**Антонов Антон Анатольевич. Повышение работоспособности станционных рельсовых цепей : Дис. ... канд. техн. наук : 05.22.08 Москва, 2005 204 с. РГБ ОД, 61:05-5/4142**

**Министерство транспорта Российской Федерации**

**Федеральное агентство железнодорожного транспорта**

**Государственное образовательное учреждение высшего**

**профессионального образования**

**«Московский государственный университет путей сообщения»**

**На правах рукописи**

**Антонов Антон Анатольевич**

**ПОВЫШЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

**СТАНЦИОННЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ**

**Специальность: 05.22.08 - Управление процессами перевозок**

**Диссертация на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук**

**Научный руководитель доктор технических наук, профессор Кравцов Ю.А.**

**Москва - 2005**

**Стр.**

**ВВЕДЕНИЕ 5**

**1. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СТАНЦИОННЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТЯГОВОГО ТОКА ВО ВРЕМЯ ОБЛЕДЕНЕНИЯ КОНТАКТНОГО ПРОВОДА 10**

**1.1. Анализ воздействия тягового тока на работу рельсовых цепей при**

**обледенении контактного провода 10**

**1.2. Разработка технических решений по обеспечению**

**работоспособности фазочувствительных рельсовых цепей при гололёдных явлениях на контактном проводе 24**

**1.3. Влияние симметрирующих резисторов на обратную тяговую**

**сеть 34**

**1.4. Математическое описание рельсовой цепи с симметрирующими**

**резисторами 36**

**1.5. Исследование работы рельсовой цепи с симметрирующими**

**резисторами 45**

**1.6. Разработка технических решений по исключению опасных явлений**

**при кратковременном срабатывании путевого реле 49**

**1.7. Выводы 51**

**2. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КОНТРОЛЬНОГО РЕЖИМА**

**ТОНАЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ 52**

**2.1. Методика расчета контрольного режима тональных рельсовых**

**цепей с питанием из середины рельсовой линии 52**

**2.2. Методика расчета контрольного режима рельсовых цепей с двумя**

**ответвлениями 60**

**2.3. Методика расчета контрольного режима рельсовых цепей с тремя**

**ответвлениями 71**

**2.4. Выводы 87**

**з**

**3. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

**С ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ СТАНЦИОННЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ 88**

**3.1. Проблема электромагнитной совместимости электроподвижного**

**состава с полупроводниковыми преобразователями и фазочувствительных рельсовых цепей 88**

**3.2. Анализ влияния переменных составляющих тягового тока**

**электровоза ЭП10 на фазочувствительные рельсовые цепи 95**

**3.31 Исследование электромагнитной совместимости станционных фазочувствительных: рельсовых цепей и электровоза ЭП10 с**

**полупроводниковыми: преобразователями при: электротяге постоянного**

**тока 104**

**3.4. Экспериментальная проверка в эксплуатационных условиях**

**влияния тягового тока электровоза ЭП10 на станционные фазочувствительные рельсовые цепи 108**

**3.5. Выводы 117**

**4. РАЗРАБОТКА ЛОКОМОТИВНОГО ИНДИКАТОРА**

**ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП10 И СТАНЦИОННЫХ ФАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ 120**

**4.1. Принципы построения локомотивного индикатора**

**электромагнитной совместимости электровоза ЭП10 и станционных фазочувствительных рельсовых цепей 120**

**4.2. Определение основных параметров электронной модели релейного**

**конца станционных фазочувствительных рельсовых цепей 126**

**4.3. Лабораторные испытания макетного образца ЛИЭМС 136**

**4.4. Экспериментальные исследования в линейных условиях макетного**

**образца ЛИЭМС 142**

**4.5. Вероятность невыполнения требований электромагнитной**

**совместимости электроподвижного состава и станционных фазочувствительных рельсовых цепей 153**

**4.6. Выводы 161**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ 163**

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 166**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Осциллограммы и спектрограммы напряжения на путевых элементах фазочувствительных реле 25 Гц и 50 Гц под воздействием**

**сетевого тока электровоза при имитации стопроцентной асимметрии 175**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Осциллограммы сигналов, зафиксированных при проведении экспериментальной поездки электровоза ЭП10 по проверке влияния тягового тока на фазочувствительные рельсовые цепи частотой 25 Гц**

**при электротяге постоянного тока 180**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Результаты регистрации параметров электровоза, измеренных бортовой диагностической системой при случаях срабатывания детектора LIM во время экспериментальной поездки электровоза ЭП10 по проверке влияния тягового тока на фазочувствительные рельсовые цепи**

**частотой 25 Гц при электротяге постоянного тока 186**

**ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Результаты регистрации в энергонезависимой памяти макетного образца ЛИЭМС кратковременных допустимых по длительности превышений нормируемой величины переменной составляющей частотой 25 Гц тягового тока электровоза ЭП10 191**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Рельсовые цепи являются основным элементом практически всех уст­ройств железнодорожной автоматики и телемеханики перегона и станции: ав­тоблокировки, автоматической локомотивной сигнализации, электрической централизации стрелок и сигналов, автоматической переездной сигнализации и других систем.

