментальні дослідження свідчать про те, щоведений математичний апарат можна з певною похибкою використовувати для дослідження електромагнітних процесів на низьких частотах у смузі сигнальних струмів РК та проведення оцінки магнітного впливу КМ на РК.

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ДИНАМІЧНОЮ ПОВЕДІНКОЮ ОДНОВИМІРНОЇ ПРУЖНО- ДЕФОРМІВНОЇ СИСТЕМИ

Гера Б. В.

Львівська філія Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту імені академіка
В. Лазаряна, Львів, Україна

Застосування математичного моделювання дозволяє проводити дослідження систем керування, імітувати керовані процеси застосовуючи методи обчислювального експерименту. Для ілюстрації такого підходу розглянемо одну задачу оптимального керування рухом

пружно-деформівної системи, яка знаходиться під дією поздовжніх зовнішніх сил. У такій системі виникають хвильові процеси, які можуть привести до небажаних наслідків.

У роботі¹ розвинута методика побудови програмного керування без оберненого зв'язку внутрішніми коливаннями стрижневої системи, яке забезпечує відсутність коливань на вказаних її власних частотах. В даній роботі за такою ж схемою поставлено і досліджено розв'язок задачі визначення оптимальних зосереджених силових режимів додаткового навантаження стрижня для позбавлення від небажаних форм його пружних коливань викликаних силою тяги чи гальмування.

Розглядається рух пружної одновимірної системи, яку будемо представляти як пружний стрижень заданої довжини. Система знаходиться під дією змінної в часі сили (сила тяги чи гальмівна сила) прикладеної до одного з її країв в напрямку осі. Інший край не навантажений. Сила тяги забезпечує потрібні переміщення і швидкість руху механічної системи як твердого тіла. Ця сила вважається заданою. Її можна попередньо визначити з умов керування рухом твердого тіла. При такій зовнішній дії в системі виникають динамічні пружні коливання, які можуть виявитися небажаними і для керування ними додатково прикладаємо в окремих точках стрижня сили, режими зміни в часі яких вважаємо шуканими функціями керування.

Рівняння динаміки стрижня розглядаємо з граничними умовами, що відповідають відсутності зовнішньої дії на одному з країв і при заданому режимі силового навантаження на другому. Початковий стан системи також вважаємо відомим.

Функції керування будемо визначати такими, щоб в кінцевий момент часу були відсутні пружні коливання в системі на деяких власних її частотах, а також набував мінімального значення функціонал, що забезпечує оптимально низькі інтегральні значення шуканих поздовжніх сил керування. Таким чином керування зводиться до визначення скінченої кількості функцій однієї змінної, які прикладені в заданих точках в межах стрижня, і в цьому випадку не вважається розподіленням.

Отримано умови, яким повинні задовольняти функції керування, щоб у заданий момент часу пружні власні коливання стрижня на заданих частотах були відсутні. Записані в явному вигляді формули дозволяють програмувати режими навантаження для різних варіантів розташування точок прикладання керуючих функцій, а також з вибірковою поведінкою системи після завершення процесу навантаження. У перехідному режимі на пружні переміщення

обмеження не накладаються тому у випадку перевищення їх допустимих рівнів доцільно застосувати підходи, які оптимізують поведінку системи в перехідному процесі. Зі збільшенням кількості функцій керування межі значень режимів навантаження зменшується. Як показали дослідження, при переміщенні пружної системи силою тяги, прикладання додаткових сил, які зменшують внутрішні коливання, на переміщення центра маси суттєво не впливає.

¹ Гера Б. В. Визначення оптимальних перехідних режимів поздовжнього силового навантаження рухомої одновимірної пружної системи // Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології – 2011, вип. 13. с.21–30.

МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПОМЕХ В АЛСН

Гололобова О. О.

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

Важную роль в процессе интервального регулирования движения поездов (ИРДП) и обеспечении безопасности движения играют системы автоматической локомотивной сигнализации (АЛС). Система АЛСН по ряду своих технических характеристик не соответствует современным требованиям, предъявляемым к системам ИРДП. Амплитудная модуляция и числовой код, применяемые в АЛСН, характеризуются низкой помехозащищенностью, что проявляется в значительном количестве сбоев в работе системы и, как следствие, приводит к задержкам в движении поездов и повышению затрат на их ведение. Однако ее эксплуатация будет продолжаться в связи с широкой распространенностью, а также экономической нецелесообразностью быстрой и повсеместной замены. Поэтому возникает необходимость усовершенствования системы АЛСН с целью повышения устойчивости ее работы.

Одним из направлений в решении этой задачи является комплексное применение средств железнодорожной автоматики на базе микропроцессорной техники. Комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ), выполненное на микропроцессорной элементной базе соответствует современным техническим требованиям. В КЛУБ и КЛУБ-У реализованы функции приема информации по каналам эксплуатируемых в настоящее время систем автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа (АЛСН) и

автоматической локомотивной сигнализации единого ряда непрерывного действия (АЛС-ЕН), что частично решает данную проблему. Повышение устойчивости работы АЛСН в значительной мере связано с повышением достоверности передаваемой на локомотив по индуктивно-рельсовым линиям (ИРЛ) информации об условиях движения. ИРЛ характеризуются значительными уровнями импульсных, флуктуационных и синусоидальных помех, разнообразных по происхождению. Для того, чтобы верно распознавать и диагностировать их, необходимо определить взаимосвязь между амплитудами следующих друг за другом импульсов помехи, а также взаимосвязь амплитуды импульса с его длительностью и длительностью последующего интервала. Установив и обобщив критерии выявления помех, можно анализировать полученную информацию по частоте, амплитуде и временным параметрам.

Другим путем решения поставленной задачи являются нелинейные методы обработки сигналов систем передачи дискретной информации и статистические методы исследования устройств обработки сигналов АЛСН, которые используются при моделировании на ЭВМ. Применение цифровой фильтрации сигналов АЛСН, благодаря высокой точности обработки данных, позволит снизить количество сбоев в работе системы АЛСН в несколько раз и практически исключить случаи сбоев в местах пересечения железнодорожных путей с высоковольтными ЛЭП. На этой основе, разработка локомотивного цифрового устройства или аппаратно-программного комплекса обработки сигналов АЛСН с высокой помехозащищенностью улучшит технико-экономические показатели системы и повысит безопасность движения железнодорожного транспорта.

С появлением новых достижений в области железнодорожной техники создались благоприятные условия для достижения ускоренного движения поездов. В связи с этим выдвигаются новые требования к безопасности движения, в частности к системам ИРДП, где необходимо минимизировать человеческий фактор. Основанием для этого является свойство технических средств реагировать быстрее на смену информации, чем человек. Поэтому разработка новых методов диагностирования и фильтрация помех в сигнале АЛСН остается важной задачей на сегодняшний день.

КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ ПУТЕВОЙ ПРИЕМНИК ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ

Гончаров К. В.

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

В настоящее время на сети железных дорог Украины и стран СНГ базовым элементом автоматизированных систем управления движением поездов являются рельсовые цепи, выполняющие ответственные функции путевых датчиков и телемеханических каналов. В процессе своего развития рельсовые цепи прошли значительный эволюционный путь от цепей постоянного тока с непрерывным питанием до современных тональных рельсовых цепей (ТРЦ). Использование сигнального тока тонального диапазона позволяет существенно повысить помехозащищенность и ослабить взаимные влияния между рельсовыми цепями, в несколько раз снизить потребляемую мощность. Наиболее ответственным элементом ТРЦ является электронный путевой приемник, который выполняет обработку сигналов контроля рельсовой линии (КРЛ) и управляет путевым реле.

Одно из направлений дальнейшего совершенствования рельсовых цепей связано с переводом технических средств на современную микроэлектронную элементную базу. Существующий уровень развития цифровых сигнальных процессоров позволяет строить на их основе надежные устройства, выполняющие довольно сложные алгоритмы цифровой обработки сигналов. Применение новых, более совершенных алгоритмов обработки сигналов КРЛ, реализация которых на старой элементной базе была принципиально невозможной, позволит повысить устойчивость работы рельсовых цепей в условиях воздействия дестабилизирующих факторов, а также позволит расширить функциональные возможности путевого приемника.

Можно выделить два направления применения цифровой обработки сигналов в путевых приемниках ТРЦ: 1) выполнение в цифровой форме традиционных алгоритмов обработки сигналов контроля рельсовой линии; 2) поиск новых, более совершенных алгоритмов цифровой обработки. Ко второму направлению относятся статистические методы обработки сигналов, которые базируются на определении взаимной корреляционной функции принятого и эталонного сигналов.

С помощью имитационного моделирования в среде Matlab были проведены исследования помехоустойчивости цифрового приемника

ТРЦ, выполняющего традиционный алгоритм обработки сигнала КРЛ, и приемника, содержащего коррелятор в качестве входного фильтра. На первом этапе исследований на вход приемников подавалась аддитивная смесь амплитудно-манипулированного сигнала КРЛ и белого гауссовского шума. Используя метод статистических испытаний, для различных значений дисперсии шума определялся коэффициент ошибки при обнаружении сигнала КРЛ. Результаты моделирования показали, что при воздействии белого гауссовского шума корреляционный приемник обеспечивает значительно лучшую помехозащищенность, чем приемник с традиционным входным полосовым фильтром.

На следующем этапе исследований на вход путевых приемников подавались сигналы «своей» рельсовой цепи и смежных рельсовых цепей. Результаты моделирования показали высокую помехозащищенность обоих типов цифровых приемников.

Дальнейшие исследования в данном направлении связаны с разработкой вероятностных моделей помех, которые влияют на работу рельсовых цепей, и усовершенствованием алгоритма обработки сигнала контроля рельсовой линии.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ОТ ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ

Гончаров К. В.

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

Рельсовые цепи эксплуатируются в условиях воздействия различных электромагнитных помех, источниками которых являются система тягового электроснабжения, подвижной состав, устройства автоматической локомотивной сигнализации, соседние рельсовые линии. Для подавления помех в путевых приемниках рельсовых цепей применяются узкополосные фильтры, настроенные на несущую частоту сигнала контроля рельсовой линии (КРЛ). Полоса пропускания таких фильтров выбирается из условия максимального подавления возможных сосредоточенных по спектру гармонических помех (гармоник тягового тока, сигналов соседних рельсовых цепей). В то же время узкополосные фильтры не позволяют подавить импульсные помехи, которые возникают в результате различных коммутационных процессов в контактной сети, изменения режима ведения электровоза, грозовых

разрядов и других причин. Импульсные помехи приводят к появлению на выходе узкополосного фильтра свободных затухающих колебаний на несущей частоте сигнала КРЛ, что может привести к сбою в работе рельсовой цепи.

Наиболее часто для подавления импульсных помех используются амплитудные ограничители, которые строятся на базе различных элементов с нелинейной вольт-амперной характеристикой: варисторов, полупроводниковых диодов и стабилитронов. Однако аддитивная смесь гармоник тягового тока и сигналов соседних рельсовых цепей приводит к появлению на выходе нелинейного элемента комбинационных частот, которые могут попасть в полосу пропускания входного фильтра путевого приемника и привести к сбою в работе рельсовой цепи. Например, путевой приемник тональной рельсовой цепи (ТРЦ) с несущей частотой 480 Гц имеет полосу пропускания от 468 Гц до 492 Гц. Предположим, что соседняя рельсовая цепь работает на несущей частоте 420 Гц при частоте модуляции 12 Гц. В спектре сигнала соседней ТРЦ будут присутствовать несущая частота 420 Гц и первые гармоники нижней и верхней боковых полос 408 Гц и 432 Гц. Сигнал соседней рельсовой цепи вместе с помехой от тягового тока 50 Гц могут создать на выходе нелинейного ограничителя комбинационные частоты 458 Гц, 470 Гц и 482 Гц. Последние две частоты являются «опасными», т.к. попадают в полосу пропускания приемника с несущей частотой 480 Гц, что может привести к ложному срабатыванию приемника.

Эффективным методом подавления импульсных помех является применение системы «широкополосный фильтр – ограничитель – узкополосный фильтр» (ШОУ). Предложено в качестве узкополосного фильтра в путевом приемнике ТРЦ использовать коррелятор. В результате проведенного анализа была получена зависимость отношения сигнал/импульсная помеха на выходе коррелятора от полосы пропускания широкополосного фильтра.

Для исследования эффективности схемы ШОУ было проведено имитационное моделирование в среде Matlab. Было установлено, что при полосе пропускания широкополосного фильтра 100 Гц и несущей частоте 480 Гц традиционная схема ШОУ позволяет повысить отношение сигнал/импульсная помеха в 4,1 раз по сравнению с одиночным узкополосным фильтром. Схема ШОУ с коррелятором при тех же условиях позволяет повысить отношение сигнал/импульсная помеха в 5,9 раз по сравнению с узкополосным фильтром.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ С ПИТАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТЬЮ

Гончаров Ю. П., Замаруев В. В., Лобко А. В., Шульга Ю. П.,
Безъязычный А. В.

Национальный технический университет «Харьковский
политехнический институт», Харьков, Украина

Сыченко В. Г., Зубенко В. А.

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

Панасенко Н. В., Божко В. В.

Государственный научно-исследовательский центр
железнодорожного транспорта Украины

Как известно, основными для рассматриваемых объектов являются два показателя электромагнитной совместимости: гармонический состав потребляемого из сети тока и соотношение между активной и полной потребляемой мощностью (коэффициент мощности). Сделанная «Укрзалізницею» установка на модернизацию тяговых подстанций путём замены шестипульсных выпрямителей на двенадцатипульсные несколько улучшает оба показателя, однако в связи с мировым энергетическим кризисом требования к ним ужесточаются быстрее. Например, в согласии с международным стандартом IEEE-519-1992, который даёт ориентиры для идущей сейчас корректировки национальных стандартов, фактическое содержание 11-й и 13-й гармоник во входном токе 12-пульсного выпрямителя примерно вдвое превышает допустимые нормы.

По мнению авторов доклада, наиболее эффективным путём преодоления возникающих несоответствий является присоединение к двенадцатипульсным выпрямителям со стороны входа и выхода относительно маломощных активных фильтров, которые комплексно решают проблемы электромагнитной совместимости как с питающей, так и с контактной сетями. Сокращение потребляемой из сети реактивной мощности производит выходной активный фильтр – вольтодобавочный преобразователь на быстродействующих запираемых полупроводниковых приборах, который одновременно обеспечивает стабилизацию выходного напряжения и сокращение массы фильтрового оборудования на выходе. Тогда со стороны входа достаточно

установить параллельный активный фильтр (АФ) для подавления высших гармоник входного тока двенадцатипульсных выпрямителей. Его установленную мощность снижает не только повышение пульсности с шести до двенадцати, но ещё примерно в 1,5 раза – использование в предлагаемой системе режима $\alpha = 0$ в установившемся режиме.

В докладе рассматривается возможное исполнение параллельного АФ и способы управления им. Целесообразно устанавливать этот АФ не в каждом выпрямительном агрегате, а выполнить общим на всю подстанцию, подключая его через высокочастотный трансформатор; передающий преимущественно подавляемые гармоники тока. Значительное влияние на работу этой системы оказывает паразитная основная гармоника, вынуждающая применять дополнительные узлы как в силовой схеме, так и в системе управления. В качестве дополнительного силового элемента можно использовать демпферный резистор, ускоряющий установление напряжения основной гармоники при переходных процессах. Для снижения дополнительных потерь резистор подключается через последовательное LC -звено, обладающее нулевым сопротивлением на частоте первой гармоники и значительным сопротивлением на частотах подавляемых гармоник.

В основу управления целесообразно положить предлагаемый авторами управляющий фильтр (УФ), разделяющий спектр гармоник периодического тока установившегося режима на подавляемую и не подавляемую части. Подавляемая часть далее отрабатывается регулятором тока, обеспечивающим однопозиционное слежение за результирующим вектором сигнала задания по току при постоянной частоте модуляции, что минимизирует силовое фильтровое оборудование. На предлагаемом УФ можно исполнить также обратную связь, снижающую сопротивление инвертора на основной частоте и минимизирующую, тем самым, паразитную основную гармонику напряжения.

