

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ВЕСТНИК
ПОВОЛЖЬЯ**

№6 2012

Направления:

**ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ
ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

Казань

2012

А.Б. Белиц ИСКУССТВЕННЫЕ ИММУННЫЕ СЕТИ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО АЛГОРИТМА ОБУЧЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ВЗВЕШЕННЫХ В-КЛЕТОК	135
П.В. Борков, А.Д. Корнеев, П.В. Комаров, А.Б. Бондарев ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ	138
С.В. Бочкарев, Д.К. Елтышев МЕТОДИКА ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ РЕМОНТЕ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	142
А.П. Буйносов, А.М. Кислицын УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ДИАМЕТРОВ БАНДАЖЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	147
А.П. Буйносов, Я.А. Мишин ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ОПОРНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РОЛИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ ТЯГОВОГО ПРИВОДА ПАССАЖИРСКОГО ЭЛЕКТРОВОЗА	151
А.П. Буйносов, И.М. Пышный РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОПОРИСТОГО АНТИФРИКЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА КОЛЕСНЫХ ПАР ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ	155
А.П. Буйносов, К.А. Стаценко, Е.В. Бган, Е.А. Гузенкова РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СВОБОДНОСТЬЮ ПУТИ ПРИ РАБОТЕ МАШИНИСТА ЛОКОМОТИВА В «ОДНО ЛИЦО»	159
А.М. Бургонутдинов, О.Н. Бурмистрова, Б.С. Юшков К ВОПРОСУ ОБОСНОВАНИЯ СПОСОБА УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО РЕГИОНА	163
А.М. Бургонутдинов, О.Н. Бурмистрова, Б.С. Юшков РАЗРАБОТКА МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРИНЫ ОБРАЗОВАНИЯ МОРОЗОБОЙНОЙ ТРЕЩИНЫ НА ПОВЕРХНОСТИ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	167
П.А. Бурцев ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗРЯДНОСТИ АНАЛОГОВО-ЦИФРОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ФАЗНЫХ ДАТЧИКОВ ТОКА НА КОЭФФИЦИЕНТ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВРАЩЕНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В ЗАМКНУТЫХ ПО КОНТУРУ ТОКА СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ	173
П.А. Бурцев ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ СИНУСОИДАЛЬНОЙ И ПРОСТРАНСТВЕННО-ВЕКТОРНОЙ ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНЫХ МОДУЛЯЦИЙ	178
В.И. Воловач ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ОБНАРУЖЕНИЯ НА ФОНЕ ВНУТРИПРИЕМНОГО ГАУССОВСКОГО ШУМА	184
В.В. Воронин, П.М. Поморцев, А.А. Кузнецов, А.А. Мотыко МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВИДЕОСИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО ДВУМЕРНОГО МЕТОДА РАЗМНОЖЕНИЯ ОЦЕНОК	189
А.С. Выхребенец, В.К. Петров СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ СКОРЛУПЫ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ОРЕХА	193
А.С. Выхребенец, Г.И. Свердлик, А.Н. Фомин ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ УСЛОВИЙ НА РАБОТУ СИСТЕМ ПРОВЕТРИВАНИЯ ШАХТ	196
С.Н. Гольшиев, Д.В. Дикамов, С.Н. Ермаков, В.З. Минликаев, С.Н. Семёнов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУБЫ ГРУЗОНЕСУЩЕЙ ТГ 50/64-100 (НАСОСНО-КОМПРЕССОРНОЙ) ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБВОДНЁННЫХ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН БЕЗ ИХ ГЛУШЕНИЯ	199
А.А. Грабский ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ АНАЛИЗЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КАРЬЕРНОГО КОМБАЙНА СО ШНЕКОФРЕЗЕРНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ ТИПА MTS (ГЕРМАНИЯ)	204

05.22.07

А.П. Буйносов д.т.н., И.М. Пышный

Уральский государственный университет путей сообщения (УрГУПС),
кафедра «Электрическая тяга»,
Екатеринбург, buinosov@mail.ru, igorkz45@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОПОРИСТОГО АНТИФРИКЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА КОЛЕСНЫХ ПАР ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ

В статье представлены результаты лабораторных и экспериментальных исследований применения разработанного нового триботехнического состава «НАП» на повышение ресурса бандажей до обточки колесных пар электровозов промышленного железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: *промышленный транспорт, электровоз, колесная пара, бандаж, износ, триботехнический состав, обточка, ресурс.*

При прохождении промышленным электровозом ПЭЗ^М криволинейных участков пути наибольшему износу подвергаются гребни всех колесных пар [1]. Одним из эффективных принципиально новых методов снижения трения, разработанных в последнее время и реализуемых с помощью несложного оборудования [2], позволяющий не только остановить изнашивание, но и в некоторых случаях восстановить состояние изношенных поверхностей, является обработка трущихся поверхностей триботехническим составом (ТС) [3].

