Карпов Игорь Васильевич. Металлокомпозиционные скользящие контакты токосъемных устройств городского электротранспорта : диссертация ... кандидата технических наук : 05.16.06.- Красноярск, 2002.- 147 с.: ил. РГБ ОД, 61 03-5/1286-2

КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СО РАН

На правах рукописи

КАРПОВ

Игорь Васильевич

МЕТАЛЛОКОМПОЗИЦИОННЫЕ СКОЛЬЗЯЩИЕ КОНТАКТЫ

ТОКОСЪЁМНЫХ УСТРОЙСТВ ГОРОДСКОГО

ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

05.16.06 - порошковая металлургия и композиционные материалы

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание учёной степени кандидата

технических наук

Научные руководители: д.т.н., проф. Крушенко Г.Г. к.т.н., проф. Редькин В.Е.

КРАСНОЯРСК 2002

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ „.5

1. АНАЛИЗ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУА¬ТАЦИИ СКОЛЬЗЯЩИХ КОНТАКТОВ ТОКОСЪЁМНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

1.1 Обзор скользящих контактов токосъёмных устройств 11

1.1.1 Условия работы и требования, предъявляемые к скользящим

контактам 11

1.1.2. Классификация скользящих контактов по типу конструкции

и материала 18

1.2. Токосъём в тяжёлых метеорологических условиях 25

1.3. Процессы фрикционного взаимодействия и токопрохождения

в скользящих контактах 26

1.3.1. Влияние токовой нагрузки на фрикционные характеристики 26

1.3.2. «Электрический» износ при искро - и дугообразовании 29

; К-. ч '

1.4. Спекание в присутствии жидкой металлической фазы 30

1.4.1. Процессы, протекающие при жидкофазном спекании 31

1.4.2. Спекающееся тело как капиллярная дисперсная система 34

1.4.3. Смачивание твёрдых тел жидкими металлами 36

1.5. Цель и задачи исследования. 40

2. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ СОЗДАНИЯ МЕТАЛЛОКОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СКОЛЬЗЯЩИХ КОНТАКТОВ

Введение 43

2.1. Теоретические аспекты выбора материала для скользящих

контактов 44

2.2. Исследование и обоснование материалов для скользящих

контактов, эксплуатируемых в экстремальных условиях .51

2.3. Исследование физико-химических и технологических

свойств курейского графита 60

з

2.4. Особенности формирования структуры металлокомпозиционного

материала на основе железа для скользящих контактов 67

2.5. Исследование химического состава поверхности контакта, подвергнув¬шегося воздействию электрической дуги 73

2.6. Разработка технологии изготовления скользящих контактов 74

2.7. Выводы 80

3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛОКОМПО-ЗИЦИОННЫХ СКОЛЬЗЯЩИХ КОНТАКТОВ

Введение 82

3.1. Исследование физико - механических свойств металлокомпози¬ционных скользящих контактов 82

3.2. Исследование эксплуатационных характеристик металлокомпози¬ционных скользящих контактов 85

3.2.1. Стенд для исследований эксплуатационных характеристик

пары «контактный провод - скользящий контакт» 85

3.2.2. Методика проведения стендовых исследований скользящих -

контактов 89

3.2.3. Результаты экспериментов и их обсуждение 95

3.3. Выводы 105

4. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛОКОМПО - ЗИЦИОННЫХ СКОЛЬЗЯЩИХ КОНТАКТОВ

Введение 107

4.1. Физико-химические свойства ультрадисперсного

алмазографитового порошка 108

4.2. Исследование и разработка метода ультразвуковой пропитки скользящих

контактов смазочным материалом с добавкой УДП-АГ 112

4.3. Стендовые исследование эксплуатационных характеристик

пропитанных скользящих контактов 120

4.4. Производственные испытания 124

4.5. Выводы 129

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 131

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ 133

ПРИЛОЖЕНИЕ 144

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В работе решена научно-техническая задача по разработке металлокомпозиционных скользящих контактов для токосъёмных устройств городского электротранспорта.

Общие выводы по результатам исследований вынесены в конце соответствующих глав. Ниже приведены основные выводы по работе:

1. На основании анализа закономерностей фрикционного взаимодействия и токопрохождения в скользящих контактах, а также особенностей их эксплуатации в экстремальных условиях, к материалу скользящих контактов сформулированы требования по электро - теплопроводности, механической прочности и износостойкости для предотвращения повреждения спецчастей и повышенного износа контактного провода, электроэрозионной стойкости, а также способности образовывать на поверхности трения переходные слои, снижающие износ контактной пары.
2. Предложен и обоснован состав металлокомпозиционного материала на основе железа, меди и свинца, с использованием в качестве твёрдой смазки высокодисперсного порошка Курейского графита.
3. Предложена технология изготовления скользящих контактов, включающая в себя: получение высокодисперсного порошка Курейского графита; поэтапное смешивание составляющих компонентов, в результате которого на первом этапе происходит «обволакивание» свинцом частиц меди, обеспечивающее однородность структуры материала; спекание вставок в защитной засыпке при пониженной температуре (850 °С) в разработанном стальном контейнере, конструкция которого позволяет непосредственно перед загрузкой в печь проводить удаление воздуха путём пропускания азота через засыпку.
4. Разработана методика и исследованы физико-механические и эксплуатационные характеристики разработанных скользящих контактов. Установлено, что скользящие контакты обеспечивают эксплуатацию

троллейбусов в экстремальных условиях при минимальном износе контактного провода.

1. Создан стенд, позволяющий проводить исследования эксплуатационных характеристик скользящих контактов в паре с контактным проводом при различных скоростях скольжения (от 0,2 до 35 м/с), величин тока (при постоянном токе от 0 до ЗООА, при импульсном от 0 до 3 кА) и нагрузок на контактную пару (от 1 до 30 кг), как в форсированном режиме, так и в условиях максимально приближённых к реальным.
2. Разработан способ ультразвуковой пропитки скользящих контактов смазывающим материалом с добавкой 3,5 % УДП-АГ, позволяющий повысить их эксплуатационные характеристики в 2-3 раза.
3. Разработана методика и проведены эксплуатационные испытания вставок при различных климатических условиях. Установлено, что разработанные скользящие контакты обеспечивают пробег троллейбуса в условиях инееобразования 400-450 км, в условиях выпадения осадков 2200­2300 км, в сухую погоду пробег составляет не менее 2500 км.

Годовой экономический эффект от внедрения разработанных металлокомпозиционных скользящих контактов составит 82500 рублей