В докладе приведены результаты компьютерного моделирования, подтверждающие эффективность предлагаемых схемных решений силовых узлов и структур управления.

К ВОПРОСУ О РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЖЕЛТЫЕ ВОДЫ

Грушка В. В., Сердюк С. Н.

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
Днепропетровск, Украина

Широкое распространение радионуклидов естественного и искусственного происхождения в окружающем нас мире создает необходимость заниматься вопросами радиационной безопасности, учитывать ее в производственной и природоохранной деятельности. Естественную радиацию в основном определяют 3 радиоактивных элемента – уран, торий и актиний. Эти химические элементы нестабильны; распадаясь, они выделяют энергию или становятся источниками ионизирующего излучения. Как правило, при распаде образуется невидимый, не имеющий вкуса и запаха тяжелый газ радон. Он существует в виде двух изотопов: радон-222, член радиоактивного ряда, образуемого продуктами распада урана-238, и радон-220.

В г. Желтые Воды Днепропетровской области находятся уранодобывающие и ураноперерабатывающие предприятия. Основными антропогенными источниками загрязнения среды являются шахта «Новая», Гидрометаллургический завод, хвостохранилища, которые в той или иной степени влияют на формирование радиоактивного загрязнения территории. В процессе переработки урановой руды и получения уранового концентрата выделяются радон и пыль урановой руды. Жидкие и твердые технологические отходы сбрасываются в хвостохранилище «Щербаковское», которое расположено в 1,5 км к югу от города Желтые Воды. Оно вмещает 3,35 млн. м³ твердой фазы. В обычных условиях отходы находятся под слоем воды. Но в засушливый период года уровень воды может снижаться и образовывать сухие пыльные «пляжи». Суммарная Альфа-активность складированных радиоактивных отходов $1,8 \cdot 10^{15}$ Бк при удельной активности отходов – $5,18 \cdot 10^3$ Бк/кг. Система гидротранспортирования хвостов Гидрометаллургического завода состоит из гидротранспорта хвостов обогащения, которая включает 2 пульпонасоса и напорных пульпопровода. За период эксплуатации пульпопровода происходили многочисленные нарушения его целостности и разливы радиоактивной пульпы. В результате этого почвы вдоль трассы пульпопровода характеризуются повышенным уровнем природных изотопов урана. Суммарная удельная Альфа-

активність коливається від 222 до 4884 Бк/кг. Результати оцінки екологічного стану території шахти «Новая» приведені в таблицю.

Таблиця

Фактичне вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на території шахти «Новая»

Точка спостереження	Значення показателя						
	Пил, мг/м ³	$U_{\text{ест}}$, Бк/м ³	Ra-226, Бк/м ³	ДПР, Бк/м ³	Pb-210, Бк/м ³	Po-210, Бк/м ³	$\sum a - \text{акт}$, Бк/м ³
Промплощадка	0,06	$7,56 \cdot 10^{-4}$	$9,99 \cdot 10^{-3}$	23	—	—	$0,63 \cdot 10^{-2}$
Санітарно-захисна зона	0,13	$2,52 \cdot 10^{-3}$	$10,73 \cdot 10^{-3}$	11,6	—	—	$9,6 \cdot 10^{-3}$
Зона регул. спостереження	0,15	$5,04 \cdot 10^{-4}$	$9,1 \cdot 10^{-3}$	5,8	—	—	$0,89 \cdot 10^{-2}$

В атмосферному повітрі г. Желтые Воды, в цілому, перевищення значень ПДК урану не спостерігається. Фактичні значення сумарної альфа-активності в 5-10 разів нижче допустимого рівня.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ЗМІННОГО СТРУМУ НА ЛІНІЇ ПЕ ТА ДПР

Данилов О. А.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

При розгляді впливу тягової мережі на суміжні лінії, необхідно зважати на розподіленість та наявність великої електричної довжини системи. Лінії, що розташовані вздовж контактної мережі, піддаються електромагнітному впливу. Електромагнітний вплив тим вище, чим менше відстань між впливаючими проводами. Тому лінії ДПР і поздовжнього електропостачання, розташовані безпосередньо на опорах контактної мережі, найбільш піддані цим впливам. Якість електропостачання ліній, що розташовані на опорах контактної мережі, залежить від якості відпущеної електроенергії на шини підстанції, електромагнітного впливу контактної мережі і для ліній ДПР ще накладається гальванічний вплив. Як показали експериментальні дослідження в робочому режимі електричний вплив незначний. Магнітний

залежить від навантаження і схеми живлення контактної мережі і лінії повздовжнього електропостачання. Якість електроенергії споживачів, що живляться від ліній ДПР або повздовжнього електропостачання, в більшій мірі залежить від якості електроенергії на шинах підстанції. На якість електроенергії на шинах тягової підстанції змінного струму в більшій мірі впливає несиметрія напруг, що викликана схемою підключення тягового трансформатора до контактної мережі і різним навантаженням фаз. Для проведення варіантних розрахунків та порівняння різних режимів роботи системи тягового електропостачання змінного струму на кафедрі Електропостачання залізниць розроблена математична модель електромагнітного впливу контактної мережі на суміжні лінії.

У моделі використовувались блоки з бібліотеки MatLab, котрі є еквівалентами реальним пристроям та системам.

Основні складові частини математичної моделі:

1. Джерела живлення. Змодельовані трифазні джерела з урахуванням початкової несиметрії напруг, через не рівномірне завантаження фаз.

2. Блок який враховує індуктивний зв'язок проводів лінії.

3. Спрощена модель електровозу змінного струму. Представляє електровоз у вигляді навантаження активно-індуктивного характеру.

4. Нетяговий споживач підімкнений до трансформатора, що живиться від лінії ДПР або ПЕ.

5. Модель лінії. Розрахована з урахуванням положення проводів у просторі. Для зближення змодельованих процесів до дійсних лінія представляється у вигляді лінії з зосередженими параметрами.

В моделі врахована також наявність комутаційних процесів в тяговій мережі. В докладі приводяться методолгічні особливості побудови цієї моделі, розглядаються результати моделювання та питання її адекватності.

АНАЛІЗ РІВНІВ СТІЙКОСТІ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ РЕЖИМІВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОГО ТРАНСПОРТУ

Денисюк С. П., Дерев'янка Д. Г.

Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут», Київ, Україна»

Важливою та актуальною проблемою систем електропостачання залізничної електричної тяги в Україні є забезпечення стійкості та надійності роботи як окремих елементів, так і системи в цілому. Виконання умов стійкості направлено на створення необхідних умов забезпечення заданих рівнів електромагнітної сумісності елементів систем.

За умовами статичної стійкості енергосистем (згідно ГКД 34.20.575-2002 «Стійкість енергосистем») нормують мінімальні коефіцієнти запасу з активної потужності в перетинах і мінімальні коефіцієнти запасу з напруги у вузлах навантаження. Крім того, встановлюють групи збурень, за яких повинні забезпечуватись як динамічна стійкість, так і нормативні запаси статичної стійкості в післяаварійних режимах, а в допустимій області режимів має забезпечуватись відсутність само розхитування системи.

Для систем з перетворювачами електроенергії (СПЕЕ) та нелінійними нестаціонарними навантаженнями, якими моделюються системи електропостачання залізничного транспорту, при аналізі стійкості та надійності роботи системи необхідно враховувати особливості протікання енергетичних процесів, зокрема зміну інтенсивності та напрямку протікання обмінних процесів.

Розв'язання проблеми стійкості в СПЕЕ вимагає адекватної оцінки енергетичних процесів та впливу завад і спотворень сигналів, що виникають в даних системах, аналізу режимів роботи регуляторів напруги та компенсаторів реактивної потужності, а також комплексної оцінки факторів, які впливають на стійкість зазначених систем. Оцінку стійкості в СПЕЕ слід здійснювати з урахуванням термічної стійкості ліній електропередачі (ЛЕП), меж зміни параметрів генераторів, пропускну здатності ЛЕП та вузлів систем, зміни усталених режимів СПЕЕ, величин збурень обумовлених функціонуванням елементів та генераторів, обмінних процесів в перерізах СПЕЕ.

Однією із складових аналізу стійкості в СПЕЕ є оцінка величин збурень, що вносять в систему окремі споживачі, та спроможність

фільтрокомпенсуючого пристрою (ФКП), який складається з активного (АФ) та пасивного (ПФ) фільтрів, відпрацювати величини цих збурень. Така оцінка дуже важлива з точки зору підвищення рівня стійкості роботи системи шляхом заміни обладнання на більш ефективне у вузлах порушення стійкості роботи СПЕЕ.

Розглянемо систему, в якій здійснюється компенсація реактивної складової струму генератора. Припустимо, що в перетині СПЕЕ з ФКП частка струму, яка буде скомпенсована ПФ, для ідеального випадку та при реалізації даної СПЕЕ характеризується відповідно спектрами гармонік $S^{(1)}$ та $S^{(2)}$. В ідеальному випадку має виконуватись співвідношення: $S^{(1)} \equiv S^{(2)}$, де « $\equiv$ » – знак тотожної рівності. Однак, в залежності від схемотехнічної реалізації ПФ нев'язка $\Delta = \|S^{(1)} - S^{(2)}\|$ характеризує відмінність спектрів, обумовлену появою «нескомпенсованої» складової струму, яку ПФ не може скомпенсувати, і яка може порушити роботу АФ.

Оцінка енергетичних процесів в СПЕЕ, що проводиться на основі обмінних потужностей в перерізах СПЕЕ, дозволяє отримати числову характеристику стійкості роботи цієї системи. Аналіз обмінних потужностей в системі з генератором та двома навантаженнями може характеризуватися нев'язкою $\Delta Q_{об} = Q_{об,Н1} + Q_{об,Н2} - Q_{об,Г} > 0$, де $Q_{об,Н1}, Q_{об,Н2}, Q_{об,Г}$ – обмінні потужності на входах навантажень та на виході генератора. Перевищення величиною $\Delta Q_{об}$ граничного значення нев'язки $\Delta Q_{об,Г}$ може призвести до суттєвого порушення стійкості та рівнів електромагнітної сумісності в системі електропостачання електрифікованого транспорту.

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ

Денисюк С. П., Негодуйко В. О., Пертко П. П.
Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут», Київ, Україна»

На сьогодні існує багато напрямів підвищення енергоефективності на електрифікованому залізничному транспорті, однак одним з найбільш дієвих заходів спрямованих на зниження витрат електричної енергії на тягу поїздів за лічильниками тягових підстанцій, є зростання

обсягів та підвищення ефективності використання електричної енергії, яка рекуперується в систему тягового електропостачання.

Поряд з незаперечними перевагами – економією електричної енергії, скороченням витрат гальмівних колодок, зменшенням обсягу робіт з обслуговування поїздів на станціях, підвищенням безпеки руху тощо, застосування рекуперативного гальмування вносить суттєвий вплив на електроенергетичну систему та істотно знижує показники якості електричної енергії (застосування рекуперації призводить до збільшення середньодобових значень коефіцієнтів спотворення синусоїдальності кривих струму і напруги, а також їх коефіцієнтів гармонійних складових). Зростання обсягів використання рекуперативного гальмування загострює цю проблему, тому особливої актуальності набувають аспекти адекватної оцінки впливу рекуперативного гальмування на електроенергетичну систему в цілому та якості електричної енергії зокрема.

Обсяги електричної енергії, яку може бути рекуперовано, а також умови її споживання в загальному випадку є функцією декількох факторів, у тому числі профілю колії, ваги і кількості поїздів на кожній колії, нерівномірності тонно-кілометрової роботи в парному і непарному напрямках ділянки. Крім того, відмінність для кожної залізниці числа вантажно-розвантажувальних станцій і розгалуженості мережі магістральних, під'їзних шляхів обумовлює різні для кожної залізниці обсяги електричної енергії, яку може бути рекуперовано.

Проведені дослідження показали, що для підвищення ефективності використання рекуперативного гальмування необхідно:

- на основі моделей систем зі змінним рівнем навантаження, генерації та впливу зовнішніх факторів проаналізувати можливості рекуперації енергії на усіх ділянках шляхів, які дозволяють здійснювати рекуперацію;

- впровадити на рухомому складі ефективну систему обліку перетоків електроенергії на основі підходів, які базуються на концепції Smart Grids;

- створити дієві методи оцінки споживання рекуперативної енергії іншими електрорухомими об'єктами на основі моделей систем розосередженої генерації та даних систем обліку;

- розробити комплекс заходів зі зменшення негативного впливу рекуперативного гальмування на експлуатаційні показники суміжних господарств (автоматики та телемеханіки, сигналізації та зв'язку, шляхового господарства тощо);

- дослідити залежність впливу інтенсивності застосування рекуперативного гальмування на показники якості електричної енергії;
- провести оцінку впливу на загальні техніко-економічні показники підприємства усіх факторів, які виникають при використанні рекуперативного гальмування та вдосконалити прогностні моделі на основі отриманих даних;
- провести комплексну роботу з розробки для конкретних ділянок залізничних шляхів рекомендацій щодо інтенсивності застосування рекуперативного гальмування в залежності від типу поїздів, вагонів, вантажів та ступеня завантаженості рухомого складу, виду тяги, профілю ділянки шляху, ступеню завантаження пропускних можливостей окремих вузлів та ділянок залізниці.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ В УСЛОВИЯХ РТУ

Дуб В. Ю., Гаврилюк В. И.

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

Технология обслуживания реле железнодорожной автоматики в условиях ремонтно-технологических участков (РТУ) включает в себя операции проверки, ремонта и регулировки реле. Существующие средства измерения и контроля параметров реле практически не выявляют такие дефекты, как трение между подвижными и неподвижными частями реле, затирание якоря об кожух реле, отсутствие или недостаточная величина общего хода контактов в возбужденном состоянии реле. Практика показывает, что после закрытия реле, в некоторых случаях, наблюдаются отклонения регулировочных параметров от нормы. Еще одной причиной сбоев в работе и отказов реле может послужить наличие в них скрытых дефектов производства. Обнаружить такие дефекты существующими методами не всегда возможно.

Известны методы диагностирования реле по форме переходного тока, протекающего в обмотках при его включении и выключении, и напряжения на контактах работающего реле. Такие методы, в зависимости от поставленных задач, могут применяться как самостоятельно, так и совместно с существующими методами проверки реле в РТУ. Предлагается использовать контроль формы переходного

тока в обмотках и напряжения на контактах не только для диагностирования состояния реле, но и в процессе его механической регулировки. Регулировка механических параметров нейтральных реле состоит из последовательности элементарных операций: подгибание у основания замыкающих контактов с упорными при включенном питании реле, выравнивание пружин, регулировка предварительного нажатия замыкающих контактных пружин на упорные, проверка совместного хода замыкающих контактов; подгибание пружин размыкающих контактов в обесточенном состоянии реле, проверка механических параметров после регулировки. Применение контроля промежуточных результатов регулировки с формированием рекомендаций оператору в текстовом и графическом виде позволит повысить точность и снизить субъективность оценки некоторых параметров, повысит качество регулировки реле. Такой контроль должен включать в себя автоматизированное измерение электрических и временных параметров, а также регистрацию переходного тока в обмотках и напряжения на контактах реле при его включении и выключении. При этом важную роль играет графическое отображение трех видов кривых тока: до выполнения элементарной операции регулировки, после ее выполнения и эталонной кривой. За счет анализа характерных точек на кривой тока можно определить некоторые параметры реле, прямое измерение которых технически трудновыполнимо, например время трогания и остановки якоря при включении реле. Предлагается осуществлять контроль параметров и кривой тока до вскрытия реле с постановкой предварительного диагноза его состояния, затем после каждой элементарной операции регулировки или после нескольких однотипных операций, а также после закрытия кожуха реле.

Проведены экспериментальные исследования нейтральных реле различных типов, получены кривые тока исправных реле до и после регулировки механических параметров, со снятым кожухом и после сборки, а также реле с заранее известными дефектами. Разработано программное обеспечение для определения параметров реле по характерным точкам на кривой тока.

О ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА

Журавлев А. Ю.

Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна,

Днепропетровск, Украина

Бондаренко М. В.

Днепропетровский радиоприборостроительный колледж,

Днепропетровск, Украина

С развитием микропроцессорных систем электрической централизации (МПЦ) реализация логических цепей построена на использовании микропроцессорных контроллеров. В системах МПЦ, могут применяться устройства контроля путевых участков на базе счета осей подвижного состава, но при этом не в полной мере реализуется контроль состояния рельсовой линии. Вместе с тем рельсовые цепи являются неотъемлемой частью системы безопасности железнодорожной автоматики.

Для повышения надежности работы рельсовых цепей, показатель отказов которых достаточно высок, предложено использование цифровых фильтров, построенных на базе программируемых логических матриц (ПЛИС).

Традиционно для реализации цифровых фильтров применяются специализированные процессоры цифровой обработки сигнала (ЦОС). Главным недостатком ЦОС процессоров при реализации систем реального времени является необходимость расчета значений всех каскадов фильтра за один период частоты дискретизации, ограничивающая таким образом полосу рабочих частот системы. Например, расчет для ЦОС процессора ADSP-2189M (ф. Analog Devices, Inc.) с производительностью 75 MIPS показывает, что при реализации 100-каскадного фильтра с конечной импульсной характеристикой максимально достижимая полоса сигнала составляет ~ 350 кГц. Повышение производительности в этом случае может быть достигнуто за счет использования нескольких однотипных процессоров, что усложняет конструкция, либо за счет использования процессоров с несколькими параллельно-работающими АЛУ (до 4-8). Однако и в этом случае предельные производительности находятся в диапазоне сотен MIPS.

Кардинальное повышение быстродействия системы, и, как следствие, реализация фильтров с АЧХ, точнее удовлетворяющими требованиям решаемых задач, и более компактное исполнение аппаратуры, возможно при реализации фильтров на ПЛИС. Из большого количества технологий ПЛИС наиболее подходящей для реализации параллельных высокопроизводительных систем ЦОС является технология FPGA, обеспечивающая наибольшие показатели степени интеграции и быстродействия. Повышение производительности системы (фильтра) в этом случае достигается за счет распараллеливания выполнения операций. Коэффициент распараллеливания (М) главным образом определяется количеством встроенных в FPGA модулей ЦОС и их быстродействием. Так, например, для FPGA семейства “Spartan-6” каждый модуль ЦОС представляет собой комбинацию умножителя 18х18 бит и 48-битного аккумулятора с тактовой частотой выполнения операций ~ 300 МГц, а число таких модулей достигает 180. Таким образом обеспечивается максимально достижимая производительность системы ~ 54 GIPS. Еще большей эффективности можно достичь при использовании FPGA семейства “Virtex-6”, в которых количество модулей ЦОС достигает ~ 2000 при тактовой частоте до 600 МГц. В этом случае общая производительность может достигать 1,2 TIPS, а формат умножителей 18х25 бит обеспечивает более точное представление АЧХ.

Таким образом, за счет повышения общей производительности системы ЦОС и сокращения времени на цифровую обработку сигналов позволяет использовать одну схему фильтрации для несколько изолирующих участков.

Итак, используя цифровой фильтр в комплексе с ЭВМ с применением мажоритарного резервирования «2 из 3-х», в перспективе, возможно уйти от использования дорогостоящих путевых реле. При этом будет вестись учет о динамике изменения параметров рельсовой цепи, прогнозирования отказов. На ПЛИС также может быть реализован синтезатор частот для генерации сигналов в тональных рельсовых цепях (ТРЦ) или в преобразователях-инверторах источников вторичного питания.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ СГЛАЖИВАЮЩИЙ ФИЛЬТР – ТЯГОВАЯ СЕТЬ – ЛОКОМОТИВ В ТЯГОВЫХ СЕТЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА.

Зубенко В. А.

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

Преобразование электрической энергии в системе тягового электроснабжения при помощи выпрямительных агрегатов сопровождается генерацией гармоник тока и напряжения и оказывает мешающее влияние на каналы связи и цепи железнодорожной автоматики, что вызывает необходимость их жесткого ограничения. Для обеспечения электромагнитной совместимости все тяговые подстанции оборудованы пассивными сглаживающими фильтрами различных типов. Подавление пульсаций выпрямленного напряжения/тока выполняется при помощи резонансных цепочек настроенных на частоты соответствующих гармоник, которые образуют первичный контур протекания гармоник выпрямленного тока.

В настоящее время все тяговые подстанции постоянного тока оборудованы однозвенными или двухзвенными сглаживающими фильтрами, в выходном звене которых установлены конденсаторы емкостью от 55 до 400 мкФ. Перемещающийся локомотив образует вторичный контур протекания гармоник выпрямленного тока, в состав которого входит непрерывно изменяющаяся индуктивность тяговой сети, удельная индуктивность которой достигает 1 мГн/км.

Кафедрой ЕПЗ проведено экспериментальное исследование возможностей появления резонансных явлений в системе «сглаживающий фильтр – тяговая сеть – электроподвижной состав».

В докладе представлены результаты экспериментальных измерений гармонического состава напряжения на токоприемнике локомотива, выполненного на участке «С. – З.» Приднепровской ж.д. Результаты получены на участке с 4 тяговыми подстанциями, оборудованными 12 пульсовыми выпрямителями, локомотив ВЛ-8. Измерения проводились при помощи программно-аппаратного измерительного комплекса собранного на базе модуля USB6009 и программы SignalExpres от фирмы National Instruments, дополненного первичными измерительными преобразователями с оптической развязкой.

Результаты проведенных исследований показывают, что хотя на шинах подстанции гармонический состав выпрямленного напряжения и соответствует отраслевым нормам, перемещение локомотива по межподстанционной зоне сопровождается значительным повышением уровня отдельных гармоник в контактной сети, величины которых значительно превышают ожидаемые показатели. Таким образом, существующие методики оценки качества функционирования сглаживающих фильтров, не рассматривающие взаимное влияние фильтр – ЭПС, нуждаются в уточнении.

РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЙКОВИХ КІЛ ЗМІННОГО СТРУМУ

Іванов О. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

В даний час на Україні найважливішу роль у забезпеченні безпеки руху поїздів грають рейкові кола (РК). На підставі одержуваної від них інформації функціонують системи електричної централізації та автоблокування. Подальше удосконалювання якості роботи систем СЦБ і, як наслідок, підвищення безпеки руху поїздів нерозривно зв'язано з підвищенням надійності роботи рейкових кіл. Працездатність рейкових кіл характеризується діапазоном зміни різних параметрів(питомий опір ізоляції, напруга джерела живлення, питомий опір рейок та ін.) Контроль цих параметрів здійснюється методами технічного обслуговування. Але існуючі методи, технологія обслуговування кодових рейкових кіл є морально і технічно застарілою. Вона не дозволяє вчасно виявити відмови рейкових кіл, завчасно попередити відмову, тобто передвідмовний стан, місце локалізації та причини відмов. Це веде до значних затримок в русі поїздів, великим витратам часу на визначення та усунення дефектів і відповідно до значних не експлуатаційних витрат. Недосконалість існуючої технології контролю параметрів РК стає особливо неприпустимою при організації прискореного та швидкісного руху поїздів.

Для вирішення цих проблем актуальним є розробка автоматизованої системи безперервного контролю та діагностування кодових РК. При проектуванні системи діагностики був проведений аналіз існуючих систем діагностування, кодового РК, як об'єкта діагностування, вибрані діагностичні параметри та розроблена

наближена математична модель рейкового кола. За допомогою математичної моделі відтворені нормальний, шунтовий, контрольний режими та режим автоматичної локомотивної сигналізації. Була розроблена структурна та принципова схема автоматичної системи діагностування (АСД), з використанням сучасних комп'ютерних технологій. Також алгоритм її роботи. Для роботи АСД у релейній шафі (РШ) розміщуватиметься блок лінійного пункту (БЛП), що складається з блоків оптронної розв'язки, який забезпечує гальванічну розв'язку від решти пристроїв схеми; пристроїв узгодження, необхідних для узгодження вхідного аналогового сигналу з виводами PIC мікроконтролера; пристрою обробки інформації (ПОІ), який представляє собою мікросхему PIC16F874; пристрою передачі інформації (ПперІ). Ця апаратура приймає інформацію ,аналогові та дискретні сигнали від об'єктів, що контролюються , обробляє її та кодує і передає її по лінії подвійного зниження напруги (ПЗН) на станційний блок (СБ). Інформація з лінії потрапляє на пристрій прийому інформації (ПпрІ), що знаходиться у СБ, звідки вона потрапляє на пристрій обробки інформації (ПОІ). ПОІ (PIC16F874) приймає всю інформацію, декодує та перетворює в паралельну комбінацію, яка далі потрапляє на LPT порт. LPT порт підключається до серверу , що представляє собою комп'ютер, який потім по мережі передає інформацію про стан контрольованих об'єктів на автоматичні робочі місця чергового по станції(АРМ ДСН) та чергового електромеханіка (АРМ ем).

Рішення задачі дозволяє зменшити час на виявлення відмов, час затримки потягів та зменшити не експлуатаційні витрати.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПОЕЗДАМИ НА ВЕЛИЧИНУ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ТЯГОВОЙ СЕТИ

Кузнецов В. Г., Калашников. К. А.

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

В условиях постоянного роста цен на основные виды энергоресурсов и значительной внешнеэкономической зависимости от поставщиков энергоносителей становятся актуальными проблемы повышения энергоэффективности, энергосбережения и уменьшения потребления энергоресурсов на предприятиях транспорта. Потери

мощности в тяговой сети являются одним из важнейших показателей, непосредственно влияющих энергетические характеристики электрической тяги и выбор параметров системы электроснабжения.

Особенности работы системы электроснабжения обуславливаются характером изменения нагрузок, потребляемых движущимися поездами. В процессе движения поездов меняется их взаимное расположение на участках, ток и скорость поезда, так как каждый из них находится в данный момент на элементе профиля пути, оказывающем свое сопротивление движению. Все это вызывает изменение нагрузок тяговых подстанций и влияет на величину потерь мощности в электрической цепи от тяговой подстанции до токоприемника каждого электровагона.

Авторами доклада проведено исследование зависимости потерь мощности в тяговой сети от расстояния между поездами на межподстанционной зоне (МЗ) железнодорожного участка постоянного тока. Тяговые расчеты исследуемого участка позволяют получить две зависимости:

- потребляемые токи: $I(S), S \in [S_n, S_k]$;
- скорость движения поезда: $V(S), S \in [S_n, S_k]$;

где S – длина МЗ, км; S_n, S_k – начальная и конечная координата участка МЗ.

Данные зависимости являются исходными данными для определения потерь мощности в тяговой сети, причем зависимость $V(S), S \in [S_n, S_k]$ обеспечивает минимум времени хода поезда по участку с целью максимального использования пропускной способности.

В ходе исследования было установлено, что одно и то же количество поездов может быть пропущено по участку с различными удельными потерями мощности в тяговой сети в зависимости от расстояния между поездами (при прочих равных условиях). Изменение местоположения поездов определялись по формуле:

$$x_i(t + \Delta t) = x_i(t) + v(x_i(t))\Delta t, i = \overline{1, N}$$

где N – количество поездов в момент времени t с координатами местоположения $x_1(t), x_2(t), \dots, x_i(t)$; Δt – шаг по оси времени t , ч; v – скорость движения поезда, км/ч.

В настоящее время расстояние между поездами регулируется только с целью обеспечения безопасности движения (сигналами автоблокировки ограничивается минимальное расстояние между

поездами), управляющим параметром при организации движения поездов на участке является межпоездной интервал. Возникает задача определения оптимального расстояния и интервала между поездами в каждый момент времени хода поезда по МЗ, по критерию минимума потерь мощности в тяговой сети. Для решения данной задачи необходимо разработать ее математическую модель и применить методы оптимизации.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ «УМОВНИХ» ВТРАТ В ТЯГОВІЙ МЕРЕЖІ

Кузнецов В. Г., Кирилюк Т. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,

Дніпропетровськ, Україна

Сергатий Ю. М.

Одеська залізниця. Дорожня електротехнічна лабораторія

Визначення втрат енергії в тяговій мережі – найслабша ланка при складанні загального енергетичного балансу. Всі недоліки у використанні енергетичних ресурсів різними службами та підрозділами залізниць не рідко списують на «умовні» втрати. «Умовні» втрати в тяговій мережі визначаються порівнянням витрати електроенергії за показниками лічильників електровозів і витратою електроенергії по лічильниках тягових підстанцій. Для визначення планового значення витрат електроенергії локомотивного депо проводять відповідні розрахунки згідно методики ЦТ – 0099. Норматив «умовних» втрат розраховує Главк локомотивного господарства і доводить його службі локомотивного господарства. Дослідженню «умовних» втрат присвячено чимало праць, але залишається важлива задача – дослідити закономірності зміни «умовних» втрат електричної енергії в тяговій мережі, що дасть можливість прогнозувати, а у подальшому звести до мінімуму «умовні» втрати.

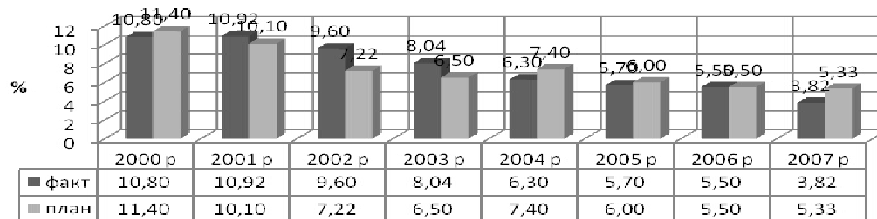


Рис. 1. «Умовні» втрати електроенергії в тяговій мережі за
2000 – 2007 р.р.

Проведено дослідження закономірностей зміни «умовних» втрат електричної енергії в тяговій мережі на Одеській залізниці. Порівняні фактичні та планові «умовні» втрати за вісім років (рис. 1). З 2001 по 2003 р. фактичні «умовні» втрати перевищують заплановані, що потребує ретельного аналізу

«Умовні» втрати змінюються сезонно. Єдиною причиною виникнення сезонної зміни питомої витрати називають підвищення опору руху в холодну пору року. Проте динаміка реальних показників споживання енергії потоком поїздів, в першу чергу, невідповідність сезонного ходу змінам температури, це твердження спростовує.

Дослідження підтвердили припущення, що причинами посиленої сезонної зміни служать особливості формування об'ємів споживання енергії, властиві залізничній магістралі, а саме:

- Від контактної мережі живиться не тільки електрорухомий склад на лінії, але і електровози, які знаходяться у відстої. Крім того, частина енергії йде на технологічні потреби депо і інших підрозділів.

- Зміна характеру потоку поїздів. У окремі періоди співвідношення роботи, що виконується локомотивами з навантаженими і порожніми поїздами, збільшується на користь навантажених. Різниця в їх питомих витратах досягає 2 – 2,5 рази. Якщо підвищення відносної частки роботи навантажених відбувається в літній час, то це викликає зниження питомої витрати по потоку поїздів в цілому і, отже, збільшення сезонної зміни.

Отже наведення ладу в обліку об'ємів енергії, що витрачаються на нетягові потреби, приведе до більш точної картини сезонної зміни споживання на електротязі, виключенню зростання показника «умовних» втрат в зимовий час.

ТЯГОВІ РОЗРАХУНКИ НА МНОЖЕНІ ПАРЕТО ЗА ДВОМА ПОКАЗНИКАМИ

Лагута В. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

Тягові розрахунки є прикладною частиною теорії тяги поїздів і дозволяють вирішувати практичні задачі, що виникають при проектуванні та експлуатації залізниць. Найактуальнішою проблемою є проблема економії енергоресурсів. У той же час необхідно вантаж доставляти вчасно, а в багатьох випадках – в найкоротші терміни.

