

ГОСУДАРСТВЕННАЯ АДМИНИСТРАЦИЯ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. ЛАЗАРЯНА

ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЙ АКАДЕМИИ УКРАИНЫ

НПП "УКРТРАНСАКАД



МАТЕРИАЛЫ

II Международной научно-практической конференции
«ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ
И БЕЗОПАСНОСТЬ НА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»
(EMC&S-R 2009)
(03.06 – 05.06.2009)

EMC&S-R 2009

Мисхор
2009

ГОСУДАРСТВЕННАЯ АДМИНИСТРАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА УКРАИНЫ

ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА ИМЕНИ АКАДЕМИКА
В. ЛАЗАРЯНА

ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ТРАНСПОРТНОЙ АКАДЕМИИ УКРАИНЫ



*Посвящается 100-летию
со дня рождения академика
В.А. Лазаряна*

**Материалы
II Международной научно-практической конференции**

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ НА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ
«EMC&S-R-2009»**

**Матеріали
II Міжнародної науково-практичної конференції**

**ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СУМІСНІСТЬ ТА БЕЗПЕКА
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

**Proceedings
of the II International Scientific Conference**

**ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY AND SAFETY
ON RAILWAY TRANSPORT
«EMC&S-R-2009»**

Днепропетровск
2009

УДК 621.331:621.332

Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте: Материалы II Международной научно-практической конференции (Мисхор, 03-05 июня 2009 г.) – Д.: ДНУЖТ, 2009. – 63 с.

В сборнике представлены тезисы докладов II Международной научно-практической конференции «Электромагнитная совместимость и безопасность на железнодорожном транспорте», которая состоялась 03-05 июня 2009 г. в Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна.

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

д.т.н., профессор Мямлин С. В. – председатель
д.ф.-м.н., профессор Гаврилюк В. И.
к.т.н. Сыченко В.Г.
инж. Дунаев Д.В.
инж. Миргородская А. И.

Адрес редакционной коллегии:
49010, г. Днепропетровск, ул. Акад. Лазаряна, 2, ДИИТ

Тезисы докладов печатаются на языке оригинала в редакции авторов.

Научный комитет

Председатель:

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

Заместитель председателя:

Гаврилюк В.И. – д.ф.-м.н., проф., заведующий кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь» ДНУЖТ

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 железнодорожного транспорта, Польша);

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

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

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

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

Сергеев Д.А. – д.т.н., проф. (Рижский технический университет, Латвия);

Стасюк А.И. – д.т.н., зав. кафедрой (ГЭТУТ, Украина);

Сыченко В.Г. – к.т.н., зав. кафедрой Электроснабжение железных дорог ДНУЖТ.

Шановні колеги!

Розвиток нових систем управління та регулювання рухом на залізничному транспорті, що відбувається останнім часом, в тому числі мікроелектронних і комп'ютерних пристроїв автоматики, цифрових телекомунікаційних систем, імпульсних напівпровідникових силових перетворювачів для живлення тягових та допоміжних пристроїв рухомого складу, зробили ще більш актуальною проблему доведення їх безпеки та електромагнітної сумісності. На велику увагу до проблеми електромагнітної сумісності у світі вказує значна кількість дослідницьких та випробувальних центрів, що працюють за цим напрямком.

Проведення такої щорічної конференції в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту буде сприяти координації робіт дослідників у цьому напрямку та підвищенню безпеки руху на залізничному транспорті. В цьому році наш університет відзначає 100-річчя від дня народження видатного вченого, одного з керівників університету, академіка Національної академії наук України Всеволода Арутюновича Лазаряна. Створена ним дніпропетровська наукова школа механіки має світове визнання, і я бажаю представникам наукової школи з електромагнітної сумісності набутти такої ж наукової ваги і авторитету.

Дякуємо за бажання прийняти участь у роботі другої міжнародної конференції і бажаємо плідної роботи!

*Ректор університету, професор
О.М.Пішінько*

*Проректор з наукової роботи, професор,
голова наукового комітету конференції
С.В. Мямлін*

Уважаемые коллеги!

Развитие новых систем управления и регулирование движением на железнодорожном транспорте, происходящее в последнее время, в том числе микроэлектронных и компьютерных устройств автоматики, цифровых телекоммуникационных систем, импульсных полупроводниковых силовых преобразователей для питания тяговых и вспомогательных устройств подвижного состава, сделали еще актуальнее проблему доказательства их безопасности и электромагнитной совместимости. На большое внимание к проблеме электромагнитной совместимости в мире указывает значительное количество исследовательских и испытательных центров, которые работают в этом направлении.

Проведение такой ежегодной конференции в Днепрпетровском национальном университете железнодорожного транспорта будет способствовать координации работ исследователей в этом направлении и повышению безопасности движения на железнодорожном транспорте. В этом году наш университет отмечает 100-летний юбилей со дня рождения выдающегося ученого, одного из руководителей университета, академика Национальной академии наук Украины Всеволода Арутюновича Лазаряна. Созданная им днепрпетровская научная школа механики имеет мировое признание, и я желаю представителям научной школы по электромагнитной совместимости приобрести такой же научный вес и авторитет.

Благодарим за желание принять участие в работе второй международной конференции и желаем плодотворной работы!

*Ректор университета, профессор
А.Н.Пишнько*

*Проректор по научной работе, профессор,
председатель научного комитета конференции
С.В. Мямлин*

ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ

Мямлин С.В., Гаврилюк В.И.

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

Электрифицированные железные дороги являются мощным источником электромагнитных помех, способных вызвать нестабильную работу устройств железнодорожной автоматики и связи. Интерес к проблеме обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) на железнодорожном транспорте в последнее время усилился в связи с разработкой и применением новых типов подвижного состава с силовыми импульсными преобразователями, внедрением новых микроэлектронных систем регулирования движения, вводом в эксплуатацию магистралей с ускоренным движением поездов.

Электромагнитная совместимость (ЭМС) технических средств (ТС) — это способность ТС сохранять необходимое качество с регламентированными значениями параметров и не создавать при этом электромагнитных помех другим ТС [1-6].

Вопросы ЭМС комплекса технических средств регулирования и управления движением поездов регламентируются в Украине ДСТУ 4151-2003 [3]. В России требования к техническим средствам железнодорожной автоматики и телемеханики по обеспечению электромагнитной совместимости и методы испытаний на ЭМС определены ГОСТ Р 50656-2001 [4], который введен в 2002 взамен действующего с 1994 года ГОСТ Р 50656-94. В Европе, помимо национальных стандартов, действует стандарт EVN 50121, разделы 3.1, 3.2 которого определяют требования по ЭМС. Для обеспечения свободного проследования поездов через границы в Европейском сообществе в последние годы был реализован проект ESCARV – «Электрическая совместимость современного железнодорожного подвижного состава». В рамках проекта были разработаны базовые модели для систем электротяги на постоянном и переменном токе, которые определяют требования по ЭМС к контактной сети, тяговым подстанциям, подвижному составу, дугообразованию на контактном проводе, рельсовым цепям и т.д.

В Днепропетровском национальном университете железнодорожного транспорта наработан богатый опыт проведения испытаний новых типов подвижного состава (локомотивов, вагонов). Дополнительно к динамическим тяговым и др. испытаниям, в последнее время (в связи с применением новых типов преобразователей для питания асинхронных тяговых двигателей, высоковольтных вагонных статических преобразователей) в программу испытаний включены испытания ПС на электромагнитную совместимость.

Электромагнитную совместимость подвижного состава, как и любой сложной электротехнической системы, можно определить как способность электротехнического и электронного оборудования ПС надежно и безопасно функционировать в окружающей среде и не оказывать на нее опасного или мешающего воздействия. Это относится как к испытываемой подвижной единице в целом по отношению к среде (измерения эмиссии электромагнитных помех в среду), так и к отдельным компонентам ПС по отношению друг к другу (внутренняя электромагнитная совместимость). Измерения электромагнитных помех от ПС в радиочастотном диапазоне и оценка влияния на линии связи регламентируются соответствующими стандартами, инструкциями, правилами, часть которых требует переработки. Нормативных документов, определяющих проведение испытаний подвижного состава на электромагнитную совместимость с рельсовыми цепями, в Украине до настоящего времени не существовало. Не были определены предельно допустимые уровни электромагнитных помех от тягового электроснабжения на рельсовые цепи.

Задача проведения испытаний осложняется еще и тем, что система тягового электроснабжения, как и система регулирования движения поездов является пространственно распределенной, использующей рельсовую линию одновременно в качестве путевого датчика, канала передачи кодов локомотивной сигнализации и для пропуска обратного тягового тока. Таким образом, электромагнитное влияние на работу систем железнодорожной автоматики оказывает весь подвижной состав, находящийся в фидерной зоне. На испытания предоставляется один локомотив, что не позволяет дать полную оценку электромагнитного влияния при обращении на участке нескольких подвижных единиц.

Степень электромагнитного влияния системы тягового электроснабжения на рельсовые цепи определяется количеством поездов, обращающихся на участке, их расположением по длине фидерной зоны, режимом работы силовых установок, схемой канализации обратного тягового тока, асимметрией рельсовой линии, сопротивлением изоляции балласта и другими факторами. Испытания ПС необходимо проводить при сочетании всех неблагоприятных факторов, что является практически невыполнимой задачей. Поэтому в работе использован комплексный подход, основанный на проведении измерений при испытаниях одного локомотива с последующим компьютерным моделированием при всевозможных сочетаниях неблагоприятных факторов.

В связи с вышеизложенным, при разработке методики испытания ПС на электромагнитную совместимость с устройствами железнодорожной автоматики были решены следующие задачи:

- определены предельно допустимые уровни электромагнитных помех, создаваемых тяговым током для всех типов рельсовых цепей, применяемых в Украине, при условии надежного и безопасного выполнения всех режимов работы в случае одновременного сочетания всех неблагоприятных факторов;

- определены максимальные уровни электромагнитных помех в рельсовых цепях от всех локомотивов, перемещающихся в фидерной зоне, при переборе различных сочетаний неблагоприятных факторов, а также с учетом возможных аварийных режимов и переключений, путем математического моделирования;

- разработаны программы и методики проведения испытаний подвижного состава на электромагнитную совместимость с рельсовыми цепями.

В работе представлены результаты применения разработанной методики при испытаниях грузопассажирского локомотива переменного тока.

Литература

1. ГОСТ 29037—91 Совместимость технических средств электромагнитная. Сертификационные испытания. Общие положения
2. ГОСТ 29280—92 Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Общие положения
3. ДСТУ 4151-2003. Комплекси технічних засобів систем керування та регулювання руху поїздів. Електромагнітна сумісність. Вимоги та методи випробувань.
4. ГОСТ Р 50656-2001. Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства железнодорожной автоматики и телемеханики. Технические требования и методы испытаний.
5. ДСТУ 2626—94. Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до імпульсного магнітного поля. Технічні вимоги та методи випробувань
6. ДСТУ 2793—94. Сумісність технічних засобів електромагнітна. Стійкість до потужних електромагнітних завад. Загальні положення.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОЕКТ «ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТЬ-БЕЗОПАСНОСТЬ-СЕРТИФИКАЦИЯ» ПО ПОДГОТОВКЕ МАГИСТРОВ ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Пшинько А.Н., Боднарь Б.Е., Мямлин С.В., Распопов А.С.
ДНУЖТ, г. Днепропетровск, Украина

В период интенсификации товарообмена между странами Евросоюза и приграничными странами-партнерами, развитие железнодорожного транспорта (как пассажирского, так и грузового) становится основной стратегической и экономической задачей. В ближайшем будущем эта задача выйдет за рамки одной страны, ее национальных особенностей и государственной регуляции: Укрзалізниця должна будет работать на всем протяжении от Азии к Западной Европе через Центральную Азию бесперебойно (принцип интероперабельности) и с соблюдением всех условий безопасности. Для обеспечения единого уровня требований во всех задействованных странах и, выходя из существующего опыта, очень важным представляется и вхождение, в масштабах Европы и соседних стран, в процедуру сертификации (в части знаний, технологических процессов,

подвижного состава и инфраструктуры). Для успешного решения этих задач нужны высококвалифицированные специалисты, владеющие знаниями и умениями обеспечивать международные перевозки, создавать новые системы управления, инфраструктуру и подвижной состав с учетом международных требований интероперабельности и безопасности.

Исходя из этого, наш университет вместе с другими представителями принимал участие в конкурсе проектов Евросоюза по программе TEMPUS IV. Всего в конкурсе приняло участие 530 проектов. В финальном конкурсе осталось 126, из которых 66 (12%) проектов было утверждено, в том числе и наш проект, стоимость которого составляет 1,3 млн. евро. Программа рассчитана на три года и финансируется за счет Евросоюза.

Программа европейского проекта под названием «Магистр: Интероперабельность/ безопасность/ сертификация в отрасли международного железнодорожного транспорта в Украине и Центральной Азии» (сокращено название Misctif), по европейской программе TEMPUS IV, способствует созданию механизма сотрудничества между Европейским союзом и соседними государствами в отрасли образования.

Что касается основных понятий подготовки, то под интероперабельностью следует понимать способность (возможность) системы обеспечить взаимосвязь в международных перевозках железными дорогами из одной страны в другую, между разными станциями, имеющими разные технические и управленческие характеристики.

Безопасность рассматривается как способность (возможность) гарантировать безаварийное движение на всех железных дорогах, а под сертификацией - процедура по санкционированию и использованию, которая согласована между автономными органами управления инфраструктурой, подвижным составом (поездами) или между отдельными должностными лицами.

Программа проекта Misctif, составленная консорциумом из 10 членов (вузы и железнодорожные компании) в 6-ти странах- (Украина, Казахстан, Киргизстан, Латвия, Польша и Франция).

Участниками проекта в этих странах является:

1. Национальная Академия (Сnam), Региональный центр области Луара, ФРАНЦИЯ (FR) - компания-руководитель проекта
2. Национальная компания железных дорог Франции (SNCF), ФРАНЦИЯ (FR)
3. Варшавский политехнический университет (Politechnika Warszawska) /Факультет транспорта, ПОЛЬША (PL)
4. Рижский институт железнодорожного транспорта / Рижский технический университет, ЛАТВИЯ (LV)
5. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна (ДІПТ), УКРАИНА (UA)
6. Государственная администрация железнодорожного транспорта Украины (Ukrzaliznytsia / UZ), УКРАИНА (UA)

7. Казахская Академия транспорта и коммуникаций (KAZATC), КАЗАХСТАН (KZ)

8. Казахская железная дорога (Kazakhstan Temir Zholy / KTZ), КАЗАХСТАН (KZ)

9. Бишкекский государственный университет строительства, транспорта и архитектуры (KGUSTA), КИРГИЗСТАН (KG)

10. Киргизская железная дорога (Kyrgyz Temir Jolu / KRG), КИРГИЗСТАН (KG).

Программа предусматривает создание новой системы подготовки специалистов образовательного уровня «Магистр» за направлением подготовки «Железнодорожный транспорт» по курсу «Интероперабельность / Безопасность / Сертификация» для обслуживания международных железнодорожных перевозок. Курс подготовки будет отвечать Болонской конвенции. Это позволит достичь европейских критериев высшего образования.

Этим проектом предусматривается разработка двух программ с выдачей соответствующих дипломов:

1) программу, совместимую с Master 2 (Магистр на базе образовательного уровня СПЕЦИАЛИСТ для железнодорожного направления);

2) программу, которая будет отвечать критериям двойной сертификации специалистов и предполагает степень Специализированного Магистра, диплом которого будет выдавать французская Конференция высших учебных заведений.

Программой предусмотрена подготовка 60 магистров (ежегодно) для Укрзалізниця, начиная с 2010 года. С 2009 года начата подготовка учебных планов и программ для обучения магистров, а также разрабатывается план подготовки научно-педагогических кадров, из числа работников университета и Укрзалізниця, которые будут задействованы в реализации проекта.

Кроме этого процесс подготовки будет способствовать более тесному взаимодействию с железнодорожными компаниями стран-участниц проекта, которые окажут помощь в подготовке специалистов и станут основными заказчиками будущих магистров.

Выполнение проекта Misctif будет реализовано в соответствии с графиком в три этапа на протяжении трех лет:

Первый этап: Разработка учебного курса для получения образовательного уровня магистр за направлением подготовки «Железнодорожный транспорт».

На этом этапе, при тесном взаимодействии всех членов Консорциума, будет создана структура курса подготовки, сформированные цель, задачи и содержание тематических модулей, в кредитах ECTS, а также учебно-методическое обеспечение модулей. Предусмотренно создание и разработка 22 модулей, эквивалентных 60 кредитам ECTS. Каждый модуль будет разрабатываться специалистами в конкретной области и соглашаться со

всеми членами Консорциума. Предусмотрен порядок составления, согласования и утверждения модулей. Содержание модулей предусматривает изучение структуры ж.д. транспорта всех стран, сравнительный анализ их функционирования и управления, нормативно-правовой базы Евросоюза по ж.д.транспорту, целого ряда (по видам) технических спецификаций интероперабельности, норм безопасности и сертификации систем и подсистем по этим нормам.

Второй этап:

Формирование педагогического коллектива и его подготовка к преподаванию тематических модулей, конкурсный отбор претендентов на учебу и с сентября 2010 года начало подготовки магистров.

Каждый из высших учебных заведений Консорциума формирует педагогический коллектив в который включаются профессионалы из железнодорожных компаний стран-участниц проекта. От Украины, например, в состав преподавателей будет включено 10 преподавателей Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна и 8 – из числа профессионалов железных дорог Украины.

Третий этап: Проведения теоретической и практической подготовки магистров и их аттестация. Учеба по программе подготовки будут осуществлять научно педагогические коллективы, которые будут сформированы на 2 этапе. Предусматривается, что в процессе подготовки будут принимать участие эксперты из ЕЭС.

В течение 10 лет за схемой двойной сертификации предусматривается подготовка 1400 человек, в том числе ежегодно: 100 человек в Украине, 30 в Казахстане, 10 в Киргизстане.

