Чегуров, Андрей Борисович. Повышение работоспособности устройств интервального регулирования движения поездов при воздействии помех : диссертация ... кандидата технических наук : 05.22.08 / Чегуров Андрей Борисович; [Место защиты: Моск. гос. ун-т путей сообщ. (МИИТ) МПС РФ].- Москва, 2011.- 200 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-5/1751

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования «Московский государственный

университет путей сообщения» (МИИТ)

На правах рукописи

Специальность 05.22.08 - Управление процессами перевозок

Диссертация на соискание учёной степени

кандидата технических наук

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

Москва-2011

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 5

1. РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧИСЛОВОЙ КОДОВОЙ

АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛОКОМОТИВНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ 10

1Л Методика экспериментального исследования работы АЛСН в эксплуатационных условиях 10

1.2 Анализ результатов экспериментальных исследований работы

АЛСН в эксплуатационных условиях 17

1.3 Методика расчета уровня ЭДС на входе локомотивного приемника

вследствие намагниченности рельсов 22

1.4 Структурная схема устройства для повышения работоспособности

АЛСН при дешифрировании искаженных числовых кодовых комбинаций 35

1.5 Выводы 43

2 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ДОПУСТИМОГО УРОВНЯ ГАРМОНИЧЕСКОЙ ПОМЕХИ В РАБОЧЕЙ ПОЛОСЕ ПУТЕВЫХ ПРИЕМНИКОВ 44

2.1 Методика расчёта уровня гармоник тягового тока в полосе

пропускания путевого приемника рельсовой цепи с изолирующими стыками в контрольном режиме 44

2.2 Методика расчёта уровня гармоник тягового тока в контрольном

режиме станционных рельсовых цепей приёмо-отправочного пути с изолирующими стыками и общим источником питания 53

2.3 Методика расчёта уровня гармоник тягового тока в полосе

пропускания путевых приемников перегонных рельсовых цепей без изолирующих стыков с общим источником питания в контрольном режиме 63

2.4 Критерий чувствительности рельсовой цепи к обрыву рельсовой нити с учетом воздействия тока электроподвижного состава с

з

асинхронным тяговым приводом 72

2.5 Выводы 77

3 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

РАБОТОСПОСОБНОСТИ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ТОКА ЭПС С АСИНХРОННЫМ ТЯГОВЫМ ПРИВОДОМ 78

3.1 Экспериментальное исследование работоспособности рельсовых

цепей при воздействии тока электропоезда "Сапсан" с помощью физической модели 78

3.2 Электронное моделирование приемников 11111 рельсовых цепей

тональной частоты 89

3.3 Методика обработки записей тягового тока для оценки

работоспособности рельсовых цепей тональной частоты 106

3.4 Анализ работоспособности рельсовых цепей тональной частоты при

воздействии тягового тока ЭПС с асинхронным тяговым приводом 116

3.5 Анализ записей тока электропоезда "Сапсан" в эксплуатационных

условиях 127

3.6 Выводы 132

4 ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ

КОРРЕЛЯЦИОННОГО ДЕШИФРАТОРА ЧИСЛОВЫХ КОДОВЫХ КОМБИНАЦИЙ АЛСН 134

4.1 Функциональная схема корреляционного дешифратора числовых

кодовых комбинаций АЛСН 134

4.2 Разработка программно-аппаратных средств для сравнительных

испытаний и моделирования искаженных числовых кодовых комбинаций АЛ С в лабораторных условиях 144

4.3 Методика и результаты испытаний работоспособности макетного

образца корреляционного дешифратора числовых кодовых комбинаций АЛСН 152

4.4 Выводы 157

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 162

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 172

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 177

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 196

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 198

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

1. На основе экспериментальных поездок на электровозах

постоянного и переменного тока в условиях реальной эксплуатации и анализа протоколов измерений, выполненных дистанциями сигнализации и связи, параметров числовых кодовых комбинаций, передаваемых аппаратурой рельсовых цепей, собраны данные по искажениям числовых кодовых комбинаций. Среди всех типов зарегистрированных искажений выделены те искажения, наличие которых приводило к сбою АЛСН. Выделены комбинированные искажения первого и второго рода.

1. Разработана методика учета воздействия остаточной

намагниченности в зоне изолирующих стыков на работу АЛСН. Показано, что при определённых реальных скоростях движения и размерах магнитных пятен на зажимах локомотивной катушки может возникать радиоимпульс помехи, частота заполнения которого в точности совпадает с частотой полезного сигнала.