Сьогодні важливою проблемою є створення компромісно-оптимальних режимів тяги поїздів для показників споживання та часу доставки вантажу. Вартісні показники ефективності руху поїздів вимагають нових підходів до розробки методів оптимального розрахунку режимних карт ведення поїздів. Для аналізу доцільності переходу на режими руху, оптимальні за вартістю електроенергії, пропонується дослідження компромісно-оптимальних рішень, ефективних (за Парето) для вектора показників:

- витрати електроенергії;
- графік руху.

Компромісно-оптимальні режими представляють набір умовно-оптимальних режимів руху (або ж дільничних швидкостей), які застосовуються залежно від заданої переваги характеристик векторної цільової функції.

Задача на оптимальне управління рухом поїзда з ефективними витратами енергії та часу коротко можна сформулювати так: знайти таке допустиме управління $v(s)$ – швидкість руху поїзда, при якому відповідні витрати енергоресурсів і часу були б оптимальними за Парето і при цьому виконувався графік руху на даній ділянці.

Для рішення поставленої задачі пропонується схема методу динамічного програмування його дискретний варіант. Замість рекурентних рівнянь використовується покрокове обчислення множини точок, оптимальних за Парето, на площині значень показників витрат електроенергії $f(v(s))$ і часу $t(v(s))$.

Запропонована модель враховує такі чинники: початкову та кінцеву швидкість, характеристики локомотива (обмеження на питому дотичну силу, обмеження на питому гальмівну силу, к.к.д. і ін.), обмеження швидкісного режиму, обмеження прискорення, обмеження на бічне прискорення відповідно до кривизни кривої ділянки.

Умова щодо часу проходження розглядається в виді $t(v(s)) \leq \bar{T}$, $0 \leq s \leq l$, де l – довжина ділянки колії, $\bar{T}$ – обмеження на час руху поїзда. З усіх ефективних траєкторій розглядаються тільки такі, які відповідають цьому обмеженню. Також передбачається, що множина $\sum_{j=1}^N t_j(v_i) \leq \bar{T}$, $v_i \in V_j$, $j = 1 \dots N$, допустимих рішень не порожнє, V_j – множина допустимих дискретних значень швидкості в

точці ділянки s_j , N – кількість елементарних ділянок $\{[s_{j-1}, s_j]\}$, на яких ведеться розрахунок.

Рішення засноване на паретовських точках неєдине. На множині ефективних рішень за Парето вибирається одне найбільш підходяще по компромісу щодо організації перевізного процесу для даної ділянки колії.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ

Маловічко В. В., Маловічко Н. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

Електрична централізація стрілок та сигналів, що використовується на залізницях України для управління рухом поїздів є складною територіально розосередженою системою, від роботи якої залежить безпека і ефективність роботи залізничного транспорту. Для централізації керування, зв'язок між постом електричної централізації та колійними пристроями виконаний за допомогою кабельних ліній. В зв'язку з тим, що кабельні лінії в основному експлуатуються досить довгий час, і для їх заміни потрібні значні вливання капіталу, виникає все більше відмов електричної централізації пов'язаних з виходом з ладу кабелів, які ведуть до значних затримок в русі потягів.

На відмови кабельних мереж доводиться близько 9 % всіх відмов станційної автоматики і в порівнянні з іншими об'єктами централізації ця цифра не значна. Але крім інтенсивності відмов необхідно враховувати і такі фактори як середня тривалість затримки потягу на оду відмову та середня тривалість відмови, які складають 13 та 68 хвилин відповідно для кабельних ліній станційної автоматики. Таким чином стає зрозуміло, що відмови кабельних мереж створюють значні затримки поїздів та досить довго відновлюються. Процес пошуку місця відмови складає основну проблему при відновленні працездатності кабельної мережі. Для вирішення цієї задачі на залізничному транспорті в Україні широко використовуються рефлектометри Р5-10, але ці пристрої часто не задовольняють сучасним вимогам по роздільній здатності, точності вимірювань, мають відносно велику вагу (10 кг), малий час роботи від акумуляторів, у них відсутня пам'ять для

зберігання рефлектограм і зв'язок з комп'ютером для автоматизації зберігання даних. В деяких дистанціях сигналізації та зв'язку для пошуку місця пошкодження кабельної лінії користуються новими цифровими рефлектометрами типу «РЕЙС-305», «РЕЙС-205», «ИСКРА-3» і подібні їм по функціям. Ці пристрої для пошуку місця пошкодження використовують методи імпульсної рефлектометрії, методи коливального розряду, та імпульсно-дугові методи. Використання таких приладів дозволяє з високою точністю виявляти місце пошкодження кабелю, при виникненні всіх основних типів відмов кабельних ліній на станції з досить низькою інструментальною похибкою (близько 0,2 %) та зберігати в комп'ютері результати вимірювань. Але і при використанні сучасних цифрових пристроїв необхідно затрачувати час обслуговуючого персоналу на те щоб дістатися до пошкодженої лінії та підключити до неї рефлектометр і відповідно час пошуку несправності все рівно залишається досить значним.

Використання на станції системи автоматизованого контролю та діагностування, яка буде постійно з заданою періодичністю перевіряти стан кожного з кабелів, котрі заводяться в будівлю поста електричної централізації, дозволить значно зменшити час пошуку місця відмови в кабельній мережі. Конструктивно така система може складатися з мультиплексорів, через які відбувається з'єднання діагностичного комплексу з кабельною мережею, пристроїв узгодження та захисту, рефлектометра та контролера який керує порядком перевірки кабелів та передає отримані данні на автоматизоване робоче місце електромеханіка, або змінному інженеру дистанції сигналізації та зв'язку. Використання такої системи дозволить перевіряти стан кабелів без відключення їх від навантаження і не витратити час обслуговуючого персоналу на підключення вимірювальних пристроїв до кабельної лінії. Крім цього при використанні автоматизованого комплексу зникає необхідність в періодичній перевірці стану кабелів по графіку технологічного процесу, так як система буде виконувати такі вимірювання в автоматичному режимі. Також значно спрощується пошук «мерехтливих» відмов, за рахунок періодичних вимірів, збільшується завадостійкість вимірювання за рахунок цифрової фільтрації, з'являється можливість прогнозувати розвиток відмов за даними періодичних вимірювань. Можна зробити висновок, що використання таких систем значно зменшить затрати часу обслуговуючого персоналу на періодичний огляд та відновлення

працездатності кабельних мереж, та зменшити затримки поїздів пов'язані з відмовами кабельних ліній електричної централізації.

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБ'ЄКТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ СТІЛОК ТА СИГНАЛІВ

Маловічко В. В., Маловічко Н. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

Більшість систем станційної електричної централізації в Україні функціонують на релейній техніці яка є морально застарілою, і незважаючи на всі заходи щодо запобігання виходу з ладу пристроїв автоматики та порушення умов роботи систем електричної централізації, кількість відмов пристроїв автоматики на станції практично не зменшується. Причиною цього є також не досить якісне періодичне обслуговування та старіння систем, багато з яких експлуатуються понад тридцять років. Це зумовлює необхідність розробки систем автоматизованого діагностування електричної централізації, які дозволять зменшити кількість відмов за рахунок контролю стану пристроїв, та прогнозування виходу з ладу станційної автоматики.

При створенні систем діагностування та контролю важливу роль відіграє правильний вибір об'єктів діагностування, який дозволяє при їх мінімальній кількості в діагностичному комплексі своєчасно виявляти виникнення пошкоджень системи електричної централізації та запобігати затримкам потягів. В літературі запропоновано наступний набір діагностичних параметрів для систем електричної централізації які визначені за допомогою методу експертних оцінок: значення напруги на лампах світлофорів, на акумуляторній батареї, на колійних реле, напруги основного джерела живлення, резервного джерела живлення, ізоляції монтажу і кабелю, зсув фаз між напругою на колійній і місцевій обмотках реле ДСШ, тягове зусилля на секторі реле ДСШ, ємності конденсаторів, час перекриття вхідного світлофора, час перекриття поїзних і маневрових сигналів, час та струм переводу стрілки, роботу схеми зміни напрямку та ін. Але для контролю всіх запропонованих параметрів необхідно створювати досить складну систему, яка буде мати велику вартість. Тому необхідно вибрати ті параметри, які необхідно контролювати в першу чергу, для підвищення

надійності функціонування системи електричної централізації в цілому. За статистикою для пристроїв електричної централізації, на апаратуру рейкових кіл доводиться близько 30 % всіх відмов, на електроприводи припадає близько 12 %, на кабельні мережі близько 9 % а на світлофори близько 8 % всіх відмов пристроїв електричної централізації. На перший погляд стає зрозумілим, що в якості діагностичних ознак для створення системи контролю пристроїв станційної автоматики треба використовувати параметри апаратури рейкових кіл. Але при використанні системного підходу для вибору об'єктів діагностування та контролю, було визначено, що з урахуванням таких факторів як середня тривалість затримки одного потягу, середня тривалість затримки потягу на одну відмову, число затриманих потягів середнє на одну відмову, число затриманих потягів на тисячу маршрутів та середня тривалість відмов і використанням вагових коефіцієнтів для визначення ступені впливу на рух потягів виникнення тієї чи іншої відмови, на перший план виходять такі об'єкти як електроприводи, далі по актуальності діагностування та контролю розміщуються кабельні мережі, а лише потім рейкові кола. Така переміна пріоритетів пов'язана з тим, що відмова стрілочних переводів та кабельних мереж викликає більш значні затримки потягів на станції та потребує більше часу на відновлення.

Таким чином при створенні системи контролю та діагностування пристроїв станційної автоматики в якості діагностичних ознак необхідно використовувати максимально можливу кількість параметрів стрілочного електроприводу та кабельних мереж. Така система дозволить максимально зменшити час затримки потягів на станції і відповідно зменшити затрати пов'язані з порушенням графіку руху поїздів.

ЙМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ТЯГОВОГО СТРУМУ НА РЕЙКОВІ КОЛА

Мелешко В. В., Гаврилюк В. І.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

Забезпечення електромагнітної сумісності тягового електропостачання з пристроями залізничної автоматики є важливою науково-практичною задачею, актуальність якої останнім часом зростає в зв'язку з появою нових типів електрорухомого складу з асинхронним

тяговими двигунами (АТД), а також мікроелектронних систем управління рухом поїздів. Визначення впливу тягової мережі на рейкові кола (РК), які є основними колійними датчиками місцезнаходження поїздів та цілісності рейкових ліній (РЛ) на магістральному залізничному транспорті, ускладнюється внаслідок великої кількості факторів, що безпосередньо визначають тяговий струм в рейковій лінії, а саме, кількість локомотивів в фідерній зоні і режими їх роботи, коливання напруги в тяговій мережі, опір ізоляції рейкової лінії від землі і т.д. Значна кількість перерахованих факторів має випадковий характер.

Випадковими є також і параметри і характеристики рейкових кіл і колійних приймачів (КП), на основі яких визначають граничні норми електромагнітних завад в рейковій лінії.

Метою роботи є розробка ймовірнісної моделі електромагнітного впливу тягового струму на колійні приймачі тональних рейкових кіл для визначення на цій основі ймовірності збою в роботі РК.

Методика і результати вимірювань залежності тягового струму від часу для локомотивів змінного струму з АТД описані в попередніх роботах авторів. Вимірювання проводили безпосередньо в силовому ланцюзі локомотиву, а також в рейковій лінії при певних відстанях від точки вимірювання до локомотиву для різних режимів руху локомотиву, а саме при наборі швидкості, під час вибігу та в режимі рекуперативного гальмування.

Залежність тягового струму від часу мала складний характер і для більшості результатів вимірювань являла собою випадкову неперіодичну функцію часу. В результаті вимірювань випадкових залежностей струму від часу на локомотиві і в рейкових лініях, отримано ансамблі реалізацій цих випадкових функцій. Для оцінки статистичних параметрів випадкового процесу з осцилограм тягового струму були обрані певні дискретні вибірки на довжині реалізації, для яких випадкові процеси можна було вважати практично стаціонарним, і які були достатньо представницькими для проведення статистичного аналізу. Гіпотеза про стаціонарність обраних вибірок в широкому сенсі перевірялася для реалізацій в різні моменти на довжині вибірки за першими моментами випадкового процесу по критерію Кокрена.

Для аналізу випадкових функцій додатково до одномірних функцій розподілу щільності ймовірності параметрів тягового струму використовували кореляційну та автокореляційну функції, які дорівнюють статистичному усередненому добутку значень центрованої функції струму в різні моменти часу.

Кожна реалізація випадкової функції є детермінованою функцією і її можна розкласти на періоді реалізації $[0, T]$ в ряд Фур'є. Для проведення спектрального аналізу в роботі використано метод швидкого перетворення Фур'є (ШПФ), реалізований у пакеті Signal Processing Toolbox (Matlab).

Статистичний аналіз результатів спектрального аналізу різних реалізацій тягового струму, вимірюваних для однакових режимів руху локомотиву, дозволив визначити функції розподілу та статистичні характеристики гармонік тягового струму в різних режимах.

В роботі на основі результатів статистичного аналізу гармонійних завад від тягового струму локомотиву з АТД, запропоновано ймовірнісну модель електромагнітного впливу тягового струму на колійні приймачі тональних рейкових кіл. На основі розробленої моделі можна визначати ймовірність збою в роботі РК для конкретних параметрів статистичного розподілу напруги завад від тягового струму на вході приймача рейкового кола для нормального і шунтового режимів роботи.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Профатилов В. И.

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

Автоматизированный измерительный комплекс (АИК) для контроля параметров реле предназначен для измерения электрических, временных и механических параметров электромагнитных реле железнодорожной автоматики типов НМШ, РЭЛ в соответствии с эксплуатационно-техническими требованиями к реле первого класса надежности. АИК для контроля параметров реле позволяет измерять напряжение (ток) срабатывания и отпускания реле, сопротивление обмотки, переходное сопротивление контактов, время срабатывания и отпускания реле, время перелета контактов, контактное давление, неодновременность замыкания и размыкания контактов, совместный ход контактов, физический зазор между якорем и сердечником, межконтактный зазор при перелете контактов и в крайних положениях якоря, высоту антимангнитного штифта. Кроме измерения параметров реле железнодорожной автоматики, АИК позволяет контролировать

соответствие измеряемых параметров нормативным значениям, а также в случае выхода реле из строя определять место и тип неисправности: выход измеряемых параметров за нормативные значения; обрыв обмотки; межвитковое замыкание в обмотке; залипание якоря; сваривание контактов; отсутствие замыкания контактов; одновременное замыкание общего контакта с фронтным и тыловым во время перелета якоря.

АИК для контроля параметров реле представляет собой приставку к персональному компьютеру типа IBM PC, подключаемую через параллельный порт компьютера. Реализация алгоритмов измерения параметров и характеристик нейтральных реле железнодорожной автоматики осуществляется с помощью программы, написанной на языке C++. Программа позволяет выводить результаты измерения параметров реле на экран монитора, на принтер и записывать результаты в базу данных реле.

Конструктивно АИК для контроля параметров реле состоит из пяти блоков:

- блок интерфейса предназначен для реализации двустороннего обмена информацией между АИК и персональным компьютером через параллельный порт, а также для формирования управляющих сигналов для остальных блоков данного устройства;

- блок программно - управляемого источника питания позволяет формировать постоянное напряжение в диапазоне $0 \div 50$ В с шагом 50 мВ для реализации алгоритмов измерения напряжения (тока) срабатывания и напряжения (тока) отпускания;

- блок измерения временных параметров реле позволяет измерять временные интервалы в диапазоне от 65 мс (с точностью ± 2 мкс) до 70 минут (с точностью ± 65 мс), а также контролировать логическое состояние 8 фронтных и 8 тыловых контактов реле;

- блок измерения сопротивлений предназначен для измерения сопротивления обмоток реле напряжения и токовых реле, а также для измерения переходного сопротивления контактов по четырехпроводной схеме, при стабилизированном значении тока через контакты 0,5 А. Данный блок позволяет измерять любые сопротивления в диапазоне от 0,01 Ом до 1 МОм;

- блок измерения механических параметров реле предназначен для ввода аналогового сигнала в персональный компьютер. Данный блок позволяет оцифровывать токовую зависимость $i(t)$ в обмотке при включении реле, которая затем используется для автоматизированного

определения положения якоря $\delta(t)$ и вычисления механических параметров реле без снятия кожуха реле.

ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСИЛИЙ РЕЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ

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

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

При определении механических параметров реле железнодорожной автоматики типа НМШ и РЭЛ необходимо проводить расчет параметров магнитной цепи реле. Строгое аналитическое решение данной задачи вызывает определенные математические трудности, поскольку магнитная система реле является нелинейной, параметры которой находятся в сложной зависимости от формы, размеров и свойств ферромагнитных материалов из которых выполнены сердечник, якорь и ярмо реле. Используемые сейчас аналитические методы расчета магнитной цепи реле, в том числе магнитной проницаемости, магнитодвижущей силы, электромагнитного тягового усилия настолько сложны и громоздки, что не позволяют провести расчёты с приемлемой точностью. При разработке автоматизированного измерительного комплекса (АИК) для проверки реле железнодорожной автоматики потребовалась корректировка методики расчетов путём применения нового подхода к получению численных значений магнитодвижущей силы на всех участках магнитопровода, магнитного потока и магнитной проницаемости при известном значении ампер-витков намагничивающей обмотки реле в динамическом режиме работы.

Авторами были проведены исследования магнитной системы реле НМШ и РЭЛ, которые характеризуются рассеиванием потока по всему контуру магнитной цепи. Главной составляющей магнитной цепи реле типа НМШ и РЭЛ является воздушный зазор, от которого зависит магнитная проницаемость ферромагнетика, поскольку зазор оказывает размагничивающее действие на магнитную цепь.

Для определения механических параметров реле необходимо знать тяговые усилия в динамическом режиме, т.е. при включении или выключении реле. Известные методики расчета электромагнитной силы в статическом состоянии реле не позволяют установить её прямую

зависимость от величины тока в обмотке реле. Авторами предлагается усовершенствованный графоаналитический метод определения тяговых усилий.

Для определения тягового усилия при включении реле необходимо знать магнитный поток в рабочем зазоре между якорем и сердечником. Магнитный поток создается магнитодвижущей силой (МДС), и зависит от значения магнитных сопротивлений отдельных участков магнитной цепи реле. Магнитные сопротивления участков магнитопровода зависят от их магнитной проницаемости. Экспериментальные исследования показали, что в реле НМШ и РЭЛ между магнитным потоком и магнитной проницаемостью существует линейная зависимость, что указывает на то, что магнитопровод этих реле работает в линейной части основной кривой намагничивания ферромагнетиков. С помощью АИК были получены зависимости тока и тягового усилия реле при различных значениях зазора, а на основании них была получена экспериментальная зависимость магнитной проницаемости от физического зазора, используемая при графоаналитическом методе расчета.

Усовершенствованная методика расчета, позволяет получить значения магнитной проницаемости, магнитного потока и МДС на всех участках магнитопровода и в воздушном зазоре между якорем и сердечником. Погрешность определения магнитного потока и тягового усилия составила не более 6 %, что позволяет полагать, что измерения и расчеты с помощью АИК позволяют достигнуть весьма высокой достоверности оценки параметров, хотя и требуют построения экспериментальной зависимости магнитной проницаемости от физического зазора для каждого типа реле.

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Разгонов А. П., Журавлев А. Ю., Ящук Е. И., Лебедев А. Ю.

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

На дорогах СНГ с каждым годом расширяется полигон строительства тональных рельсовых цепей (ТРЦ). Наряду с преимуществами ТРЦ требуют совершенствования: необходимо повышать коэффициент безопасности $K'_{\text{ВН}}$ (коэффициент надежного

возврата) путевых приемников, что улучшит их технические характеристики, и защиту полупроводниковой техники от грозовых и молниевых разрядов.

Лабораторией «Рейкові кола» кафедры АТС ДИИТа разработаны конструкция и математическое описание параметрического преобразователя типа ПЧ 50/50 на магнитопроводе с неколлинеарными магнитными полями. Такой источник решает обе эти задачи: за счет высокого коэффициента стабилизации выходного напряжения ($K_{\text{СТ}} > 35$), что позволяет существенно повысить величину $K'_{\text{ВН}}$ ($> 25 \%$); обладая фильтрующими свойствами по тракту «вход-выход», обусловленными работой магнитной системы в существенно нелинейном режиме, генератор подавляет входное мощное импульсное воздействие.

Кафедрой АТС ДИИТа разработан алгоритм расчета параметров и режимов работы рельсовых цепей (РЦ) с учетом нелинейных параметров объектов содержащих в себе ферромагнитный сердечник (трансформатор, дроссель-трансформатор). Расчеты показали, что можно достигнуть стабильности работы РЦ при воздействии импульсной помехи или асимметрии до 20 % за счет изменения коэффициента трансформации питающего и релейного концов (ПРТ, ПОБС) при использовании коэффициентов четырехполюсников объектов с ферромагнитным сердечником, работающих в нелинейном режиме (частичном насыщении). Это приведет к уменьшению количества отказов вызванных ложной занятостью изолирующего участка.

Проведены дополнительные полигонные испытания технических решений по защите рельсовых цепей (РЦ) в условиях гололедных явлений и утечки тягового постоянного тока на стыке двух родов электротяги. Оказалось, что установка симметрирующих резистивных блоков по одному на каждом конце рельсовой линии (сопротивление 0,16...0,18 Ом) обеспечивает 100 % защиту РЦ от мешающих импульсных помех тягового переменного тока, возникающих при апериодическом воздействии электрической дуги на токосъемнике и переходных процессов в силовой цепи электровоза.

Для предотвращения утечки тягового постоянного тока со станции стыкования, нарушающего работу ДТ рельсовых цепей полигона электротяги переменного тока, предложен и испытан силовой защитный коммутирующий блок (на тиристорах и IGBT-транзисторах с логическим аппаратом построенном на базе ПЛИС), устанавливаемый

на границе станции стыкования с полигоном электротяги переменного тока по определенной схеме.

О ПРИМЕНЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ УСТРОЙСТВ СЖАТ

Разгонов А. П., Журавлев А. Ю., Ящук Е. И., Лебедев А. Ю.
Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна,
Днепропетровск, Украина
Бондаренко М. В.
Днепропетровский радиоприборостроительный колледж,
Днепропетровск, Украина

В микропроцессорных системах электрической централизации (МПЦ) реализация логических цепей построена на использовании микропроцессорных контроллеров. Известно, что в системах МПЦ применяются устройства контроля путевых участков на базе счета осей подвижного состава и широко эксплуатируемые на дорогах СНГ рельсовые цепи. Вместе с тем, наблюдается тенденция увеличения скоростного барьера, что потребует в ряде случаев увеличения быстродействия устройств контроля состояния пути.

Заметим здесь, что тональные рельсовые цепи (ТРЦ) приняты сейчас для повсеместного проектирования новых и реконструкции устаревших систем СЦБ. Эти рельсовые цепи являются инерционным узлом, снижающим быстродействие. Такая особенность РЦ вызвана, как известно, повышением помехоустойчивости путевых приемников при воздействии импульсных помех. Актуальными, на наш взгляд, являются исследования по переходу на мультипроцессорную элементную базу – построению генератора и приемника РЦ на базе программируемых логических матриц (ПЛИС) в увязке с мультипроцессором.

Изготовлен макет приемника и генератора частотных РЦ с применением мажоритарного резервирования. ПЛИС программируется по технологии FPGA “Spartan”.

Процессор поддерживает операционную систему реального времени с разработанным ПО либо ПО, созданное как standalone, ведет функциональный контроль ПЛИС, сбор данных, осуществляет передачу информации по любому каналу связи (в планах использование Wi-Max), принимает решение.

Поскольку ПЛИС является гибким элементом в плане программирования, то разрабатывается «прошивка» диагностического

контроля узлов рельсовой цепи. Кроме того, в устройстве решена задача преодоления «зависания» ПО, а также, интегрирован алгоритм самодиагностики системы на ответственных этапах выполнения кода, в целом, чтобы все узлы соответствовало первому классу надежности.

Базовый объект для разработки (ПЛИС) – универсальное устройство, и может использоваться не только как генератор или приемник ТРЦ, но и в качестве многоканального АЦП с гальванической развязкой по каналам для сбора данных с любого объекта СЖАТ с частотой сигнала до 100 МГц.

Такое устройство может быть успешно применено в системах автоматики на железнодорожном транспорте.

ПАРАМЕТРИЧНИЙ ТРАНСФОРМАТОР ЧАСТОТИ НА НЕКОЛІНЕАРНИХ МАГНІТНИХ ПОЛЯХ ЯК ЗАХИСНИЙ ЗАСІБ ВІД ЗАВАД

Разгонов А. П., Ящук К. І., Журавльов А. Ю., Лебедев О. Ю.
Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

На сьогоднішній день згідно статистиці ЦШ Укрзалізниці існуючі захисні засоби (ЗЗ) пристроїв СЦБ (розрядники, варистори, вирівнювачі та ін.) за тепловими характеристиками не відповідають необхідним вимогам, внаслідок чого спостерігається ряд відмов апаратури.

Відомі багатоступеневі захисні пристрої (ЗП) на базі сильнострумівих розрядників, обмежувачів перенапруг, трансформаторів та ін. Деякі захисні пристрої створюються виходячи з концепції рівнозначної захищеності від імпульсних завад всіх вхідних каналів, по яким може надійти потужна імпульсна завада (ПЗ). Така концепція вимагає значних технічних та економічних затрат. Реалізація такої концепції прийнята, в першу чергу, для захисту вхідних силових пристроїв, оскільки в інших випадках при застосуванні такого захисту слід враховувати імовірнісні нормативи ураження ПЗ об'єкта, що захищається, не враховуючи складнощів його можливої модернізації. У зв'язку з цим актуальною проблемою захисту від грозових розрядів є вдосконалення ЗЗ. Одним з рішень проблеми є створення ефективного джерела вторинного живлення для індивідуального захисту – параметричного трансформатора (ПТ), що працює в режимі повторення частоти та володіє захисними властивостями. Такий трансформатор виключає проникнення завад в апаратуру і може використовуватися для

живлення та захисту електронної техніки, зокрема для тональних рейкових кіл, які прискорено впроваджуються на залізниці.

Як базовий елемент для побудови захисних пристроїв розглядається параметричний генератор частоти ПЧ 50:25, який володіє ефективними захисними властивостями і знайшов широке застосування на теренах країн СНД.

На кафедрі АТЗ було створено перетворювач частоти ПЧ 50:50 зі зворотнім зв'язком «вихід-вхід». Внаслідок проведених досліджень встановлено, що перетворювач знижує амплітуду зовнішньої дії ПЗ в 500 разів та більше. Разом з тим його недоліком є можливість проникнення ПЗ по каналу зворотного зв'язку в навантаження, що недопустимо. Тому було розроблено схему захисту навантаження генератора від ПЗ. Схема містить сопресори, які мають доволі високі динамічні характеристики. Сопресори закорочують ПЗ раніше, ніж завада потрапить до навантаження. Параметри, вольт амперна характеристика сопресорів вибрані з урахуванням розсіяння енергії завади, а напруга їх спрацювання не повинна перевищувати рівень стаціонарної напруги на обмотці зворотного зв'язку.

Випробування показали, що можливі відмови елементів схеми захисту контролюються за допомогою реле, тобто схема відповідає вимогам першого класу надійності. На завершення відмітимо, що проблема захисту електронної апаратури пристроїв СЦБ від дії завад, на наш погляд, дуже вдало вирішується на базі параметричних трансформаторів частоти.

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ КАБЕЛЬНОЇ ЛІНІЇ РЕЛЕЙНОГО КІНЦЯ ТОНАЛЬНОГО РЕЙКОВОГО КОЛА

Романцев І. О.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

В умовах широкого розповсюдження рейкових кіл тональної частоти з централізованим розміщенням апаратури актуальним є спрощення визначення параметрів кабельної лінії. Вирішення завдання по визначенню активно-ємнісних повздовжніх та поперечних кілометричних опорів пов'язане зі зміною в структурі рейкового кола, що характерне ситуації послідовного проходження рейковою лінією рухомого складу.

При вже визначених параметрах кабельної лінії живильного кінця (з урахуванням знаходження рухомої одиниці в місці його підключення) за допомогою математичного моделювання електричних процесів тонального рейкового кола отримані залежності первинних параметрів кабельної лінії релейного кінця та рейкової лінії від напруг на живильному та релейному кінцях рейкового кола.

$$\begin{cases} \dot{U}_\Gamma^P = \underline{A}^P(R_B, \underline{Z}_P, R_{кр}, C_{кр}) \cdot \dot{U}_{КП}^P + \underline{B}^P(R_B, \underline{Z}_P, R_{кр}, C_{кр}) \cdot \dot{I}_{КП}^P, \\ \dot{U}_\Gamma^H = \underline{A}^H(R_B, \underline{Z}_P, R_{кр}, C_{кр}) \cdot \dot{U}_{КП}^H + \underline{B}^H(R_B, \underline{Z}_P, R_{кр}, C_{кр}) \cdot \dot{I}_{КП}^H, \\ \dot{I}_\Gamma^P = \underline{C}^P(R_B, \underline{Z}_P, R_{кр}, C_{кр}) \cdot \dot{U}_{КП}^P + \underline{D}^P(R_B, \underline{Z}_P, R_{кр}, C_{кр}) \cdot \dot{I}_{КП}^P, \\ \dot{I}_\Gamma^H = \underline{C}^H(R_B, \underline{Z}_P, R_{кр}, C_{кр}) \cdot \dot{U}_{КП}^H + \underline{D}^H(R_B, \underline{Z}_P, R_{кр}, C_{кр}) \cdot \dot{I}_{КП}^H, \end{cases}$$

де $\dot{U}_\Gamma^P, \dot{U}_\Gamma^H, \dot{I}_\Gamma^P, \dot{I}_\Gamma^H$ – напруги й струми генератора при наявності шунта на релейному кінці й при нормальному режимі роботи рейкового кола відповідно; $\dot{U}_{КП}^P, \dot{U}_{КП}^H, \dot{I}_{КП}^P, \dot{I}_{КП}^H$ – аналогічні напруги й струми на вході колійного приймача; $\underline{A}, \underline{B}, \underline{C}, \underline{D}$ – коефіцієнти загального 4-полюсника рейкової лінії в нормальному режимі (при наявності позначки «H») або при наявності шунта на релейному кінці (при наявності позначки «P»), $R_{кр}, C_{кр}$ – питомі опір і ємність кабелю релейного кінця відповідно. При використанні системи рівнянь отримана можливість визначення хвильового опору та коефіцієнта розповсюдження хвилі, а також наступних невідомих величин: активна й ємнісна провідність, активний та індуктивний опір кабельної лінії релейного кінця тонального рейкового кола; опір ізоляції баласту рейкової лінії, активний та індуктивний повздовжній опір рейок рейкової лінії.

Максимальна відносна похибка приведеної математичної моделі склала 9,8 %, що було досліджено на прикладі розрахунку та вимірювання параметрів кабельних та рейкових ліній автоматичного блокування з тональними рейковими колами та централізованим розміщенням апаратури

На основі математичних моделей розроблений спосіб визначення параметрів кабельних та рейкових ліній рейкового кола, на який отриманий патент України. Таким чином, контроль первинних параметрів кабельної лінії релейного кінця дає змогу відійти від планового до попереджувального обслуговування, запобігти значні витрати часу при ремонті об'єкта та раціонально використовувати фактичний ресурс апаратури.

ЗНИЖЕННЯ РІВНІВ ГАРМОНІЧНИХ СПОТВОРЕНЬ В ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ З ДЖЕРЕЛАМИ ІНТЕРГАРМОНІК

Саєнко Ю. Л., Бараненко Т. К., Бараненко Є. В.
ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»,
Маріуполь, Україна

Однією з найважливіших проблем сучасної електроенергетики є проблема електромагнітної сумісності, складовою частиною якої є несинусоїдні режими. Несинусоїдні режими обумовлюють наявність у кривих струмів і напруг різних гармонічних складових – вищих гармонік (ВГ), субгармонік і інтергармонік (ІГ).

