

## Способы снижения износа колесных пар подвижного состава

Дмитрий Владимирович ГЛАЗУНОВ\*

Ростовский государственный университет путей сообщения, Россия, Ростов-на-Дону

**Актуальность** применения способов снижения износа колесных пар подвижного состава на предприятиях железнодорожного транспорта объясняется интенсивным износом рельсов и колесных пар подвижного состава на горных перевальных участках с затяжными подъемами и спусками и на равнинных железных дорогах. Рассмотрены основные неисправности колесных пар. Основные неисправности бандажей колесных пар вызваны параметрическими отказами, ошибками при ведении поезда, нарушениями технологии изготовления бандажей и формирования колесных пар. Для определения основных неисправностей используют ручные и автоматизированные методы диагностики.

**Результаты.** В работе рассмотрены основные современные способы снижения интенсивности изнашивания колес подвижного состава. Приведены примеры технологии плазменного упрочнения на примере колесных пар грузового электровоза серии 2ЭС4К Дончак. Рассмотрен принцип действия колесно-токарного станка по обточке колесных пар высокоскоростного электропоезда «Сапсан» в условиях Моторвагонного депо г. Санкт-Петербурга (ГЧ-10 «Металлострой»). В ФГБОУ ВО РГУПС разработан производственный процесс создания триботехнических материалов, позволяющий оптимизировать процесс лубрикации путем нанесения минимального количества триботехнических материалов, уменьшая при этом износ гребней колес подвижного состава.

**Применение результатов.** Оборудование лабораторного комплекса широко используется в научно-исследовательском процессе для аспирантов специальности «Трение и износ в машинах» и в учебном процессе для студентов специальности «Наземные транспортно-технологические средства». Оборудование эксплуатационного комплекса успешно прошло апробацию на участке Северо-Кавказской железной дороги Батайск–Лихая–Батайск на грузовых электровозах серии ВЛ в 2016 г. Результаты апробации эксплуатационного комплекса подтверждены актом промышленных испытаний.

**Выводы.** Рассмотрена проблема интенсивного износа рельсов и колесных пар подвижного состава, приведены основные неисправности бандажей колесных пар, описаны ручной и автоматизированный способы измерения интенсивности изнашивания колесных пар. Проведен обзор и выявлены недостатки современных способов снижения износа гребней колесных пар современного подвижного состава, используемых на предприятиях ОАО «РЖД». В ФГБОУ ВО РГУПС разработан производственный комплекс создания триботехнических материалов, позволяющий оптимизировать процесс лубрикации колес подвижного состава.

**Ключевые слова:** износ, колесная пара, поверхностное упрочнение, триботехнические материалы, оптимизация профиля, шаблон, толщина гребня, подвижной состав, опытная установка, система видеомониторинга, гребнесмазыватель, железная дорога, горный участок.

**В**ведение  
Увеличение объемов перевозок на железнодорожном транспорте в последние десятилетия усложнило условия эксплуатации пути и подвижного состава, привело к более быстрому износу рельсов и колесных пар. Если раньше интенсивный износ рельсов и колесных пар наблюдался на горных перевальных участках с затяжными подъемами и спусками, то в последние годы он стал распространенным и на равнинных железных дорогах.

На интенсивность износа рельсов и колес подвижного состава влияют многие факторы: несовершенство рессорного подвешивания; разность диаметров поверхностей катания бандажей одной колесной пары; асимметрия колесных пар при расположении их в раме тележки; статическая развеска колесных пар и повышение массы поезда. По мнению многих специалистов, главенствующую роль в процессе увеличения износа бандажей сыграло завершение перевода эксплуатационного вагонного парка на подшипники качения и изменение ширины колеи с 1524 на 1520 мм. В первом случае гребни бандажей колесных пар и рельсов стали работать в режиме сухого трения из-за прекращения вступления в зону контакта жидкой смазки из подшипников скольжения. Во втором случае колесные пары при снижении расстояния между рельсами переходят на гребневые контакты одновременного для левого и правого колес. Это приводит к повышенному износу не только тяговой части бандажа, но и гребней колес подвижного состава [1].

### Обзор способов снижения износа колесных пар подвижного состава

Основные неисправности бандажей колесных пар: параметрические отказы (предельный прокат, износ гребня по толщине; нарушение технологии ремонта подвижного состава, ошибки при ведении поезда (образование ползунов, сдвиг бандажа относительно колесного центра, наравномерный износ поверхности катания); нарушение технологии изготовления бандажей и формирование колесных пар (образование раковин, трещин, ослабление посадки бандажа).

