На правах рукописи

Мамыкин Сергей Михайлович

РАЗРАБОТКА МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩИХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Специальность 05.02.04 – «Трение и износ в машинах»

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук

Ростов-на-Дону – 2007

003162442

Работа выполнена в ООО Корпорация «Сплав-ЛТД» г. Москва

Научный руководитель –	доктор технических наук, профессор Куксенова Лидия Ивановна.
Официальные оппоненты –	доктор технических наук, профессор Майба Игорь Альбертович кандидат технических наук Поляков Сергей Андреевич
Ведущее предприятие –	Российский государственный университете нефти и газа им. И.М. Губкина

Защита состоится «15» ноября 2007 г. в 15 00 часов на заседании диссертационного совета Д 218.010 02 при государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» по адресу. 344038, г Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2, в конференц-зале РГУПС.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета.

Автореферат разослан «12» октября 2007 г

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 218 010 02
д.т.н., проф. И.М. Елманов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Современное машиностроение характеризуется сложными условиями эксплуатации машин, связанными с высоким уровнем действующих напряжений, вибрациями, агрессивными средами. Поэтому необходимо соблюдение особых требований к конструкционным и смазочным материалам, из которых выполнен узел трения.

Повышение надежности и долговечности узлов трения железнодорожного транспорта в существующих условиях эксплуатации является насущной задачей нашего времени. Наиболее изнашиваемыми деталями дизелей тепловозов являются поршни, поршневые кольца и цилиндровые втулки; малый ресурс имеют подшипники качения, устанавливаемые в колесных парах, а также колеса и рельсы

Для обеспечения надежной и безаварийной эксплуатации подвижного состава принимается ряд оперативных технических мер. применение локомотивных, путевых и автономных передвижных устройств для смазки гребней колес и боковых граней гребней; изменение соотношения твердостей контактирующих деталей, применение различных смазочных материалов Однако без выявления конструктивно-эксплуатационных свойств пар трения, установления совокупности факторов, влияющих на условия контактного взаимодействия, и выделения из них наиболее значимых с целью выявления истинных причин износа и направленного внешнего воздействия на них, невозможен оптимальный и эффективный выбор решения задачи

Комплексными исследованиями установлено, что в парах трения колесо-рельс, цилиндровая втулка - поршневые кольца, а также подшипниках качения буксовых узлов одним из ведущих механизмов повреждаемости поверхностей является водородное изнашивание. Поэтому актуальным является решение задачи повышения эксплуатационных характеристик узлов трения подвижного состава железнодорожного транспорта за счет применения новых металлоплакирующих смазочных материалов, формирующих на поверхности защитные пленки, предотвращающие накопление водорода в поверхностных слоях.

Цель работы. Повышение долговечности тяжелонагруженных узлов трения путем применения разработанных металлоплакирующих смазочных материалов.

Для достижения указанной цели в работе были поставлены следующие задачи.

1. Установить закономерности влияния металлоплакирующих присадок на трибологические характеристики смазочных материалов.

2. Разработать модель механизма одновременного протекания водородного износа и избирательного переноса на поверхности трения.

3. Определить условия доминирования избирательного переноса.

4. Разработать смазочный материал, использующий диффузию водорода, для обеспечения условий реализации избирательного переноса в тяжелонагруженных парах трения.

Автор защищает:

1. Экспериментальные результаты оценки концентрации водорода в поверхностных слоях пар трения подвижного состава.

2.Установленные закономерности влияния новых металлоплакирующих присадок на триботехнические характеристики пластичных и жидких смазочных материалов.

3 Представления о влиянии водорода на реализацию режима избирательного переноса при трении в металлоплакирующих смазочных материалах.

4 Рекомендации по повышению надежности и долговечности узлов трения железнодорожного транспорта за счет применения разработанного смазочного материала.

Научная новизна.

1. Экспериментально доказано, что водородное изнашивание вносит вклад в уровень поверхностного разрушения пар трения подвижного состава железнодорожного транспорта.

