

V. ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

УДК 625.2.012.85.(088.8)

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В РАМКАХ ПРОБЛЕМЫ «КОЛЕСО-РЕЛЬС»

Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И.

*ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей
сообщения» (ИрГУПС),*

664074, Иркутск, ул. Чернышевского, 15, milovanov2001@mail.ru

Аннотация

Сформулированы результаты работы по совершенствованию конструкции системы кузовного подвешивания электровоза. Отмечено влияние этих результатов на снижение интенсивности износов в системе «колесо-рельс». Предложен новый способ внешнего воздействия на транспортное средство в виде «смазки холодом» для дальнейшего снижения этих износов.

Ключевые слова: система кузовного подвешивания электровоза, сферические опорные шарниры, интенсивность износов, энерго- и ресурсосбережение, хладагент, лубрикация.

THE TECHNICAL SOLUTIONS OF THE PROBLEM «WHEEL-RAIL»

Milovanova E.A., Milovanov A.A., Milovanov A.I.

Irkutsk State University of Railway Transport

Abstract

The results of the work of the electromotive coachwork improvement have been made here. The influence of the results on the reduction of the actual deterioration in “the wheel-rail” system has been noted. There is also a new method of the external action on a transportation vehicle in the way of “cool cutting oil” for the reduction of these abrading.

Key words: the system of the electronic coachwork, spherical skewback hinge, intensity of wear, power and resource saving, refrigerant coolant, lubrication.

1. Введение

Предметом исследования выбраны: влияние приемов совершенствования конструкции элементов механической части подвижных транспортных средств и применение новых способов внешнего воздействия на процесс движения для предупреждения интенсивности износов в системе «колесо-рельс».

Первая часть исследования адресована к системе кузовного подвешивания отечественных электровозов серии ВЛ. При этом были выбраны цели и задачи разработки: обеспечение эффективного энерго- и ресурсосбережения на железнодорожном транспорте на основе повышения надежности, долговечности и ремонтпригодности системы кузовного подвешивания отечественных электровозов серии ВЛ; улучшения за счет этого динамических характеристик электровозов; снижения интенсивности износов в системе «колесо-рельс» и энергозатрат на осуществление движения.

Во второй части предлагается новый способ лубрикации, адресованный ко всем колесным парам в составе поезда и отвечающий следующим целям и задачам разработки: обеспечение эффективного энерго- и ресурсосбережения на железнодорожном транспорте на основе снижения величины тягового усилия, потребного для перемещения состава поезда; снижение интенсивности износов в системе «колесо-рельс»; повышение уровня экологической безопасности процесса перевозок.

2. Три этапа модернизации системы кузовного подвешивания отечественных электровозов серии ВЛ

Принципиальная новизна технических решений, положенных в основу комплекса мер по совершенствованию конструкции элементов механической части электровоза, заключается в применении низших кинематических пар при взаимодействии звеньев новой конструкции узла в контакте скольжения взамен высших кинематических пар при взаимодействии звеньев серийной конструкции в контакте качения. Это способствует:

- снижению сортности материалов деталей узла, уменьшению его себестоимости;
- упрощению и удешевлению технологического процесса изготовления и обслуживания за счет исключения операций по упрочнению рабочих поверхностей деталей узла;
- диссипации энергии в парах трения, улучшению динамических характеристик электровоза, как результат – снижению износов в системе «колесо-рельс», как следствие – снижению энергозатрат на осуществление движения транспортного средства;
- повышению стабилизирующей роли веса кузова за счет реализации в узле дополнительной степени свободы; обеспечению устойчивости режимов работы тягового двигателя, как результат – дополнительному энергосбережению.

Предлагаемый комплекс мер по совершенствованию конструкции элементов механической части электровоза представлен последовательностью действий по модернизации узла люлечного подвешивания отече-

ственных электровозов. Работа состоит из 3-х этапов последовательного улучшения эксплуатационных характеристик системы подвешивания:

- на первом этапе предусматривается применение опорных сферических шарниров в верхнем шарнирном соединении узла согласно техническому решению [1];
- на втором этапе те же электровозы дорабатываются сферическим шарниром в нижнем шарнирном соединении, согласно техническому решению [2];
- третий этап предусматривает замену узла люлечного подвешивания маятниковой подвеской [3] и развивающим ее техническим решениям (в перспективе использования на новых скоростных электровозах).