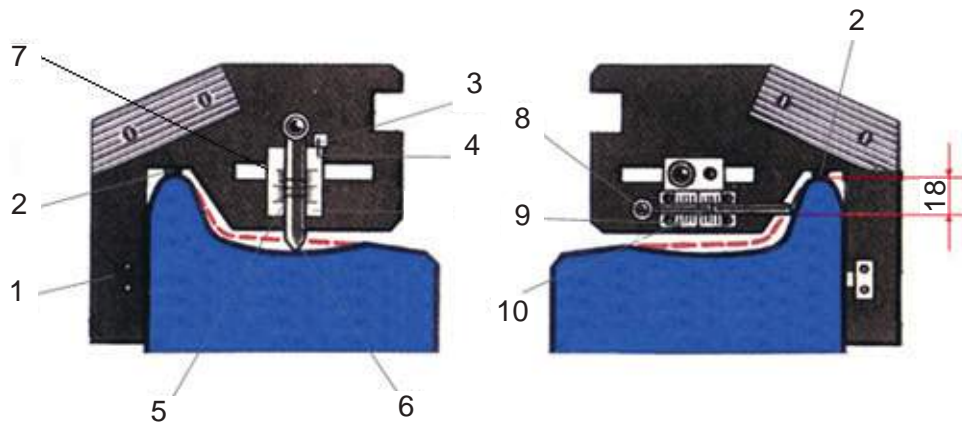
Для измерения интенсивности изнашивания проката и гребня колесных пар используют ручной и автоматизированный способы. Для ручного способа измерения используют абсолютный шаблон (рис. 1, а, б).

Абсолютным шаблоном измеряют прокат, ползун, навар и толщину гребня. Прокат определяют по кругу катания, расположенному на расстоянии 70 мм от внутренней грани колеса. При измерении глубины проката риски 3 и 4 должны совпадать. Опустив опорную скобу 2 на вершину гребня, надо прижать вертикальную грань шаблона и лапку к внутренней грани обода колеса. Определяют прокат по делению шкалы на движке 5 против риски 7 на ножке 6. Ползун и навар находят по разности показаний в месте дефекта и в неизношенном месте. Если дефект смещен относительно круга катания колеса, то перед измерением регулируют движок 5.

Для определения толщины гребня (рис. 1, а) движок 8, установленный на расстоянии 18 мм от вершины гребня, на которую опирается опорная скоба 2, надо переместить до касания с поверхностью гребня. По шкале на направляющей 9, установившейся против риски 10, находят толщину гребня. Размер толщины гребня должен составлять 25–33 мм. Срок ревизии – 2 месяца. Для автоматизации процесса диагностики и измерения основных параметров колесных пар подвижного состава в движении используют диагностический комплекс ARGUS компании Hegensheidt-MFD. Данный

\* [glazunovdm@yandex.ru](mailto:glazunovdm@yandex.ru)

<https://orcid.org/0000-0002-6044-8515>



**Рисунок 1. Схема абсолютного шаблона для измерения колеса. а – проката; б – толщины гребня.**  
**Figure 1. An absolute model for measuring a wheel. а – wear; б – flange thickness.**

комплекс позволяет осуществлять мониторинг состояния колесных пар после сборки с применением программных средств, исключая человеческий фактор [2].

В настоящее время удалось снизить интенсивность изнашивания до уровня, при котором пробег подвижного состава между заменами бандажей составляет 500–700 тыс. км. В 85 % случаев износ гребня бандажа имеет интенсивность большую, чем износ поверхности катания [1]. Для увеличения ресурса бандажей колесных пар подвижного состава используют поверхностное упрочнение, оптимизацию профиля обточки и триботехнические материалы. Рассмотрим подробнее каждый способ снижения износа гребней колесных пар подвижного состава.

#### Упрочнение колесных пар подвижного состава

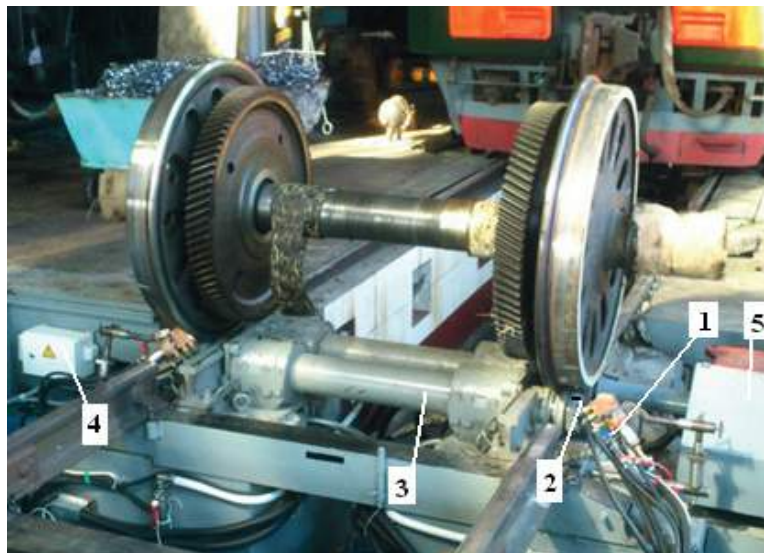
Упрочнение гребней колесных пар подвижного состава производится с учетом ТУ 0943–218–01124323–2006 «Бандажные колеса с термическим упрочнением гребня». Для этого разработаны и используются три основные технологии: лазерная, плазменная и электроконтактная. Применение первых двух фактически сводится к закалке металла, так как осуществляется сначала его нагрев на поверхности постоянно действующим источником тепла (струей плазмы или лазерным лучом), а затем последующее быстрое охлаждение путем отвода тепла в глубь металла. Что касается лазерной технологии, то на сети железных дорог действует лишь единственный участок лазерной обработки на Горьковской дороге на базе комплекса «Комета-2». Лазерное упрочнение основано на прохождении светового потока, который поглощается свободными электронами в приповерхностном слое (толщиной 0,1–1 мкм), что приводит к повышению их энергии и интенсификации столкновений между собой. Применение лазерного комплекса требует высокой квалификации обслуживающего персонала, дополнительных затрат, связанных с формированием поглощающих покрытий на поверхности упрочняемой детали (снижение отражающей ее способности увеличивает КПД лазера), особых климатических и санитарных условий в производственных помещениях. Наиболее распространенной является плазменная технология (на предприятиях ОАО «РЖД» внедрено около 90 установок), рис. 2.