1. Разработано устройство, позволяющее уменьшить число сбоев АЛСН при дешифрировании искажённых кодовых комбинаций. Новизна технического решения подтверждена патентом на полезную модель.
2. Разработано математическое описание для расчёта уровня гармоник тягового тока в полосе пропускания путевого приемника станционной рельсовой цепи стрелочной секции, примыкающей к отсосу тягового тока тяговой подстанции в контрольном режиме.
3. Разработано математическое описание для расчёта уровня гармоник тягового тока в полосе пропускания путевых приемников станционных рельсовых цепей приёмо-отправочного пути с общим источником питания в контрольном режиме.
4. Получены формулы, описывающие влияние гармоник тягового тока на путевые приемники перегонных рельсовых цепей без изолирующих стыков с общим источником питания, расположенные в произвольном месте относительно тяговой подстанции и электроподвижного состава, в контрольном режиме.
5. Получено выражение для критерия чувствительности рельсовой цепи к обрыву рельсовой нити с учётом воздействия гармоник тягового тока электроподвижного состава с асинхронным приводом в рабочей полосе частот рельсовых цепей тональной частоты. Приведена методика определения допустимых уровней гармоник тягового тока в рабочей полосе частот рельсовых цепей тональной частоты по условиям выполнения контрольного режима.
6. Разработана физическая модель для экспериментального исследования работы рельсовых цепей с расчётным коэффициентом асимметрии рельсовой линии при воздействии обратного тягового тока. На основании проведенных исследований сделано заключение о работоспособности фазочувствительных и тональных рельсовых цепей при воздействии тока электропоезда "Сапсан".
7. Разработаны электронные модели путевых приемников семейства ТРЦЗ, проведена их верификация и сравнение с физическими образцами. Максимальная зафиксированная погрешность не превышает 5%. Электронные модели синтезированы в программной графической среде Simulink, обеспечивающей возможность анализа воздействия на путевой приемник записанных в ходе испытаний сигналов тягового тока и допускающей создание сценариев проведения экспериментов, что позволяет упростить и автоматизировать задачу проведения экспериментальных исследований работоспособности эксплуатируемых рельсовых цепей тональной частоты в эксплуатационных условиях.
8. Проведена гармонизация отечественной и европейской методики обработки записей тягового тока для оценки работоспособности рельсовых цепей тональной частоты при воздействии тягового тока электроподвижного состава с асинхронным тяговым приводом.
9. Проведён анализ контрольного режима рельсовых цепей тональной частоты с учётом воздействия тягового тока электроподвижного состава с асинхронным тяговым приводом. Сделаны обобщения, необходимые при разработке мероприятий по обеспечению работоспособности рельсовых цепей в условиях воздействия гармоник тока электроподвижного состава с асинхронным тяговым приводом.
10. Проведено экспериментальное исследование работоспособности рельсовых цепей в эксплуатационных условиях при воздействии тока электропоезда "Сапсан" с асинхронным тяговым приводом. Результаты эксплуатационных испытаний подтвердили выводы о работоспособности рельсовых цепей при воздействии тока электропоезда "Сапсан", сделанные при экспериментальных исследованиях на физических моделях.
11. Разработан макетный образец устройства корреляционного дешифрирования числовых кодовых комбинаций АЛС. Его конструктивное исполнение позволяет проводить экспериментальные исследования в эксплуатационных условиях. Аппаратное и программное обеспечение разработанного макетного образца полностью совместимо с программным продуктом Matlab графической оболочкой Simulink и имеет большой запас вычислительных ресурсов применительно к рассматриваемой задаче.
12. Разработаны программно - аппаратные средства для сравнительных испытаний дешифраторов и моделирования искажений числовых кодовых комбинаций автоматической локомотивной сигнализации в лабораторных условиях. Функциональные возможности стенда обеспечивают одновременное проведение сравнительных испытаний различных систем дешифрирования числовых кодовых комбинаций АЛС. Разработанный программный продукт имеет возможность формировать в имитируемой рельсовой цепи как реальную помеховую обстановку при эксплуатации на электрифицированных участках железной дороги, так и моделировать условия движения по перегону или

станции с независимым управлением уровнем полезного сигнала и мешающих воздействий.

По разработанной программе и методике с помощью разработанных программно - аппаратных средств, проведены сравнительные испытания эксплуатируемых дешифраторов числовых кодовых комбинаций автоматической локомотивной сигнализации КЛУБ-У, ДКСВ1 и макетного образца устройства корреляционного дешифрирования. В соответствии с результатами проведенных испытаний макетный образец устройства корреляционного дешифрирования числовых кодовых комбинаций АЛС показал наилучший результат