Успех применения ТС для повышения долговечности колесных пар в значительной мере зависит от условий работы электровозов, выбора оптимальной для этих условий работы марки бандажа и ряда других факторов [4, 5]. Применение триботехнического состава ТС НИОД (нанесение ионного покрытия на детали) на электропоездах и электровозах ЧС2 и ЧС7 ОАО «РЖД» позволило увеличить ресурс бандажей (колес) до обточки от 40 % до 2,41 раз [6], однако на грузовых и промышленных электровозах эффект был более низкий (от 1 до 16 %) или даже отрицательный [7].

На кафедре «Электрическая тяга» УрГУПС совместно с ООО «РПО-Центр» в ноябре 2012 г. завершены лабораторные и экспериментальные исследования по созданию нового ТС, получивший название «Нанопористое антифрикционное покрытие» (НАП) [8].

ТС НАП – это состав, содержащий тонкодисперсные смеси минералов, добавок и катализаторов с размером зерна менее 10 мкм, экологически безопасный [9]. Принцип действия ТС НАП заключается в формировании на поверхностях трения стеклокерамического покрытия, которое образуется послойно [10]. Каждый слой можно характеризовать циклом, состоящим из нескольких этапов. Ввиду особенностей процесса обработки каждый цикл полностью завершается за один полный оборот колесной пары [11]. Эффект уменьшения износа колесных пар электровозов связан с образованием на гребне бандажа пленочных «зеркал» скольжения, образованию которых способствует наличие в ТС НАП магнетита, который находится в тесном «родстве» с серпентинитом [12].

Наличие магнетита обуславливает «налипание» ТС НАП на металлическую поверхность бандажа, способствуя, таким образом, формированию антифрикционной пленки (зеркала) скольжения [13]. Благодаря образованию этой пленки происходит заметное снижение коэффициента трения и износа гребней бандажей колесных пар электровозов [14].

В ТС НАП на основе серпентинита присутствуют силоксановые (мостиковые) связи Si-O-Si, при разрыве которых, вследствие разрушения (измельчения) минерала, образуются некомпенсированные, оборванные связи Si-O, являющиеся активными акцепторами водорода в форме H₊. При их взаимодействии образуются скомпенсированные силанольные

группы Si-OH [15, 16]. Таким образом, тонко измельченный серпентин, обладающий большой удельной поверхностью и большим числом оборванных силановых связей, создает благоприятные условия для связывания находящегося в зоне трения активного водорода, что препятствует его взаимодействию с металлом и предотвращает водородный износ, приводящий к хрупкости металла [17].

Если считать оборванные связи поверхностными дефектами силиката, то адсорбция водорода с образованием силанольных групп Si-OH – это способ энергетической компенсации таких дефектов, своего рода «самозалечивание» поверхностей трения при помощи серпентинита в составе ТС НАП [18].

Таким образом, силикаты с оборванными Si-O-Si связями являются эффективными адсорбентами активного водорода и, следовательно, могут использоваться для решения проблемы водородного износа металлов в узле трения с экстремальными нагрузками (температура и давление), характерными для взаимодействия пары «колесо–рельс» [19].

С другой стороны, как показали исследования, в зоне трения пары «колесо–рельс» образуется температура до 600 °С, при которой ТС НАП переходит в форстерит: $\text{Mg}_6[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8 - 3\text{Mg}_2\text{SiO}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$. Этот процесс является эндотермическим, т.е. требует затрат энергии (336 кДж на 1 моль ТС НАП), которая «гасится» реакцией разложения находящегося в зоне трения серпентинита. При этом указанная температура разложения ТС НАП относится к нормальному атмосферному давлению и с ростом давления существенно снижается [20].

Для сравнения интенсивности изнашивания гребней бандажей колесных пар, обработанных и необработанных ТС НАП в 2011–2012 гг. на электровозах ПЭ2^М приписки ОАО «Ураласбест» эксплуатируемые в открытом карьере и имеющие выход на железнодорожные пути общего пользования был выполнен сравнительный анализ по разработанной в УрГУПС методике [21].

Промышленный электровоз ПЭ2^М состоит из одной четырехосной управляющей секции и трех четырехосных секций моторных думпкаров, содержит 16 колесных пар. Устройства для нанесения ТС НАП были установлены на все бандажи колесных пар, кроме секции управляющего локомотива.

После обработки полученного статистического материала используя разработанный в УрГУПС электронный прибор [22, 23] с программным обеспечением построены зависимости среднего значения и среднеквадратического отклонения износа гребней бандажей колесных пар промышленных электровозов ПЭ2^М от наработки для 2-х групп – до и после обработки ТС НАП (см. рисунок).