2. Впервые выявлены зависимости триботехнических характеристик сопряжений сталь-сталь в пластичных смазочных материалах с новыми металлоплакирующими присадками Показано влияние присадок на снижение уровня разрушения поверхностей при трении, понижение потерь на трение и повышение нагрузочной способности сопряжений.

3. Установлено улучшение триботехнических характеристик моторных масел в результате использования в них металлоплакирующих присадок Добавление в масло М-14В$_2$ металлоплакирующей присадки Валена делает это масло конкурентоспособным с современными высококачественными маслами отечественного и зарубежного производства.

4. Сформулированы представления о развитии диссипативной системы под влиянием водорода и обоснован метод защиты от водородного износа путем реализации избирательного переноса в результате применения новых металлоплакирующих смазочных материалов.

Практическая значимость.

1 Установлены основные характеристики пар трения сталь-сталь при работе с металлоплакирующими пластичными смазочными материалами для узлов трения подвижного состава железнодорожного транспорта значения интенсивности изнашивания, коэффициентов трения в широком диапазоне внешних давлений и предельно допустимые давления

2 Экспериментально обоснована концентрация металлоплакирующей присадки для моторного масла М-14В$_2$, существенно повышающая его триботехнические характеристики.

3 Разработана металлоплакирующая пластичная смазка Металплакс-П для узлов трения железнодорожного состава, эффективность, которой подтверждена эксплуатационными испытаниями буксовых узлов локомотивов.

4 Разработаны рекомендации подавления водородного износа и реализации явления избирательного переноса в парах трения подвижного состава на основе применения новых металлоплакирующих смазочных материалов.

Апробация работы. Основные результаты работы были доложены и обсуждены на научно-практической конференции-выставке с международным участием «Триботех» (Москва, 2003 г.); на международной конфиренции по трибологии (Каунас, Литва 2005 г.); на научно-практической конференции «Трибология – машиностроению» (Москва, 2006 г.), на научном семинаре РГУПСа; на международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы трибологии» (Самара, 2007 г), на научно – практической конференции по триботехнике МГТУ им. Н.Э Баумана (Москва, 2007г.).

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 11 работ.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, результатов внедрения разработок и списка использованной литературы Общий объем работы составляет 172 страницы, включая 42 рисунка, 19 таблиц и библиографию из 104 наименований

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** проанализированы современные проблемы долговечности узлов трения железнодорожного транспорта. Отмечены способы повышения надежности и долговечности узлов трения. Показаны перспективность и актуальность выбранной темы работы, ее научная новизна и практическая значимость

Первая глава посвящена обзору литературы, в котором проанализированы научные открытия явления избирательного переноса и водородного изнашивания с позиций эффективных методов повышения ресурса трущихся узлов подвижного состава железнодорожного транспорта. Показано, что при эксплуатации составов железнодорожного транспорта одним из ведущих видов изнашивания подшипниковых узлов, пары колесо-рельс и деталей дизелей тепловозов является водородное изнашивание. Диффузия водорода служит основой протекающего при трении процесса водородного изнашивания и средством его подавления является реализация явления избирательного переноса при трении.

Трибосопряжение является термодинамической системой, что позволяет рассматривать систему поверхностного слоя трущихся пар как диссипативную. Развитие диссипативной системы реализуется двумя путями: повышением конфигурационной энтропии (плотности дислокаций), образующейся при трении, до разрушения системы в финале (водородный износ); переходом диссипативной системы в диссипативную структуру с поддержанием энтропии на минимальном уровне – безфинальным функционированием (избирательный перенос)

Доминирование того или другого пути развития диссипативной системы зависит от состояния поверхностей трущихся пар в зоне контакта. Основными определяющими факторами протекания водородного износа и избирательного переноса являются: скорость образования ювенильной поверхности, интенсивность диффузии водорода вглубь поверхностного слоя; интенсивность образования и выхода на поверхность дислокаций; интенсивность образования вакансий, концентрация ионов меди в энергетическом поле вакансий, а также количественное соотношение между ними.