Планирование мер по совершенствованию конструкции узлов подвешивания отечественных электровозов должно комплексно учитывать сочетание преимуществ, обеспечиваемых каждым этапом предлагаемой модернизации. Выполненное технико-экономическое обоснование свидетельствует о целесообразности такого учета.

На данный момент реализованы следующие этапы освоения разработки.

На первом этапе разработана техническая документация, осуществлен широкомасштабный эксперимент, запущено массовое тиражирование разработки. Эксперимент по оборудованию опытной партии электровозов узлами, доработанными согласно [1], начат 25.11.1999 г. и был осуществлен на 21 электровозе на суммарном пробеге более 5,5 млн км. Результаты эксперимента свидетельствуют о полном исключении износов, присущих деталям серийного узла; снижение интенсивности износа гребней колесных пар по толщине составило в среднем 20%. При этом ремонтные службы депо, на базе которых проходил эксперимент, уверенно прогнозируют надежную работу доработанного узла на пробеге между заводскими ремонтами электровоза. Показателен для такого прогноза пример первого в экспериментальной партии электровоза ВЛ80р №1827: оборудован опытными узлами в ноябре 1999 г.; после пробега 800000 км. ушел в заводской ремонт; за все время этого пробега вмешательства ремонтных служб в работу доработанного узла подвешивания не потребовалось; статистическая оценка интенсивности износа гребней колесных пар, осуществленная в 2002 г., показала ее снижение в сравнении со средним показателем по парку депо Боготол на 17,5%.

Служба технической политики Забайкальской железной дороги (ЗабЖД) в 2004 г. провела анализ показателей интенсивности износа гребней колесных пар по толщине для опытной партии из пяти электровозов ВЛ80р, приписанных к депо Чита-1. Результаты анализа представлены на графике (рис. 1).

ВНИИЖТ провел независимые исследования динамических и прочностных характеристик узлов, доработанных на этом этапе, и составил положительное заключение.

Результатом этих событий явилось распоряжение вице-президента ОАО «РЖД» № ВГ-4586 от 26.05.2006 г. о массовом внедрении результатов первого этапа на локомотиворемонтных заводах ОАО «РЖД» с 01.07.2006 г. В результате процесса внедрения, по доступным авторам разработки сведениям, на данный момент оборудовано более 3000 электровазов.

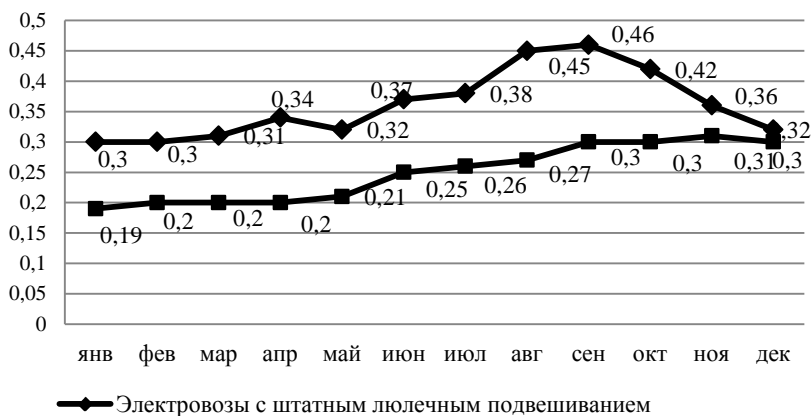


Рис. 1. Сравнительный анализ интенсивности износа гребней бандажей колесных пар электровазов, оборудованных экспериментальным люлечным подвешиванием

На втором этапе разработана техническая документация, изготовлены опытные образцы, получены положительные результаты в ходовых испытаниях.