Проект Misctif завершится международным симпозиумом, который будет проходить в Киеве. Цель симпозиума – подготовка магистров в странах-участницах проекта и обеспечение долговечности проекта. Предполагается:

➔ Подготовка 2-ого выпуска, затем 3-го... (за 10 лет запланировано обучить 1.400 человек):

- UA : 100 студентов в год
- KZ : 30 студентов в год
- KG : 10 студентов в год

➔ Разработка «бизнес-плана» для обеспечения финансирования после 2011 г.:

- Без субсидий Евросоюза
- Включение в стоимость обучения расходов на корректировку учебных программ и поддержание высокого уровня обучения (престиж диплома)
- Поощрение внедрения программы в другие ВУЗы страны

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕРЕГОННЫХ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Бойник А.Б., Абакумов А.А., Кошевой С.В.
УкрГАЗТ, г. Харьков, Украина

Обеспечение безопасности движения поездов по перегонам железнодорожного транспорта основывается на пространственном разграничении. При этом основными средствами интервального регулирования движения поездов (ИРДП) являются проходные светофоры, обеспечивающие информационный канал. При данном способе ИРДП существенная доля ответственности в принятии решения за обеспечение безопасности движения возлагается на локомотивную бригаду. С учетом перспектив повышения скоростей движения поездов, системы железнодорожной автоматики должны обеспечивать возможность заблаговременного принятия решения о режиме ведения поезда. В этой ситуации возрастает задача расширения функциональных возможностей средств железнодорожной автоматики и роль их информационной составляющей.

В существующих системах автоблокировки, использующих оптический канал передачи информация о состоянии дальнейшего маршрута следования поезда дополнительную информационную поддержку принятия решения машинистом обеспечивают системы автоматической локомотивной сигнализации (АЛС). В большинстве случаев показания АЛС лишь дублируют основные показания проходных светофоров и имеют существенное значение в случае недостаточной видимости и других нештатных ситуациях. Кроме того, с помощью системы АЛС возможна экстренная остановка поезда при нарушении порядка проследования соответствующих участков перегона. Однако, при существующей технической реализации двухканальной оптической структуры передачи сигнальной информации имеется общая цепь, осуществляющая логическую увязку показаний проходных светофоров и выбора кода АЛС. Повреждения в этой цепи приводят к полному прекращению передачи сигнальной информации локомотивной бригаде.

Анализируя подходы к формированию информационного обеспечения технических средств, обеспечивающих безопасность движения поездов, можно выделить следующие направления их совершенствования:

- увеличение значности передаваемых оптических показаний, как проходными светофорами так и устройствами АЛС, без изменения физических принципов реализации информационных каналов (оптический и индуктивный);
- организация отдельных информационных каналов для проходных светофоров и локомотивных систем сигнальной авторегулировки (САР) с увеличенным объемом сигнальной информации;

– расширение качественной составляющей информационных сообщений, передаваемых устройствам САР с целью увеличения объема данных для принятия правильного решения о параметрах движения поезда без использования проходных светофоров;

– использование координатных систем ИРДП для создания навигационного интерфейса определения местоположения поездов на железнодорожных участках.

Реализация предложенных выше направлений позволит повысить безопасность движения поездов и качество перевозочного процесса.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ИЗМЕНЯЮЩЕМСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОТЕНЦИАЛЕ

Васильев И. Л., Павличенко М. Е.

Уральский государственный университет путей сообщения,
г. Екатеринбург, Россия

При исследовании факторов, вызывающих коррозию в железобетонных конструкциях на дорогах постоянного тока, были выявлены некоторые особенности происхождения и протекания электрических процессов между металлической арматурой опоры и землей. Считается, что чем больше значение сопротивления арматура–земля, тем ниже токи коррозии и меньше вероятность самой коррозии. На основании значения данного сопротивления и потенциала рельс-земля рассчитывается предполагаемый ток утечки. Однако существующая практика построения потенциальных диаграмм носит во многом усредненный и условный характер.

Эквивалентная электрическая схема замещения элементов подземной части железобетонной опоры, разработанная в ОмГУПСе, представлена элементами Rп, Сп и Е, что говорит о железобетонной опоре, как сложном активно-емкостном элементе. Электрические процессы, происходящие в активно-емкостном элементе при пульсирующем значении приложенного потенциала, вряд ли могут быть описаны с помощью потенциальных диаграмм и чисто активного представления сопротивления опоры.

Экспериментальные исследования электрических свойств макетных образцов железобетонных конструкций, проведенные в УрГУПСе, также подтверждают актуальность данной модели. Есть основания полагать, что железобетонная опора с электрической точки зрения представляет собой нелинейный активно-емкостной элемент, к тому же протяженный в пространстве, параметры которого зависят не только от самой конструкции опоры, но и от условий окружающей среды, температуры, влажности, освещенности, а также токов, протекающих в рельсовой и контактной сетях и от их изменения.

В УрГУПСе проведены исследования с целью анализа факторов, вызывающих коррозию арматуры стоек. В процессе работы были отмечены

различные вероятные причины, вызывающие начало и развитие коррозионных процессов. Среди этих факторов можно выделить опоры с роговыми разрядниками, опоры с окончанием троса группового заземления, наличие насыпи или выемки, степень изменения потенциала рельс-земля, величины тяговых токов, профиль пути и прочие факторы. Особенно стоит отметить те участки, где происходит резкое изменение величины этого потенциала. Несмотря на то, что система тягового электроснабжения 3,3кВ называется системой постоянного тока, измерение потенциала рельс-земля с применением современной измерительной техники позволило выявить резкие изменения потенциала в рельсе, что не отображается на потенциальных диаграммах. Этот потенциал зависит от величины тягового тока, сопротивления рельс-земля, расположения на участке и режима работы ЭПС и прочих факторов. При этом резком изменении возникает переменная составляющая, учет которой может выявить те участки контактной сети, на которых коррозия наиболее вероятна.

Предварительные оценочные расчеты и результаты анализа факторов, влияющих на вероятность возникновения коррозии, позволяют предположить, что при повышении тяговых нагрузок при тяжеловесном движении коррозионная обстановка может существенно ухудшиться.

COMPUTER SIMULATION OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE IN TRACK LINES

Gavrilyuk V.I.

Dnepropetrovsk national university of railway transport named by V.Lazaryan

The traction power systems of electrified railways are a source of the powerful wideband electromagnetic interference, capable to cause disturbance or dangerous influence on lines and systems of railway automatics and telematics. Acceptable decisions of electromagnetic compatibility (EMC) on railways were found during their developing. However this problem became sufficiently actual recently due to installation of new types of the rolling stock, as well as new computer train control systems, rail communication systems that used now with national out-of-date automatics and communication systems. So it is necessary to harmonize new types of rolling stock with traditional automatic and telecommunications systems for their simultaneous functioning during a transition period for ensuring of safety on railway transport.

The traction power systems influence on automatic and telecommunications lines due to next coupling mechanisms.

First one is inductive interference that increased with increasing current magnitude and frequency in the power lines and with increasing a ground resistance.

Second one is conductive interference caused by return track current flowing in rails and in the ground. The magnitude of the conductive interference is strongly depending on ground impedance and asymmetry parameter of rail lines.

There are numerous studies on the EMC in railway systems in the literature. But it is well known that the simulation of interference effects in systems with taken in account such factors as a frequency and a magnitude of locomotives harmonics, parameters of traction line, railway electrical impedance, ground return impedance and so on is a complex task.

In this work the mathematical modelling of traction current harmonics distribution in railway lines generated several locomotives in a feeder zone was carried out on the basis of experimental and theoretical investigations of locomotive harmonics.

The complex impedance of railway lines with return ground path in audio frequency range ($10^1..10^4$ Hz) was analyzed.

Rail lines, contact wires, centenaries were represented as a multi lines system in the mathematical model. Line impedance and admittance per unit length was designated as Z and Y , respectively. Track line ground-return impedance matrix was taken in form with two terms: diagonal term is self impedance and off-diagonal term is mutual impedance. The self impedance was represented as the ratio of the voltage drop per unit length to the current flowing in the conductor and returning through the earth. The mutual impedance between two lines was represented as the ratio of the induced voltage per unit length in its The earth return self impedance was taken in form proposed by Carson with updating proposed by Deri

For voltages and currents of interference harmonics in lines was obtained differential equations in matrix form and computer program was developed for theirs solving. The computer modeling program for simulation of the distribution of the harmonics from several locomotives in feeder zone was developed on this base. The inductive and conductive interference in rail circuits from two AC rail tracks, as well as for a parallel approachment rail tracks with different types (AC and DC) electrical traction currents was investigated and magnitudes of electromagnetic harmonics in rail lines from locomotives in feeder zone was evaluated.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ В СИСТЕМІ КОНТРОЛЮ СТАНУ СТРІЛОЧНИХ ПРИВОДІВ

Гаврилюк В.І., Маловічко В.В., Рибалка Р.В.
ДНУЗТ, Україна

В системі електричної централізації (ЕЦ) згідно офіційної статистики відмов, елементами які найбільш потребують контролю та діагностування є рейкові кола, стрілочні переводи та кабельні мережі. Серед перерахованих елементів системи ЕЦ, в даній роботі авторами розглядається діагностика та

контроль стрілочних переводів. Діагностику та контроль стрілок ЕЦ найбільш раціонально проводити по кривій споживання струму стрілочним двигуном. Такий метод контролю та діагностування можливо використовувати тільки для двигунів постійного струму з послідовним збудженням, але він не придатний для контролю двигунів змінного струму. Таким чином, при використанні даного методу ми звужуємо галузь застосування, але значно спрощуємо апаратуру контролю та діагностування, так як при використанні методу контролю стану стрілки по кривій споживання струму, вся апаратура знаходиться на посту ЕЦ, і не потрібні додаткові жили кабелю для контролю стрілки на коліях. Для стрілок з двигунами змінного струму, цим методом також частково можна користуватися, але аналізувати не форму кривої споживання, а спектр сигналу.

При використанні такої системи, після визначення діагностичних ознак, за допомогою яких можна виявляти виникнення відмов стрілочного двигуна та в цілому стрілочного переводу виникає проблема автоматичного визначення тієї чи іншої відмови по заданих діагностичних ознаках. При вирішенні цієї проблеми пропонується порівнювати ідеальну криву споживання струму з отриманими даними під час переводу стрілки. Оскільки отримані дані накопичуються у вигляді масиву дискретних значень, які є результатами перетворення аналогового сигналу, слід провести аналітичне перетворення даних. Експериментально отримані дані піддаються процедурі інтерполяції, тобто знаходження функції, що проходить через усі точки отриманих даних і має значення на усьому відрізку між початковою та кінцевою точками отриманих даних. Для кожної ділянки кривої споживання струму ступінь для полінома визначається своя в залежності від форми кривої на заданій ділянці. Для більш точного відображення форми кривої споживання струму використовуємо шість різних ділянок з лінійними, квадратичними та кубічними сплайнами. При відтворенні кривої споживання струму з масиву даних ми маємо змогу також виводити результати вимірювань та порівняння з ідеальною кривою на екран робочого місця електромеханіка для візуального перегляду. Для автоматичного контролю були застосовані метод допустимих значень та метод площин. Під методом допустимих значень мається на увазі побудова верхньої та нижньої меж для ідеальної кривої. І при виході кривої, що аналізується, за межі цих допустимих значень фіксується наявність несправності. Допустимі межі не задаються в якості якогось граничного значення, а приводяться в вигляді сімейства з трьох кривих, при перевищенні першої з котрих стрілка потребує особливого контролю, при перевищенні другої потрібно по можливості усунути дефект і попередити відмову в стрілочному переводі, а при перевищенні третьої кривої необхідно негайно ремонтувати стрілку або міняти стрілочний двигун. Під методом площин мається на увазі обрахування площини кривої, при її виході за межі коридору побудованого для умовно ідеальної кривої. Підрахунок площі здійснюється за допомогою різниці визначених інтегралів, межі яких визначаються точками перетину

аналізованої кривої та допустимого коридору, та обмежуються функціями допустимого коридору та даної аналізованої кривої.

При використанні приведених методів, система виносить рішення про відмови без участі людини, що дає можливість автоматизувати контроль та діагностування стрілочних переводів.

ОГРАНИЧЕНИЕ СПЕКТРА ПЕРИОДИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ В СИЛОВЫХ АКТИВНЫХ ФИЛЬТРАХ ДЛЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ КОНТАКТНЫХ СЕТЕЙ

Гончаров Ю.П., Замаруев В.В., Иванов А.Е., Чурсина Ю.В.
(НТУ «ХПИ», г. Харьков),
Панасенко Н.В. (ГНИЦ УЗ, г. Харьков),
Сыченко В.Г. (ДНУЖТ, г. Днепропетровск)

Импульсные силовые активные фильтры (АФ) применяются в системах электроснабжения контактных сетей для подавления нежелательных гармонических составляющих напряжений и токов. Высокочастотные пульсационные составляющие сигналов обратных связей в силовых АФ, выходящие за пределы полосы воспроизводимости $\omega_{\text{Д}}$ по Котельникову, приводят к генерации помех внутри этой полосы. Для предотвращения этого эффекта необходим управляющий фильтр нижних частот с прямоугольной частотной характеристикой, пропускающий без искажений (в том числе фазовых) сигналы в частотной области $\omega < \omega_{\text{Д}}$. Известно, что в общем случае при непрерывном частотном спектре, такой фильтр не может быть реализован, поскольку он требует знания будущих значений входного сигнала. Для периодических сигналов описываемых дискретной совокупностью гармоник, это ограничение преодолевается, поскольку будущие значения входного сигнала можно связать с прошлыми. Однако технические решения такого фильтра, основанные на независимом определении отдельных пропускаемых гармоник, алгоритмически достаточно сложны, поскольку их число может достигать нескольких десятков.

Альтернативное решение, не требующее определения отдельных гармоник, и, тем не менее, дающее прямоугольную характеристику на дискретной совокупности частот периодического сигнала, основано на использовании уравнения периодической свёртки

$$y(\tau) = \int_0^T x(\tau - t) s(t) dt, \quad s(t) = \frac{\sin[(q + 0,5)\theta]}{T \sin(0,5\theta)}, \quad (1)$$

где x и y - входной и выходной сигналы; s - периодическая импульсная характеристика фильтра; T - период; q - наибольший номер гармоники, входящий в полосу пропускания; $\theta = (2\pi/T)t$ - электрический угол.

При микропроцессорной реализации формируется с шагом Δt по принципу регистра сдвига массив X текущих значений входного сигнала на предшествующем периоде и неизменный массив S из значений $s(t)\Delta t$, после чего выходной сигнал определяется на каждом шаге как произведение матрицы – строки X на матрицу столбец S . Требуемая величина шага определяется таким образом, чтобы получить согласно той же теореме Котельникова, как минимум, $2q$ точек на периоде

В докладе рассмотрены вопросы применения фильтра дискретных частот (ФДЧ), действующего согласно уравнениям (1), для управления преобразователем вольтодобавочного типа для питания контактной сети постоянным напряжением 3000 В, который наряду со стабилизацией напряжения и формированием близкого к единице коэффициента мощности питающей сети обеспечивает активную фильтрацию выходных гармоник основного выпрямителя. ФДЧ фильтрует сигнал датчика выходного напряжения основного выпрямителя, отделяя воспроизводимые вольтодобавочным преобразователем гармоники от невоспроизводимых, что позволяет параметрическим путем, в разомкнутой по управлению системе, создать в силовой цепи пульсации напряжения встречного знака. Тем самым существенно упрощается основной замкнутый канал управления подавлением пульсаций, в котором можно оставить узкополосные фильтры лишь для трех – четырех гармоник с наибольшими амплитудами, а также снизить величины коэффициентов усиления, что облегчает решение проблемы устойчивости.

К ВОПРОСУ ВЫЯВЛЕНИЯ ПЕРЕГРЕВА БУКСОВЫХ УЗЛОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ

Домницкий Л.А., Парфенов В.И., Разгонов А.П.
ДНУЖТ, Украина

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

зоне трения подшипников об ось приводит к выделению тепла. Это тепло распространяется двумя путями: через шейку оси на ось и колесо и через подшипник на корпус буксы.

Для буксовых узлов с роликовыми подшипниками признаками неисправности при движении является повышение температуры буксы до 75°C в летний период и до $+40^{\circ}\text{C}$ в зимний. Для букс с подшипниками скольжения предельно допустимая температура шейки оси составляет $+100^{\circ}\text{C}$.

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

В связи с этим целесообразен контроль состояния буксовых узлов индивидуальными техническими средствами, расположенными внутри корпуса самой буксы. Кафедрой «Автоматика, телемеханика и связь» и 6-й дистанцией сигнализации и связи Приднепровской железной дороги запатентован новый способ индивидуального контроля букс при помощи магнитной приставки с газозащищенным контактом, вмонтированной в верхнюю часть корпуса буксы.

При превышении предельно-допустимой температуры ($94\pm 4^{\circ}\text{C}$) шейки оси резко уменьшается намагниченность магнита. В результате срабатывает газозащищенный контакт и внешними устройствами выдается информация о перегреве буксового узла железнодорожного вагона. В отличие от известных подобных устройств, работающих на плавких вставках, данные устройства самовосстанавливаются, т.е. являются устройствами многократного действия.

AUTOMATED DIAGNOSIS OF RELAY-CONTACT DEVICES OF RAILWAY AUTOMATICS

Dub V.Yu, Gavrilyuk V.I.

Dnepropetrovsk national university of railway transport named
by V.Lazaryan

Perfection of methods of diagnosing of the relay-contact railway automatics equipment, is the important and actual problem which has been directed on increase of operational reliability of systems and trains providing traffic safety.

While in service of contact equipment of automatics on the basis of electromagnetic relays the deviation of electrical, temporal, mechanical parameters of the relay allowable limits, occurrence of defects of the equipment is possible.