При разработке методов борьбы с водородным износом основной задачей является создание условий для перехода диссипативной системы поверхности в зоне фрикционного контакта в диссипативную структуру с помощью внешних подсистем снижения трения и износа.

Расширение диапазона доминирования режима избирательного переноса возможно путем применения оптимального соотношения состава и концентрации металлоплакирующего элемента в общем составе смазочных материалов

В результате выполненного анализа обоснована актуальность разработки научно обоснованных положений по повышению эксплуатационных характеристик узлов трения железнодорожного транспорта путем применения вновь разработанных металлоплакирующих смазочных материалов.

Вторая глава содержит описание материалов и методик экспериментальных исследований. Количественная оценка концентрации водорода в продуктах износа проводилась вакуум-десорбционным методом при температуре нагрева 400°С и остаточном давлении 10^6 торр Анализу подвергали чешуйки и структуру металла со стальных колес, формирующихся при эксплуатации. Применяли также рентгеновский анализ (рентгеносъемки проводили на дифрактометре ДРОН-2 в монохроматизированном CuK_α-излучении) и световую микроскопию (с помощью микроскопа Неофот-21) для оценки структуры и фазового состава продуктов износа.

Объектом триботехнических испытаний служила пара реверсивного трения скольжения в среде смазочного материала. Выбор схемы испытаний был вызван условиями, характерными для тяжелонагруженных узлов трения; широким распространением пар трения, рабочие поверхности которых испытывают воздействие знакопеременных сдвиговых деформаций; наиболее тяжелыми условиями состояния материала при трении – повышенной концентрацией дефектов структуры, увеличением свободной поверхностной энергии; интенсификацией механо-физико-химических процессов на поверхностях реверсивного трения. Испытания проводились в условиях ступенчато повышаемых давлений: 0,2, 1,25; 2,5, 3,75; 5, 7,5, 10; 15; 20; 25; 30, 35; 40МПа Время испытаний на каждой ступени составляло 3,5 часа. В качестве триботехнических критериев приняты интенсивность изнашивания, коэффициент трения, предельно допустимое давление и критическое давление.

Испытывали два типа смазочных материалов· пластичный (для подшипниковых узлов смазка Буксол) и жидкий (для среднефорсированных дизельных двигателей – масло М-14В$_2$)

При исследовании смазок типа Буксол образцы испытываемых пар изготавливали из стали ШХ15 после закалки и отпуска, 58-62 HRC. Опытную металлоплакирующую медьсодержащую присадку вводили в смазку Буксол в количестве 0,5; 1, 1,5; 2, 3; 5; 10 % (масс) Присадку Валена (ТУ 0257-001-1736831-05) вводили в товарную смазку в количестве 6 %, в смазку, не содержащую противоизносной присадки, в количестве 4 и 6 %, в смазку, не содержащую стандартных противоизносной и антифрикционной присадок, в количестве 2, 3 , 4 %

При исследовании моторных масел испытывали пары трения, имитирующие реальную пару компрессионное поршневое кольцо (сталь 50ХФА)–гильза цилиндра (чугун СЧ24). Испытания проводили при ступенчато повышаемом давлении от 10 до 140МПа. В масло М-14В$_2$ вводили металлоплакирующие присадки Валена в количестве 0,1 %, 0,25 %, 0,4 % и МКФ-18 в количестве 0,2 %, 0,5 %, 0,8%

В **третьей главе** представлены результаты исследования водородного износа и обоснование средств защиты узлов трения от разрушения.

В табл 1 приведены результаты оценки концентрации водорода в продуктах износа, собранных с реальных пар колесо-рельс.