Эксплуатационные испытания проведены на пяти электровазах, приписанных к депо Боготол Красноярской железной дороги (КрасЖД) и двух электровазах, приписанных к депо Вихоревка Восточно-Сибирской железной дороги (В-СибЖД). В результате была подтверждена правильность основных технических идей, лежащих в основе разработки. Наблюдалось улучшение показателей горизонтальной динамики электроваза (что снижает интенсивность износа гребней колесных пар по толщине, даже по сравнению с этим показателем по первому этапу модернизации), а также стабилизация показателей развески кузова по осям. Незначительные конструктивные доработки первого варианта этого техни-

ческого решения, вызванные обнаруженной в эксперименте необходимостью исключения «человеческого фактора» в процессе эксплуатации, позволяют обеспечить долговечность и надежность этой конструкции.

На третьем этапе разработана техническая документация, изготовлены опытные образцы (2 экземпляра), получены положительные результаты лабораторных испытаний.

Маятниковая подвеска, сохраняя все преимущества первых двух этапов (в первую очередь, улучшение горизонтальной динамики электровоза, при высоких прочностных и эксплуатационных качествах системы кузовного подвешивания), позволяет существенно улучшить вертикальную динамику электровоза, отвечает комплексу мер по снижению интенсивности износов в системе «колесо-рельс».

Результаты лабораторных исследований опытного образца новой конструкции узла свидетельствуют о сохранении кинематических параметров базовой конструкции при сокращении металлоемкости узла более чем на 30%. При прочностных испытаниях на разрывной машине опытный образец был разрушен усилием 415 кН при максимальном расчетном значении эксплуатационной нагрузки на серийном узле 110 кН.

3. Техническое обоснование целесообразности разработки и внедрения способа «лубликации холодом»

В ходе проведения научно-исследовательской работы по модернизации люлечного подвешивания, для получения достоверной информации о влиянии предложенных мер на интенсивность износа гребней колесных пар, была создана программа статистических исследований динамики развития износовых контактов в системе «колесо-рельс». Программа была апробирована в производственном процессе депо ТЧ-5 В-СибЖД, а впоследствии применена для оценки эффективности модернизации узлов на опытных электровозах приписки депо Боготол КрасЖД и депо Чита-1 ЗабЖД. Объектом наблюдения для статистических исследований выбрано колесо электровоза, износ которого косвенно отражает износ контактирующего с ним рельса. Предметом исследования выбран износ толщины гребня колеса при взаимодействии с боковой поверхностью рельса.

Один из важных выводов, сделанных по результатам анализа данных о состоянии гребней колесных пар, акцентирует внимание исследователя на сезонном характере интенсивности износа. Это подтверждают результаты обобщения и детализации результатов анализа для парка электровозов ТЧ-5 В-СибЖД за период наблюдений с мая 1994 г. по август 1995г. (см. табл. 1).

Вывод о значительном увеличении интенсивности износа контактирующих поверхностей в системе «колесо-рельс» в теплое время года по сравнению с зимними месяцами лег в основу технического решения

[14], которое предлагает в качестве «смазки» использовать хладагент, подаваемый в заданную зону контакта колеса с рельсом. Испаряясь, хладагент конденсирует влагу из окружающей среды, которая оседает в виде изморози на контактирующих поверхностях, имитируя «зимнюю» обстановку.

Таблица 1

Данные о сезонном характере интенсивности износа гребней колесных пар парка электровозов депо ТЧ-5 В-СибЖД

Диапазоны удельных износов мм/1000км	% попавших в диапазон				
	За все время наблюдения	ЗИМА	ВЕСНА	ЛЕТО	ОСЕНЬ
0-0.3	4.4	0.9	2.3	1.0	0.3
0.3-0.6	11	4.3	4.1	2.3	0.6
0.6-0.9	16	6.1	4.4	2.6	2.7
0.9-1.2	16	3.5	2.3	3.5	7.0
1.2-1.5	11	1.1	2.0	4.3	4.1
1.5-1.8	7.5	0.6	0.4	3.5	3.0
1.8-2.1	8.4	0.6	0.9	3.3	3.7
2.1-2.4	4.7	0.0	0.1	3.0	1.6
2.4-2.7	3.3	0.1	0.1	1.4	1.6
2.7-3.0	3.7	0.1	0.3	2.6	0.7
3.0-3.3	1.7	0.0	0.0	1.0	0.7
3.3-3.6	1.6	0.1	0.1	1.1	0.1
3.6-3.9	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0
3.9-4.2	1.4	0.0	0.0	0.9	0.6
4.2 и>	7.7	0.1	0.3	6.7	0.6