При включении установки 4 в работу в плазмотроне 2 последовательно возбуждаются дежурная и рабочая (основная) дуга. При взаимодействии последней с переменным магнитным полем электромагнитного сканатора 5 происходит синхронное перемещение (сканирование) с заданной амплитудой электродной привязки дуги по обрабатываемой поверхности, вследствие чего наблюдается скоростной нагрев поверхностного слоя до температур фазовых превращений. Затем по мере вращения колесной пары универсальным вращателем 3 и удаления нагретых участков от зоны сканирования происходит их интенсивное охлаждение за счет кондуктивного отвода тепла в нижележащие, более холодные слои металла, т. е. происходит процесс самозакалки. Суппорт 1 служит для придания заданного пространственного положения плазмотрону 2 относительно обрабатываемой поверхности гребня колеса. В результате на обрабатываемой поверхности колесной пары за один ее оборот образуется упрочненный слой с определенными геометрическими и физико-механическими характеристиками. Данный слой представляет собой многокомпонентную химически активную и высокотемпературную струю продуктов сгорания углеводородного газа (метана, пропан-бутана). При этом качество упрочненных слоев зависит от расходных материалов, температуры в цехе, технического состояния установок и стабильности режимов [3, 4].

Улучшение характера движения экипажа возможно либо за счет использования поверхностного упрочнения колес, либо посредством разработки нового профиля колеса.

#### Обточка бандажей колесных пар подвижного состава

В эксплуатируемом подвижном составе изменение его жесткостных или демфирующих параметров требует значительных затрат средств и времени в отличие от переточки колес колесных пар на новый профиль, поскольку обточка колес является обычной технологической операцией при эксплуатации всех видов подвижного состава. В 2009 г. на бандажах колесных пар электропоездов «Сапсан» выявлена пластическая деформация поверхностного слоя, развитие в нем микротрещин и, как следствие, многочисленных выщерблин, что привело к катастрофическому износу колесных пар. Это вызвано узкой зоной контактирования поверхностей катания колес, что является результатом взаимодействия профилей колес и рельсов [5]. Создание нового профиля колесных пар электропоезда «Сапсан» при помощи обточки способствовало снижению износа колесных пар до допустимых среднестатистических значений. К тому же на практике часто возникает необходимость выполнить обточку в промежутках между ремонтами, т. е. обточить колесные пары без



**Рисунок 2. Установка плазменного упрочнения.** 1 – суппорт; 2 – плазматрон; 3 – универсальный вращатель; 4 – источник питания; 5 – блок поджига (на примере упрочнения гребней колес грузового электровоза серии 2ЭС4К Дончак).

**Figure 2. Plasma-based hardening installation.** 1 – cutter block; 2 – plasmatron; 3 – versatile rotator; 4 – power supply; 5 – ignition block (as exemplified by hardening the flanges of wheels of an electric freight locomotive of the 2ES4K Donchak series).

выкатки из-под подвижного состава, что сложнее сделать при поверхностном упрочнении. Такую обточку выполняют на специальных станках (рис. 3, а).

В Моторвагонном депо Санкт-Петербурга (ТЧ-10 «Металлострой») для обточки бандажей без выкатки колесных пар используют станок КЖ-20М Краматорского станкостроительного производственного объединения. Диагностический комплекс станка определяет отклонения в геометрии колеса, позиционируя на станке и рассчитывая слой металла, который необходимо снять. На обод колеса крепится магнитик со светоотражающей пленкой. С ее помощью оптический датчик определяет диаметр колеса. Колесную пару 1 вращают опорно-приводные ролики 2, а резание производят профильные фрезы 3, имеющие собственный привод (рис. 3, б). На спиральных гранях такой фрезы в шахматном порядке расположены цилиндрические твердосплавные резцы, образующие профиль бандажа. Прижимное устройство дает также возможность обрабатывать бандажи одиночных колесных пар, выкатенных из-под локомотива [6].

Основным недостатком данного способа является то, что при повышенном износе гребней бандажей для восстановления номинальных геометрических параметров профиля катания приходится стачивать с поверхности бандажа большую часть его рабочего слоя, образуя при этом технологический износ. В настоящий момент величина технологического износа бандажей для грузовых локомотивов достигает 60 ч (80 %) от общего износа, что приводит к преждевременному снижению пробега до смены.