При наявності в електричній мережі джерел ІГ виникає питання зниження їх рівнів, поряд зі зниженням рівнів ВГ. Вплив ІГ на роботу споживачів електроенергії аналогічний впливу ВГ. Тому й підхід до мінімізації ІГ представляється таким же, як і до мінімізації ВГ.

При зниженні рівнів ВГ одночасно, як правило, вирішується питання компенсації реактивної потужності. Таке завдання вирішується за допомогою силових резонансних фільтрів, інакше званих фільтрокомпенсуючими пристроями (ФКП). Використання ФКП є розповсюдженим способом мінімізації ВГ.

До недоліків ФКП необхідно віднести наступне. По-перше, значна встановлена потужність і необхідність використання, як правило, декількох ФКП, що настроюються на різні гармоніки для досягнення припустимого рівня несинусоїдності. По-друге, амплітудно-частотні характеристики вхідного опору мережі живлення впливають на якість фільтрації за допомогою ФКП. По-третє, при складному характері амплітудного спектра струмів і напруг застосування ФКП може виявитися неефективним, особливо у випадках наявності ВГ нижчого порядку, ніж настройка ФКП. Уникнути зазначених недоліків можна шляхом використання активних або гібридних фільтрів.

Розглядаючи питання мінімізації дискретного спектра ІГ, можна дійти висновку, що в першу чергу необхідно застосування або ФКП, або гібридних фільтрів. Зв'язано це, по-перше, з досить великим рівнем спотворення кривих струмів і напруг джерелами ІГ, що мають дискретний спектр (як наприклад циклоконвертори). По-друге, завдання мінімізації ІГ (так само як і ВГ) полягають у забезпеченні необхідного рівня несинусоїдності напруги, а не в повній їхній компенсації.

Таким чином, необхідно вирішити питання коректного вибору ФКП для мінімізації ІГ, з огляду на особливості їхнього застосування. При

цьому доцільно розглянути застосування демпфувальних фільтрів, що дозволяють розширити смугу пропускання, а також складних фільтрів.

Проведені дослідження питань мінімізації дискретного спектра ІГ і ВГ за допомогою програмного пакета Matlab дозволили зробити наступні висновки:

- традиційні резонансні ФКП – фільтри першого порядку з послідовно включеними ємністю й індуктивністю – мають обмежене застосування при мінімізації ІГ;
- при наявності в амплітудному спектрі інтергармонік найбільш ефективними є демпфувальні фільтри;
- найкращою компенсувальною здатністю, володіють фільтри з середньою добротністю більше 15;
- при високій добротності (більше 100) звичайний резонансний і демпфувальний фільтри, мають однакову компенсувальну здатність;
- при необхідності компенсувати декілька гармонік, перевагу варто віддавати встановленню дворезонансних фільтрів, тому що в цьому випадку потрібна найменша встановлена потужність фільтрів.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИРЕЗОНАНСНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ В СЕТЯХ С ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Саенко Ю. Л., Попов А. С.

ГВУЗ «Приазовский государственный технический
университет», Мариуполь, Украина

Одними из не до конца решенных проблем в отечественной энергетике являются проблемы повреждения трансформаторов напряжения контроля изоляции (ТНКИ). По данным статистики в Украине ежегодно повреждается 7-12 % из всех установленных трансформаторов напряжения. Основной проблемой повреждения этих ТН является существование в сети феррорезонансных явлений. Первопричиной появления феррорезонансных колебаний служит кратковременное появление несимметрии, приводящее к появлению напряжения нулевой последовательности.

Существующие решения этой проблемы могут быть разделены на три основные концепции: разработка защитных устройств от феррорезонанса, изменение режима нейтрали распределительных сетей 6-35 кВ, разработка и внедрение антирезонансных трансформаторов напряжения. Более подробно остановимся на последнем подходе.

Согласно действующего ГОСТа на ТН антирезонансным считается трансформатор, который устойчиво и без повреждений работает при существовании в сети феррорезонансных явлений. Основным принципом, положенный в основу всех антирезонансных ТНКИ, заключается в использовании дополнительного трансформатора нулевой последовательности (ТНП) с пониженной рабочей индукцией. Этот ТНП включается или между фазой и землей, или между нейтралью обмотки высокого напряжения (ВН) и землей. Наибольшую популярность в отечественной практике получили антирезонансные ТН типа НАМИ и НАМИТ.

Для исследования эффективности применения антирезонансных ТН была создана модель сети 6 кВ в среде Matlab/Simulink, параметры которой были приближены к реальным. С точки зрения функциональных возможностей предложенная модель способна исследовать такие виды переходных процессов как: возникновение и исчезновение однофазного замыкания на землю, процессы перемежающегося однофазного дугового замыкания, включение или отключение участка сети, подключение ТН к шинам с малой суммарной емкостью.

Результаты исследования показали, что встроенная защита ТН типа НАМИТ не всегда является чувствительной и эффективной, что влечет за собой его повреждение. Рекомендуемая заводом изготовителем уставка срабатывания по напряжению $3U_0$ равна 140 В, в то время как зачастую феррорезонансные процессы сопровождаются меньшим напряжением смещения нейтрали. Анализ результатов устойчивости данного ТН к перемежающимся однофазным замыканиям также показал его невысокую стойкость, что обусловлено низким быстрым насыщением магнитной системы и малым активным сопротивлением контура. Также необходимо отметить, что на практике наблюдаются случаи заклинивания встроенной защиты, что нашло свое подтверждение при моделировании.

Конструкцию ТН типа НАМИ следует считать более удачной и перспективной, хотя она также не лишена своих недостатков. Расчеты показали, что при однократном появлении и исчезновении ОЗЗ в сети с ТН типа НАМИ возникают затухающий колебательный процесс, т.е. устойчивый феррорезонанс не наступает. Наличие электрической связи с землей обмотки ВН обуславливает возможность появления феррорезонанса. Как показали результаты моделирования, при коммутации в сети с малой емкостью (десятки-сотни пФ) возможно появления ФРП. С точки зрения термической перегрузки ТН данный

режим опасности не представляет, поэтому надежность этого ТН гораздо выше.

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ НА СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ

Сацюк А. В., Чепцов М. Н.

Донецкий институт железнодорожного транспорта Украинской
государственной академии железнодорожного транспорта,
Донецк, Украина

Технологический процесс функционирования сортировочной станции предполагает торможение свободно скатывающихся отцепов с горба горки замедлителями, а также использование пневмоинструмента и пневмопочты. Для подачи сжатого воздуха этим потребителям применяются компрессорные установки, количество которых определяется общим потреблением сжатого воздуха и варьируется от 60 до 100 м³/мин.

В свою очередь компрессор приводится в действие от синхронного двигателя, который расходует большую часть электрической энергии в системе горочной автоматической централизации. Анализ существующих методов управления этими двигателями показал, что процесс их функционирования косвенно зависит от технологических составляющих работы сортировочной станции. Это приводит к нерациональным затратам электроэнергии, поэтому задача оптимизации расхода воздуха и снижения энергозатрат является актуальной.

В докладе представлены результаты исследований, направленных на создание автоматизированной системы функционирования компрессорной установки. При этом учтены динамические свойства технологического процесса, влияние случайных и детерминированных факторов, возможности интеграции с информационными системами сортировочной станции.

ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ЗБЕРІГАННЯ ТВЕРДОГО РАКЕТНОГО ПАЛИВА МБР РС-22 НА ДП «НВО «ПАВЛОГРАДСЬКИЙ ХІМІЧНИЙ ЗАВОД»

Сердюк С. М.

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара,
Дніпропетровськ, Україна

«НВО «Павлоградський хімічний завод» є одним з найбільших хімічних підприємств України. Оскільки усі наявні на Україні міжконтинентальні балістичні ракети РС-22 (МБР РС-22) були виготовлені за період з 1988 по 1992 рр. (ПХЗ являвся виробником всіх трьох ступеней ракети РС-22, КБ «Південне» було генеральним розробником, а Павлоградський механічний завод здійснював збірку цих ракет) було прийнято рішення, схвалене українськими та американськими експертами, про зберігання ракет у розібраному виді. Після підписання договорів ракети МБР РС-22 підлягали розбиранню, а потім й утилізації на ДП НВО ПХЗ. В рамках підписаних Домовленостей на Україні повинні бути утилізовані 46 ракет МБР РС-22 та 8,5 комплектів двигунів від МБР РС-22, із загальною масою ТРП 5000 тонн. На сьогодні утилізовано 700 т. Роботи з розміщення й утилізації споряджених корпусів двигунів (СКД) із ТРП від ракет МБР РС-22 розпочалися на ПХЗ в 1998 році. Нині практично всі СКД МБР РС-22 знаходяться на території ДП НВО ПХЗ. У спеціалізованих сховищах підприємства зберігається більше 4 тис. тонн ТРП, ще порядку 1 тис. тонн ТРП зберігається на Павлоградському механічному заводі.

Однією з основних особливостей Державної «Програми утилізації ТРП МБР РС-22» являється жорстка обмеженість в часі. Адже гарантійний термін зберігання ТРП в більшості споряджених корпусів двигунів МБР РС-22 минув ще в 2002 р. І тільки завдяки зусиллям спеціалістів ПХЗ вдається забезпечити відносну безпеку зберігання ТРП.

Останнім часом фізико-хімічний стан і стабільність ТРП викликають побоювання. В результаті проведених досліджень виявлені відхилення від нормативної документації для всіх ступенів МБР РС-22. Значне відхилення фізико-механічних і хімічних властивостей від норми виявлені у всіх ІІІ ступенів, в 74 % ІІ ступенів і в 53 % І ступенів МБР РС-22. Імовірність виникнення аварійної ситуації загоряння із наступною об'ємною детонацією ТРП мізерно мала, але можлива. Для попередження виникнення аварійних ситуацій, запобігання нанесення

значного екологічного збитку в місцях зберігання ракет і ТРП необхідно здійснити їхню утилізацію до 2015 року.

Виходячи зі складу та маси палива у виробі (47,3 т – для прикладу взято І ступінь ракетного двигуна) при виникненні пожежі в атмосферне повітря у складі димових газів будуть викидатися, т: Al_2O_3 – 18,29; HCl – 3,34; CO_2 – 18,36; H_2O – 12,25; N_2 – 6,91; AlCl_3 – 4,06; H_2 – 0,09. В залежності від умов згорання палива мінімальна тривалість горіння палива відповідно до його технологічних характеристик складає 60 сек. Температура продуктів згорання – приблизно 2000 °С. Тому в результаті пожежі можливе короточасне наднормативне забруднення повітря, при цьому зона забруднення територій димовою хмарою, що утвориться, буде обумовлена кліматичними факторами та масою забруднюючих речовин, що викидаються. Токсична дія продуктів згорання палива полягає у подразненні слизових оболонок, алергії легенів, катарі верхніх дихальних шляхів, можливе виникнення екземи, дерматитів та інше.

Отже проведені дослідження з оцінки можливих масштабів екологічної катастрофи як наслідку аварійної ситуації, пов'язаної з масовим загорянням палива в СКД, є актуальними, науково та практично цінними, бо доки не вирішено питання повної утилізації ТРК існує реальна загроза здоров'ю й життю мешканців всієї країни.

THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF SPECTRUM COMPOSITION OF RETURN TRACTION CURRENT

Serdyuk T. N.

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named
after acad. V. Lazarian, Dnipropetrovsk, Ukraine

This abstract deals with the determination of spectrum composition of traction current at the a. c. and d. c. traction. The most dangerous interferences are 50, 75 and 100 Hz harmonics for normal work of rail circuits at the d. c. traction. The harmonics, coinciding with the code frequency (25, 50, 75 Hz), are inadmissible for the code rail circuits of railway section at the a. c. traction. The station rail circuits are protected from interference well enough.

At first, the measurements were conducted at the real station “Zaporogye-Levoye” of Pridneprovskaya railroad. Track section is electrified with direct traction current. Power supply of the section is bilateral. It was examined the rail section of 109-127 SP.

The experimental research of the signal current and the harmonic components of the return traction current in normal operation of the rail circuit (track section is free) was done. The cause of harmonic multiples of 50 Hz is the work of the traction engine of locomotive VL-8 located on an adjacent track circuit. Work of track circuit 109-127 SP is normally provided, as the resultant magnitude of the current noise is insignificant and does not coincide in frequency with the signal current. The presence of noise indicates the presence of asymmetry in traction current, which amounted to 4 % and did not exceed the allowed rate of 10-12 %, and it shows of the importance of checking equipment and elements of rail circuit. The recorded interference exercise only hinders the operation of the rail circuit receiver DCS-12.

At second, the measurements were done in the RC at the a. c. traction. It was fixed signals by frequency 25, 50, 75, 100, 150 Hz in rail circuits on the separate section at the a. c. traction. On other section the spectrum analysis of return traction current was shown presence harmonics of 25, 75, 105, 155, 255, 360, 465...3750, 5200 and 6200 Hz. The level of interferences, coinciding on the frequency with the code 25 Hz, was achieved near 50 % in the pause of code in comparison with the amplitude of useful signal.

More probably these interferences were caused by the work of traction engines and their start regulators. Because the presence in the engines of the brushes-collector mechanism is caused currents of frequency 25...375 Hz, which flows in signal's canal (rail circuit). The 50, 75 and 100 Hz interferences include in this spectrum. This harmonics can render as interfering action, as dangerous. Its level is depended from the technical serviceability of traction electrical machines and work of thiristor's system control of locomotive.

So, the method, which allows to determine the spectral composition of traction and signal current levels and types of interference and to assess their impact on the RC equipment, was elaborated.

There is a possibility of monitoring the correct operation of the traction power supply devices (rectifiers, filters, traction substations, emergency switches, which are responsible for switching from the main feeder to power backup) by the results of spectral analysis of the reverse traction current.

The advantage of this method is that it is universal and can be used in determining the parameters of the signal and the current code, as well as the interference of all kinds of station and stage RC without stopping the train movement. The disadvantage of this method is to conduct measurements in a given RC.

The method is intended for use during routine maintenance of rail circuits by equipment maintenance electrician of SCB. The peculiarity of the

proposed method – the need to raise the voltage on the track winding track relays and others to the maximal limit to prevent the blackout of the track relay at lower voltages below the minimum value.

The method and apparatus are tested at the real station.

THE METHOD OF MEASURING OF INTERFERENCES IN THE STATION PHASE-SENSITIVE RAIL CIRCUITS

Serdyuk T. N.

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named
after acad. V. Lazarian, Dnipropetrovsk, Ukraine

Analysis of the electromagnetic compatibility of equipment of the station rail circuits (RC) to the system of traction power supply includes following: determining the impact of the source radiation on the existing equipment, evaluating the level of interference in the receiver, locating the source and cause of the interference; obtaining information about the electromagnetic environment at specific location of the equipment and receiver susceptibility. Among the electromagnetic interference that arise in the rail network system of traction power supply, the pulse and harmonic interference, contained in the traction current, deserves of special attention. The main cause of harmonic and pulse components in the reverse traction current of frequencies that are multiples of the fundamental harmonic frequency (50 Hz) is the work of rectifier traction substations of direct current electric rolling stocks, as well as the breakdown of isolation on station feeders. Thus, the task, that includes the provision of electromagnetic compatibility of automation devices to the system of the traction power supply on a given site and measurement of the electromagnetic interference in the rail chains, is very relevant.

Among the methods for measuring electromagnetic interference, those are known which are based on non-contact records of current and voltage curves and are based on the unique relationship between the current and magnetic field, as well as those associated with the connection of an oscilloscope, a spectrograph, magnetograph or other measuring device to the equipment of RC. As a result, measurements are performed in the rail circuit in shunt or normal mode, which, as usual, accompanied by disconnecting the equipment of power the supply or a relay ends of the RC. As a parameter of the study, as a rule, the maximum value of the highest harmonic component of current and voltage is adopted, which ensures its normal work with related devices and systems.