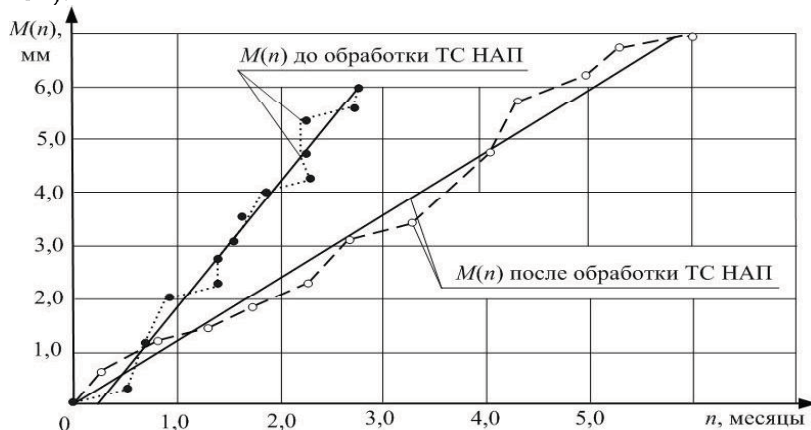


Рис. Зависимости среднего значения износа гребня бандажей колесных пар до и после обработки ТС НАП

95%-ный ресурс бандажей колесных пар промышленных электровозов ПЭ2^М до обработки колесных пар после обработки ТС НАП увеличился на 47,3 % (с 3,8 до 7,2 месяцев).

Список литературы

1. Буйносов А.П., Пышный И.М. Восстановление конфигурации профиля бандажей колесных пар промышленных электровозов с помощью наплавки // Мир транспорта и технологических машин. 2012. № 2. С. 59-68.
2. Буйносов А.П., Пышный И.М. Разработан бортовой локомотивный гребнесмазыватель «твердого» типа // Научно-технический вестник Поволжья. 2011. № 3. С. 92-96.
3. Буйносов А.П., Тихонов В.А. Наноматериал увеличит срок службы бандажей колесных пар // Научное обозрение. 2011. № 5. С. 266-274.
4. Буйносов А.П., Пышный И.М. Увеличение срока службы бандажей колесных пар промышленных тепловозов // Омский научный вестник. Серия Приборы, машины и технологии. 2011. № 3(103). С.152-156.
5. Буйносов А.П., Худояров Д.Л., Пышный И.М. Выбор профиля поверхности катания бандажей колесных пар промышленных тепловозов // Транспорт Урала. 2011. № 1(28). С. 64-69.
6. Буйносов А.П., Пышный И.М., Тихонов В.А. Ремонт локомотивов без прекращения их эксплуатации // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2012. Т. 60. № 1. С. 85-91.
7. Наговицын В.С., Буйносов А.П., Трофимов М.Н., Цихалевский И.С. Обработка бандажей колесных пар локомотивов составом НИОД // Вестник Российской Академии транспорта. Уральское межрегиональное отделение. 1998. С. 136-138.
8. Буйносов А.П. Применение триботехнического состава для повышения ресурса бандажей до обточки колесных пар электроподвижного состава // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 4. С. 49-53.
9. Буйносов А.П., Пышный И.М. Результаты применения системы гребнесмазывания АГС-8 на промышленном железнодорожном транспорте // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 4. С. 64-68.
10. Буйносов А.П., Пышный И.М. Увеличение ресурса бандажей колесных пар промышленных электровозов с помощью наплавки // Известия Транссиба. 2012. № 2. С. 7-16.
11. Балдин В.Л., Буйносов А.П., Тихонов В.А. Повышение долговечности колесных пар за счет упрочнения гребней бандажей локомотивов // Вестник транспорта Поволжья. 2011. № 5(29). С. 57-60.
12. Буйносов А.П. Выбор оптимального остаточного проката бандажей колесных пар электровозов ВЛ11 // Транспорт Урала. 2010. № 2. С. 45-47.
13. Буйносов А.П. Влияние твердости колеса и рельса на их износ / Локомотив. 1995. №3. С. 31-32.
14. Буйносов А.П., Пышный И.М. Определение допустимой разности диаметров бандажей с учетом затрат на ремонт колесных пар электровозов // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 2. С. 122-126.
15. Буйносов А.П., Козаков Д.Ю. Анализ процессов эксплуатационного износа гребней бандажей колесных пар электровозов // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 3. С. 79-84.
16. Буйносов А.П. Взаимодействие колеса и рельса // Путь и путевое хозяйство. 1999. № 5. С. 22-25.
17. Буйносов А.П., Мишин Я.А. Повышение надежности тяговых редукторов электровозов // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 3. С. 85-89.
18. Буйносов А.П., Наговицын В.С. Новый смазывающий состав повышает надежность // Локомотив. 1998. № 7. С. 36-38.
19. Горский А.В., Буйносов А.П., Волков М.А. Использование ресурса бандажей электровозов // Локомотив. 1991. № 1. С. 34-35.
20. Буйносов А.П., Кузьмин К.А. Обработка бандажей составом НИОД // Локомотив. 1996. № 3. С. 25-26.

21. Буйносов А.П., Пышный И.М., Тихонов В.А. Методика определения ресурса бандажей колесных пар локомотивов // Транспорт Урала. 2012. № 3. С. 98-102.
22. Буйносов А.П., Кислицын А.М. Измерительная система для контроля параметров бандажей колесных пар локомотивов // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 3. С. 73-78.
23. Буйносов А.П., Кислицын А.М. Измерение и вычисление параметров колесной пары при движении локомотива // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 4. С. 54-58.