#### Лубрикация колес подвижного состава

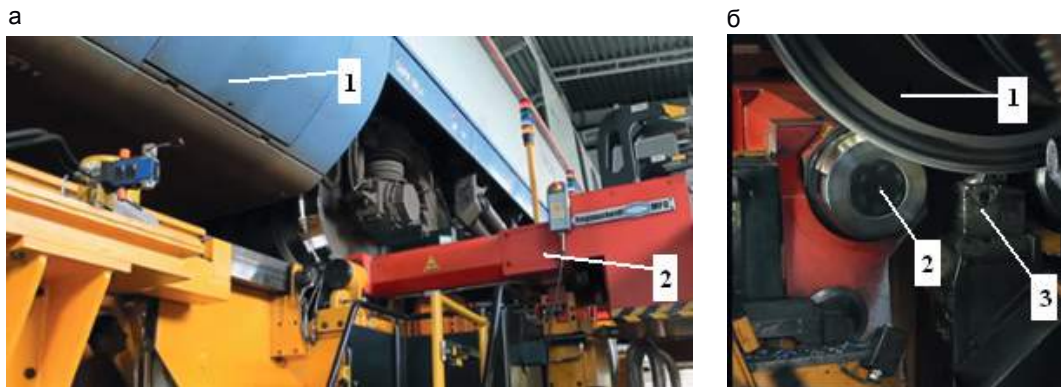
Использование смазочного материала позволяет изменить свойства третьего тела при трении, что ведет к снижению значения коэффициента трения и уменьшению износа. Лубрикация гребней колесных пар и боковой поверхности рельсов для снижения интенсивности изнашивания активно применяется на российских железных дорогах с середины XX в. Различают обработку боковой поверхности с помощью передвижных рельсосмазывателей и нанесение смазки на гребни колесных пар с помощью передвижных и бортовых систем лубрикации. В настоящее время в контакте колесо–рельс широко применяют различные смазочные материалы. По своему агрегатному состоянию они делятся на жидкие (масла), пластичные и твердые. Жидкие смазочные материалы требуют повышенной герметизации систем подачи смазки для предотвращения их вытекания и загрязнения тяговой поверхности колеса и верхнего строения пути. Перспективными смазочными материалами являются твердые и пластичные, лишенные приведенных выше недостатков [7].

Определенного успеха в разработке и внедрении твердых и пластичных смазочных материалов и триботехнических средств для снижения износа гребней колес и рельсов добились российские и зарубежные ученые [8–13], а также ученые РГУПС [14–16].

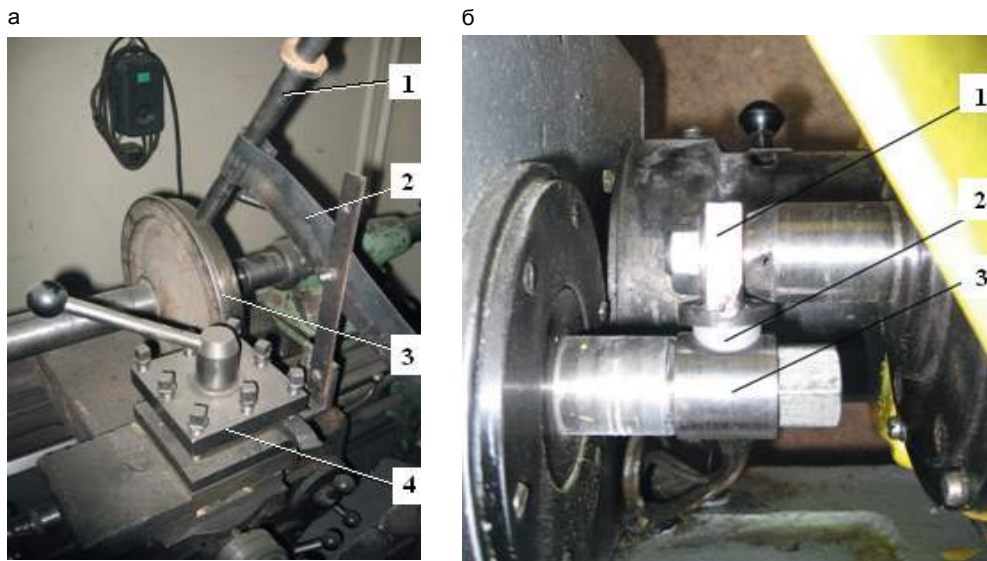
#### Разработка производственного процесса создания триботехнических материалов

Для углубленного изучения процесса истирания, а также разработки новых триботехнических материалов, удовлетворяющих современным условиям эксплуатации подвижного состава, в РГУПС разработан производственный комплекс создания триботехнических материалов. Объектами исследования являются модификаторы трения РАПС, применяемые в рельсовом транспорте для смазывания гребней колес подвижного состава. Производственный процесс включает два технологических этапа: разработка и апробация триботехнических материалов. Для разработки триботехнических материалов используют лабораторный комплекс (рис. 4), включающий опытную лабораторную установку (рис. 4, а) и принципиально новую стендовую аналогию, имитирующую процесс истирания твердых триботехнических материалов (рис. 4, б).