Оценивали также концентрацию водорода в зоне трения в продуктах обточки колес после эксплуатации и влияния финишной антифрикционной безабразивной обработки на уровень наводороживания колесных пар

Таблица 1

Концентрация водорода в продуктах износа колесных пар

Образец	Масса образца, г	Количество водорода, см^3/100 г
Al-фольга	0,210	0,00
Кусок металла	0,280	2,60
Кусок металла	0,170	3,82
Порошок	0,244	340
Порошок	0,208	366
Порошок	0,190	479

Совокупность экспериментальных данных по степени наводороживания поверхностей трения, фазового состава зоны трения и структуры поверхности дает основание заключить, что водородный износ вносит значимый вклад в уровень разрушения поверхностей катания пары колесо-рельс Создание на поверхности медьсодержащих покрытий существенно снижает уровень поверхностного разрушения

Анализ существующих средств и методов защиты от водородного износа выявил новый путь снижения водородного износа путем создания

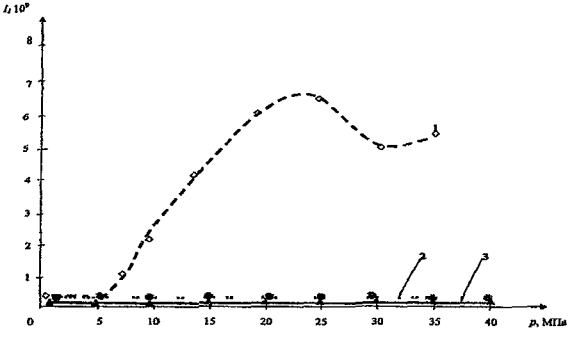
условий для реализации избирательного переноса при использовании металлоплакирующих смазочных материалов

Испытания пар трения проведены в смазочной композиции, состоящей из основы смазки Буксол с добавлением от 2 до 6 % присадки Валена (ТУ 0257-001-17368431-05). Основные результаты испытаний представлены на рис 1, триботехнические характеристики показаны в табл. 2

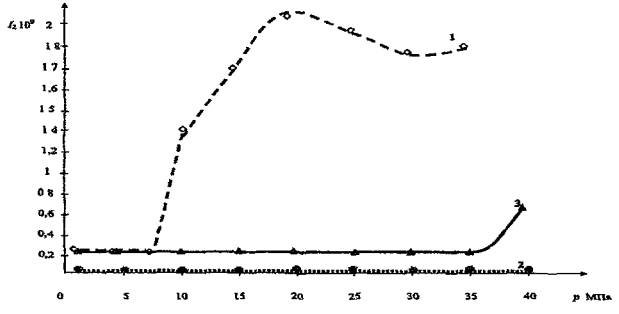
Таблица 2

Триботехнические характеристики смазочных композиций, состоящих из основы Буксола и металлоплакирующей присадки Валена

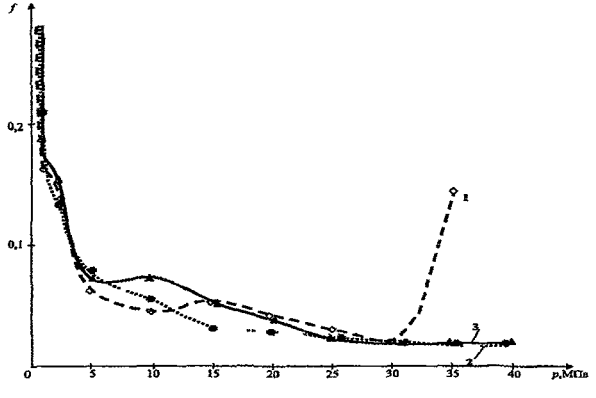
Смазка	Предельно допустимое давление, $p_д$, МПа	Коэффициент трения, f	Средняя интенсивность изнашивания неподвиж. образцов в пределах до $p_д$, $I_{1ср}\,10^9$	Средняя интенсивность изнашивания подвиж. образцов в пределах до $p_д$, $I_{2ср}\,10^9$	Суммарная интенсивность изнашивания пары в пределах до $p_д$, $I_{\Sigma ср}\,10^9$
Буксол	10	0,040	0,582	0,404	0,594
Буксол + 4% Валены	40	0,017	0,134	0,021	0,135
Буксол + 6% Валены	40	0,020	0,085	0,241	0,092



а)



б)

