Скоков Руслан Борисович. Снижение влияния тяговой сети постоянного тока на автоблокировку с тональными рельсовыми цепями : диссертация ... кандидата технических наук : 05.22.07.- Омск, 2004.- 178 с.: ил. РГБ ОД, 61 04-5/2411

омский ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

СКОКОВ Руслан Борисович

СНИЖЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

НА АВТОБЛОКИРОВКУ С ТОНАЛЬНЫМИ РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ

Специальность 05.22.07 - «Подвижной состав железных дорог,

тяга поездов и электрификация»

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Научный руководитель: доктор техн. наук, профессор Маслов Геннадий Петрович

Омск 2004

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4 ( 5

1. ВЛИЯНИЕ ТЯГОВОГО ТОКА НА АВТОБЛОКИРОВКУ

С РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ ТОНАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ 9

1.1. Электромагнитная совместимость тяговой сети со смежными

коммуникациями 9

1.2. Характеристика факторов, определяющих влияние тяговой сети на

работу автоблокировки 12

1.3. Исследования электромагнитного влияния тяговой сети постоянного

тока на смежные электротехнические коммуникации 18

1.4. Влияние гармоник тягового тока на работу аппаратуры

і

автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частрты 21

1.5. Выводы 26

2. ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЯГОВОГО ТОКА ПРИ

РАБОТЕ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ПОДСТАНЦИЙ НА ТЯГОВУЮ СЕТЬ 28

2.1. Сопротивление тяговой сети постоянного тока в спектре частот 28

2.2. Методика определения гармонического состава тока тяговой сети 32

2.3. Гармонический состав тягового тока при различных схемах питания

тяговой сети 40

2.3.1. Гармонический состав тягового тока при консольной схеме питания

тяговой сети 40

t

2.3.2. Гармонический состав тягового тока при двухстрронней схеме

питания тяговой сети однопутного участка 44

2.3.3. Гармонический состав тягового тока при двухсторонних схемах

питания тяговой сети двухпутного участка 48

2.4. Выводы 52

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОМЕХ, ВЫЗВАННЫХ ПРОТЕКАНИЕМ

ТЯГОВОГО ТОКА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ В РЕЛЬСОВОЙ ЦЕПИ 53

3.1. Сопротивление рельсовой цепи с учетом переходного сопротивления

«рельс-земля» 53

3.2. Распределение тягового тока вдоль рельсовой цепи 61

I

3.3. Определение максимального значения помехи, вцзванного

з

протеканием тягового тока 65

3.4. Выводы 70

4. ВЫБОР СХЕМ И ПАРАМЕТРОВ СГЛАЖИВАЮЩИХ ФИЛЬТРОВ НА УЧАСТКАХ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПРИ АВТОБЛОКИРОВКЕ

С ТОНАЛЬНЫМИ РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ 71

і

4.1. Сглаживающие фильтры тяговых подстанций постоянного тока 71

4.1.1. Оценка условий возникновения резонанса, вызванного применением

сглаживающих фильтров с апериодической параллельной частью 75

4.2. Определение параметров сглаживающих фильтров

для участков с тональными рельсовыми цепями 79

4.2.1. Определение параметров сглаживающих фильтров по условию снижения опасного влияния на автоблокировку с тональными

рельсовыми цепями 80

4.2.2. Определение параметров сглаживающих фильтров по условию защиты

линий связи от мешающего влияния 83

і

4.3. Выбор схем и параметров сглаживающих фильтррв

на участках с тональными рельсовыми цепями 86

4.5. Выводы 89

5. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОДНОЗВЕННОГО АПЕРИОДИЧЕСКОГО СГЛАЖИВАЮЩЕГО ФИЛЬТРА

С ЗАПИРАЮЩИМ КОНТУРОМ 600 ГЦ 90

5.1. Методика исследования 90

5.1.1. Методика лабораторных исследований 91

5.1.2. Методика исследований на действующем оборудовании тяговой

подстанции 94

і

5.2. Результаты экспериментальных исследований ....'. 97

5.2.1. Результаты экспериментальных исследований на лабораторной

установке 97

5.2.2 Результаты экспериментальных исследований на действующем оборудо¬вании тяговой подстанции 99