Внедрение лабораторного комплекса обеспечивает минимальные затраты времени, удобство выполнения измерений, возможность изменения различных параметров, не требующих занятия перегона измерительным подвижным со-



**Рисунок 3. Колесно-токарный станок по обточке колес (на примере колесных пар высокоскоростного электропоезда «Сапсан»).** а – установка электропоезда на станке: 1 – электропоезд; 2 – станок; б – принцип действия станка: 1 – колесо; 2 – ролик; 3 – резец.  
**Figure 3. Wheel-lathe machine for turning wheels (for example, wheelset of high-speed train “Sapsan”).** а – installation of electric trains on the machine: 1 – electric train; 2 – machine; б – mode of operation of the machine: 1 – wheel; 2 – roller; 3 – disc.

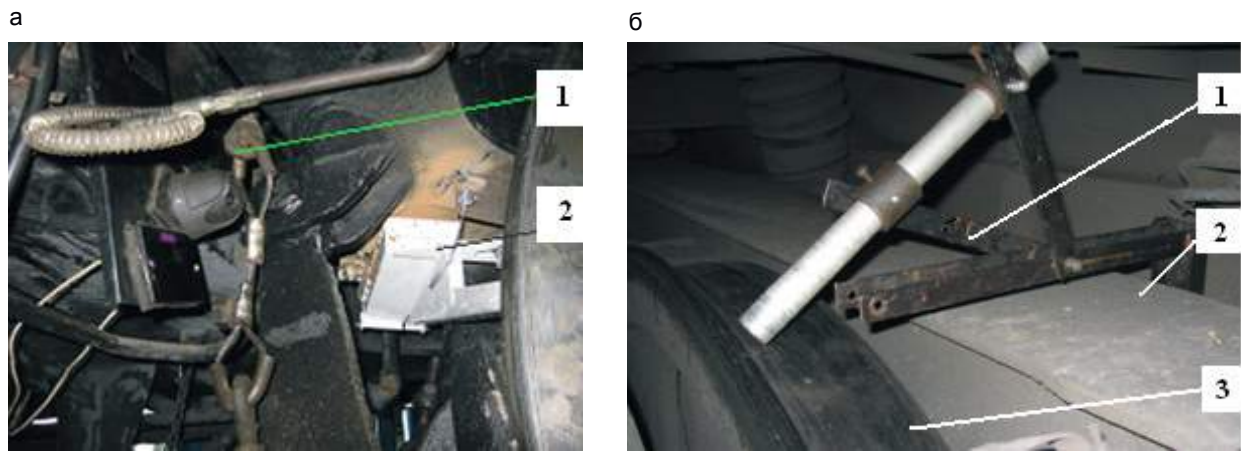


**Рисунок 4. Лабораторный комплекс.** а – опытная лабораторная установка: 1 – трубка; 2 – основание; 3 – модель колеса; 4 – суппорт; б – стендовая аналогия, имитирующая процесс истирания твердых триботехнических материалов: 1 – держатель оболочки; 2 – оболочка смазочного элемента; 3 – ролик, имитирующий гребень колеса.  
**Figure 4. Laboratory facility.** а – laboratory machine: 1 – tube; 2 – base; 3 – wheel model; 4 – cutter block; б – bench model imitating the process of abrasion of solid tribotechnical materials: 1 – covering holder; 2 – lubricant element covering ; 3 – roller imitating the flange of the wheel.

ставом. Затрачиваемые средства при этом значительно ниже, чем при полевых испытаниях. Опытная установка (рис. 4, а), состоит из трубки 1, в которую помещают триботехнический материал в форме стержня, и основания 2. Установка монтируется на суппорте 4 токарно-винторезного станка 1М61М и имитирует процесс истирания разрабатываемого материала о модель колеса 3 подвижного состава. В процессе испытаний можно задавать угол подачи разрабатываемого материала, нагрузку, скорость вращения модели колеса 3, определяя возможный ресурс. Образующий слой в процессе взаимодействия материала с моделью колеса удаляется с модели колеса при помощи щетки, имитирующей рельс. Аналогия, имитирующая процесс истирания оболочек триботехнических материалов о гребень колеса подвижного состава, успешно моделируется в лабораторных условиях на машинах трения типа «Амслер» (рис. 4, б). На верхний вал машины трения типа «Амслер» закрепляется держатель с оболочкой смазочного элемента, а на нижний – ролик, аналогичный длине и материалу гребня колеса. Комплекс измерительной аппаратуры позволяет регистрировать: изменение момента трения; изменение температуры в контакте; скорость вращения ролика; линейный износ оболочки в процессе испытаний; незначительную нагрузку (до 15 Н) на оболочку смазочного элемента. Благодаря данной аналогии представляется возможным определить влияние нагрузки, скорости, температуры, а также материала и толщины оболочки на процесс истирания и расход оболочечных триботехнических материалов. Это позволит оптимизировать процесс гребнерельсосомазывания путем нанесения минимального количества триботехнических материалов, уменьшая при этом износ гребней колес подвижного состава [17].

Для апробации триботехнических материалов используют эксплуатационный комплекс (рис. 5), включающий систему видеомониторинга (рис. 5, а) и опытный гребнесмазыватель (рис. 5, б).

Система видеомониторинга позволяет исследовать состояние гребней колес при наличии смазочного материала и без него в течение всего периода эксплуатации. На борту тяговой единицы подвижного состава устанавливают реги-



**Рисунок 5. Эксплуатационный комплекс.** а – процесс видеомониторинга: 1 – система видеомониторинга; 2 – конструкция ГРС 20.07; б – опытный гребнесмазыватель.