Был поставлен эксперимент [15,16] по исследованию влияния хладагента, искусственно вносимого в зону контакта колеса с рельсом, на изменение характера взаимодействия объектов наблюдения в процессе движения. В качестве хладагента был применен жидкий азот.

Объекты исследования:

- вагонная колесная пара, отбракованная по наличию дефектов на поверхности катания;
- рельсовый путь в хорошем состоянии.

Средства проведения эксперимента:

- путевой порталный кран, башмаки;
- блок, трос, комплект лабораторных грузов;
- сосуд Дьюара с жидким азотом.

Порядок проведения эксперимента:

- порталный кран зафиксирован на пути с помощью башма-

ков;

- колесная пара устанавливается в состоянии покоя на рельсовом пути в двенадцати положениях (для исключения ошибки, обусловленной наличием дефектов на поверхности катания);
- каждому из двенадцати положений колесной пары соответствует свой участок рельса, равный длине окружности колеса;
- грузовая платформа нагружается до наступления момента нарушения состояния покоя колесной пары;
- эксперимент проводится вначале для нормальных условий движения (покоя), затем – после подачи в зону контакта колеса с рельсом жидкого азота.

Результаты эксперимента:

- в нормальных условиях (отсутствие «смазки», обусловленной воздействием холода – жидкого азота) во всех двенадцати положениях колесной пары устойчиво сохранялось состояние покоя при весе груза 9,26 кг;
- после внесения в зону контакта колеса с рельсом хладагента в виде жидкого азота из всех двенадцати положений колесная пара приходила в движение под воздействием груза, равного 5,02 кг.

Вывод: осуществление смазки контактирующих поверхностей колеса и рельса «холодом», путем внесения в зону контакта колеса с рельсом хладагента, способствует существенному снижению тяговой нагрузки для обеспечения движения транспортного средства.

При этом применение жидкого азота в качестве хладагента обеспечивает соответствие высоким требованиям со стороны экологии. Однако, экзотичность приема и средств его осуществления долгое время являлись сдерживающим фактором на пути разработчиков.

Последующие исследования процесса лубрикации привели нас к результату, позволяющему утверждать перспективность технологического процесса «лубрикации холодом», при этом, экспериментально подтвержденное существенное снижение тягового усилия, потребного для перемещения объекта железнодорожной транспортной системы, свидетельствует о целесообразности смены адреса применения процесса: от локомотива – к составу поезда.

При участии авторов (в сотрудничестве с предприятиями, занятыми техническим обслуживанием авиационной техники) разработан и изготовлен опытный образец многоцелевой газодинамической установки на базе авиационного двигателя. Устройство успешно апробировано в работах сельскохозяйственного профиля; реальна перспектива массового тиражирования устройства для нужд железнодорожных пограничных служб, санитарно-технических, пожарных, не говоря уже, о реализован-

ном соответствии нуждам экологии и защиты растений. Устройство пригодно для проведения работ по:

- дезинфекции и дезинсекции подвижных и стационарных объектов на железнодорожном транспорте (внешняя и внутренняя обработка);
- локализации зоны пожара и эффективному пожаротушению;
- обработке земляного полотна рельсового пути с целью предохранения от засорения вследствие роста растений;
- эффективному обеспечению принятия защитных мер по экологической безопасности при растекании нефтепродуктов;
- других работ аналогичного профиля.

Привлекает возможность применения этого устройства для эффективной реализации способа «лубликации холодом» в применении ко всем колесным парам состава поезда одновременно, что по экспериментальным данным может снизить потребное для осуществления движения тяговое усилие на существенную величину.