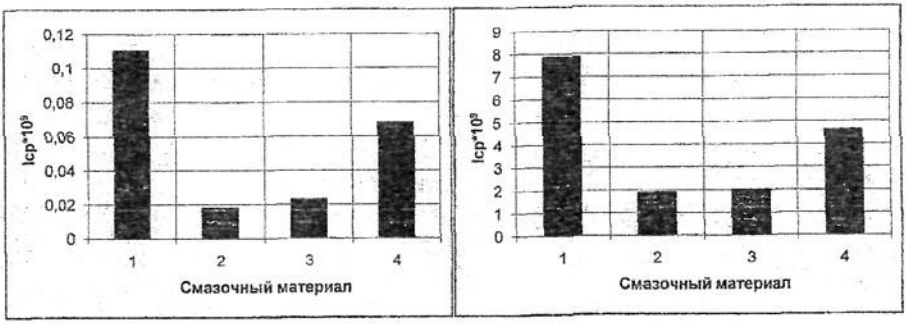


в)

Рис 1 Зависимость интенсивности изнашивания (а, б) и коэффициента трения (в) от давления в смазках на основе Буксола· 1 – смазка Буксол, 2 – основа Буксола + 4 % Валены, 3 – основа Буксола + 6 % Валены

Результаты лабораторных испытаний показали, что по сравнению с товарной смазкой Буксол добавление к ее основе металлоплакирующей присадки Валена приводит к увеличению предельно допустимых давлений в 4 раза, к снижению коэффициента трения и интенсивности изнашивания более чем в 2 раза. Оптимальной, с точки зрения триботехнических характеристик, является концентрация присадки Валены, равная 4 % (масс) На поверхностях трения формируется тонкая металлоплакирующая пленка, которая обладает свойством «залечивания» в условиях формирования повреждаемости в зоне трения.

Влияние новой металлоплакирующей присадки на триботехнические характеристики моторного масла М-14В$_2$ оценивалось в лабораторных условиях испытаний модельных пар трения гильза-кольцо. Установлено, что добавление к маслу присадки Валена приводит к значительному снижению износа образцов пары трения (рис. 2): при концентрации присадки 0,1 и 0,25 % интенсивность изнашивания образцов колец снизилась в 6-5 раз, при концентрации 0,4 % – в 1,6 раза по сравнению с износом в масле М-14В$_2$; снижение износа образцов гильз достигает четырехкратной величины с присадкой в количестве 0,1 и 0,25 % и 1,7 раза при добавлении 0,4% присадки. Наименьшие значения коэффициента трения наблюдались в масле М-14В$_2$ с 0,4 % присадки Валена.



а) б)

Рис. 2. Средние значения интенсивности изнашивания образцов гильз (а) и колец (б) за путь трения при давлениях до 140МПа:
1 – М14В$_2$; 2 – М14В$_2$+0,1 %Валены; 3 – М14В$_2$+0,25 %Валены;
4 – М14В$_2$+0,4 %Валены

На рис.3 приведены сравнительные триботехнические характеристики масла М-14В$_2$, М-14Д$_2$СЕ, М-14В$_2$+0,1 % Валены, масла Лукойл и Shell Helix Super, оцененные для интервала давлений от 10 до 100МПа. Установлено, что пары трения в масле М-14В$_2$ с присадкой 0,1 % Валены имеют такое же значение предельно допустимых давлений, как и в масле М-14Д$_2$СЕ, но коэффициент трения при работе в масле с присадкой Валена по мере увеличения давления от 10 до 100МПа снижается от 0,1 до значений 0,02, характерных для масел Shell Helix Super, а значения коэффициента трения при испытаниях в масле М-14Д$_2$СЕ снижаются от 0,1 до 0,026.

В четвертой главе представлено обсуждение полученных закономерностей влияния новой металлоплакирующей присадки в разных по природе смазочных материалах (пластичных и жидких) на триботехнические характеристики сопряжений сталь-сталь с позиций развития диссипативной системы под влиянием водорода при трении.