It is proposed to carry out measurement of electromagnetic interference in the station RC with the phase-sensitive receiver without shutting down the equipment of power supply and relay ends. The method is to connect the measuring equipment to track winding of double-elements sector plug track relay DSP-12 through the divider. For realization of measurements, a measuring device has been designed specially for acquisition of analog signal to a computer for further processing and data storage. The amplitude of the input voltage, which goes to the measuring device should be in the range ± 5 V. The developed methods and measurement tools allow us to control the parameters of the signal and traction currents, to determine the spectral composition of the traction and signal current levels and types of interference, and to assess not only their effect on the work of the RC equipment, and proper functioning of the traction power supply system devices (rectifiers, filters, traction substations, emergency relay included in the feeders and which are responsible for switching power from the main feeder to the backup).

The equipment of the supply end of RC is connected through the track transformer TT, and of the relay end is connected through a signal transformer ST. Voltage from the secondary winding of the transformer ST, included in parallel to the track receiver DSP-12, comes through the voltage divider to a specially designed device - analog-to-digital converter, which includes a switch unit, limiting amplifier, multiplexers, data and control registers, and a timer, and it is designed to put signals to a personal computer for oscillographing and analysis of parameters of the signal and the code currents in RC and for determining the amplitude and frequency of interference, resulting in a reverse traction current.

The method is intended for use in routine maintenance of TC equipment by an electrician. The peculiarity of the proposed method – the need to raise the voltage on the track winding of track relays DSP-12, ANSH2-4000 and others to their maximum values in order to prevent the exclusion of the relay when the voltage decreases below the minimum value.

The measurements were conducted at the real station “Zaporogye-Levoye” of Pridneprovskaya railroad. Track section is electrified with direct traction current.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРИЧИН ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОРАХ

Сыченко В. Г.

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

Васильев И. Л., Павличенко М. Е.
Уральский государственный университет путей сообщения,
Екатеринбург, Россия

В соответствии с современными представлениями о коррозии, происходящей в железобетонных опорах контактной сети участков постоянного тока, часть тягового тока, протекающего по рельсам, через заземлитель, через неисправный искровой промежуток попадает на арматуру опоры и при стекании с арматуры в грунт вызывает разрушение арматуры и снижает несущую способность опоры. В некоторых случаях из-за снижения несущей способности опоры становятся подвержены хрупкому излому, снижая безопасность перевозочного процесса.

В соответствии с данной моделью степень коррозии должна зависеть от величины потенциала рельса и сопротивления опоры, на основании значения которых рассчитывается ток утечки. Считается, что повышение сопротивления опоры должно снизить ток утечки и соответственно снизить вероятность коррозии арматуры опоры.

Современное развитие измерительной и компьютерной техники позволило ученым УрГУПС в сотрудничестве с ДИИТ провести ряд исследований, материалы которых не вписываются в современную модель коррозии опор.

Было выявлено, в частности, что потенциал арматуры железобетонной опоры не зависит от потенциала рельса, и изменения этого потенциала связаны исключительно с изменением потенциала в рельсе, а не с его величиной. Полученные данные позволяют расширить представление об опоре, как о электрическом элементе, заменив активное сопротивление на нелинейный активно-емкостной элемент.

Предыдущие исследования выявляли, что поврежденная зона находится на глубине 0,4–1 м и чаще всего представляет собой пояс шириной 0,5–1 м. Так же отмечено, что во многих случаях корродирующая зона единственна – остальная поверхность опоры остается неповрежденной. Фактически зона появления коррозии

совпадает с зоной максимальной механической нагрузкой, что не объясняется существующей моделью.

Накопленные фактические материалы дают основания для расширения и углубления модели появления и развития коррозионных процессов в железобетонных опорах контактной сети участков постоянного тока.

В сотрудничестве с украинскими учеными разработаны ряд оригинальных технических решений, которые позволяют снизить вероятность коррозии арматуры и повысить безопасность движения. Также разработаны методы диагностики состояния арматуры опоры.

МОДЕЛЮВАННЯ ВІДХИЛЕНЬ НАПРУГИ У ЗАДАЧАХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ

Сиченко В. Г., Грідасова А. В.

Дніпропетровський національний університет залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна,
Дніпропетровськ, Україна

Протікання енергообмінних процесів у системі тягового електропостачання має випадковий нестационарний характер. Характеристики енергообмінних процесів в будь-який момент часу є випадковими величинами. Математична модель будь-якого випадкового процесу будується на основі ансамблю його реалізацій, а властивості описуються ймовірнісними характеристиками.

Визначення характеристик нестационарних випадкових процесів представляє складну задачу, особливо в умовах обмеженої вибірки. На сьогодні не існує єдиної методології, згідно якої можливо аналізувати властивості нестационарного процесу будь-якого типу, використовуючи його індивідуальну реалізацію. Узагальнений підхід до вирішення вказаної задачі полягає у введенні гіпотези про специфічний характер нестационарного досліджуваного процесу, який розглядається як результат дії деяких детермінованих факторів на стаціонарний випадковий процес. При такому підході, зазвичай, використовуються адитивні моделі.

Для моделювання змін відхилення напруги запропонована модель виду

$$x(t) = M(t) + \varepsilon(t),$$

у якій $M(t)$ представляє тренд, а $\varepsilon(t)$ стаціонарний нормальний процес з параметрами, визначеними в результаті застосування стандартних

процедур авторегресії та проінтегрованого ковзного середнього (АРПСС).

В докладі приводиться методологія отримання статистичних характеристик для моделювання відхилень напруги у підсистемах змінного та постійного струму та розглядаються питання перевірки адекватності пропонованих моделей.

УПРАВЛЕНИЕ АКТИВНЫМИ ФИЛЬТРАМИ В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ТЯГОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ПИТАЮЩЕЙ СЕТЬЮ И НАГРУЗКОЙ

Сокол Е. И., Гончаров Ю. П., Замаруев В. В., Лобко А. В.,
Маляренко Е. А., Дзюндзя И. В.

Национальный технический университет «Харьковский
политехнический институт», Харьков, Украина

Сыченко В. Г.

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

Активная фильтрация гармоник входного тока и выходного напряжения является эффективным средством обеспечения электромагнитной совместимости тяговых преобразователей с питающей сетью и нагрузкой. Основной проблемой управления активными фильтрами (АФ) является отделение подавляемых гармоник от низких рабочих частот, на которые АФ не должен действовать, и от высокочастотных помех, которые не могут быть воспроизведены импульсным АФ.

Принципиально разделение частотного спектра на подавляемую и не подавляемую части могут выполнить идеальные управляющие фильтры (УФ) с прямоугольной амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) и нулевой фазо-частотной характеристикой (ФЧХ) в полосе пропускания. Однако они не могут быть физически реализованы по той причине, что реакция такого фильтра на текущие значения входного сигнала должна начинаться раньше, чем эти значения поступят на вход.

В общей теории активной фильтрации, используемой, например, для отделения полезных звуковых сигналов от высокочастотных помех, физическая реализуемость достигается путём усечения импульсной характеристики идеального фильтра в сочетании с отказом от нулевой

ФЧХ в полосе пропускания введением постоянной задержки выходного сигнала относительно входного. Однако в силовых АФ задержка играет существенную негативную роль по причине компенсационного принципа их работы, требующего согласования как амплитуд так и фаз входного и выходного сигналов. Кроме того, временная задержка ухудшает устойчивость замкнутых структур управления. Другой известный принцип построения частотно-разделяющих УФ состоит в использовании резонансных звеньев с высокой добротностью, настроенных каждое на одну из пропускаемых гармоник. Однако их недостатком является невысокое быстродействие, снижающееся по мере повышения добротности.

В докладе анализируется УФ, идеология которого может рассматриваться как соединение двух указанных выше принципов, что позволяет преодолеть недостатки каждого из них. Он использует факт периодичности сигналов АФ в установившемся режиме и поэтому может быть назван фильтром дискретных частот либо фильтром гармоник периодического сигнала (ФГПС). Условие физической реализуемости для ФГПС выполняется, поскольку для периодического входного сигнала будущие значения можно связать с прошлыми. Среднее запаздывание выходного сигнала, связанное с использованием прошлых значений входного, меньше, чем в традиционном фильтре с усечённой импульсной характеристикой, что позволяет использовать ФГПС в замкнутых структурах и устраняет погрешности, связанные с усечением характеристики. В то же время в разомкнутых структурах ФГПС, так и фильтр с усечённой импульсной характеристикой, позволяет получить время установления режима, равное одному периоду процесса. Рассматривается методика синтеза ФГПС и систем управления на его основе. Эффективным является сочетание разомкнутых систем с замкнутыми, а также сочетание ФГПС с резонансными УФ. Последнее сочетание позволяет примерно на порядок сократить требуемую добротность резонансного УФ и настолько же повысить его быстродействие. Применение комбинированных УФ наиболее эффективно при наличии в системе электроснабжения объектов с резонансными свойствами. Это относится, в частности, к питающей промышленной сети, резонансные свойства которой обусловлены наличием конденсаторов поперечной компенсации реактивной мощности.

МОДЕЛЬ ДАТЧИКА ТОЧЕЧНОГО ТИПА С РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИЯМИ

Трунаев А. М., Чепцов М. Н.

Донецкий институт железнодорожного транспорта Украинской
государственной академии железнодорожного транспорта,
Донецк, Украина

В системах железнодорожной автоматики нашли достаточно широкое применение путевые датчики. Их основными функциями является определение наличия подвижного состава на участке и контроль целостности рельсовой линии, что реализовано в рельсовой цепи (РЦ). Вместе с тем имеется ряд недостатков, снижающих эксплуатационно-техническую эффективность РЦ:

- зависимость работы от состояния верхнего строения пути (балласта, шпал, рельсов, соединителей и других элементов), климатических условий (наиболее неблагоприятны районы с суровым климатом, а также районы, в которых наблюдаются значительные колебания температуры и влажности);
- ухудшение шунтового эффекта при загрязненности поверхности рельсов и колесных пар;
- значительные затраты труда и средств на техническое обслуживание и ряд других.

Альтернативой РЦ, широко применяемой на промышленном транспорте, являются датчики точечного типа. Их достоинствами является: низкая стоимость, простота в эксплуатации, незначительное энергопотребление, малая подверженность погодным влияниям. В тоже время имеется существенный недостаток – отсутствует контроль целостности рельсовой линии.

Таким образом, актуальной является задача создания датчика точечного типа с расширенными функциями. Наряду с фиксацией проследования колесной пары он должен проверять целостность рельсовой линии. Решение данной задачи возможно, если устройство будет контролировать вынужденные вибрации рельсов, возникающие вследствие движения подвижных единиц. Применение такого датчика целесообразно при цельносварных рельсах, которые нашли широкое применение.

В докладе представлена математическая модель, которая описывает вынужденные колебания железнодорожного пути при движении поезда. Приведены результаты исследования её адекватности на основе сравнения со статистическими данными, полученными при полевых

испытаниях, проведенных с применением датчика акселерометного типа, закрепленного непосредственно на рельсе.

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ АСК ВП УЗ-Є З ПРИСТРОЯМИ СЦБ

Хилобокова С. П.

Українська державна академія залізничного транспорту,
Харків, Україна
Чепцов М. Н.

Донецький інститут залізничного транспорту Української
державної академії залізничного транспорту, Донецьк, Україна

При загальній довжині залізничних ліній Укрзалізниці близько 25 тис. км пристроями диспетчерської централізації (ДЦ) обладнано 47 %, диспетчерського контролю (ДК) – 42 %. Це як системи застарілих типів: ПЧДЦ, ЧДЦ, «Нева», «Луч», «Минск», так і мікропроцесорна – МСДЦ «КАСКАД». Крім цього, на деяких станціях знаходяться в дослідній або постійній експлуатації мікропроцесорні системи централізацій (МПЦ) та мікропроцесорного маршрутного набору (ММН).

З іншого боку, для підвищення ефективності керування перевезеннями, системі АСК ВП УЗ-Є потрібна інформація про точне місцезнаходження, швидкість та час прослідування елементів колійного розвитку ділянки кожною рухомою одиницею. З урахуванням того, що в системах ДЦ, ДК, МПЦ та ММН є власне представлення необхідної інформації та унікальний формат даних, задача організації інформаційної взаємодії неоднозначна і потребує реалізації комплексного підходу.

Так, перший етап вирішення цієї задачі повинен включати розробку та затвердження стандарту на протокол інформаційної взаємодії з мікропроцесорними або релейно-процесорними системами диспетчерської централізації і контролю та робочими вузлами АСК ВП УЗ-Є. Тоді в нових системах, які впроваджуються, задача буде вирішена, але в застарілих – відсутнє представлення інформації в електронному вигляді, тому можливі два варіанти:

6. вивести з експлуатації застарілу ДЦ й обладнати сучасною мікропроцесорною;

7. впровадити сучасне обладнання центрального поста ДЦ, яке за рахунок цифрової обробки сигналів, дозволяє використовувати існуюче обладнання ДЦ.

Слід відзначити, що реалізація першого варіанту потребує в 10-15 разів більших капітальних вкладень.

В докладі розглядається комплексний підхід щодо реалізації інформаційної взаємодії АСК ВП УЗ-Є з пристроями СЦБ. При цьому основну увагу приділено розробці методів та засобів формування інформації на основі даних, отриманих з систем ДЦ/ДК застарілих типів. Представлені математичні моделі сигналів, у яких використані методи цифрової фільтрації та моделі відстеження переміщення рухомих одиниць за елементами колійного розвитку, які функціонують в умовах недостатньої первинної інформації.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЕРСИОННЫХ СВОЙСТВ СИГНАЛОВ ТВИК-АТМОСФЕРИКОВ ДЛЯ ЛОКАЦИИ МОЛНИЙ И ОЦЕНКИ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ИОНОСФЕРЫ

Швец А. В., Горишня Я. В.

Институт радиопизики и электроники им. А. Я. Усикова
НАН Украины, Харьков, Украина

Грозвые разряды являются источником электромагнитных помех в очень широком диапазоне частот, однако, максимум спектральной плотности излучения от разряда молнии приходится на диапазоны сверхнизких частот (СНЧ) 3...3 000 Гц и очень низких частот (ОНЧ) 3...30 кГц. Электромагнитный импульс, излученный молнией, может распространяться на расстояния до нескольких тысяч километров внутри полости Земля-ионосфера. Верхней границей волновода для СНЧ-ОНЧ радиоволн, служит область нижней ионосферы на высотах 60 – 90 км с низкой концентрацией заряженных частиц ($10^6 - 10^9 \text{ м}^{-3}$). В ночное время, вследствие повышения нижней границы ионосферы и соответствующего уменьшения потерь в ней, наблюдаются сигналы твик-атмосфериков (далее твиков), в формировании которых существенную роль играют волны, падающие на ионосферу под крутыми углами и формирующие «хвостовую» часть сигналов твиков длительностью 10...150 мс.

Интерес к исследованиям твиков обусловлен возможностью их использования для однопозиционных методов локации молний и диагностики свойств нижней ионосферы.

Головная часть твика, длительностью около 0,5 мс, линейно поляризована и представлена только в поперечной магнитной компоненте. Это свойство используется для определения азимута источника с помощью вычисления компонент вектора Умова-Пойнтинга в широкой полосе частот.

В динамическом спектре твика в координатах время-частота наблюдаются несколько дисперсионных ветвей, представляющих первую и высшие моды. Частоты этих ветвей убывают со временем и их значения приближаются асимптотически к критическим частотам волновода Земля-ионосфера. Измерение дисперсионных зависимостей по динамическому спектру твика позволяет оценить такие параметры трассы распространения, как дистанцию до молнии и эффективную высоту отражения волн от ионосферы в рамках известной модели плоского волновода.