The process of diagnosing of the relay block represents a sequence of elementary operations named as checks, each of which provides submission on

inputs of the block of some influence and definitions on outputs of reaction on this influence.

If the circuit of diagnosis object contains feedback, the task of diagnosing becomes complicated. The application for troubleshooting trivial tests becomes practically impossible if an increase of number of inputs conclusions of the relay block up to several tens. In this case it is expedient to apply mathematical methods of diagnostic information processing based on artificial neural networks (NN).

The application of the of neural networks methods for diagnosing the relay equipment allows to solve such tasks, as classification of malfunctions of installation of the block without application of the determined algorithms of diagnosing, recognition of dangerous deviations from the given temporal parameters, forecasting of a condition of the block by the analysis of changes of relays parameters in time, recognition of a condition of the relay by a curve of a transitive current at inclusion and deenergizing of the relay feed, acoustic control of the relay mobile mechanical parts job etc. In a combination to classical methods of test of relay blocks the neural networks technology allows to receive a maximum quantity of the information about a condition of the block without its opening.

At this time have not yet developed a clear methodology for selecting the optimal configuration artificial NN and its basic parameters needed to solve a specific problem. Most of NN parameters, learning algorithm and activation function, is selected experimentally. In order to pilot selection NN configuration and choose the basic network parameters was established computer model of neural network. As a basic model of two-layer perceptron was selected. Activation function is the logistic function (sigmoid). The configuration and parameters of a network is by practical consideration picked up which provide reliable recognition of relay condition by the form curve transition current.

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ В ЗАДАЧАХ ДІАГНОСТУВАННЯ РЕЛЕ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ

Дуб В.Ю.

ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

Діагностування реле залізничної автоматики за формою перехідного струму, що протікає в обмотках при його включенні й вимиканні дозволяє виявляти несправності реле з мінімальними затратами часу. Спільний аналіз кривої струму в обмотках і напруги на контактах працюючого реле дає можливість оцінки тягової й механічної характеристик реле в їхньому взаємозв'язку, що значно підвищує ефективність виявлення прихованих дефектів реле й розпізнавання передвідмовних станів.

Застосування даного методу на практиці пов'язано з рядом проблем. Перша проблема полягає в необхідності осцилографічного дослідження

декількох тисяч реле певного типу й встановлення залежності виду кривої струму від конкретних дефектів або відхилень від норми параметрів реле, що потребує значних витрат часу. Одним із способів вирішення цієї проблеми є використання для автоматизації обробки даних досліджень штучних нейронних мереж (ШНМ). Для навчання ШНМ необхідно підготувати масив даних, що складається з перетворених у цифрову форму кривих перехідного струму справних і несправних реле, кожній з яких відповідає певний номер стану реле. Друга проблема полягає в складності вибору оптимальної конфігурації ШНМ та її основних параметрів. Ефективність роботи ШНМ визначається за такими показниками як час навчання, вимоги до обсягу доступної оперативної пам'яті, середньоквадратичне відхилення між поточною та необхідною реакціями мережі на контрольній вибірці та ін. Найбільш відомі способи прискорення навчання ШНМ: модифікація методу градієнтного спуску, що ґрунтується на припущенні про той або інший характер вихідних даних, динамічна зміна кроку навчання, додаткові методи виводу НС із локального мінімуму, поєднання на окремих етапах навчання алгоритмів зворотного поширення помилки і генетичних алгоритмів. Швидкість навчання ШНМ можна збільшити не тільки за рахунок удосконалення алгоритмів навчання, але й за рахунок правильного вибору функції активації, а також за рахунок попередньої обробки даних, на яких відбувається навчання. Для прискорення навчання його доцільно проводити не відразу на всій навчальній множині, а на її спрощеній моделі, що відбиває лише деякі приклади й закономірності. У процесі засвоєння більш простого матеріалу модель стає усе більше докладною й адекватною. Таким чином навчання відбувається по принципу «від простого до складного». Іншим способом скорочення часу навчання ШНМ є зниження розмірності простору ознак діагностичного сигналу без втрати або із припустимою втратою точності за рахунок використання згорток вихідних даних. Слід зазначити, що за рахунок виключення надлишковості інформації використання згорток може частково вирішити проблему зменшення взаємозалежності між входами, яка знижує інформативність опису вхідного сигналу. Для зменшення помилки діагнозу на етапі побудови навчальної вибірки також доцільно ввести вимоги несуперечності елементів вибірки, а також критерії їхнього виконання. Опис сигналу повинен приводитися до вигляду, що забезпечує його незалежність від можливого переміщення й масштабування. Для виконання цієї вимоги на етапі попередньої обробки сигналу доцільно застосовувати швидке перетворення Фур'є. Спільний аналіз кривої струму в обмотках і напруги на контактах реле потребує обробки за допомогою ШНМ одночасно двох сигналів, що обумовлює перехід до ядерної структури нейронної мережі.

У даній роботі виконано аналіз шляхів підвищення ефективності використання ШНМ в задачах діагностування реле. Розроблено основні вимоги до структури ШНМ та формування навчальної вибірки.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ОПОРУ БАЛАСТУ НА РОБОТУ РЕЙКОВИХ КІЛ ТОНАЛЬНОЇ ЧАСТОТИ

Дунаєв Д.В.

ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

На залізницях України нові лінії обладнуються (старі переобладнуються) системою автоблокування типу АБТЦ – 2000, в якій застосовують тональні рейкові кола (ТРК) з несучими частотами 400-800 Гц. Ці рейкові кола відрізняються від тих інших, що експлуатувалися на перегонах, новою елементною базою та принципом роботи. Тому обслуговуючому персоналу важко перейти до обслуговування ТРК. По-перше, підвищенням частоти сигнального струму від 25 або 50 Гц до діапазону 400-800 Гц, що в свою чергу спричиняє підвищення вимог до вимірювальних приладів. По-друге, відсутність фізичної межі між рейковими колами (відсутність ізолюючих стиків), що ускладнює вимірювання електричних величин в ТРК, оскільки отримується якийсь сумарний сигнал, а не конкретний. Тому важливо зрозуміти яким чином розподіляється електричний сигнал в ТРК.

Для аналізу роботи ТРК використано основну схему заміщення в якій параметри чотирьох полюсників живлючого та релейного кінців представляються характеризуючими їх опорами: зворотнім живлючого кінця - Z'_{bxn} та релейного кінця - Z_{bxc} . Саму рейкову лінію характеризують прямий та зворотній опір Z'_{bx} і Z_{bx} відповідно. В схему заміщення введено хвильові опори рейкової лінії, що моделюють вплив суміжних з даною ТРК. Аналіз роботи ТРК за модифікованою таким чином схемою заміщення проводився в нормальному режимі для виявлення математичних залежностей поведінки вище зазначених модулів характеризуючих ТРК опорів від частоти несучої та від ординати точки вимірювання, при цьому розходження між величинами, які отримані за допомогою модифікованої схеми заміщення та за допомогою обраних залежностей, не повинно було більше ніж на 5 %.

В результаті встановлено при опорі ізоляції баласту 1 Ом·км і довжині рейкової лінії 0,48 км, що графіки $|Z'_{bx}(x)| = f(f_H)$, $|Z_{bx}(x)| = f(f_H)$ та $|Z_{bxc}(x)| = f(f_H)$ мають лінійний характер. Із графіків цих функцій випливає, що найменший коефіцієнт пропорційності належить графіку $|Z_{bxc}(x)| = f(f_H)$, а найбільші – $|Z_{bx}(x)| = f(f_H)$ та $|Z'_{bx}(x)| = f(f_H)$. Графік $|Z'_{bxn}(x)| = f(f_H)$ не може бути описаний лінійною залежністю, оскільки має три точки перегину, тому була обрана дробово-раціональна залежністю виду $y = \sqrt[5]{a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}}$ для забезпечення розходження між величинами, які отримані за допомогою модифікованої схеми заміщення та за допомогою обраної залежності не більше ніж на 5 %. Ордината точки вимірювання

впливає на коефіцієнти рейкової лінії. Для цього при тих же вихідних даних, але при несучій частоті 420 Гц та ординатах точок вимірювання x 0,1; 0,24; 0,38; 0,48 км встановлено, що найменший коефіцієнт пропорційності має графік $|A(x)| = f(x)$, а найбільший – $|B(x)| = f(x)$. При чому характеризуючі опори $Z'_{bхп}$ та $Z_{bхк}$ в загалі не змінюються, опори $Z'_{bх}$ і $Z_{bх}$ змінюються пропорційно зміні коефіцієнтів рейкової лінії.

Зроблено наступні висновки: зростання несучої частоти найбільш впливає на $|Z_{bх}|$ й $|Z'_{bх}|$, а найменш на $|Z_{bхк}|$, при чому поведінка $|Z'_{bхп}|$ потребує експериментальних досліджень; зростання точки вимірювання найбільш впливає на коефіцієнт рейкової лінії B , який характеризує опір рейкової лінії, й найменш на коефіцієнт рейкової лінії A , що характеризує передачу напруги по рейковій лінії.

О ПРОБЛЕМАХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ Поездов В ЗОНЕ СТАНЦИЙ СТЫКОВАНИЯ

Дьяков В.А., Миргородская А.И. (ДНУЖТ, г. Днепропетровск),
Дьяков А.В. (ДЭЛ ГП «Приднепровская железная дорога»)

В большинстве стран мира железные дороги электрифицированы на постоянном токе (750 В, 1500 В, 3000 В) и переменном токе (15 кВ, 16,75 Гц и 25 кВ, 50 Гц). В зоне стыкования электрифицированных участков разного уровня напряжения и рода тока необходимо решать проблемы их электромагнитной совместимости. Отличительной особенностью электрифицированных железных дорог переменного тока является то, что токи утечки с арматуры железобетонных опор и фундаментов контактной сети железобетонных шпал, рельсовых скреплений и других устройств, соединенных с тяговым рельсом не вызывают коррозию металла. В то же время на электрифицированных железных дорогах постоянного тока эти токи утечки вызывают интенсивное коррозионное разрушение металлических конструкций, что может привести к необратимым последствиям. В этой связи на электрифицированных железных дорогах постоянного тока предусмотрены противокоррозионные мероприятия, чего нет на электрифицированных участках переменного тока.

Исследования, проведенные сотрудниками ДИИТа и Приднепровской железной дороги в зоне стыкования электрифицированных участков постоянного и переменного токов показали, что тяговые постоянные токи затекают на электрифицированные участки переменного тока на расстояние более 20...30 км от станций стыкования, что может привести к коррозионному повреждению железнодорожных сооружений, заземленных на тяговой рельс по условиям электробезопасности и защиты от токов

короткого замыкания. В этой связи на электрифицированных участках переменного тока, примыкающих к станциям стыкования необходимо выполнять такие же противокоррозионные мероприятия как и на электрифицированных участках постоянного тока (в индивидуальные заземления устанавливать искровые промежутки, в групповые заземления опор устанавливать искровые промежутки и диодные заземлители и т.п.) Однако, наиболее эффективным мероприятием является разземление опор, которое практически исключает коррозионное повреждение железобетонных опор и фундаментов контактной сети. В тоже время разземление опор повышает надежность работы устройств СЦБ, т.к. заземление на рельс железнодорожных сооружений, в том числе и опор контактной сети, приводит к асимметрии (продольной и поперечной) параметров рельсовой цепи (сопротивление рельсов и переходное сопротивление «рельс-земля»), а тяговые постоянные токи, проникающие на полигон электрифицированных участков переменного тока, могут подмагничивать магнитопроводы путевых дроссель-трансформаторов типа ДТ-1-150, что является одной из причин сбоев в работе устройств СЦБ.

Учитывая, что надежная работа рельсовых цепей играет важнейшую роль в обеспечении безопасности движения поездов, снижение асимметрии параметров рельсовых цепей улучшит качество работы систем СЦБ. В этом немаловажную роль может оказать разземление опор контактной сети на электрифицированных участках переменного тока примыкающих к станциям стыкования. А обеспечение надежной работы защиты от токов короткого замыкания при перекрытии изоляции контактной сети могут обеспечить современные виды защит в этом случае от «малых токов короткого замыкания», которые проходят экспериментальную проверку на железных дорогах России.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗОНАНСНЫХ ПРОЦЕССОВ И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ТЯГОВОЙ СЕТИ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л., Нестерович В.В., Горпинич А.В.

Приазовский государственный технический университет (г. Мариуполь)

Опыт эксплуатации систем тягового электроснабжения горно-обогатительных комбинатов показывает, что для них характерен преждевременный выход из строя электрооборудования подстанций: трансформаторов напряжения, тока, опорных и проходных изоляторов и др. Анализ результатов экспериментальных и теоретических исследований различных авторов показывает, что данное явление может объясняться низким качеством электроэнергии, обусловленным наличием нелинейных

несимметричных нагрузок, и высокой вероятностью возникновения резонансных перенапряжений.

Проведенные в системе тягового электроснабжения ОАО "Полтавский ГОК" исследования показали, что для этих сетей характерно возникновение высокочастотных (с частотами от 2 до 26 кГц) колебаний, вызываемых коммутациями как вентилей преобразователей электровозов, так и оборудования сети 10 кВ. Наличие высокочастотных составляющих является причиной усиления интенсивности частичных разрядов в изоляции электрооборудования тяговой подстанции, появления видимого и слышимого коронирования в РУ-10 кВ. С учетом особенностей режима работы сети 10 кВ (отсутствие компенсирующих устройств, использование воздушных линий с относительно небольшими емкостями проводов, работа двух фаз под линейным напряжением относительно земли) эти колебания могут представлять опасность для электрооборудования подстанций.

Проведенные исследования также показали, что в сети 10 кВ возможно увеличение амплитуды напряжения, возникновение резких бросков и сбросов тока нагрузки с большой амплитудой и малой длительностью фронта и среза импульса (со скоростью до 900 кА/с). Уровень несимметрии, несинусоидальности, колебаний напряжения на шинах 10 кВ тяговой подстанции превышает установленные ГОСТ 13109-97 значения, что затрудняет использование компенсирующих устройств.

Повышенное число отказов трансформаторов напряжения может косвенно свидетельствовать о возникновении в сети феррорезонансных явлений.

Подключение стандартного демпфирующего устройства в виде RC -контура на шинах тяговой подстанции может обеспечить снижение высокочастотных составляющих напряжения только на ее шинах, практически не влияя на их величины в других узлах сети. Более эффективной представляется установка демпфирующих устройств на концах фидерных зон. При этом демпфирующие устройства должны быть выполнены в виде RLC -фильтров.

Уменьшению высокочастотных колебаний на шинах 10 кВ подстанции может также способствовать подключение установки компенсации реактивной мощности, однако при этом необходимо предусмотреть мероприятия по обеспечению ее надежной работы в условиях резкопеременных нагрузок и значительных уровней высших гармоник тока и напряжения.

О МЕТОДЕ РАСЧЕТА РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ С НЕЛИНЕЙНЫМИ ФЕРРОМАГНЕТИКАМИ В УСЛОВИЯХ ВЛИЯНИЯ ПОМЕХ ТЯГОВОГО ТОКА

Журавлев А.Ю., Разгонов С.А.
ДНУЖТ, г. Днепропетровск, Украина

Опыт эксплуатации показал, что при определенных условиях и режимах работы тяговой сети создаются мощные помехи тягового тока, воздействующие на работу электрических рельсовых цепей (РЦ). Последствия такого воздействия сводятся к намагничиванию нелинейных ферромагнетиков (трансформаторы, дроссель-трансформаторы, элементы электрических фильтров) в схемах РЦ и, как следствие, к отказам РЦ и систем СЦБ.

Установлено, что при насыщении ферромагнетиков индукция (напряженность) магнитного поля сердечника ДТ-1-150 изменяется по сложному закону $b = b_0 + \sum_{k=1}^m b_{ks} \sin k\omega t + \sum_{k=1}^m b_{kc} \cos k\omega t$. При циклическом изменении внешнего магнитного поля индукция, возникающая в ферромагнетике, отстает по фазе от напряженности и дает цикл динамической петли гистерезиса (ПГ). Цикл ПГ характеризует потери мощности от перемагничивания, вихревых токов и от магнитной вязкости.

Математическая модель, весьма точно описывающая опытную ПГ, имеет вид:

$$h = A e^{-\gamma^2 b m^2} \alpha_1 sh \beta_1 b + \alpha_2 \frac{db}{dt} ch \beta_2 b, \quad b = b_0 + b_m \sin \omega t. \quad (1)$$

При представлении гиперболических функций $sh(x)$ и $ch(x)$ рядами Фурье, коэффициентами которых являются функции Бесселя, получаем h_0 - составляющую напряженности магнитного поля, приводящую к насыщению сердечника дросселя и, в конечном итоге, к отказу работы приемника РЦ.

Используя первое слагаемое (1), может быть построена основная кривая намагничивания ОКН, а с учетом формулы (1) и частная петля гистерезиса при индукции постоянного поля (смещения), например, $b_0 = 1,1$ Тл. По ОКН построим график изменения реверсивной магнитной проницаемости $\mu_r(h_0)$,

рассчитанная по формуле $\mu_r \leq tg \alpha = \frac{\Delta b_0}{\Delta h_0} \cdot \frac{m_h}{m_b}$, где m_h , m_b - коэффициенты масштабирования.

Расчеты режимов работы РЦ производятся при замещении дроссель-трансформатора схемой Г-образного четырехполюсника и идеального трансформатора, параметры которого получены с использованием μ_r .

Заметим здесь, что отыскание коэффициентов четырехполюсников (обычно в А-форме), содержащих нелинейные ферромагнетики (ФМ) на всем диапазоне изменения в сердечниках индукции, превышающей область

насыщения, - довольно трудная задача, поскольку классические методы ХХ и КЗ становятся не приемлемыми. Предложенная методика расчета РЦ упрощает решение названной проблемы.