**Figure 5. Production side.** a – video monitoring process: 1 – video monitoring system; 2 – GRS 20.07 system; b – wheel flange lubricator.

стрирующий блок системы видеонаблюдения, включающий многоканальный блок видеозаписи, видеомонитор и систему электропитания бортовой телеаппаратуры. Программная поддержка регистрирующего блока позволяет быстро выбрать интересующий видеофрагмент (время выбора не более 20 мс) и детально его просмотреть в разных режимах. Оперативный просмотр видеозаписи может выполняться на борту подвижной единицы с использованием режимов «Стоп-кадр», «Вперед», «Назад», «Увеличение», «Ускорение просмотра». Идентификационный блок системы видеомониторинга 1 (рис. 5, а) включает корпус, камеру видеонаблюдения, световую плату и антивандалный кожух. Камера видеонаблюдения предназначена для видеомониторинга состояния бандажей крайних осей тяговой единицы и защищена антивандалным кожухом от инородных объектов (камней, мусора). Система видеомониторинга мобильна, так как время ее монтажа укладывается во время технического осмотра. Для установки оборудования достаточно обойтись штатным оборудованием и креплениями тяговой единицы [18].

Конструкция (рис. 5, б) опытного гребнесмазывателя 1 закреплена на буксе колеса 3 и расположена между рамой тележки 2 и корпусом подвижного состава. Опытный гребнесмазыватель позволяет варьировать угол подачи разработанного материала под собственным весом на гребень колеса. Данная установка предназначена для проведения эксплуатационных исследований и оптимизации процесса ротапринтного нанесения триботехнических материалов на гребень колеса подвижного состава с учетом различных вариантов смазывания. Разработка научно обоснованных положений на базе созданной опытной установки позволит оптимизировать технологический процесс гребнерельсосмазывания [19].

#### Результаты применения лабораторного и эксплуатационного комплексов

Оборудование лабораторного комплекса широко используется для проведения научно-исследовательских работ, а также лабораторных и практических работ для студентов по дисциплинам специальности «Наземные транспортно-технологические средства».

Система видеомониторинга и конструкция опытного гребнесмазывателя успешно прошли апробацию на участке Северо-Кавказской железной дороги Батайск–Лихая–Батайск на грузовых электровозах серии ВЛ в 2016 г. Результаты апробации эксплуатационного комплекса подтверждены актом промышленных испытаний.

#### Заключение

На основании обзора существующих современных способов снижения интенсивности изнашивания колес подвижного состава определено, что в настоящее время не существует универсального способа. Каждый способ эффективен при определенных условиях ремонта, обслуживания и эксплуатации. Однако использование нескольких способов на предприятиях ОАО «РЖД» при грамотном подходе может дать необходимый экономический и триботехнический эффект.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Буйносов А. П. Методы повышения ресурса бандажей колесных пар тягового подвижного состава: дис. ... д-ра техн. наук. Екатеринбург: УрГУПС, 2011. 456 с.
2. Шибко Р. В., Захаров Е. А. Система контроля колесных пар железнодорожных вагонов // Молодой ученый. 2014. № 18. С. 314–317. URL: <https://moluch.ru/archive/77/13293>
3. Балановский А. Е. Основные вопросы теории плазменного поверхностного упрочнения металлов (Обзор. Часть 1) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2015. № 12 (132). С. 18–30.
4. Балановский А. Е. Основные вопросы теории плазменного поверхностного упрочнения металлов (Обзор. Часть 2) // Упрочняющие технологии и покрытия. 2016. № 1. С. 25–34.
5. Максимов И. Н. Разработка профиля колес для скоростных поездов и прогнозирование его эволюции в процессе взаимодействия подвижного состава и пути: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: ВНИИЖТ, 2014. 29 с.
6. Богданов А. Ф., Будюкин А. М., Иванов И. А., Жуков Д. А., Урушев С. В. Улучшение свойств металла обода колесных пар тягового подвижного состава // Бюллетень результатов научных исследований. 2014. № 1 (10). С. 22–30.
7. Богданов В. М. Обеспечение устойчивой работы системы колесо–рельс на отечественных и зарубежных железных дорогах // Вестник ВНИИЖТ. 2010. № 2. С. 10–14.
8. Марков Д. П. Трибология и ее применение на железнодорожном транспорте // Труды ВНИИЖТ. М.: Интекст, 2007. 408 с.
9. Герасимова А. А., Керопян А. М., Гиря А. М. Исследование системы колесо–рельс карьерных локомотивов в режиме тяги // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2018. № 1. С. 39–42. <https://doi.org/10.3103/S1052618818010065>