Обоснованные в диссертационной работе методы, подходы, и техниче­ские решения обеспечивают повышение устойчивости работы:

* станционных рельсовых цепей в условиях обледенения контактного провода;
* станционных тональных рельсовых цепей с питанием из середины рельсовых линий, а также разветвлённых рельсовых цепей;
* станционных фазочувствительных рельсовых цепей при воздействии помех от электроподвижного состава с полупроводниковыми преобразователя­ми.

В рамках диссертационной работы получены следующие основные науч­ные и прикладные результаты.

1. Установлено, что причиной отказов станционных фазочувствительных рельсовых цепей при электротяге переменного тока в случае обледенения кон­тактного провода, является подмагничивание сердечника без воздушного зазора дроссель-трансформатора свободной составляющей переходного процесса, воз­никающего в цепи между тяговой подстанцией и электровозом вследствие коммутации тягового тока за счёт изменяющегося сопротивления электриче­ской дуги между контактным проводом и пантографом.
2. Разработано техническое решение, обеспечивающее работоспособ­ность фазочувствительных рельсовых цепей при гололёдообразовании на кон­тактном проводе путем выравнивания асимметрии по постоянному току с по­мощью включения симметрирующих резисторов.
3. Разработано математическое описание рельсовых цепей с симметри­рующими резисторами, с помощью которого проведено исследование работы рельсовых цепей и сделаны обобщения, позволяющие анализировать работо­

способность рельсовых цепей, дана оценка возможного влияния включения симметрирующих резисторов на сопротивление обратной тяговой сети.

1. Разработана методика расчета контрольного режима станционных то­нальных рельсовых цепей с питанием из середины рельсовых линий, разветв­лённых рельсовых цепей с двумя и тремя ответвлениями, проведено исследова­ние их работы в контрольном режиме и сделаны обобщения, позволяющие в за­висимости от параметров рельсовой линии определять в контрольном режиме критические значения сопротивления изоляции рельсовой линии и координат мест обрыва рельсовой линии.
2. Проведён анализ электромагнитной совместимости электроподвижно­го состава с полупроводниковыми преобразователями и фазочувствительных рельсовых цепей и установлено, что спектральный анализ тягового тока элек­тровоза является косвенным прогнозом ожидаемой реакции реальных уст­ройств фазочувствительных рельсовых цепей на возмущение помехой, генери­руемой электровозом.
3. Разработана методика исследования электромагнитной совместимости фазочувствительных рельсовых цепей и электроподвижного состава с полупро­водниковыми преобразователями, адекватно отражающая реакцию схемы ре­лейного конца фазочувствительной рельсовой цепи на воздействие тягового то­ка.
4. Проведена экспериментальная проверка в эксплуатационных условиях влияния тягового тока электровоза ЭП10 на станционные фазочувствительные рельсовые цепи и установлено, что величины напряжений на обмотках фазо­чувствительных реле ДСШ-15 и ДСШ-12 ниже значений, соответствующих пе­ременным составляющим 25 Гц и 50 Гц тягового тока 1,9 А и 2 Л, при которых обеспечивается безусловное отпускание сектора путевого реле, что позволило считать эти значения переменных составляющих в тяговом токе допустимыми по требованиям электромагнитной совместимости с фазочувствительными рельсовыми цепями.
5. Установлено, что обязательным компонентом электроподвижного со­става с полупроводниковыми преобразователями в постоянной эксплуатации при электротяге постоянного тока должен быть ЛИЭМС.
6. Разработаны принципы построения ЛИЭМС электровоза ЭП10, прове­дены лабораторные испытания и экспериментальные исследования макетного образца ЛИЭМС в линейных условиях.
7. Разработано доказательство достаточности показателей надёжности

щ ЛИЭМС для выполнения требований электромагнитной совместимости стан­

ционных фазочувствительных рельсовых цепей и электровоза ЭП10