Для расчетов необходимо располагать петлей гистерезиса ферромагнетика и зависимостью магнитной проницаемости $\mu_r(h_0)$ от тока (напряженности) намагничивания. Далее определяются напряженность h_0 , сопротивление Z_0 ветви намагничивания при заданной индукции и коэффициенты А-матрицы четырехполюсника расчетной схемы замещения.

THE MODELING OF ELECTROMAGNETIC INFLUENCE OF TRACTION ELECTRO SUPPLY SYSTEM ON RAILWAY CIRCUITS

Zavgorodnij A.V.

Dnepropetrovsk national university of railway transport named by V.Lazaryan

New types of a rolling stock with pulse converters and computer systems for regulation of their movement developed last time has made especially actual a problem of electromagnetic compatibility of traction electro supply system (TES) with railway automatics.

When high-speed railways with AC electro supply (25 kV) will be developed at railways sites with traditionally existing DC electro supply (3 kV), it will be possible simultaneous functioning of two railway lines with various type electro supply.

Therefore research of electromagnetic influence of AC traction railway electro supply on functioning of adjacent DC railway circuits for two parallel railway lines with a various types of electro supply is practically important

The purpose of the present work is development of mathematical model described of electromagnetic influence of AC traction railway electro supply on functioning of adjacent DC railway circuits for two parallel railway lines with a various types of electro supply.

The traction railway electro supply system consists of a contact wire, the messenger wire strengthening wire (in some electro supply system), and two rails connected with the ground by small impedance.

The voltage in a contact wire induces electrostatic potential in rails (electric influence); the alternating current induces a longitudinal electromotive force (EMF) in rails (electromagnetic influence).

The return traction current flowing in rail line renders influence on automatic devices. A part of traction current flows down from rails into the ground and renders conductometric influence on work of the next track circuits.

For the adequate description of electromagnetic processes in railway traction electro supply system the equivalent multiword long lines circuit used.

The electromagnetic influence of a signal current in rails on a current in a contact wire was neglected in these equations. Values of active and inductive

resistance of a rail lines for traction and signal currents are given in the literature. It is possible to use L.Nejman's formulas that give satisfactory coincidence with experimental data.

The mutual inductance between two rails and also between a rail and a contact wire may be determined according known formula.

The numerical modeling of tractive current flowing in rail lines was provided according obtained results.

The mathematical model described of electromagnetic influence of AC traction railway electro supply on functioning of adjacent DC railway circuits for two parallel railway lines with a various types of electro supply was obtained.

The model takes into account inductive influence of a current in a contact wire and leakage of the current into the ground. The calculations of rail potentials and return traction current in rails were carried out according model.

THE COMPUTER MODEL OF AUTOMATIC LOCOMOTIVE SIGNALS SYSTEM

Zavgorodnij A.V.

Dnepropetrovsk national university of railway transport named by V.Lazaryan

Traffic safety of trains is determined by validity and completeness of information transferred on locomotive from track signaling systems.

The purpose of the work is development of mathematical model for research of the data link frequency automatics locomotive signaling (ALS) system. The model describes centralized accommodation of the equipment and non-junction rail circuits. Then, a rational method of data coding of the locomotive signal system at physical and channel levels, based on this research, will be choused.

The equivalent circuit of the channel of transfer frequency ALS system was analyzed.

Currents and voltage on generating railway circuit and on locomotive's shunt was described by well known equations for the two-port networks. The complex impedance of the rail lines was represented by Nejnman's formulas. Comparison of the values designed with these formulas and the values obtained by the experimental measurements, has shown good enough concurrence of results.

Results of the analysis of transfer of frequency signals of the ALS system on an inductive channel from a rail line in locomotive coils are described in previous works. In this work the data link up to locomotive coils was investigated. Calculations were carried out for the greatest possible distance of the locomotive from generating end of railway circuit (on border of a zone of additional shunting) under various conditions, including the most adverse for performance of ALS system mode. The analytical decision of such problem was impossible. For the numerical decision on the basis of the resulted mathematical description the computer program has been developed. An entrance signal decomposed by fourier transform, were limited in conformity from the set accuracy to necessary quantity

of harmonious components. Then for each harmonious component found ALS current in a rail line. The received currents summarized and found resulting current ALS system. Examples of appearance of a window of the program for two code combinations of signals ALS system was obtained

In the developed computer model the opportunity of research of influence of noise in a line on transfer of ALS system codes is stipulated. At modeling there is a constant calculation of mistakes of transfer of information of the signals given by comparison channel information and information, which has been received on the locomotive. It allows to lead a rational choice of code signals at a physical and channel level by criterion of minimization of amount of incorrectly accepted frames of the information.

In work the mathematical model and the computer program application for research of the data link is developed.

The model is developed at the centralized arrangement of the equipment and non-junction rail circuits.

Research distribution of an ALS current frequency was carried out for various parameters of the data link.

ОПЫТ МОНИТОРИНГА СГЛАЖИВАЮЩИХ ФИЛЬТРОВ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ АППАРАТНО- ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ФИРМЫ NATIONAL INSTRUMENTS

Зубенко В.А., Сыченко В.А.
ДНУЖТ, г. Днепропетровск, Украина

Проводимые кафедрой Электроснабжение железных дорог Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта им. В. Лазаряна работы по совершенствованию сглаживающих фильтров тяговых подстанций постоянного тока на базе активной фильтрации, потребовали проведения измерений качества функционирования существующих сглаживающих устройств.

В докладе подробно рассматривается созданный для этой цели аппаратно-программный комплекс, состоящий из следующих частей:

- разработанных на кафедре первичных измерительных преобразователей тока и напряжения, способных работать под высоким потенциалом с передачей информации по оптическому каналу,

- модуля сбора информации NI USB6009 позволяющего измерять до 8 аналоговых сигналов с разрешением 14 бит и частотой дискретизации 48кГц.

- переносного персонального компьютера с установленным программным обеспечением NI-DAQ, предназначенного для сбора и обработки измеряемой информации.

Показаны возможность использования созданного комплекса для автоматизации сбора и обработки информации в научных исследованиях.

Приведены результаты опытных измерений гармонического состава напряжений и токов, как на шинах тяговых подстанций, так и на токоприемнике локомотива режимах тяги и рекуперации.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ СКАТЫВАНИИ С СОРТИРОВАЛЬНЫХ ГОРОК

Козаченко Д.Н.

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

Сортировочные горки являются наиболее загруженным звеном сортировальных станций. Эффективность их работы является одним из основных факторов, определяющих общие показатели работы железных дорог. Вместе с тем, сортировочные горки являются одними из наиболее опасных мест на станциях, для которых характерно большое количество случаев травматизма, сходов вагонов, их повреждений и повреждений грузов. Приведенные обстоятельства выдвигают повышенные требования к техническому состоянию горок. Обеспечить необходимый уровень безопасности сортировочного процесса и заданный объем переработки вагонов можно лишь путем аттестации (сертификации) сортировочных горок и систем их управления. Выполнения этих работ, а также работ по анализу причин браков в работе сортировочных горок требует создания программных комплексов, позволяющих адекватно моделировать горочные процессы. В современных условиях горочные процессы наиболее детально моделируются в программах проверки плана и продольного профиля сортировочных горок во время их проектирования. Однако, даже в наиболее современных программах моделирования работы горок, отцепы рассматриваются как гибкие нерастяжимые стержни с массой, равномерно распределенной по длине вагонов; положение путей в плане и профиле задается их осями, состоящими из прямолинейных и криволинейных участков. Подобные модели не могут определять условия, угрожающие безопасности роспуска составов. Для решения задач этого класса необходимы модели, которые учитывают динамическую нагруженность несущих элементов вагонов и позволяют определять показатели безопасности движения. К таким показателям относятся коэффициенты запаса устойчивости вагонов и коэффициенты устойчивости грузов в вагонах.

Силы, действующие на подвижной состав во время скатывания с сортировочных горок могут достигать значительных величин. Программные комплексы, позволяющие моделировать движение поезда, как динамической системы разработаны в ДИИТе и успешно используются при анализе транспортных происшествий, для расчетов конструкции подвижного состава и отдельных его элементов. В то же время непосредственное использование этих программ для анализа горочных процессов затруднительно, из-за

отличий в характере, величинах и длительности действия сил в поездном движении и при скатывании отцепов.

Для анализа задач, связанных с обеспечением безопасности сортировочного процесса в ДИИТе выполняются исследования, направленные на усовершенствование имитационной модели скатывания отцепов с сортировочных горок. В этой модели отдельный отцеп рассматривается как динамическая система. В ней учитываются следующие факторы: конструктивные особенности вагонов; характеристики поглощающих аппаратов; расположение грузов на вагонах; неровности путей, размещение на них стрелочных переводов и кривых малого радиуса в плане и профиле; изменение ширины путей; нестабильность движения вагонов в отцепках, связанная с изменением растянутого и сжатого состояний под воздействием профиля пути и действия тормозных замедлителей; характеристики тормозных позиций и др. Программная реализация данной модели использована для проверки условий безопасности функционирования запроектированной фирмой Siemens сортировочной горки станции Вайдотай (Литва). Дальнейшее совершенствование разработанной модели вместе с выполнением экспериментальных исследований позволит сделать новый шаг в повышении безопасности технологических процессов на сортировочных горках и обеспечении их необходимой перерабатывающей способности.

ВПЛИВ КОЛИВАНЬ КУЗОВА ЛОКОМОТИВА НА ВЗАЄМНУ ІНДУКТИВНОСТІ МІЖ РЕЙКАМИ ТА ЛОКОМОТИВНИМИ ПРИЙМАЛЬНИМИ КОТУШКАМИ

Кошевий М.С.

УкрДАЗТ, м. Харків, Україна

В основу роботи автоматичної локомотивної сигналізації числового коду (АЛСН), що отримала найбільше поширення на залізницях України, закладено принцип індуктивного зв'язку між колійними пристроями кодування сигнальної інформації та поїздом, тому для неї справедливі закони електромагнітної індукції.

Розроблено модель та проведено аналітичні розрахунки взаємної індуктивності між ділянкою рейкової лінії та локомотивними приймальними котушками (ПК). Отримано кількісні значення та закон зміни у часі ЕРС числового коду, що наводиться в локомотивних ПК, при їх переміщенні уздовж залізничної лінії в умовах коливань ПК відносно рейок у різних напрямках при наявності асиметрії тягового постійного або змінного струму.

На підставі виконаних досліджень визначено ступінь впливу виникаючих мультиплікативних та адитивних завад у вигляді відповідно модульованих сигналів числового коду та наведеної в ПК ЕРС від дії постійного або змінного зворотного тягового струму при наявності його асиметрії у межах встановлених норм.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ШВИДКОСТІ РУХУ ПОЇЗДА НА ВИМОГИ ДО ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЛОКОМОТИВНИХ СИСТЕМ СИГНАЛЬНОГО АВТОРЕГУЛЮВАННЯ

Кошевий С.В.
УкрДАЗТ, м. Харків, Україна

Існуючі на залізницях України системи залізничної автоматики (ЗА) забезпечують у відповідності із нормативними документами безпеку руху поїздів зі швидкостями до 140 км/год. Планування впровадження на залізницях України швидкісного руху пасажирських поїздів, викликає необхідність визначення можливості застосування існуючих систем ЗА при виконанні відповідних робіт з підготовки інфраструктури окремих існуючих залізничних ліній до пропуску спеціалізованого швидкісного пасажирського рухомого складу зі швидкістю руху до 200 км/год на дільницях із змішаним рухом пасажирських та вантажних поїздів

Досліджено оптимальний об'єм сигнальної інформації, що забезпечує безпечне керування параметрами руху поїздів різних категорій у зоні їх зближення на лінії із змішаним рухом швидкісних та звичайних пасажирських і вантажних поїздів. Висвітлено передумови та попередні вимоги щодо методики проведення перевірочних розрахунків існуючих блок-ділянок АБ на лініях, де планується введення швидкісного руху спеціалізованого пасажирського рухомого складу, із метою раціоналізації об'ємів модернізації існуючих перегінних та локомотивних систем ЗА.

Розраховано довжини гальмових шляхів поїздів різних категорій і проведено аналіз їх відповідності довжині існуючих блок-ділянок з метою забезпечення на дільницях безпечної зони зближення поїздів із збереженням значності сигналізації (3-х – , 4-х значна). Надано ряд пропозицій щодо можливості організації швидкісного руху на окремих лініях із використанням традиційних систем ІРРП, що експлуатуються на існуючих лініях із звичайною швидкістю руху поїздів (до 140 км/год).

ДОСЛІДЖЕННЯ ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ІНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ НА ДІЛЬНИЦЯХ ШВИДКІСНОГО РУХУ

Кошевий С.В., Бойнік А.Б., Абакумов О.А., Кошевий М.С.
УкрДАЗТ, м. Харків, Україна

На залізничних лініях із підвищеною швидкістю руху при визначенні можливості застосування існуючих систем інтервального регулювання руху поїздів (ІРРП) перш за все дослідженню та аналізу підлягають ті системи, на

процеси функціонування яких впливає швидкість руху поїздів. Перш за все це системи сигнального авторегулювання (САР), що встановлюються на залізничному тяговому рухомому складі.

В межах науково-дослідної роботи, виконаної у 2008 р. на кафедрі автоматики УкрДАЗТ, проведено аналіз технічних засобів і принципів ІРРП на залізницях України та за кордоном, норм проектування пристроїв залізничної автоматики й загальних технічних характеристик тягового рухомого складу для швидкісного руху.

Досліджено та проаналізовано відповідність існуючої на залізничному транспорті України нормативної документації щодо можливості технічної організації руху поїздів зі швидкістю до 200 км/год на дільницях, обладнаних існуючими системами ІППР. Наведено рекомендації із внесення змін у технічну та технологічну документацію галузі залізничної автоматики по забезпеченню безпеки на швидкісних лініях із змішаним рухом пасажирських та вантажних поїздів.

Визначено перелік та властивості електромагнітних завад та інших дестабілізівних чинників, що утворюють уздовж залізничної колії відповідне електромагнітне середовище, яке безпосередньо або посередньо впливає на умови роботи та надійність і функційну безпечність локомотивних САР. За умовами виникнення та характеру впливу на автоматичну локомотивну сигналізацію розроблено класифікацію електромагнітних завад.

Виконано аналіз, аналітичні розрахунки та експериментальні дослідження впливу електромагнітних завад й інших дестабілізівних чинників на умови роботи локомотивних пристроїв САР на перегонах та станціях в умовах підвищеної швидкості руху поїздів. Надано рекомендації щодо шляхів модернізації існуючих пристроїв залізничної автоматики для швидкісних ліній.

ДО ПИТАННЯ ВЗАЄМНОГО ВПЛИВУ СИСТЕМИ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТА ТЯГОВИХ СТАТИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ ПРИ ПІДВИЩЕНІЙ НАПРУЗІ У КОНТАКТНІЙ МЕРЕЖІ

Муха А.М, Куриленко О. Я.
ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

Розробка статичних перетворювачів для тягового електроприводу електровозів на підвищену напругу у контактній мережі стало можливим завдяки використанню багатоланкових схем. Коректна робота цих тягових перетворювачів залежить від якості електричної енергії у контактній мережі.

Для забезпечення живлення електричного рухомого складу, що працює на постійному струмі, застосовуються потужні шести та дванадцятипульсні схеми випрямлячів тягових підстанцій. Особливість роботи випрямлячів полягає в тому, що вони генерують вищі гармоніки у живлючу мережі. При

симетричному режимі роботи випрямляючої установки в мережу генеруються канонічні гармоніки, частоти яких визначаються пульсністю випрямляча. Реальні випрямляючі установки тягових підстанцій працюють в несиметричних режимах, які можуть виникати внаслідок порушення симетрії живильних напруг, несиметрії трансформаторів, несиметрії діодних блоків. Наявність хоча б однієї із вказаних причин несиметрії призводить до доповнення гармонічних складів вхідних струмів і вихідної напруги випрямляча неканонічними гармоніками, амплітуди яких можуть досягати значних величин. Наявність неканонічних гармонік у вхідних струмах випрямляючої установки тягової підстанції погіршує її електромагнітну сумісність з живильною мережею, погіршує якість споживаємої електричної енергії, викликає підмагнічування осердь трансформаторів, а також може викликати резонансні явища в електричних системах на частотах неканонічних гармонік, що може приводити до аварійних ситуацій також і в системах електровозу.

Проведені дослідження дозволили визначити якісні і кількісні показники процесу перетворення електричної енергії тяговим приводом електровозів при різних впливах зі сторони системи тягового електропостачання, що дозволяє дати рекомендації по структурі та параметрам фільтруючих елементів, що входять до складу тягового статичного перетворювача електровоза, який призначено для роботи при підвищеній напрузі у контактній мережі.

МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОФОРАМИ

Пилипенко А. Н.

ООО «НПП «Желдоравтоматика», г. Харьков, pilipenko@rwa.com.ua

В настоящее время на Украине проходит процесс активного внедрения микропроцессорной техники во многие производственные сферы. Железнодорожный транспорт не стал исключением.

Научно-производственное предприятие «Желдоравтоматика» ведет разработки как релейно-микропроцессорных систем, в которых релейные схемы заменяются микропроцессорной системой только частично (в зависимости от возможностей и пожеланий заказчика), так и полностью микропроцессорных систем без использования реле. В таких системах логика всей централизации и отдельных ее узлов обрабатывается на программном уровне. Это позволяет значительно сократить энергопотребление, площади размещаемого оборудования и затраты на обслуживание. При этом надежность системы соответствует стандартам Государственной администрации железнодорожного транспорта Украины «Укрзалізниця».

Одним из узлов железнодорожной автоматики и телемеханики, который разрабатывается полностью на микропроцессорной аппаратуре, является

схема управления светофором. В этой схеме полностью сохранены алгоритм работы и количество жил кабеля для управления огнями светофора. В микропроцессорных схемах, как и в релейных, сохранена двухполюсная коммутация цепей управления, чем обеспечивается надежное включение и выключение огней светофора. Коммутация осуществляется выходами модулей вывода, которые позволяют подключать к себе цепи, рабочее напряжение которых от 20 до 250 В переменного тока, таким образом схема поддерживает режимы «День», «Ночь» и «ДСН» (Двойное снижение напряжения).