10. Елагина О. Ю., Гусев В. М., Буклаков А. Г., Гантимиров Б. М. Исследование износостойкости покрытий из плакированных порошков в условиях трения скольжения с граничной смазкой // Трение и износ. 2015. № 3 (36). С. 287–291. <https://doi.org/10.3103/S1068366615030046>
11. Ермаков С. Ф., Рыбаков А. А., Богданов А. Л., Константинов В. Г., Данишевский В. Н. Триботехнические характеристики композиционных пластичных смазочных материалов на основе дистиллятов вакуумных нефтяных и этаноламинов // Трение и износ. 2015. № 5. С. 561–568. <https://doi.org/10.3103/S1068366615050049>
12. Dumpala R., Chandran M., Rao M. S. R. Engineered CVD Diamond Coatings for Machining and Tribological Applications // JOM. 2015. Vol. 67, № 7. P. 1565–1577. <https://doi.org/10.1007/s11837-015-1428-2>
13. Иващенко Е. П., Марченко А. Ю., Юдкин Б. Ю., Марченко М. Ю., Салтанов С. Н., Баринев И. М., Викулов Е. А. Оценка влияния температуры окружающей среды на ресурс деталей и узлов горных машин // Изв. УГГУ. 2015. № 3 (39). С. 39–41.
14. Евдокимов Ю. А., Браун Э. Д., Корнев В. И. Проблема триботехники на железнодорожном транспорте: методы решения // Вестник РГУПС. 2000. № 3. С. 19–21.
15. Kokhanovskii V. A., Glazunov D. V. Selection of lubricant composition for open contact systems in rolling stock // Russian Engineering Research. 2016. Vol. 36. № 6. P. 449–451. <http://dx.doi.org/10.3103/S1068798X16060113>
16. Шаповалов В. В. Проблемы транспортной триботехники: физико-математическое моделирование мобильных фрикционных систем // Трение и смазка в машинах и механизмах. 2009. № 10. С. 3–11.
17. Кохановский В. А., Глазунов Д. В. Управление эксплуатационными показателями смазочного материала // Вестник машиностроения. 2017. № 6. С. 54–58.
18. Kokhanovskii V. A., Maiba I. A., Glazunov D. V., Bol'shikh I. V. Lubricator casings for locomotive wheel rims // Russian Engineering Research. 2016. Vol. 36. № 5. P. 364–365. <https://doi.org/10.3103/S1068798X16050099>
19. Kokhanovskii V. A., Glazunov D. V. Control of lubricant performance // Russian Engineering Research. 2017. Vol. 37. № 9. P. 768–773. <https://doi.org/10.3103/S1068798X17090131>

*Статья поступила в редакцию 31 января 2019 г.*

# Ways to reduce wear of wheelsets of carriage rolling stock

Dmitriy Vladimirovich GLAZUNOV\*

Rostov State University of Railway Engineering, Rostov-on-don, Russia

**The relevance** of the application of methods for reducing wear of wheelsets of rolling stock at railway transport enterprises is explained by the intense wear of rails and wheelsets of rolling stock on highlands with excessive gradient and on flat gradient railway. The main malfunctions of wheelsets are considered. The main malfunctions of wheelsets tyre are caused by failures as related to products parameters, errors in train operation, procedural violations when making tires and forming wheelsets. The manual and computer-aided method diagnostic methods are used to determine the main malfunctions.

**Results.** The paper discusses the main modern methods of wear reduction of rolling stock wheels. The illustrations of plasma-based hardening technology are offered using the example of wheelsets of an electric freight locomotive of the ZES4K Donchak series. The mode of functioning of the wheel-lathe machine for turning wheelsets of the high-speed Sapsan electric train under the conditions of the St. Petersburg-based motive-power depot (MPD-10 Metallostroy) is considered. The Rostov State Transport University has developed a production process for creating tribotechnical materials, which makes it possible to optimize the lubrication process by applying a minimum amount of tribotechnical materials, while reducing the wear of wheel flanges of the rolling stock.

**Application of the results.** The equipment of the laboratory facilities is widely used in the research process for graduate students at "Friction and wear in machines" faculty and "Ground transport and technological means" faculty as well. The equipment of the production side was successfully tested at the site of the North Caucasus Railway Bataysk – Likhaya – Bataysk for electric freight locomotives of the VL series in 2016. The results of testing of the production side are confirmed by a test certification.

**Conclusion.** The problem of intensive wear of rails and wheelsets of rolling stock is considered; the main malfunctions of wheelsets are described; manual and computer-aided methods for measuring the wear rate of wheelsets are highlighted. A review has been carried out. As a result, the shortcomings of modern methods for wear reduction of the flanges of wheelsets of modern rolling stock used at the enterprises of Russian Railways have been revealed. The Rostov State Transport University has developed an industrial complex for creating tribotechnical materials, which makes it possible to optimize the process of lubricating the wheels of rolling stock.

**Keywords:** wear, wheelset, superficial hardening, tribotechnical materials, profile optimization, pattern, flange thickness, rolling stock, pilot plant, video monitoring system, wheel flange lubricator, railway, highland.