В настоящей работе предложен алгоритм построения дисперсионных зависимостей по динамическим спектрам твик-атмосфериков и определения эффективной высоты ионосферы и дальности до молнии. Алгоритм позволяет свести определение двух параметров модели к задаче однопараметрической минимизации, за счет чего повышается его эффективность, оценить погрешности определения дальности и высоты, и может быть использован для построения автоматизированной системы мониторинга нижней ионосферы и однопозиционной локации молний. Работа алгоритма продемонстрирована на экспериментальных записях твик-атмосфериков для дистанций в диапазоне от 0,6 до 2,5 Мм. Показано, что предложенный алгоритм может обеспечить точность определения дистанции до 10 %, а высоты до 1 % при дальностях до источника более 1000 км.

TOMOGRAPHY TECHNIQUE FOR GLOBAL LIGHTNING IMAGING FROM AMBIENT ELF ELECTROMAGNETIC NOISE

Shvets A. V.

Usikov Institute of Radiophysics and Electronics of NASU,
Kharkov, Ukraine

Serdyuk T. N.

Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named
after acad. V. Lazarian, Dnipropetrovsk, Ukraine

Lightning discharges are the main source of natural electromagnetic interferences in the terrestrial environment. Electromagnetic emissions from lightning occupy very wide spectral range, but the bulk of energy is concentrated in the extremely low (ELF, 3 – 3000 Hz) and very low frequency ranges (VLF, 3 – 30 kHz).

Radio waves in the ELF-VLF bands, radiated by lightning discharges, are trapped between the conductive shells that are the earth's surface and the lower boundary of the ionosphere. Such a natural Earth-ionosphere waveguide provides round-the-world propagation at the lower part of the ELF band with very low attenuation that allows for a unique possibility for near the real time monitoring of the global lightning activity from one or a few receiving stations.

Analysis of the background ELF signals is usually performed by application of different models of lightning distribution elaborated on results of meteorological and space observations. These solutions provide obtaining source intensities of the global thunderstorm centers associated with tropical continental regions in South America, Africa and South-East Asia. But the problem of source redistribution within these centers remains unsolved with such an approach.

Observed in spectra of natural electromagnetic fields as resonant peaks at frequencies 8, 14, 20, 26, and 32 Hz, represent a global electromagnetic phenomenon known as Schumann resonances (SR) that are primarily connected with the worldwide lightning activity. Distance signatures in SR spectra combined with direction finding technique provide single-site locating super power lightning discharges. In the ELF band such signals exceed the background level on about of one order of amplitude and they can be analyzed as isolated in time events. In addition, multi-station observations, based on triangulation or/and the “time of arrival” method, are used to study the temporal and regional variation of lightning occurrences and their relation to sprite activity and climate variability.

However, due to essential overlapping between successive pulses that form natural ELF background, these techniques can be applied only to very strong events that occur comparatively rarely and relate only to a small part of the total lightning activity.

To infer the global lightning from the background SR signal we recently proposed a technique of inversion of measured power field spectra into distribution of sources' intensity in refer to an observation station. Application of the tomography procedure to a set of such distance profiles of lightning intensity related to a network of observation stations allows for obtaining source distribution over the earth's surface.

This report is devoted to the further improvement of our newly developed technique for the global lightning mapping. To facilitate determination of spatial distribution of sources with limited number of observation stations we implement additional information into the tomography procedure based on the properties of directional sensitivity of two orthogonal magnetic antennas, used as a rule for SR measurements at most every observation station.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ІНФОРМУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ ПРО ЕКОЛОГІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ

Шматков Г. Г., Охотник К. К., Сердюк С. М.

Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара,
Дніпропетровськ, Україна

Державний механізм забезпечення екологічної, радіаційної та інших видів безпеки населення України включає в себе етап прийняття громадськістю ключових рішень. Тобто ефективність, відповідність і доцільність впроваджених заходів при цьому прямо пов'язана з рівнем обізнаності громадян в основних засадах екологічної безпеки та розуміння окремих проблемних ситуацій, станів та явищ, пов'язаних з різними видами небезпеки, що зумовлені складними природними та техногенними особливостями регіону проживання.

Інструментом підвищення обізнаності та інформування громадськості в межах окремих територій з виявленими факторами екологічної небезпеки (місця розташування радіоактивних відходів, забруднення важкими металами, іншими ризиками для особистої екологічної безпеки) має стати Єдина система інформування населення (надалі – ЄСІ).

ЄСІ забезпечить формування збагаченої громадської думки, що в свою чергу уможливить прийняття ефективних державних рішень.

ЄСІ повинна забезпечити виконання таких завдань:

- збір, узагальнення, аналіз та розповсюдження інформації про стан навколишнього середовища території;
- розробка та розповсюдження інформаційних та методичних матеріалів з екологічної проблематики території;
- організація та проведення заходів з поширення інформації щодо можливих небезпек, забезпечення постійного зв'язку з громадськістю.

До складу ЄСІ входять такі підрозділи: банк даних, методичний центр та структура, відповідальна за зв'язок з населенням.

Для функціонування системи потрібно чітко розділити функції та зони відповідальності окремих підрозділів. Діяльність підрозділів взаємопов'язана та повинна регулюватись процесним підходом. Під час досліджень було виділено шість основних процесів ЄСІ (табл.).

Таблиця

Основні процеси діяльності ЄСІ

Процес	Власник процесу
Визначення та систематичної актуалізації об'єкта, мети та завдань ЄСІ	Банк даних
Підбирання та розробка загальнотеоретичних методичних матеріалів та відповідної інформації ЗМІ	Методичний центр
Підбирання та розробка методичних матеріалів із захисту від екологічних небезпек та їх наслідків	Методичний центр
Формування та подання регулярних звітів про екологічні дослідження різного рівня і моніторинг території	Банк даних
Формування та представлення планів проведення заходів ЄСІ різного рівня	Методичний центр
Здійснення зворотного зв'язку та інтерактивне спілкування	Зв'язок з населенням

Организации – участники конференции

Государственный научно-исследовательский центр железнодорожного транспорта Украины

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

Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, Днепропетровск, Украина

Днепропетровский радиоприборостроительный колледж, Днепропетровск, Украина

Донецкий институт железнодорожного транспорта Украинской государственной академии железнодорожного транспорта, Донецк, Украина

Институт радиофизики и электроники им. А. Я. Усикова НАН Украины, Харьков, Украина

Львовский НИИ судебных экспертиз

Львовский филиал Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Львов, Украина

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, Украина

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Киев, Украина

Одесская железная дорога. Дорожная электротехническая лаборатория

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», Мариуполь, Украина

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, Украина

Укрзалізниця, Киев, Украина

Уральский государственный университет путей сообщения, Екатеринбург, Россия

Институт Железнодорожного Транспорта, Варшава, Польша

Силезский Политехнический Институт, Катовице, Польша

Оглавление

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ НОВЫХ ТИПОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С СИСТЕМАМИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И СВЯЗИ

Гаврилюк В. И. 4

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМИ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ В УМОВАХ СКЛАДНОГО ГІРСЬКОГО ПРОФІЛЮ

Арсонов В. В., Горобець В. Л., Урсуляк Л. В. 7

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СТРУМОПРИЙМАЧІВ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ НАКЛАДОК

Баб'як М. О., Грилицький М. Д., Мінеєв О. С. 8

ПРИМЕНЕНИЕ ОНТОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ УСТРОЙСТВ АВТОБЛОКИРОВКИ

Безнарытний А. М. 10

ДИСКРЕТНЕ ДИНАМІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН ТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

Блиндюк В. С. 12

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПО ПІДВИЩЕННЮ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ МАГІСТРАЛЬНИХ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ЗМІННОГО СТРУМУ З ТЯГОВИМИ КОЛЕКТОРНИМИ ДВИГУНАМИ

Божко В. В., Краснов О. О. 12

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРАХУНКУ ЧАСУ СПОВІЩЕННЯ ТА ДІЛЯНКИ НАБЛИЖЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДІВ

Болжеларський Я. В., Возняк О. М., Куйбіда А. С. 14

КРИТЕРІЇ ВИЗНАЧЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ БАГАТОСИСТЕМНОГО ЕЛЕКТРОВОЗА

Бондаренко Ю. С. 16

ПОИСК ПОВРЕЖДЕНИЙ ПОВЕРХНОСТИ КАТАНИЯ КОЛЕСА ПРИ ПОМОЩИ ВИБРОДИАГНОСТИКИ Буряк С. Ю.....	17
ВОПРОСЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОМЕХ НА ДАТЧИКИ КОЛЕСА ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В УСТРОЙСТВАХ СЦБ Бялонь А., Фурман Ю., Торунь А.....	19
АНАЛИЗАТОР РАБОТЫ КОНТАКТНЫХ ГРУПП Гаврилюк В. И., Домницкий Л. А., Рыбалка Р. В.....	20
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ НА РЕЙКОВІ КОЛА Гаврилюк В. І., Щека В. І.....	21
ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ ДИНАМІЧНОЮ ПОВЕДІНКОЮ ОДНОВИМІРНОЇ ПРУЖНО- ДЕФОРМІВНОЇ СИСТЕМИ Гера Б. В.....	22
МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПОМЕХ В АЛСН Гололобова О. О.	24
КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ ПУТЕВОЙ ПРИЕМНИК ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ Гончаров К. В.	26
МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ОТ ВЛИЯНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ Гончаров К. В.	27
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ С ПИТАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕТЬЮ Гончаров Ю. П., Замаруев В. В., Лобко А. В., Шульга Ю. П., Безъязычный А. В., Сыченко В. Г., Зубенко В. А., Панасенко Н. В., Божко В. В.	29
К ВОПРОСУ О РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА ЖЕЛТЫЕ ВОДЫ Грушка В. В., Сердюк С. Н.....	31

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ ЗМІННОГО СТРУМУ НА ЛІНІЇ ПЕ ТА ДПР	
Данилов О. А.	32
АНАЛІЗ РІВНІВ СТІЙКОСТІ ТА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ РЕЖИМІВ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОГО ТРАНСПОРТУ	
Денисюк С. П., Дерев'янка Д. Г.	34
ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ	
Денисюк С. П., Негодуйко В. О., Пертко П. П.	35
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБСЛУЖИВАНИЯ РЕЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ В УСЛОВИЯХ РТУ	
Дуб В. Ю., Гаврилюк В. И.	37
О ПОВЫШЕНИИ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА	
Журавлев А. Ю., Бондаренко М. В.	39
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ СГЛАЖИВАЮЩИЙ ФИЛЬТР – ТЯГОВАЯ СЕТЬ – ЛОКОМОТИВ В ТЯГОВЫХ СЕТЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА.	
Зубенко В. А.	41
РОЗРОБКА ПІДСИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЙКОВИХ КІЛ ЗМІННОГО СТРУМУ	
Іванов О. В.	42
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПОЕЗДАМИ НА ВЕЛИЧИНУ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ТЯГОВОЙ СЕТИ	
Кузнецов В. Г., Калашников. К. А.	43

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІНИ «УМОВНИХ» ВТРАТ В ТЯГОВІЙ МЕРЕЖІ Кузнецов В. Г., Кирилук Т. І., Сергатий Ю. М.....	45
ТЯГОВІ РОЗРАХУНКИ НА МНОЖЕНІ ПАРЕТО ЗА ДВОМА ПОКАЗНИКАМИ Лагута В. В.....	46
ЗАСТОСУВАННЯ ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИЗОВАНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ КАБЕЛЬНИХ ЛІНІЙ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ Маловічко В. В., Маловічко Н. В.	48
ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ОБ'ЄКТІВ ДІАГНОСТУВАННЯ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ СТРИЛОК ТА СИГНАЛІВ Маловічко В. В., Маловічко Н. В.	50
ЙМОВІРНІСНА МОДЕЛЬ ВПЛИВУ ТЯГОВОГО СТРУМУ НА РЕЙКОВІ КОЛА Мелешко В. В., Гаврилук В. І.	51
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ Профатилов В. И.	53
ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСИЛИЙ РЕЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ Разгонов А. П., Бондаренко Б. М., Профатилов В. И.....	55
О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ Разгонов А. П., Журавлев А. Ю., Ящук Е. И., Лебедев А. Ю.....	56
О ПРИМЕНЕНИИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ УСТРОЙСТВ СЖАТ Разгонов А. П., Журавлев А. Ю., Ящук Е. И., Лебедев А. Ю., Бондаренко М. В.	58

ПАРАМЕТРИЧНИЙ ТРАНСФОРМАТОР ЧАСТОТИ НА
НЕКОЛІНЕАРНИХ МАГНІТНИХ ПОЛЯХ ЯК ЗАХИСНИЙ
ЗАСІБ ВІД ЗАВАД

Разгонов А. П., Ящук К. І., Журавльов А. Ю.,
Лебедєв О. Ю. 59

КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ КАБЕЛЬНОЇ ЛІНІЇ
РЕЛЕЙНОГО КІНЦЯ ТОНАЛЬНОГО РЕЙКОВОГО КОЛА

Романцев І. О. 60

ЗНИЖЕННЯ РІВНІВ ГАРМОНІЧНИХ СПОТВОРЕНЬ В
ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖАХ З ДЖЕРЕЛАМИ
ІНТЕРГАРМОНІК

Саєнко Ю. Л., Бараненко Т. К., Бараненко Є. В. 62

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ
АНТИРЕЗОНАНСНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ
НАПРЯЖЕНИЯ КОНТРОЛЯ ИЗОЛЯЦИИ В СЕТЯХ С
ИЗОЛИРОВАННОЙ НЕЙТРАЛЬЮ

Саєнко Ю. Л., Попов А. С. 63

АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ
КОМПРЕССОРНОЙ УСТАНОВКИ НА СОРТИРОВОЧНОЙ
СТАНЦИИ

Сацюк А. В., Чепцов М. Н. 65

ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ЗБЕРІГАННЯ ТВЕРДОГО
РАКЕТНОГО ПАЛИВА МБР РС-22 НА ДП «НВО
«ПАВЛОГРАДСЬКИЙ ХІМІЧНИЙ ЗАВОД»

Сердюк С. М. 66

THE EXPERIMENTAL RESEARCH OF SPECTRUM
COMPOSITION OF RETURN TRACTION CURRENT

Serdyuk T. N. 67

THE METHOD OF MEASURING OF INTERFERENCES IN
THE STATION PHASE-SENSITIVE RAIL CIRCUITS

Serdyuk T. N. 69

ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРИЧИН ПОЯВЛЕНИЯ И
РАЗВИТИЯ КОРРОЗИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПОРАХ

Сыченко В. Г., Васильев И. Л., Павличенко М. Е. 71

МОДЕЛЮВАННЯ ВІДХИЛЕНЬ НАПРУГИ У ЗАДАЧАХ
ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ

Сиченко В. Г., Грідасова А. В..... 72

УПРАВЛЕНИЕ АКТИВНЫМИ ФИЛЬТРАМИ В
СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ
СОВМЕСТИМОСТИ ТЯГОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С
ПИТАЮЩЕЙ СЕТЬЮ И НАГРУЗКОЙ

Сокол Е. И., Гончаров Ю. П., Замаруев В. В., Лобко А. В.,
Маляренко Е. А., Дзюндзя И. В., Сыченко В. Г. 73

МОДЕЛЬ ДАТЧИКА ТОЧЕЧНОГО ТИПА С
РАСШИРЕННЫМИ ФУНКЦИЯМИ

Трунаев А. М., Чепцов М. Н. 75

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ
ІНФОРМАЦІЙНОЇ ВЗАЄМОДІЇ АСК ВП УЗ-Є З
ПРИСТРОЯМИ СЦБ

Хилобокова С. П., Чепцов М. Н. 76

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИСПЕРСИОННЫХ СВОЙСТВ
СИГНАЛОВ ТВИК-АТМОСФЕРИКОВ ДЛЯ ЛОКАЦИИ
МОЛНИЙ И ОЦЕНКИ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ИОНОСФЕРЫ

Швец А. В., Горишняя Ю. В. 77

TOMOGRAPHY TECHNIQUE FOR GLOBAL LIGHTNING
IMAGING FROM AMBIENT ELF ELECTROMAGNETIC
NOISE

Shvets A. V., Serdyuk T. N. 79

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ІНФОРМУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ
ПРО ЕКОЛОГІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ

Шматков Г. Г., Охотник К. К., Сердюк С. М. 80