Вместо огневого реле в микропроцессорной схеме используются преобразователи переменного тока, которые передают в логику программы значения тока в контролируемой цепи. Таким образом, существует возможность не только контролировать состояние лампы светофора и ее цепи управления, но и выводить дополнительную информацию о текущем значении тока в любой цепи схемы. Кроме этого, преобразователи переменного тока имеют самодиагностику, поэтому их исправное состояние непрерывно контролируется системой.

Вся микропроцессорная схема в целом тоже имеет логику диагностики, которая проводится непрерывно.

Таким образом, благодаря двухполюсной коммутации цепей и диагностике, не только исключается возможность появления опасного отказа при однократном повреждении в схеме, но и выдается информация о неисправном элементе. Это позволяет значительно сократить время поиска неисправности, а применение современных технологий монтажа (без пайки) ускоряет замену элементов схемы.

Сейчас также заканчивается разработка светодиодных комплектов для железнодорожных светофоров. Перед применяемыми в настоящее время линзовыми комплектами с лампами накаливания они имеют ряд преимуществ, таких как: более высокую надежность и механическую прочность, более длительный ресурс работы, отсутствие нагревательных элементов, а также быстрое снижение стоимости при массовом производстве. Достаточно сказать, что уже сейчас стоимость светодиодных светофоров соизмерима со стоимостью линзовых комплектов.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЧИН СХОДА ВАГОНОВ

Пшинько А.Н., Блохин Е.П., Мямлин С.В., Воропай В.А., Евдомаха Г.В.
ДНУЖТ, г. Днепропетровск, Украина

При проведении различного рода экспертиз, связанных с определением возможных причин схода грузовых вагонов с рельсов в организованных поездах, важным является точное воспроизведение обстоятельств происшедшего. При этом, как правило, используются результаты

математического моделирования и инженерных расчетов. Особую сложность представляет определение возможных причин схода специализированных грузовых вагонов, которые предназначены для перевозки опасных грузов, в том числе и таких, которые при различных условиях могут менять свои физико-механические свойства.

Далее рассмотрим случай расследования причин схода цистерн с желтым фосфором на одном из участков Львовской железной дороги. 16 июля 2007 года в 16 часов 52 минуты на 13 км ПК1+96 нечетного пути перегона Ожидов-Олесько - Красне (Бродовская дистанция пути) при следовании поезда № 2005 ВЛ80т-1483 (ТЧ-14 Здолбунов), в составе 58 вагонов, вес 4363 т, при скорости 58 км/ч (при установленной скорости 60 км/ч) произошел сход 17 вагонов (с 9 по 25 включительно с головы поезда), в том числе 15 цистерн и 2 полувагона, который сошел одной тележкой.

Начало схода вагонов с рельсов находится на 13 км ПК1+96 м в месте изолирующего стыка возле сигнальной установки № 9. Расположение вагонов после схода показано на схеме.

Цистерны собственностью предприятия «ЖТК» Казахстан, груз фосфор желтый в воде, аварийная карточка 406, № ООН 1381, класс опасности 4.2. Станция отправления Асса (Казахстан), отправитель ООО «Казфосфат» г. Алма-Ата, назначение Польша через приграничный переход Мостистка-2 – Медика, станция назначения ПКП Оклесна, получатель Alwerna S.A. В соответствии с данными перевозочных документов, цистерны должны сопровождать два проводника отправителя в вагоне. Установлено, что цистерны сопровождал один проводник.

Вследствие схода цистерн произошел сход полувагонов №№ 62985056 и 64743271, груз кокс, станция отправления Бирулево-Тов. Московской железной дороги, отправитель Московский коксогазовый завод, назначение ст. Кошице (Словакия) для УС Стил Кошице.

Исследование в ходе производства независимой технической экспертизы производилось путем:

- изучения материалов служебного расследования по случаю схода 17-ти вагонов (15-ти цистерн, загруженных желтым фосфором и 2-х полувагонов, загруженных коксом) в поезде №2005 на перегоне Ожидов-Олесько - Красне Ровенской дирекции железнодорожных перевозок Львовской железной дороги «Укрзалізниці», произошедшего 16.07.2007г.;

- сопоставления выполненных причастными лицами действий с требованиями нормативной документации, инструкций и оценки этих действий с точки зрения их соответствия требованиям, предъявляемым в Нормативных документах к работникам железнодорожного транспорта;

- комиссионного обследования технического состояния сошедших вагонов и участка пути на месте схода;

- компьютерного моделирования (тяговый расчет) режима движения поезда №2005 на перегоне на перегоне Ожидов-Олесько - Красне;

- расчетов на устойчивость движения отдельных экипажей (вагона №57218703 и вагона №57219701) в составе поезда № 2005 в соответствии с

фактическим режимом его ведения, техническим состоянием пути и вагонов, указанных в материалах служебного расследования.

В ходе экспертных исследований были использованы все необходимые источники литературы, нормативные документы и инструкции.

1. Цистерны модели 15-1412 и 15-1525 предназначены для перевозки желтого фосфора в кристаллизованном виде. В данном случае перевозка желтого фосфора осуществлялась в цистернах модели 15-1412.

Согласно “Техническому описанию и инструкции по эксплуатации” 1412.00.000-1 ТО вагона-цистерны для желтого фосфора (модель 15-1412) завода производителя - ОАО «МЗТМ»:

- п.5.1 “...По окончании налива необходимо, чтобы в зимних условиях над фосфором был залит слой незамерзающего раствора высотой 30см, а в условиях жаркого климата и летом при температуре окружающего воздуха до +400С слой раствора должен быть не менее 50-60 см. В качестве незамерзающего раствора применять раствор хлористого кальция по ГОСТ 450-70 или раствор хлористого натрия по ГОСТ 158-74 с удельным весом 1,16-1,18...”.

- п.5.1 “...Цистерну можно транспортировать только после полного застывания фосфора в котле. Количество заливаемого продукта контролируется методом, принятым на предприятии - наполнителе...”.

- п.5.1 “...Перед наполнением котла продуктом проверьте исправность цистерны, а также наличие необходимых знаков и надписей.

Особое внимание обратите на крепление и уплотнение устройства слива-налива, предохранительно-впускного клапана, крышки люка, комплектность механической части автотормоза (наличие валиков, шайб, шплинтов, поддерживающих скоб и гаек на них...)”.

Согласно “Техническим условиям ТУ 24-5-453-7” вагонов-цистерн для желтого фосфора (модель 15-1412) заводом производителем - ОАО «МЗТМ»:

- п.1.11.11 “Для предотвращения повышения и понижения давления сверх допустимого, цистерна должна быть оборудована предохранительно-впускным клапаном”.

2. Конструкция сошедших в поезде №2005 цистерн модели 15-1412 для желтого фосфора №№ 57218703, 57217333, 57218034, 57217234, 57216970, 57217317, 57217507, 57219560, 57217309 не соответствовала Техническим Условиям завода изготовителя этого типа подвижного состава в части отсутствия предохранительно - впускного клапана. Внесенные изменения в конструкцию цистерны модели 15-1412 для желтого фосфора не согласованы с заводом-изготовителем (согласно материалам служебного расследования).

Изменение конструкции цистерны для перевозки опасных грузов является грубым нарушением п.5.1 «Технического описания и Инструкции по эксплуатации вагона-цистерны для желтого фосфора модели 15-1412» , которое по заключению завода-изготовителя может привести к аварийной ситуации с тяжелыми последствиями (письмо генерального конструктора). Это подтверждает тот факт, что все цистерны, в которых произошло возгорание груза после схода - №№ 57217333, 57218034, 57217234, 57216970,

57217507, 57219560, не имели предохранительно-впускных клапанов. Соответствие конструкции цистерн конструкторской документации способствовало бы также уменьшению последствий схода вагонов.

3. На 1300 часов температура воздуха на станции Здолбунов была +31,10С, в свою очередь температура металла котла цистерны модели 15-1412 была выше на 18-200С температуры окружающей среды и составляла соответственно +49,1 - +51,10С, что превышает температуру плавления желтого фосфора (согласно ГОСТ 8986-82 температура плавления желтого фосфора составляет – +44,10С). Материалы служебного расследования также подтверждают факт оплавления желтого фосфора в цистернах, что свидетельствует о неудовлетворительном температурном режиме внутри котла цистерны модели 15-1412, которая предназначена для перевозки фосфора в кристаллизованном виде. Сход вагонов мог произойти в любом месте, по мере образования “критической массы” подвижной трехслойной среды (вода, желтый фосфор в кристаллическом виде и желтый фосфор в расплавленном виде).

4. Причиной схода 17-ти вагонов (15-ти цистерн загруженных желтым фосфором и 2-х полувагонов загруженных коксом) 16.07.2007 г. в поезде №2005 на 13 км перегона Ожидов-Олесько - Красне Ровенской дирекции железнодорожных перевозок Львовской железной дороги «Укрзалізниці» является обезгруживание левых колес второй по ходу движения тележки вагона-цистерны №57218703 (10-й с головы поезда) и последующим сходом этого вагона вправо по ходу движения из-за неудовлетворительной односторонней работы рессорного комплекта и поперечных гидравлических колебаний подвижной трехслойной среды (вода, желтый фосфор в кристаллическом виде и желтый фосфор в расплавленном виде):

- техническое состояние вагона №57218703:

а) левая боковина первой тележки имеет ступенчатый износ фрикционной планки, которая составляет 3 мм, тогда как смежная фрикционная планка износа не имеет. Левая боковина второй тележки также имеет износ фрикционной планки максимум 6мм, тогда как смежная фрикционная планка имеет равномерный износ до 2 мм. Правая боковина обеих тележек имеет равномерный износ до 1 мм.

б) на котле цистерны вместо предохранительно-впускного клапана установлена заглушка, что препятствовало созданию требуемых условий перевозки желтого фосфора в кристаллизованном виде.

- коммерческое состояние вагона №57218703 (слой воды над фосфором составлял 27 см – согласно материалам служебного расследования, тогда как в соответствии с п.5.1 ТУ «...в условиях жаркого климата и летом при температуре окружающего воздуха до +400С слой раствора должен быть не менее 50-60см»). Факт первоначального схода второй тележки вагона № 57218703 подтверждается схемой повала вагонов и наличием существенно большего количества забоин на гребнях колес этой тележки от их движения по рельсо-шпальной решетке после схода.

5. Технология среднего ремонта нечетного пути на 12-13 километрах перегона Ожидов-Олесько - Красне Львовской железной дороги 16.07.2007 г. не была нарушена.

Техническое состояние нечетного пути на 12-13 километрах перегона Ожидов-Олесько - Красне Львовской железной дороги после проведения среднего ремонта 16.07.2007 г. обеспечивало движение поездов со скоростями до 60 км/ч.

Таким образом, технология среднего ремонта пути, техническое состояние пути не могли быть причиной схода 17-ти вагонов в поезде № 2005.

6. Установлен факт превышения веса груза - желтого фосфора в ущерб безопасности движения (защитный слой воды согласно составил 26-39 см, а в цистерне №57219701 – 8,5 см, а должен быть не менее 50-60 см при транспортировании в условиях жаркого климата и летом при температуре окружающего воздуха до +40°C). При этом в каждой цистерне груза жёлтого фосфора в пределах 2,1-3,9 т больше, чем заявлено в перевозочных документах при соблюдении трафаретной грузоподъёмности, т.е. грубо нарушена Инструкция по эксплуатации вагона-цистерны для перевозки желтого фосфора модели 15-1412.

7. Ответственность за сход 17-ти вагонов и экологические последствия от схода (15-ти цистерн, загруженных желтым фосфором и 2-х полувагонов, загруженных коксом) в поезде №2005 на перегоне Ожидов-Олесько - Красне Ровенской дирекции железнодорожных перевозок Львовской железной дороги «Укрзалізниці», произошедший 16.07.2007г. несёт Администрация и работники предприятий выполнявших ремонт и загрузку вагонов- цистерн.

Таким образом, в результате тщательного анализа обстоятельств схода цистерн определены истинные причины произошедшей аварии. Как видим, в этом и во многих других случаях происходит неблагоприятное стечение различных факторов, которые и приводят к трагедии.

ДОСЛІДЖЕННЯ ОПЕРАТИВНОГО РЕАГУВАННЯ ПІДРОЗДІЛАМИ ДЕРЖСПЕЦТРАНССЛУЖБИ НА АВАРІЙНІ СИТУАЦІЇ В ТРАНСПОРТНИХ ЗОНАХ ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ

Радкевич А.В., Степаненко О.О., Яковлев С.О., Шаптала О.І.
ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

З метою скорочення термінів аварійно-рятувальних, відбудівних робіт згідно Закону України «Про Державну спеціальну службу транспорту», наказу Міністерства транспорту та зв'язку України «Про затвердження інструкції з організації відбудовних робіт при ліквідації наслідків транспортних подій на залізницях України» залучаються об'єднані загони (загони) Держспецтрансслужби.

Відповідальність за постійну готовність, а також за утримання технічних засобів підрозділів аварійно-рятувальних робіт Держспецтрансслужби у справному стані покладається на командирів об'єднаних загонів (загонів).

Для забезпечення негайного реагування підрозділів аварійно-рятувальних робіт об'єднаних загонів (загонів) на аварії з небезпечними вантажами та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на залізничному транспорті пропонується розподілити транспортні зони за об'єднаними загонами (загонами), виходячи з їх міст розташування, а також наявності транспортних коридорів і розвитку залізниць в регіоні в цілому :

- північна транспортна зона: Київська область, Чернігівська область;
західна транспортна зона: Житомирська область, Вінницька область – військові частини Т 0710 (м. Київ), Т 0500 (м. Чернігів);

- східна транспортна зона: Сумська область, Полтавська область, Луганська область, Донецька область, Харківська область – військові частини Т 0130, Т 0210 (м. Конотоп);

- західна транспортна зона: Львівська область, Закарпатська область, Івано-Франківська область, Луцька область, Тернопільська область, Волинська область, Рівненська область, Хмельницька область – військова частина Т 0110 (м. Львів);

- південно-західна транспортна зона: Черкаська область, Кіровоградська область, Дніпропетровська область, Запорізька область, Миколаївська область, Херсонська область, Одеська область, Автономна Республіка Крим – військові частини Т 0120, Т 0610 м. (м. Дніпропетровськ), військова частина Т 0320 (м. Новомосковськ).

В залежності від ступеню ураження об'єкту визначається склад сил і засобів для проведення аварійно-рятувальних та аварійно-відновлювальних робіт.

Необхідна кількість формувань для виконання i -го виду роботи визначається за формулою:

$$N_{\phi} = \frac{Q_i \cdot b_1 \cdot b_2}{P_{ij} \cdot t \cdot n}, \quad (1)$$

де Q_i – трудомісткість i -го виду робіт, що визначається за таблицями або розрахунком; b_1 – коефіцієнт, що враховує погіршення умов роботи на задимленій, загазованій території та при дії інших факторів, який приймається рівним 1,4-2,0; b_2 – коефіцієнт, що враховує роботу в нічний час і який дорівнює 1,3-1,4; P_{ji} – продуктивність j -го формування при виконанні i -го виду робіт, який приймається з таблиць або розрахунком; t – тривалість зміни (годин); n – кількість змін за добу.

Для виділених зон відповідальності об'єднаних загонів необхідно в подальшому проводити удосконалення структури аварійно-рятувальних підрозділів загонів, програми їх професійної підготовки, технічного озброєння, а також розробити типові варіанти захисту населення при виникненні аварій та катастроф техногенного характеру.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДУКЦИОННЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ РЕЛЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Разгонов А. П., Бондаренко Б. М., Профатилов В. И.
ДНУЖТ, г. Днепропетровск, Украина

Измерения магнитного потока вдоль сердечника, а также в зазоре между якорем и полюсными наконечниками показали, что в зоне зазора наблюдается довольно значительное выпучивание магнитных силовых линий поля. Это обстоятельство послужило основанием для разработки индукционного датчика, помещенного вне кожуха реле в поле выпучивания (рассеивания) поля вблизи зазора «якорь - полюсный наконечник». Исследования показали, что с помощью индукционного датчика можно получить интересующие нас параметры, в частности определить индукцию в сердечнике, как для нормальнодействующих, так и для медленнодействующих реле, в момент трогания и движения якоря, тяговые усилия при заданном напряжении питания, частоту и амплитуду вибрации подвижной системы реле, время затухания колебаний, приведенную массу якоря и др.

Авторами были проведены исследования двух конструкций индукционных датчиков для измерения параметров реле: «внешний» индукционный датчик на базе измерительной обмотки с ферритовым сердечником и «внутренний» индукционный датчик с использованием в качестве измерительной обмотки одной из обмоток проверяемого реле. После подачи тока в обмотку реле в информационной обмотке наводится ЭДС, которое зависит от числа витков измерительной обмотки, сечения сердечника датчика и индукции потока, пересекающего витки обмотки датчика, причем эта индукция связана с индукцией поля в зазоре через коэффициент выпучивания. Проинтегрировав значение ЭДС с помощью численного метода (например, метода трапеций), можно определить индукцию в сердечнике реле.

Во время экспериментальных исследований «внешнего» индукционного датчика было выявлено, что в сердечнике датчика индукция достигает величин порядка 2-3 мТл, т.е. информационная составляющая потокосцепления реле и датчика составляет всего сотые доли процента от рабочего значения. Для компенсации данного недостатка и повышение коэффициента взаимной индукции между магнитной цепью реле и измерительной обмоткой датчика, была проведена тщательная оптимизация параметров измерительного датчика (подбор сечения ферритового сердечника, числа витков, выбор параметров схемы усилителя и расположения датчика в пространстве).