Способ [17], предлагающий осуществление «лубликации холодом» с помощью этой установки получил патентную защиту. Данный способ является одним из решений проблемы энергосбережения путем снижения потерь на преодоление трения в системе «колесо-рельс».

Сущность способа заключается в следующем. Из практики эксплуатации железных дорог известно применение смазки в зоне контакта колеса транспортного средства с рельсом, дающее экономию энергии на тягу поездов [18, 19]. На отечественных железных дорогах это действие осуществляется с помощью технических средств в виде различных гребне-рельсо-смазывателей (АГС), с применением, по преимуществу, нефтесодержащих средств смазки [20].

В разработке учтена информация об известных:

- альтернативном способе лубликации [14];
- широком классе смазочных материалов и охлаждающих жидкостей [21], из которых (по крайней мере, для использования в зимние месяцы) можно выбрать смазочно-охлаждающее средство более доступное и технологичное в применении, чем жидкий азот (это соображение усиливается сведениями о новейших разработках по биотопливу и биосмазкам);
- сведениях из эксплуатационной практики железных дорог Сибири и Дальнего Востока о существенном снижении сцепления колеса с рельсом в местностях с частым скоплением тумана, который в холодное время года выполняет роль смазочно-охлаждающего средства;
- технических средствах, на базе отработавших ресурс авиаци-

онных двигателей, в виде газодинамических установок, способных выработать значительные объемы тумана, состоящего из мелкодисперсной смеси жидкости, распыляемой напорным потоком воздуха.

Предложенный способ решает задачу энергосбережения на железнодорожном транспорте путем снижения потерь на преодоление трения в системе «колесо-рельс», обеспечиваемого подачей смазочно-охлаждающего средства в зону контакта с рельсом каждой колесной пары в составе поезда, путем нагнетания его в виде тумана, представляющего собой мелкодисперсную газожидкостную смесь, в пространство, ограниченное железнодорожным полотном, дисками колес и днищами вагонов.

При этом производительность технического средства для изготовления тумана может быть отрегулирована таким образом, чтобы сохранялись возможности эффективного торможения на последнем вагоне состава поезда и мгновенной вентиляции подвагонного пространства прекращением подачи смазочно-охлаждающего средства в зону напорного течения воздуха.

Технический результат реализации предлагаемого способа заключается в снижении потребной тяги при движении поезда и экономии энергоресурсов.

4. Заключение

Предложенные здесь технические решения, по мнению авторов разработки, решают задачу энерго- и ресурсосбережения на железнодорожном транспорте в системе «колесо-рельс».

Библиографический список

1. Люлечная подвеска: свидетельство Рос. Федерации на полезную модель № 14904 / Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. [и др.]. – 2000. – Бюл. № 25.

2. Люлечная подвеска: свидетельство Рос. Федерации на полезную модель № 26311 / Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. [и др.]. – 2002. – Бюл. № 33.

3. Маятниковая подвеска: пат. Рос. Федерации на полезную модель № 44970 / Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. [и др.]. – 2005. – Бюл. № 10.

4. Милованов А.И. Устройство крепления верхнего конца подвески люлечного подвешивания к раме тележки железнодорожного транспортного средства / Авторское свидетельство СССР на изобретение № 1384452. – 988. – Бюл. N12.

5. Милованов А.И. Узел люлечного подвешивания кузова железнодорожного транспортного средства: пат. Рос. Федерации на изобретение № 2097234. – 1997. – Бюл. N33.

6. Милованов А.А., Милованов А.И. Маятниковая подвеска на подвижной опоре: пат. Рос. Федерации на изобретение N2106270. – 1998. – Бюл. N 07.

7. Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. Выгоды применения сферических шарниров скольжения в шарнирных соединениях узла люлочного подвешивания локомотива / Транстрибо-2002: сб. тр. Второго Междунар. симпозиума по транспортной триботехнике – Петербург, 2002.

8. Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. Новая маятниковая подвеска на подвижной опоре/ Сборник докладов междунар. конф. «Экспериментальное кольцо ВНИИЖТ – 70». Щербинка. Россия, 2002.

9. Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. Сферический шарнир для узла люлочного подвешивания как элемент ресурсосберегающих технологий / Сборник докладов междунар. конф. «Экспериментальное кольцо ВНИИЖТ – 70». Щербинка. Россия, 2002.

10. Милованов А.А., Милованов А.И., Назаров Н.С. Сферический шарнир в узле люлочного подвешивания локомотива для снижения износа колесных пар по толщине / Тез. докл.4 междунар. науч.-тех. конф «Состояние и перспективы развития электроподвижного состава». ООО «ВЭлНИИ». – Новочеркасск, 2003.

11. Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. Низшие кинематические пары для узла люлочного подвешивания / Сборник докладов V международного симпозиума по трибофатике ISTF-2005. – Иркутск, 2005.

12. Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. Низшие кинематические пары для диссипации энергии в системе подвешивания электровоза / Проблемы механики современных машин: материалы третьей междунар. конф. – Улан-Удэ: ВСГТУ, 2006. – Т. 1.

13. Милованов А.А. Повышение эксплуатационной эффективности люлочного подвешивания локомотивов применением опорных сферических шарниров: автореф. дис. ... канд. тех. наук. – Иркутск, 2004.

14. Коротаев Б.В., Милованов А.И., Остроумский П.И. Способ уменьшения износа боковой поверхности рельса и гребней колес железнодорожного транспортного средства: пат. Рос. Федерации на изобретение № 2142890. –1999. – Бюл. №35.

15. Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. Лабораторный эксперимент по исследованию гребне-рельсо-смазки «холодом» / Транстрибо-2002: сб. тр. Второго Междунар. симпозиума по транспортной триботехнике. – С.-Петербург, 2002.

16. Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. Эксперимент по исследованию эффективности «смазки» поверхностей катания

хладагентом./ Сборник докладов международной конференции «Экспериментальное кольцо ВНИИЖТ – 70», Щербинка, Россия. 2002.

17. Милованова Е.А., Милованов А.А., Милованов А.И. Способ энергосбережения на железнодорожном транспорте: пат. Рос. Федерации на изобретение № 2407665. – 2010. – Бюл. №36.

18. Железные дороги мира. – 1996. – № 6. – С. 55-60.

19. Железные дороги мира. – 1990. – № 1. – С. 51-53.

20. Композиция для лубрикации и упрочнения поверхности в зоне трения колесо-рельс: пат. Рос. Федерации на изобретение № 2196807 / Корчевин Н.А., Томин В.П., Милованов А.И. [и др.]. – 2001. – Бюл. № 2.

21. Обельницкий А.М., Егорушкин Е.А., Чернявский Ю.И. Топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости. ИПО «Полигрэн». -М., 1997. – 272 с.

УДК 629.017

ВЫЯВЛЕНИЕ ДОЛИ ОТКАЗОВ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Чернухин Р.В., Соболев С.В., Обухов А.В.

Юргинский технологический институт (филиал)

Томского политехнического университета,

652050, Россия, г. Юрга, ул. Заводская, 10

Кафедра «Агроинженерия», rv_81@mail.ru

Аннотация

В работе изложены результаты статистического исследования эксплуатационной надежности грузовых автомобилей ЗиЛ и КамАЗ в условиях Кемеровской области.

Ключевые слова: рулевое управление, отказ, надежность.

FAULT DETECTION OF INTEREST STEERING TRUCK

Chernukhin R., Sobolev S., Obukhov A.

Yurginsk Institute of Technology

Abstract

The paper presents the results of statistical analysis of operational reliability of trucks ZIL and KAMAZ in the Kemerovo region.

Key words: steering, reliability, failure.

В процессе эксплуатации автомобиля на его детали оказывают влияние постоянно действующие и рабочие нагрузки, которые вызывают изнашивание, пластические деформации, усталостные разрушения, коррозию, физико-химические изменения материала деталей [1]. Все это