5.3. Экономический эффект от внедрения однозвенного апериодического сглаживающего фильтра с запирающим контуром 600 Гц на участках

при автоблокировке с тональными рельсовыми цепями 106

5.4. Выводы 109

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО

т

т БИБЛИОГРФИЧЕСКИЙ СПИСОК 114

ПРИЛОЖЕНИЕ А: ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТОКА ПРИ

КОНСОЛЬНОЙ СХЕМЕ ПИТАНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ 125

ПРИЛОЖЕНИЕ Б: ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТОКА ПРИ

ДВУХСТОРОННЕЙ СХЕМЫ ПИТАНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ 134

ПРИЛОЖЕНИЕ В: ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЯГОВОГО ТОКА ДЛЯ УЗЛОВОЙ СХЕМЫ ПИТАНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ

ДВУХПУТНОГО УЧАСТКА 140

Ч\* ПРИЛОЖЕНИЕ Г: ГАРМОНИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТЯГОВОГО ТОКА

ДЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ СХЕМЫ ПИТАНИЯ ТЯГОВОЙ СЕТИ

ДВУХПУТНОГО УЧАСТКА 155

ПРИЛОЖЕНИЕ Д: ПСОФОМЕТРИЧЕСКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

НА ВЫХОДЕ ОДНОЗВЕННЫХ СГЛАЖИВАЮЩИХ ФИЛЬТРОВ 167

ПРИЛОЖЕНИЕ Е: ПРОГРАММА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СГЛАЖИВАЮЩЕГО ФИЛЬТРА ДЛЯ УЧАСТКОВ ПОСТОЯНННОГО ТОКА ПРИ АВТОБЛОКИРОВКЕ С РЕЛЬСОВЫМИ ЦЕПЯМИ

ТОНАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ 171

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж: АКТ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ

ИССЛЕДОВАНИЙ НА ДЕЙСТВУЮЩЕМ ОБОРУДОВАНИИ

ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ 176

1. Выводы
2. Проведены экспериментальные исследования предлагаемого сглажи­вающего фильтра с запирающим контуром 600 Гц на лабораторной установке, в результате чего подтверждена его эффективность; так при индуктивности ре-

актора 5 мГн и

емкостей в параллельной части от 220 до 660 мкФ ко-

эффициент сглаживания на наиболее опасной двенадцатой гармонике находит­ся в интервале от 136 до 359, в то время как у апериодического не превы­шает 60.

1. Проведены экспериментальные исследования предлагаемого сглажи­вающего фильтра с запирающим контуром 600 Гц на действующем оборудова­нии тяговой подстанции, в результате чего также подтверждена его эффектив­ность, так как при двенадцатипульсовом выпрямителе на выходе фильтра на­пряжение двенадцатой гармоники не превышает величины 0,77 В, а

'ение не превышает 2,2 В.

1. Определена экономическая эффективность от внедрения предлагаемого сглаживающего фильтра на тяговой подстанции Омск, которая за расчетный период 5 лет составляет 358,9 тыс. р.

\*

1. Проведен анализ основных факторов, оказывающих влияние на тяго­вый ток, в результате чего установлено, что при оценке степени влияния тока на смежные устройства необходимо учитывать качество питающего выпрями­тель напряжения, специфику схемы питания и распределенный характер пара­метров тяговой сети, местоположение и величину тяговой нагрузки, а также

степень асимметрии рельсовой цепи.

} ,

1. Установлена возможность влияния тягового тока на автоблокировку с тональными рельсовыми цепями, вызывающего сигнализацию о ложной заня­тости блок-участка, и показана необходимость снижения напряжения помехи, вызванного протеканием тягового тока в рельсовой цепи, до 2,1 В.
2. Разработана методика расчета гармонического состава тока при работе выпрямителей тяговых подстанций на тяговую сеть, в которой учитывается влияние качества питающего напряжения, местоположения и величины тяговой нагрузки, схемы питания тяговой сети на величину гармоник тока, на основа­нии чего выполнен расчетіИ установлено, что двенадцатая гармоника тока явля­ется наиболее опасной, так как она может резонировать в тяговой сети, прини­мая значения до 268 А.
3. Уточнена методика и выполнен расчет максимально возможного на­пряжения помехи, в результате чего установлено, что оно существенно превы­шает требуемый уровень 2,1 В, достигая значения 113 В, вызывая необходи­мость снижения последнего до 2,3 В на выходе сглаживающего фильтра.
4. Предложены новые технические решения по сглаживающим фильтрам и реализован однозвенный апериодический сглаживающий фильтр с запираю­щим контуром 600 Гц, обеспечивающий более высокую степень подавления на

1 ,

частоте 600 Гц в отличие от других однозвенных фильтров.