Исследования «внутреннего» индукционного датчика с использованием в

качестве измерительной обмотки одной из обмоток реле показали, что чувствительность такого датчика несколько лучше, так как он имеет коэффициент взаимоиנדукции в 290 раз больше, чем у «внешнего» датчика, что объясняется более высокой магнитной связью обмоток.

Внутренний датчик может быть успешно использован при определении таких параметров реле как момент трогания или остановки якоря, величины тяговых усилий, частоты вибрации контактов и переходного сопротивления контактов. Внешний датчик пригоден для диагностики медленнодействующего реле и токовых реле с низким сопротивлением обмоток, эксплуатационный парк которых достигает сейчас около 40%.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДИАГНОСТИКИ СТРЕЛОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИВОДОВ И ПЕРЕВОДОВ

Разгонов А.П., Руденко А.Б., Ковригин А.М.¹, Парфенов В.И., Сердюк Т.Н.
ДНУЖТ,¹ Приднепровская железная дорога, г. Днепропетровск, Украина

Разработка средств технической диагностики (ТД) стрелочных электроприводов началась в 80 гг. При этом рассматривались различные методы оценки допустимых границ развития неисправности, при которых параметр находится внутри рабочей области, в том числе аналоговые методы различия «образов» формы рабочего тока стрелки и спектральный метод, основанный на объективной оценке неисправности, проявляющейся в определенном диапазоне частот спектра.

Научно-исследовательской лабораторией кафедры автоматики, телемеханики и связи совместно со специалистами ШЧ-6 разработан и внедрен в ремонтно-технологический участок дистанции программно-аппаратный комплекс (ПАК) диагностики электродвигателей (ЭД) приводов и стрелочных переводов (СП). С помощью ПАК решаются задачи оценки технического состояния ЭД стрелочных приводов и некоторых узлов СП в условиях эксплуатации.

Статистика свидетельствует о том, что интенсивность отказов стрелок занимает второе место среди всех отказов базовых узлов электрической централизации. При этом классифицировались причины отказов и неисправностей ЭД и переводов. По характеру проявления неисправности могут быть разделены на электрические (схема управления электродвигателя) и механические (механическая передача, фрикция, автопереключатель и т.п.). Неисправности СП – механические: отбой рамного рельса, изменение ширины колеи, угон и отбой острияков, накат металла на рамный рельс и др. Анализ показал, что большая часть перечисленных неисправностей может быть обнаружена средствами диагностики заблаговременно, путем оценки динамики накопления отказа средствами диагностики.

С ростом скоростей движения поездов некоторая часть неисправностей развивается прогрессивнее, что еще раз подтверждает актуальность

совершенствования датчиков параметров, расширения функциональных возможностей комплекса ПАК. Внедренный комплекс обеспечивает входной и выходной контроль состояния электродвигателя и способен выявить свыше 10 неисправностей стрелочных электродвигателей постоянного тока (обрывы обмоток, люфт подшипников, короткое замыкание секций якоря, щеток, снижение изоляции обмоток и др.).

Ведутся исследования по расширению числа параметров контроля стрелок, в частности, оценки механических параметров стрелочного перевода. Кроме того, апробируются методы диагностики трехфазных двигателей, предложены новые методы измерения межвитковой емкости и сопротивления изоляции.

Внедрение ПАК позволяет осуществлять дифференцирование периодичности профилактики электроприводов и сроков замены. Это связано с тем, что электроприводы станции, находясь в жестких условиях влияния внешних воздействий (динамических и температурных), выполняют неодинаковое число переводов в сутки. Анализ показывает, что частота переводов стрелок в сутки промежуточной станции при числе пар поездов до 75 разная. Так, лишь одна стрелка выполняет перевод до 30 раз, 5% стрелок – до 15 раз, а половина стрелок – до 5 раз в сутки.

Поскольку на дорогах СНГ существует тенденция к расширению систем ТД, то задача автоматического контроля числа переводов стрелки вполне разрешима, что позволяет установить индивидуальные графики замены и профилактики стрелок и ее узлов.

В заключение отметим, что широкое внедрение ПАК на дорогах Украины позволит повысить безопасность и безотказность систем железнодорожной автоматики.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ

Разгонов С.А.

ДНУЖТ, г. Днепропетровск, Украина

Статистика отказов РЦ свидетельствует о том, что существующие средства защиты не в полной мере решают задачу защиты, а в ряде случаев, непригодны для этой цели. Более того, с учетом тенденции наполнения тяговой сети мощными силовыми выпрямителями и инверторами с нелинейными характеристиками, обогащающими спектр гармоник тока питающей сети, усложняется задача защиты аппаратуры сигнализации, централизации и блокировки от электромагнитного влияния помех и требуется разработка новых методов и средств защиты, отвечающих нормам по предельной мощности гашения энергии помех.

Разработан индуктивный параметрический генератор-преобразователь вторичного питания тональных рельсовых цепей (ТРЦ), позволяющий повысить до 30% расчетный коэффициент возврата путевых приемников и обеспечить защиту аппаратуры ТРЦ от поражения импульсных помех электротяговой сети, грозовых и молниевых разрядов, особенно со стороны питающей сети.

Получено нелинейное уравнение колебательного контура преобразователя:

$$\frac{d^2(\beta b_1 - \beta b_2)}{d\tau^2} + 2\delta \frac{d(\beta b_1 - \beta b_2)}{d\tau} + \frac{1}{k}(sh\beta b_2 - sh\beta b_1) = 0, \quad (1)$$

где $2\delta = \frac{2}{RC\omega}$; $\frac{1}{k} = \frac{\alpha\beta\ell}{C\omega^2 W_3^2 SK_{mp}(W_1^* + 2)}$; $\tau = \omega t$; W_3, W_1^*, S, ℓ – параметры

генератора; K – коэффициент, зависящий от конструкции двигателя; C, R – емкость и сопротивление нагрузки; α, β – коэффициент аппроксимации кривой, h – напряженность магнитного поля $h = \alpha \cdot sh(\beta b)$.

Решение (1) исследовано на устойчивость, с целью оценки расчетного диапазона индукции сердечников и коэффициента затухания. При этом (1) сначала привели к уравнению относительно приращения $\Delta b = b_1 - b_2$, затем уравнение для приращения к линейному уравнению типа Хилла с переменными

во времени коэффициентами $\frac{d^2\eta}{d\tau^2} = (-\delta^2 + \frac{1}{k}ch\beta \cdot b)\eta = 0$, где η – решение,

зависящее от коэффициентов затухания δ, K и периодической функции $ch(x)$.

Уравнение границ области неустойчивости по первому приближению имеет вид $(\Phi_0 - n^2)^2 + 2 \cdot (\Phi_0 - n^2) \cdot \delta^2 + \delta^4 = \Phi_n^2$, где n – номер второй области неустойчивости, $n = 2$; Φ_0, Φ_n – параметры, зависящие от индукции b и полученные разложением $ch(x)$ в ряд Фурье.

В результате экспериментального исследования было установлено, что при изменении нагрузки от холостого хода до номинальной – границы порога возбуждения колебаний смещаются по входному напряжению не более, чем на 3...5 %. Тогда область неустойчивости ограничивается двумя величинами $\Phi_0 = \Phi_n \pm 4$. Задаваясь параметрами Φ_0, Φ_n , определены индукции $\beta \cdot V_{im}$ нижней и верхней границ в функции K . В опытном образце преобразователя $K = 47...50$, ему соответствуют индукция 1,15...1,4 Тл для стали марки 2412. Если коэффициент затухания $\delta \neq 0$, то границы (3) определяются как $(\Phi_0 - 4)^2 + 16 \cdot \delta^2 = \Phi_n^2$. Определено, что величина δ с возрастанием параметра K монотонно приближается к 0,32.

В заключение отметим, что выведено и исследовано на устойчивость нелинейное уравнение преобразователя типа ПЧ50:50; определены расчетные значения индукции и рациональные величины коэффициента затухания, зависящего от уровня нагрузки; полученные параметры индукции и коэффициента δ использованы при совершенствовании инженерной методики расчета генератора ПЧ50:50 для питания рельсовых цепей.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОПРОЦЕССОРНОГО МАРШРУТНОГО НАБОРА

Рудой Е.В.

ООО «НПП «Желдоравтоматика», г. Харьков, rudoy@rwa.com.ua

Анализ действующих систем ЭЦ и опыт их эксплуатации показывают, что релейные системы централизации используются уже более 30-ти лет, что приводит к значительному росту количества отказов этих устройств.

В настоящее время многие промышленные предприятия и железная дорога заменяют релейные системы наборной группы на микропроцессорный маршрутный набор (ММН).

Система ММН не требует значительных расходов на техническую базу, она является более экономичной. ММН предоставляет дополнительную информацию дежурному по станции, а также другим пользователям железнодорожного транспорта о поездной ситуации и появлении отказов элементов системы. Применение микропроцессорной системы упрощает обмен информацией с другими вычислительно-информационными и управляющими системами.

Микропроцессорный маршрутный набор построен на элементной базе производства «Schneider Electric» и представляет собой комплекс технических и программных средств, который обеспечивает выполнение всех функций релейного маршрутного набора, а также дополнительных сервисных функций, таких как:

- снятие управления с нескольких стрелок с фиксацией и контролем их в одном из положений;
- ведение архива изменения состояний контролируемых объектов и действий дежурного по станции;
- возможность увязки с информационными системами более высокого уровня.

ММН, в общем случае, состоит из следующих функционально законченных составных частей:

- автоматизированного рабочего места дежурного по станции (АРМ ДСП);
- автоматизированного рабочего места электромеханика (АРМ ШН);
- программируемого логического контроллера (ПЛК);
- модулей удаленного обмена данными типа «RIO»;
- модулей связи с объектами управления и контроля (модули УСО);
- модулей питания;
- источники бесперебойного питания 220 В 50 Гц;
- схем увязки с исполнительной группой.

LINEAR DYNAMIC SYSTEMS IDENTIFICATION METHOD BY MEANS OF A STEP SIGNAL GENERALIZATION

Rybalka R.V., Gavriljuk V.I., Bezrukov V.V.
Dnepropetrovsk national university of railway transport named by
V.Lazaryan

The first methods of identification implemented in control systems have been based on special form signals application. Often in cases when it is possible, is convenient to use special test signals. These methods provide identification outside of control process that narrows area of their application due to impossibility of systems, that cannot be disconnected from functioning, identification. An additional problem is test signals generation.

Spectrum correction method (SCM) expanding application area of special signals identification methods is offered in paper. As a basis the transient response (TR) identification method was taken. The main idea of SCM is reduction of an input signal which inadequate approximates step excitation, to shape of the step excitation required in TR identification method.

Results of computer modelling for a linear dynamic stationary discrete system from which it is ensue, that TR identification error with use of SCM significantly less than error without SCM use, are brought.

УЗАГАЛЬНЕННЯ МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ЛІНІЙНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ ЗА ДОПОМОГОЮ СТУПЕНЕВОГО СИГНАЛУ НА ВХОДІ

Рибалка Р. В.
ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

Використання спонтанних флуктуацій об'єкта (пасивна ідентифікація) є проблематичним для вирішення задачі оцінювання параметрів даного об'єкта (параметрична ідентифікація). Перші реалізовані в системах керування методи ідентифікації були основані на застосуванні сигналів спеціальної форми. Часто у випадках, коли існує можливість збудження об'єкта, являється вигідним використовувати спеціальні тестові сигнали, що подаються на об'єкт ззовні. Ці методи ідентифікації передбачають ідентифікацію поза процесом керування, що звужує область застосування методів ідентифікації за спеціальними сигналами за рахунок неможливості ідентифікації об'єктів, які не можуть бути вимкнені з роботи. Додатковою проблемою є генерація тестових сигналів.

Автором пропонується узагальнення методу ідентифікації за ступеневими сигналами для лінійної динамічної стаціонарної системи. Здійснюється це шляхом приведення вхідного сигналу, який недостатньо точно апроксимує ступеневу дію,

до виду ступеневої дії. В роботі наводяться результати математичного моделювання на електронно-обчислювальній машині.

Математичний апарат пропонованого методу корекції спектрів (МКС) заснований на особливості зміни сигналу в лінійній системі. Вихідний сигнал змінюється точно за такою самою лінійною зміною, за якою був змінений вхідний сигнал. Інакше кажучи, постає задача у створенні такого лінійного фільтру $p_{л.ф.}(t)$ для заданого конкретного сигналу $x_{ориг.}(t)$, щоб на виході цього фільтру отримати сигнал заданої форми $x_{змін.}(t)$. Далі, користуючись попередньо створеним фільтром $p_{л.ф.}(t)$, необхідно знайти $y_{змін.}(t)$ шляхом пропускання $y_{ориг.}(t)$ через $p_{л.ф.}(t)$. Отримані змінені таким чином сигнали $x_{змін.}(t)$ та $y_{змін.}(t)$ використати в обраному методі ідентифікації (за перехідною характеристикою ПХ).

З метою дослідження запропонованої методики були проведені експерименти на електронно-обчислювальній машині (ЕОМ). В якості об'єкту дослідження взятий цифровий фільтр, створений за аналоговим прототипом "коливальна ланка" і представлений у виді різницевого рівняння. Параметри об'єкту дослідження: коефіцієнт підсилення 1, коефіцієнт демпфірування 0.4, постійна часу $1/(2\pi)$ с, інтервал дискретизації $1/16$ с.

Вимірювалися імпульсна (ІХ), перехідна (ПХ), амплітудо- (АЧХ) та фазочастотна (ФЧХ) характеристики. За еталонні прийняті характеристики, отримані прямими методами за визначенням (ІХ та ПХ), та з відомих співвідношень, що пов'язують ІХ з АЧХ та ФЧХ. З еталонними порівнювалися характеристики отримані методом ідентифікації за ПХ без та із застосуванням МКС. Похибка ідентифікації вимірювалася середньоквадратичним відхиленням.

З проведеного моделювання на ЕОМ видно, що похибка ідентифікації за ПХ із застосуванням МКС значно нижча за похибку ідентифікації за ПХ без застосування МКС. Метод полягає у приведенні спектру реального вхідного сигналу до спектру обраного (взірцевого) сигналу, який відповідає поставленим вимогам до тестового сигналу конкретно обраного методу ідентифікації (за ПХ). Це розширює область застосування методу ідентифікації за ПХ на вхідні сигнали, форма яких недостатньо точно апроксимує форму ступеневої дії на вході, вводячи обмеження на відсутність нульових компонентів в амплітудному спектрі вхідного сигналу. Вводячи адитивний широкосмуговий сигнал до зазвичай вузькосмугового робочого, можна розширити дану методику і на об'єкти, які не можуть бути вимкнені з експлуатації під час ідентифікації. Автором проводяться дослідження щодо застосування МКС до методів ідентифікації за допомогою інших спеціальних сигналів. Використання вейвлет-перетворення. Вирішення задачі ідентифікації системи застосовуючи фільтр МКС у якості адаптивного фільтру.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ С СИСТЕМОЙ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Сердюк Т.Н., Гаврилюк В.И.
ДНУЖТ, г. Днепропетровск, Украина

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

Комплексный анализ электромагнитной совместимости устройств автоматики с системой тягового электроснабжения включает в себя: определение степени влияния излучения источника на существующую аппаратуру; оценку уровня помех, возникающих в приемнике; нахождение источника и причины возникновения помехи; получение информации об электромагнитной обстановке конкретного месторасположения аппаратуры и восприимчивости приемника; оценку эффективности системы в эксплуатации.

Для решения поставленной задачи была разработана математическая модель системы тягового электроснабжения, которая позволяет учесть влияние помех, причиной возникновения которых является работа оборудования локомотивов постоянного тока в различных режимах, на устройства, подключенные к каналам АЛС. В отличие от существующих в предложенной математической модели неоднородность участка определяется на основании данных, полученных во время проведения измерений вагоном-лабораторией с помощью специально разработанного оборудования. Разработанная математическая модель также дает возможность оценить распределение гармоник тягового тока на однородных и неоднородных малодейственных участках при различных значениях сопротивления изоляции и проводов по длине фидерной зоны при заданном числе локомотивов на участке.

Выполнено моделирование распределения гармоник тяговых токов частотой 50 и 100 Гц амплитудой 1, 5 и 10 А по длине питающего участка. Для моделирования были выбраны гармоники данной частоты, поскольку их появление в рельсовых линиях может оказать опасное или мешающее

влияние на работу кодовых рельсовых цепей 50 Гц и систему АЛС, используемые на участках с электротягой постоянного тока.

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

Разработаны рекомендации по определению возможных источников электромагнитных помех и учета влияния заземления опор контактной сети на рельсы на малодейственных железнодорожных участках на основании измерений проведенных вагоном-лабораторией.