## REFERENCES

1. Buynosov A. P. 2011, *Metody povysheniya resursa bandazhey kolesnykh par tyagovogo podvizhnogo sostava* [Methods of increasing the service life of wheelsets of traction equipment], PhD thesis. Ekaterinburg, 456 p.
2. Shibeko R. V., Zakharov E. A. 2014, The system of control of wheelset of railway cars. *Molodoy uchenyy* [Young scientist], no. 18, pp. 314–317 (In Russ.). <https://moluch.ru/archive/77/13293>
3. Balanovsky A. E. 2015, The main issues of the theory of plasma superficial hardening of metals (Review. Part 1). *Uprochnayushchiye tekhnologii i pokrytiya* [Hardening technologies and coatings], no. 12 (132), pp. 18–30. (In Russ.)
4. Balanovsky A. E. 2016, The main issues of the theory of plasma superficial hardening of metals (Review. Part 2). *Uprochnayushchiye tekhnologii i pokrytiya* [Hardening technologies and coatings], no. 1, pp. 25–34. (In Russ.)
5. Maximov I. N. 2014, *Razrabotka profilya koles dlya skorostnykh poyezdov i prognozirovaniye yego evolyutsii v protsesse vzaimodeystviya podvizhnogo sostava i puti* [Development of a wheel profile for high-speed trains and forecasting its evolution in the process of rolling stock and track interaction], abstract of PhD thesis. Moscow, 29 p.
6. Bogdanov A. F., Budyukin A. M., Ivanov I. A., Zhukov D. A., Urushev S. V. 2014, Improving the properties of the metal rim wheelset traction rolling stock. *Byulleten' rezul'tatov nauchnykh issledovaniy* [Bulletin of scientific research results], no. 1 (10), pp. 22–30. (In Russ.)
7. Bogdanov V. M. 2010, Ensuring the stable operation of the wheel-rail system on domestic and foreign railways. *Vestnik VNIIZHT* [Vestnik of the Railway Research Institute], no. 2, pp. 10–14. (In Russ.)
8. Markov D. P. 2007, *Tribologiya i yeye primeneniye na zheleznodorozhnom transporte* [Tribology and its application in railway transport]. Proceedings of the Railway Research Institute. Moscow, 408 p.
9. Gerasimova A. A., Keropyan A. M., Giryay A. M. 2018, Study of the wheel-rail system of mine locomotives in thrust mode. *Problemy mashinostroyeniya i nadezhnosti mashin* [Problems of mechanical engineering and machine reliability], pp. 39–42 (In Russ.). <https://doi.org/10.3103/S1052618818010065>
10. Elagina O. Yu., Gusev V. M., Buklakov A. G., Gantemirov B. M. 2015, Investigation of wear resistance of coatings from clad powders under conditions of sliding friction with borderline lubrication. *Trenie i Iznos* [Friction and Wear], no. 3 (36), pp. 287–291 (In Russ.). <https://doi.org/10.3103/S1068366615030046>
11. Ermakov S. F., Rybakov A. A., Bogdanov A. L., Konstantinov V. G., Danishevskiy V. N. 2015, Tribotechnical characteristics of composite plastic lubricants based on vacuum oil distillates and ethanolamines. *Trenie i Iznos* [Friction and Wear], no. 5, pp. 561–568 (In Russ.). <https://doi.org/10.3103/S1068366615050049>
12. Dumpala R., Chandran M., Rao M. S. R. 2015, Engineered CVD Diamond Coatings for Machining and Tribological Applications. *JOM*, vol. 67, no. 7, pp. 1565–1577. <https://doi.org/10.1007/s11837-015-1428-2>
13. Ivashchenko E. P., Marchenko A. Yu., Yudkin B. Yu., Marchenko M. Yu., Saltanov S. N., Barinov I. M., Vikulov E. A. 2015, Evaluation of the influence of ambient temperature on the life of parts and components of mining machines. *Izvestiya UGGU* [News of the Ural State Mining University], no. 3 (39), pp. 39–41. (In Russ.)
14. Evdokimov Yu. A., Brown E. D., Kornev V. I. 2000, The problem of tribotechnics in railway transport: methods for solving. *Vestnik Rostovskogo Gosudarstvennogo Universiteta Putey Soobshcheniya* [Vestnik RGUPS], no. 3, pp. 19–21. (In Russ.)
15. Kokhanovskii V. A., Glazunov D. V. 2016, Selection of lubricant composition for open contact systems in rolling stock. *Russian Engineering Research*, vol. 36, no. 6, pp. 449–451. <http://dx.doi.org/10.3103/S1068798X16060113>
16. Shapovalov V. V. 2009, Problems of transport tribotechnology: physical and mathematical modeling of mobile friction systems. *Treniye i smazka v mashinakh i mekhanizmakh* [Friction and lubrication in machines and mechanisms], pp. 3–11. (In Russ.)
17. Kokhanovsky V. A., Glazunov D. V. 2017, Performance indicators management of lubricant. *Vestnik mashinostroyeniya* [Mechanical Engineering Bulletin], pp. 54–58. (In Russ.)

\* ✉ glazunovdm@yandex.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6044-8515>

18. Kokhanovskii V. A., Maiba I. A., Glazunov D. V., Bol'shikh I. V. 2016, Lubricator casings for locomotive wheel rims. *Russian Engineering Research*, vol. 36, no. 5, pp. 364–365. <https://doi.org/10.3103/S1068798X16050099>
19. Kokhanovskii V. A., Glazunov D. V. 2017, Control of lubricant performance. *Russian Engineering Research*, vol. 37, no. 9, pp. 768–773. <https://doi.org/10.3103/S1068798X17090131>

*The article was received on January 31, 2019*