1. Выполнены экспериментальные исследования эффективности сглажи­вающего фильтра с запирающим контуром 600 Гц, подтвердившие более высо-

кую степень подавления двенадцатой гармоники, которая на выходе фильтра не

превышает 0,77 В, при этом псофометрическое напряжение на выходе предла-

' I

гаемого фильтра и двенадцатипульсовом выпрямителе не выше 2,2 В; дискон­тированный доход при внедрении разработанного фильтра составляет 358,9 тыс. р. на одну тяговую подстанцию.

1. Выводы
2. Проведены экспериментальные исследования предлагаемого сглажи­вающего фильтра с запирающим контуром 600 Гц на лабораторной установке, в результате чего подтверждена его эффективность; так при индуктивности ре-

актора 5 мГн и

емкостей в параллельной части от 220 до 660 мкФ ко-

эффициент сглаживания на наиболее опасной двенадцатой гармонике находит­ся в интервале от 136 до 359, в то время как у апериодического не превы­шает 60.

1. Проведены экспериментальные исследования предлагаемого сглажи­вающего фильтра с запирающим контуром 600 Гц на действующем оборудова­нии тяговой подстанции, в результате чего также подтверждена его эффектив­ность, так как при двенадцатипульсовом выпрямителе на выходе фильтра на­пряжение двенадцатой гармоники не превышает величины 0,77 В, а

'ение не превышает 2,2 В.

1. Определена экономическая эффективность от внедрения предлагаемого сглаживающего фильтра на тяговой подстанции Омск, которая за расчетный период 5 лет составляет 358,9 тыс. р.

\*

1. Проведен анализ основных факторов, оказывающих влияние на тяго­вый ток, в результате чего установлено, что при оценке степени влияния тока на смежные устройства необходимо учитывать качество питающего выпрями­тель напряжения, специфику схемы питания и распределенный характер пара­метров тяговой сети, местоположение и величину тяговой нагрузки, а также

степень асимметрии рельсовой цепи.

} ,

1. Установлена возможность влияния тягового тока на автоблокировку с тональными рельсовыми цепями, вызывающего сигнализацию о ложной заня­тости блок-участка, и показана необходимость снижения напряжения помехи, вызванного протеканием тягового тока в рельсовой цепи, до 2,1 В.
2. Разработана методика расчета гармонического состава тока при работе выпрямителей тяговых подстанций на тяговую сеть, в которой учитывается влияние качества питающего напряжения, местоположения и величины тяговой нагрузки, схемы питания тяговой сети на величину гармоник тока, на основа­нии чего выполнен расчетіИ установлено, что двенадцатая гармоника тока явля­ется наиболее опасной, так как она может резонировать в тяговой сети, прини­мая значения до 268 А.
3. Уточнена методика и выполнен расчет максимально возможного на­пряжения помехи, в результате чего установлено, что оно существенно превы­шает требуемый уровень 2,1 В, достигая значения 113 В, вызывая необходи­мость снижения последнего до 2,3 В на выходе сглаживающего фильтра.
4. Предложены новые технические решения по сглаживающим фильтрам и реализован однозвенный апериодический сглаживающий фильтр с запираю­щим контуром 600 Гц, обеспечивающий более высокую степень подавления на

1 ,

частоте 600 Гц в отличие от других однозвенных фильтров.

1. Выполнены экспериментальные исследования эффективности сглажи­вающего фильтра с запирающим контуром 600 Гц, подтвердившие более высо-

кую степень подавления двенадцатой гармоники, которая на выходе фильтра не

превышает 0,77 В, при этом псофометрическое напряжение на выходе предла-

' I

гаемого фильтра и двенадцатипульсовом выпрямителе не выше 2,2 В; дискон­тированный доход при внедрении разработанного фильтра составляет 358,9 тыс. р. на одну тяговую подстанцию.