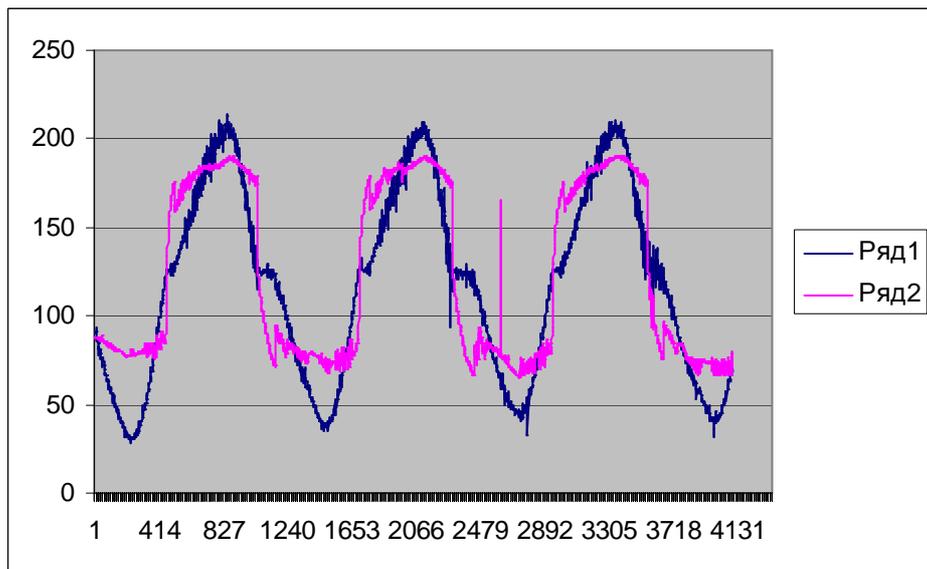
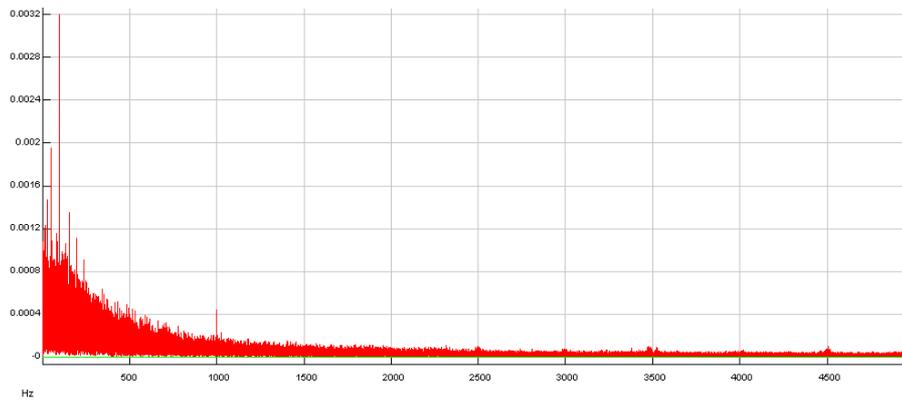
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ АСПЕКТ ПРОБЛЕМЫ ТОКОСЪЕМА

Сидоров О. А., Дударева К. С. (ОмГУПС, Россия),
Сыченко В. Г. (ДНУЖТ, г. Днепропетровск, Украина)

В условиях внедрения скоростного движения при увеличении мощности электроподвижного состава одной из важных проблем является обеспечение надежного и качественного токосъема.

Нарушения токосъема могут возникать в случаях наличия на контактной сети жестких точек в виде сосредоточенных масс, повышенного местного износа контактного провода, нарушения регулировки контактной подвески и ее элементов, а также их некачественного монтажа, наличия на контактной сети гололедных отложений и изморози, нарушения динамических свойств токоприемника, неравномерности износа токосъемных накладок и т.д. Практически все нарушения режима токосъема сопровождаются интенсивным дугообразованием в месте потери контакта. Результатом такого дугового воздействия являются: значительный местный дуговой износ контактирующих элементов и появление пропилов, приводящее к пережогам и обрывам контактных проводов, к поломке токоприемников, что влечет за собой нарушение электроснабжения и прекращение движения поездов; мощные импульсные радиопомехи на устройства связи и на воздушные линии СЦБ, превышающие нормируемые значения; появление в рельсовых цепях автоблокировки субгармоник тягового тока, зачастую приводящих к ложным переключениям сигнальных точек, повышение негативного электромагнитного влияния на экосистемы.

В докладе рассматриваются результаты экспериментального исследования электромагнитных излучений при отрывах токоприемника.



ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ АСПЕКТ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИСТРОЇВ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Сиченко В. Г., Матусевич О. О.
ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

Сучасна інфраструктура управління процесами на залізничному транспорті передбачає використання різноманітних електронних пристроїв та електронної техніки, які з'єднані між собою різноманітними інтерфейсами даних. Умови експлуатації цих пристроїв висувають жорсткі вимоги до забезпечення їх стійкого функціонування під дією різноманітних впливаючих чинників. Оскільки інтерфейс передачі даних фізично представляє собою провідний або безпровідний зв'язок між різноманітними пристроями контролю, регулювання та управління, рознесеними на значні відстані між собою, то він підпадає під вплив різноманітних кондуктивних та завад електромагнітного випромінювання. І кондуктивні, і індуктивні завади можуть проявлятися різноманітним чином та мають різноманітні просторово-часові характеристики, і, в залежності від джерела, з'являються періодично

або нерегулярно у формі випадково розподілених імпульсів. Це може призводити до спотворення, втрати або витоку інформації та негативно вплинути на безпечну роботу залізничного транспорту. Таким чином, можна стверджувати про взаємний зв'язок проблем ЕМС та інформаційної безпеки.

Порушення нормального функціонування, наприклад, пристроїв залізничної автоматики, можуть бути обумовлені безпосереднім електромагнітним впливом або викликаним ним спотворенням корисної інформації або допоміжних енергетичних параметрів, дефектами структури, неправильним функціонуванням елементів і системи математичного (програмного) забезпечення внаслідок цих впливів. Важливим фактором також є захист від проникнення завад через кола живлення пристроїв автоматизації.

Вирішення проблеми захисту інформації в умовах електромагнітних впливів повинне здійснюватись як експериментальним, так і розрахунково-теоретичним шляхом. При цьому необхідно проводити аналіз електромагнітної обстановки, в якій функціонують технічні засоби з урахуванням особливостей їх розташування та взаємного впливу. Сучасна концепція ЕМС на залізничному транспорті дозволяє враховувати всі чинники, негативно впливаючі на енергетичні канали передачі інформації та забезпечити необхідний рівень інформаційної безпеки на всіх етапах життєвого циклу функціонування технічних засобів від проектування до їх утилізації.

КЛАСИФІКАЦІЯ ЧИННИКІВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ В СИСТЕМІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ ЕЛЕКТРИФІКОВАНОГО ТРАНСПОРТУ

Сиченко В.Г., Шапаренко Ю.Ю.
ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

Впровадження в системах тягового електропостачання (СТЕС) постійного струму нових типів обладнання, в першу чергу, електрорухомого складу з застосуванням IGBT-технологій та різноманітних мікропроцесорних засобів потребує перегляду існуючої концепції електромагнітної сумісності (ЕМС). Для створення нової концепції ЕМС в сучасних умовах на першому етапі необхідно провести класифікацію чинників ЕМС. В першу чергу необхідно розглянути наступні аспекти ЕМС у тягових мережах постійного струму:

- повздовжня і поперечна складові;
- активні і пасивні складові;
- рухомі (динамічні) і нерухомі (статичні) елементи;
- першорядні та другорядні фактори;
- кондуктивна та електромагнітна складові.

Класифікація чинників ЕМС наведена на рис. 1 та детально висвітлена в докладі.

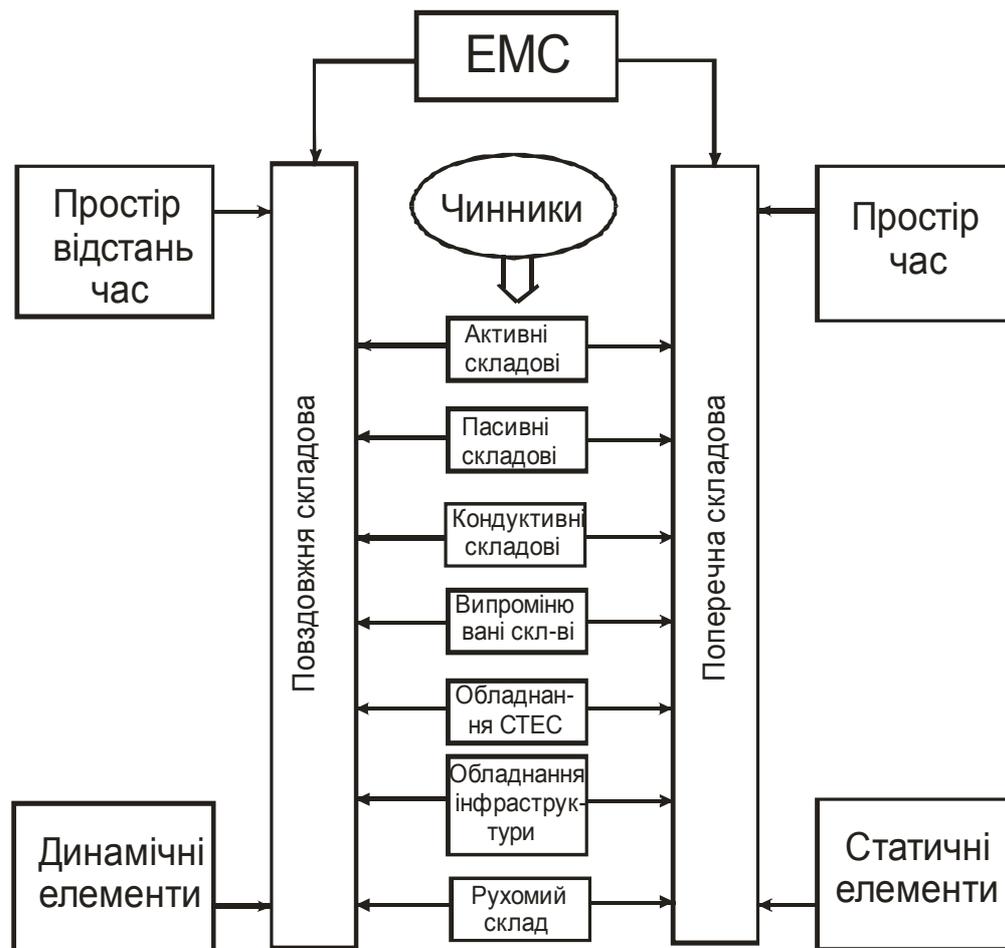


Рисунок 1- Класифікація чинників електромагнітної сумісності

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ СТРЕЛОК И СИГНАЛОВ

Токарчук В.В.

ООО «НПП «Желдоравтоматика», г. Харьков, tokarchuk@rwa.com.ua

В настоящее время многие промышленные предприятия и магистральный железнодорожный транспорт заменяют релейные системы электрической централизации на микропроцессорные системы централизации (МПЦ).

Система МПЦ не требует значительных расходов на техническую базу, но по сравнению с расходами необходимыми на организацию релейной ЭЦ она является более экономичной.

Микропроцессорная централизация стрелок и сигналов предоставляет дополнительную информацию дежурному по станции, а также другим пользователям железнодорожного транспорта о поездной ситуации и появлении отказов элементов системы. Применение микропроцессорной

системы упрощает обмен информацией с другими вычислительно-информационными и управляющими системами.

Микропроцессорные системы централизации позволяют повысить уровень, качество технического обслуживания и эксплуатации за счет: модульности системы; автоматизации процесса сбора информации; автоматизации логической обработки информации; фиксации времени изменения состояний объектов; автоматизации передачи информации; доступа к информации персонала разных железнодорожных служб; сбора, обработки, записи и хранения информации о передвижении подвижных единиц на станции, изменениях состояния устройств сигнализации, централизации и блокировки, которые контролируются, с возможностью передачи в верхние автоматизированные системы управления (АСУ); сделать систему гибкой (МПЦ легко согласовывается с другими системами, для этого создано большое количество стандартных протоколов связи).

Технологии проектов, реализуемых ООО «НПП «Желдоравтоматика», основываются на программируемых логических контроллерах одного из мировых лидеров в производстве электротехнического оборудования и систем автоматизации - компании «Schneider Electric», и технологиях проектирования SCADA от этого производителя. Монтаж оборудования осуществляется в шкафах фирмы «Sarel». Все системы выполняются на базе унифицированного промышленного оборудования, имеющего европейские сертификаты качества и сертификаты соответствия системы УкрСЕПРО.

МЕТОД СИНТЕЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА

Чепцов М.Н.

УкрГАЗТ, г. Харьков, Украина

Анализ современных станционных систем микропроцессорной централизации (МПЦ) показывает, что основным методом обеспечения функциональной безопасности является применение структурной избыточности. Это характерно для большинства отечественных и зарубежных МПЦ. Так, дублирование основных элементов, включая микропроцессорное ядро, применяется в таких системах как Ebilock 950, МПЦ-И. Мажоритарный способ резервирования «2 из 3» используется в МПЦ ESTW L90 5, МПЦ1, МПЦ2, МПЦ МПП САТЭП и ряде других.

С другой стороны, теоретически доказано, что вероятность безопасной работы дублированной системы не может превысить вероятность безотказной работы одного канала более чем в два раза, что явно недостаточно для обеспечения необходимого уровня функциональной безопасности. В системе с мажоритарным способом резервирования достигаются лучшие показатели безопасности в области малых значений

интенсивности отказов, однако в области больших значений интенсивность опасных отказов в два раза больше чем у системы с дублированием. Т.е. такая система дает значительный выигрыш только в первые годы эксплуатации, причем длительность такого периода зависит от надежности применяемых элементов. В связи с этим синтез современных систем в первую очередь должен быть ориентирован на повышение собственной функциональной безопасности программно-аппаратных средств.

В докладе рассматривается метод синтеза системы управления движением поездов на основе применения динамической модели безопасного функционального элемента (БФЭ). Сигнал на выходе БФЭ, диапазон значений которого составляет от 0 до 1, появится только в том случае, если параметры входного частотно-модулированного сигнала находятся в допустимых, априорно известных, пределах.

Метод синтеза системы предполагает применение в качестве путевого датчика приемник прямого преобразования тональной рельсовой цепи (ПП ТРЦ). В докладе рассматривается математическая модель ПП ТРЦ в виде основных зависимостей, ограничений на переменные, диапазона возможных значений, а также способы оптимизации параметров в различных режимах работы.

В модели устройства управления стрелкой предложена реализация контрольной цепи на основе преобразования Фурье. Пусковой узел модели содержит разработанный безопасный генераторный элемент памяти и ряд БФЭ, выполняющие необходимую функциональность устройства. Реализация рабочей цепи произведена на основе применения широтно-импульсной модуляции (ШИМ) тока обмоток асинхронного двигателя.

ШИМ сигнал также применен в модели устройства управления показаниями светофора. При этом произведена оптимизация его параметров для различных условий функционирования с учетом применения стандартных светофорных трансформаторов типа СТ. Рассматривается разработанный узел контроля целостности нити лампы на основе спектрального анализа рабочего тока.

В основу синтеза моделей безопасных зависимостей рассматриваемой системы положены методы построения блочной маршрутно-релейной централизации. При этом функции, ранее выполняемые реле первого класса надежности, реализованы на основе безопасных функциональных элементов.

АНАЛІЗ КОМУТАЦІЙНОЇ СТІЙКОСТІ ТЯГОВИХ ДВИГУНІВ ПІД ЧАС ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ

Шаповалов А.В.

ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

Дуже часто тягові двигуни рухомого складу залізниць зазнають різного роду перенавантаження. Ці перевантаження можуть бути викликані електромагнітними та механічними перехідними процесами.

Для тягових двигунів питання про їх експлуатаційну надійність при всякого роду перехідних процесах має істотне значення, оскільки в умовах експлуатації стійкість двигуна стосовно цих явищ досить часто визначає його працездатність.

Одним із критеріїв експлуатаційної надійності є комутаційна стійкість двигунів щодо різних електромагнітних перехідних процесів. З точки зору комутаційної стійкості найбільший інтерес викликають експлуатаційні електромагнітні перехідні процеси, пов'язані з швидкою зміною струму в колі тягового двигуна. Такі поштовхи струму, як відомо, є наслідком появи в масивних частинах магнітопровода двигуна вихрових струмів, що істотно впливають на протікання перехідного процесу в цілому.

За допомогою математичного моделювання проведено аналіз електромагнітних перехідних процесів щодо комутаційної стійкості двигунів з точки зору впливу відхилень параметрів елементів магнітного кола додаткових полюсів відносно їх номінальних (альбомних) значень для різних типів тягових двигунів.

Встановлені співвідношення залежності якості комутації під час вказаних перехідних процесів в точки зору впливу відхилень. На базі досліджень виявлено, що під впливом відхилень параметрів елементів магнітного кола додаткових полюсів спостерігається суттєва зміна комутаційної стійкості як в гіршу сторону, так і в кращу сторону відносно комутаційної стійкості без врахування впливу вказаних відхилень.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ ТЯГОВОГО СТРУМУ НА РОБОТУ РЕЙКОВИХ КІЛ

Щека В. І.

ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

В останні роки в Україні відбувається перебудова залізниць з вводом в експлуатацію нових магістралей з прискореним, а в подальшому зі швидкісним рухом поїздів, проводиться розбудова мережі міжнародних транспортних коридорів. На ряду з цим також має місце технічне переоснащення залізниць: впровадження нових типів рухомого складу (вагонів, локомотивів з асинхронними двигунами та імпульсними

електронними перетворювачами), нових комп'ютерно-інформаційних систем регулювання руху поїздів (мікропроцесорна локомотивна сигналізація, автоблокування з тональними рейковими колами, диспетчерська централізація, системи контролю технічного стану рухомого складу). На сьогоднішній день без дослідження і забезпечення електромагнітної сумісності (ЕМС) електричних залізниць з суміжними системами неможливо забезпечити високий рівень безпеки руху. Тому при розробці та впровадженні в експлуатацію нових технічних об'єктів на залізничному транспорті необхідне проведення відповідних випробувань для доведення їх ЕМС з існуючими системами, що використовуються на залізниці.

Рейкові кола є основним елементом, що забезпечує безпеку руху на залізничному транспорті. У продовж своєї роботи вони постійно перебувають під впливом системи тягового електропостачання. Тяговий струм в контактному проводі, що протікає під час руху електровоза, призводить до виникнення подовжньої електрорушійної сили в рейкових лініях (РЛ), яка викликає в них протікання струму. Напруга на контактному проводі наводить в РЛ електричні потенціали відносно землі. Також РЛ є провідником зворотного тягового струму, гармонічні складові якого можуть призвести до виникнення заважаючого або небезпечного впливу на роботу рейкових кіл.

Метою дослідження є визначення небезпечних для роботи рейкових кіл гармонік у струмах, що протікають по рейковим лініям, та розробка математичної моделі для оцінки електромагнітного впливу системи тягового електропостачання на рейкові кола.

Система тягового електропостачання (СТМ) для кожної колії двоколіїної ділянки складається з контактної проводу, несучого тросу та двох рейок, що електрично з'єднані з землею через опір ізоляції баласту. Окрім цього до контактної підвіски можуть бути паралельно під'єднані підсилюючий та екрануючий провід. Таким чином система є багатопровідною і для її аналізу здебільше використовується теорія багатопровідних довгих ліній та багатополісників. При математичному описанні СТМ двоколіїної ділянки залізниці, як ліній з розповсюдженими параметрами, було враховано електромагнітний зв'язок між: контактним проводом та рейковими нитками (РН), контактним проводом суміжної колії та РН і між двома РН. Проведені розрахунки показують, що активна та ємнісна провідності між контактним проводом та рейками є незначною і ними можна знехтувати.

У результаті проведених досліджень виявлено, що несинусоїдальність струму в рейкових нитках в значній мірі визначається роботою нелінійних перетворювачів електрорухомого складу та несинусоїдальністю напруги контактної мережі. Визначені найбільш небезпечні для роботи рейкових кіл гармоніки та проведено аналіз умов виникнення під їх дією заважаючого або небезпечного впливу. За допомогою математичної моделі з'ясовано характер розповсюдження гармонічних складових вздовж рейкової лінії, за умов знаходження на ділянці залізниці декількох електровозів.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВПЛИВУ ТЯГОВИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ЕЛЕКТРОРУХОМОГО СКЛАДУ НА ПРИСТРОЇ СЦБ

Щека В. І.
ДНУЗТ, м. Дніпропетровськ, Україна

В умовах впровадження швидкісного руху на залізниці одним з пріоритетних напрямків розвитку є використання на сучасному електрорухомому складі (ЕРС) асинхронних тягових двигунів (АТД) з короткозамкненим ротором замість традиційних двигунів постійного струму. З появою транзисторних модулів великої потужності розширилися перспективи використання асинхронних приводів (АП) та електровозів на їх базі. Але при розробці та впровадженні нових типів рухомого складу необхідно підтримувати безпеку руху, що можливо тільки при забезпеченні їх електромагнітної сумісності з пристроями залізничної автоматики та сигналізації. Тому дослідження присвячено визначенню можливого електромагнітного впливу ЕРС з АТД на рейкові кола (РК), які є основним елементом забезпечення безпеку руху на залізничному транспорті.

Як відомо, частоту обертання АТД можна економічно регулювати тільки зміною частоти живлячого струму, тому на ЕРС встановлюють перетворювачі частоти на базі напівпровідникових елементів. АП складається з вхідного силового перетворювача (зазвичай керований випрямляч), ланки постійної напруги, автономного інвертора напруги, що живить асинхронні двигуни та системи керування. Сучасні інвертори напруги створені на базі потужних IGBT транзисторів. У роботі було детально розглянуто структуру ЕРС з АТД та визначено, що основним джерелом електромагнітного впливу є тягові перетворювачі, а саме інвертори напруги (ІН).

Для проведення дослідження було створено математичну модель ІН, яка дозволяє передбачати гармонічний склад зворотного тягового струму у рейкових лініях від локомотивів з АТД. Зв'язок між вхідними і вихідними параметрами ІН встановимо за допомогою комутаційної функції, яка залежить від тривалості включеного стану транзисторів (в роботі розглядається 180° алгоритм керування), схеми з'єднання навантаження та режиму її роботи. Тому можна зробити висновок, що комутаційна функція відображає алгоритм керування ІН і при цьому є повністю незалежною від частоти, яку цей інвертор утворює. У роботі запропонований аналітичний запис комутаційної функції ІН та за допомогою перетворення Фур'є отримано її спектральний склад з якого видно домінування гармонік з кратністю $(6k + 1)$, та зосередження основної енергії у першій гармоніці.

Для оцінки впливу ЕРС на суміжні кола необхідно визначити спектр споживаного струму (або напруги) з контактної мережі. Так як АТД є основним споживачем, то, аналізуючи спектральний склад його фазної

напруги, можна робити висновки про вплив на роботу РК. За допомогою комутаційної функції можна визначити напругу у будь-якій фазі двигуна і застосувавши перетворення Фур'є отримати її спектр. Спектральна характеристика фазної напруги показує присутність гармонік з кратністю $(6k \pm 1)$, що обумовлено особливостями комутаційної функції. Основна енергія сконцентрована у першій гармоніці, це є вихідна частота інвертора, яка формує магніторушійну силу в асинхронному двигуні і визначає швидкість обертання ротора.

З проведених досліджень можна зробити висновок, що наявність тих чи інших вищих гармонік у спектрі зворотного тягового струму обумовлена алгоритмом керування інвертором та швидкістю руху локомотива. Запропонована у роботі математична модель асинхронного тягового приводу дозволяє передбачати гармонічний склад зворотного тягового струму у рейкових лініях від локомотивів з АТД.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ИЗУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ОБОРУДОВАНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Приходько В.И. (ОАО Крюковский вагоностроительный завод),
Мямлин С. В. (Днепропетровский национальный университет
железнодорожного транспорта им. акад. В.Лазаряна)

Как, известно, электромагнитная совместимость – это способность приборов (устройств), создающих электромагнитные поля, работать совместно так, что возникающие при этом радиопомехи не превышают установленного уровня и не мешают нормальной работе каждого из устройств. С появлением в эксплуатации на железных дорогах скоростных рельсовых экипажей (локомотивов и пассажирских вагонов), которые имеют разнообразное электрооборудование, становится еще более актуальной проблема оценки электромагнитного воздействия подвижного состава, и, особенно пассажирских вагонов на рельсовые цепи.

Существует множество методов такой оценки, но все они, в основном, сводятся только к измерениям различными способами параметров электромагнитных полей, создаваемых электрооборудованием при движении и сравнению полученных результатов с нормируемыми показателями. При всей практической ценности данных методов они не в состоянии в полном объеме определить, параметры электромагнитной совместимости электрооборудования пассажирских вагонов для скоростных перевозок на стадии отладки конструкции. Особенно экспериментальные методы малоэффективны на стадии создания новых моделей пассажирских вагонов и их электрических систем, то есть при проектировании. Поэтому авторами разработан и предлагается для использования новый подход, который, несмотря на кажущуюся простоту и обычность, можно сформулировать как

экспериментально-аналитический метод определения параметров электромагнитной совместимости оборудования пассажирских вагонов с устройствами автоматики.

Суть метода заключается в том, что вначале теоретически оцениваются показатели электромагнитных полей, создаваемых электрооборудованием пассажирских вагонов с использованием оригинальных математических моделей совместной работы электрических схем пассажирских вагонов, рельсовых цепей и другого железнодорожного электрооборудования, находящегося в зоне действия электромагнитных полей подвижного состава. Затем производится экспериментальная проверка исследуемых процессов, и естественно, с учетом нормативных значений принимается окончательное решение о пригодности к эксплуатации предлагаемой электрической схемы и параметров электрооборудования пассажирских вагонов.

Таким образом, предложен экспериментально-аналитический метод определения параметров электромагнитной совместимости оборудования пассажирских вагонов с устройствами путевой автоматики, который может быть использован при соответствующих теоретических и экспериментальных исследованиях при создании новых конструкций пассажирских вагонов.

АББРЕВИАТУРА ОРГАНИЗАЦИЙ

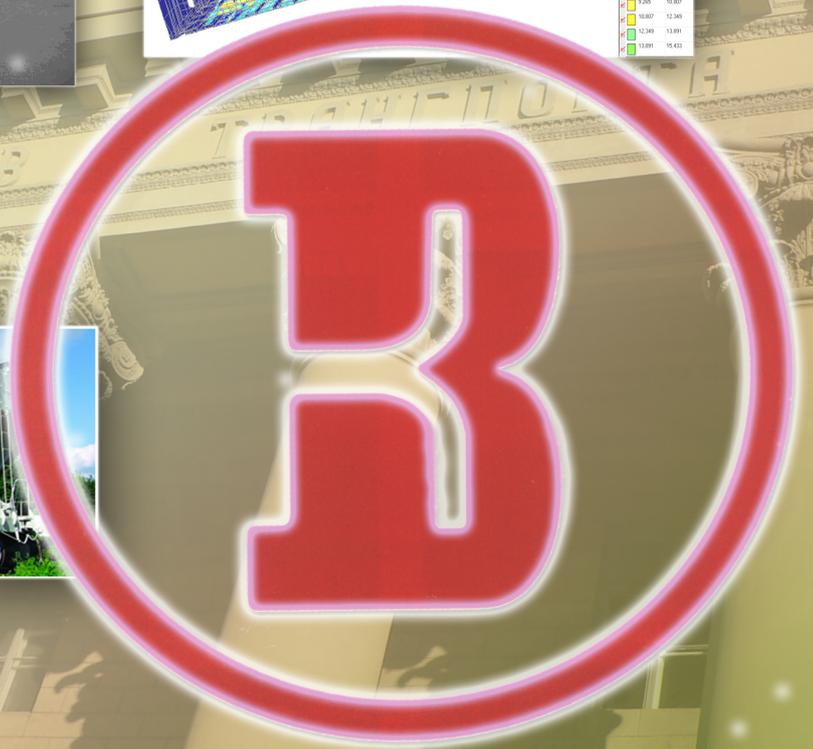
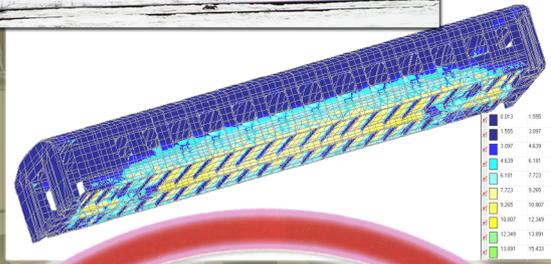
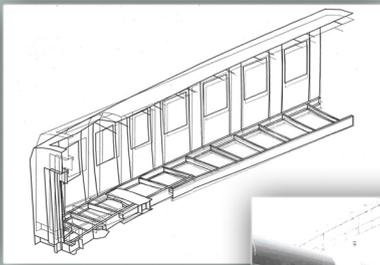
ГЭТУТ (ДЕТУТ на укр.языке)	Государственный экономико-технологический университет транспорта, 03049, г. Киев-49, ул. Лукашевича, 19
ГП «ГНИЦ УЗ» (ДП «ДНДЦ УЗ» на укр. языке)	Государственное предприятие «Государственный научно- исследовательский центр Укрзализныци», 03038, г. Киев–38, ул. Федорова, 39
ГП «УкрНИИВ»	Государственное предприятие «Украинский научно- исследовательский институт вагоностроения», 39621, Украина, г. Кременчуг ул. И.Приходько, 33
ДНУЖТ (ДНУЗТ на укр.языке)	Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени акад. В. Лазаряна, 49010, Украина, г. Днепропетровск, ул. Академика В. Лазаряна, 2
МИИТ	Московский государственный университет путей сообщения, Россия, 101475 ГСП – 4, г. Москва, ул. Образцова, д.15
НТУ «ХПИ»	Национальный технический университет „Харьковский политехнический институт”, 61002, г. Харьков, ул. Фрунзе, 21
ОмГУПС	Омский государственный университет путей сообщения, Россия, 644046, г. Омск, пр. Маркса, 35
ОАО «КВСЗ»	ОАО «Крюковский вагоностроительный завод», 39621, Украина, г. Кременчуг, ул. И. Приходька, 139
ПГТУ	Приазовский государственный технический университет, Украина, 87500, г. Мариуполь, Донецкая область, ул. Университетская, 7
УкрГАЗТ	Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, 61050, Украина, г. Харьков, пл. Фейербаха, 7

Содержание

Мямлин С.В., Гаврилюк В.И. Особенности Испытаний подвижного состава железных дорог на электромагнитную совместимость	6
Пшинько А.Н., Боднарь Б.Е., Мямлин С.В., Распопов А.С. Международный проект «Интероперабельность-Безопасность-Сертификация» по подготовке магистров для железнодорожного транспорта	8
Бойник А.Б., Абакумов А.А., Кошевой С.В. Перспективы совершенствования перегонных систем железнодорожной автоматики	12
Васильев И. Л., Павличенко М. Е. Исследование железобетонных конструкций при изменяющемся электрическом потенциале	13
Gavrilyuk V.I. Computer simulation of electromagnetic interference in track lines	14
Гаврилюк В.І., Маловічко В.В., Рибалка Р.В. Автоматизація обробки інформації в системі контролю стану стрілочних приводів	15
Гончаров Ю.П., Замаруев В.В., Иванов А.Е., Чурсина Ю.В., Панасенко Н.В., Сыченко В.Г. Ограничение спектра периодических сигналов обратных связей в силовых активных фильтрах для систем электроснабжения контактных сетей	17
Домницкий Л.А., Парфенов В.И., Разгонов А.П. К вопросу выявления перегрева буксовых узлов железнодорожных вагонов	18
Dub V.Yu, Gavrilyuk V.I. Automated diagnosis of relay-contact devices of railway automatics	19
Дуб В.Ю. Шляхи підвищення ефективності використання штучних нейронних мереж в задачах діагностування реле залізничної автоматики	20
Дунаєв Д.В. Аналіз впливу опору баласту на роботу рейкових кіл тональної частоти	22
Дьяков В.А., Миргородская А.И., Дьяков А.В. О проблемах электромагнитной совместимости и безопасности движения поездов в зоне станций стыкования.....	23
Жежеленко И.В., Саенко Ю.Л., Нестерович В.В, Горпинич А.В. Исследование резонансных процессов и показателей качества электроэнергии в тяговой сети горно-обогатительного комбината	24
Журавлев А.Ю., Разгонов С.А. О методе расчета рельсовых цепей с нелинейными ферромагнетиками в условиях влияния помех тягового тока	26
Zavgorodnij A.V. The modeling of electromagnetic influence of traction electro supply system on railway circuits	27
Zavgorodnij A.V. The computer model of automatic locomotive signals system.....	28
Зубенко В.А., Сыченко В.А. Опыт мониторинга сглаживающих фильтров тяговых подстанций постоянного тока с применением современных аппаратно-программных средств фирмы National Instruments	29

Козаченко Д.Н. Анализ динамики подвижного состава при скатывании с сортировальных горок.....	30
Кошевий М.С. Вплив коливань кузова локомотива на взаємну індуктивності між рейками та локомотивними приймальними котушками	31
Кошевий С.В. Дослідження впливу швидкості руху поїзда на вимоги до інформаційного забезпечення локомотивних систем сигнального авторегулювання	32
Кошевий С.В., Бойнік А.Б., Абакумов О.А., Кошевий М.С. Дослідження існуючих систем інтервального регулювання та визначення можливості їх застосування на дільницях швидкісного руху	32
Муха А.М, Куриленко О. Я. До питання взаємного впливу системи тягового електропостачання та тягових статичних перетворювачів електрорухомого складу при підвищеній напрузі у контактній мережі.....	33
Пилипенко А. Н. Микропроцессорные схемы управления светофорами	34
Пшинько А.Н., Блохин Е.П., Мямлин С.В., Воропай В.А., Евдомаха Г.В. Особенности определения возможных технических причин схода вагонов	35
Радкевич А.В., Степаненко О.О., Яковлев С.О., Шаптала О.І. Дослідження оперативного реагування підрозділами держспецтрансслужби на аварійні ситуації в транспортних зонах відповідальності	39
Разгонов А. П., Бондаренко Б. М., Профатилов В. И. Использование индукционных датчиков для измерения параметров электромагнитных реле железнодорожной автоматики.....	41
Разгонов А.П., Руденко А.Б., Ковригин А.М., Парфенов В.И., Сердюк Т.Н. Программно-аппаратный комплекс диагностики стрелочных электродвигателей приводов и переводов.....	42
Разгонов С.А. Математическое описание и исследования устойчивости решения уравнения параметрического преобразователя частоты	43
Рудой Е.В. Система электрической централизации стрелок и сигналов с применением микропроцессорного маршрутного набора	45
Rybalka R.V., Gavriljuk V.I., Bezrukov V.V. Linear dynamic systems identification method by means of a step signal generalization	46
Рибалка Р. В. Узагальнення методу ідентифікації лінійних динамічних систем за допомогою ступеневого сигналу на вході	46
Сердюк Т.Н., Гаврилюк В.И. Обеспечение электромагнитной совместимости устройств автоматики с системой тягового электроснабжения постоянного тока ..	48
Сидоров О. А., Дударева К. С., Сыченко В. Г. Электромагнитный аспект проблемы токосъема.....	49
Сиченко В. Г., Матусевич О. О. Електромагнітний аспект інформаційної безпеки пристроїв залізничного транспорту.....	50

Сиченко В.Г., Шапаренко Ю.Ю. Класифікація чинників електромагнітної сумісності в системі тягового електропостачання постійного струму електрифікованого транспорту	51
Токарчук В.В. Микропроцессорная централизация стрелок и сигналов	52
Чепцов М.Н. Метод синтеза системы управления движением поездов на основе модели безопасного функционального элемента.....	53
Шаповалов А.В. Аналіз комутаційної стійкості тягових двигунів під час електромагнітних перехідних процесів.....	55
Щека В. І. Дослідження електромагнітного впливу тягового струму на роботу рейкових кіл	55
Щека В. І. Дослідження електромагнітного впливу тягових перетворювачів електрорухомого складу на пристрої СЦБ	57
Приходько В.И., Мямлин С. В. Совершенствование методов изучения электромагнитной совместимости оборудования пассажирских вагонов	58



ОАО "КРЮКОВСКИЙ ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД"

39621, Украина

г. Кременчуг, ул. И.Приходько, 139
телефон: (380 536) 76-95-05. 76-94-09
факс: (0532) 50 -14-21

www.kvsz.com
E-mail: kvsz@kvsz.com