Триботехнические характеристики

Масла	Лукойл	М-14В$_2$	М-14В$_2$ + 0,1 % Валены	М-14Д$_2$ СЕ	Shell Helix Super
$P_д$, МПа	100	140	140	140	>300
$f_{ср}$ до 100 МПа	0,095	0,063	0,037	0,062	0,02

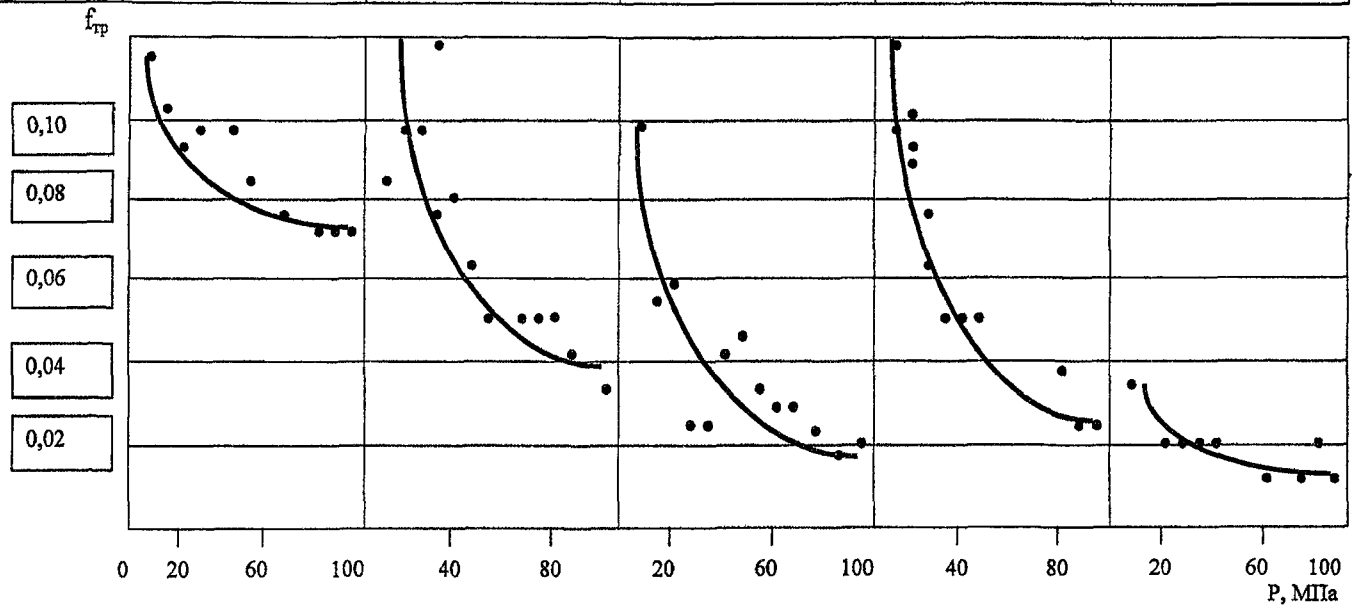


Рис 3 Обобщенные триботехнические характеристики моторных масел

Рассмотрены элементарные процессы перераспределения дислокационной структуры в деформируемом при трении поверхностном слое Отмечено существование точки бифуркации, которая обусловливает два возможных пути развития: накопление повреждаемости, приводящее к водородному изнашиванию, или повышение роли неконсервативного движения дислокаций за счет повышенной концентрации вакансий, что обеспечивает процесс деформации в зоне трения без разрушения и реализацию явления избирательного переноса. Доминирование одного из названных механизмов зависит от состояния и процессов в поверхностном слое трущейся пары, рассматриваемых как диссипативная система в ее развитии Впервые рассмотрена роль диффузии водорода в формировании условий для реализации избирательного переноса

Интенсивность водородного изнашивания является функцией скорости образования ювенильной поверхности, скорости диффузии водорода в зону деформации при трении, скорости образования и выхода дислокаций на поверхность, интенсивности образования вакансий Условия реализации избирательного переноса, кроме указанных выше параметров, зависят также от концентрации металлоплакирующего компонента присадки в энергетическом поле ядер дислокаций. Переход диссипативной системы в условиях развития поверхностного разрушения по механизму водородного изнашивания в диссипативную структуру, когда реализуется режим избирательного переноса, осуществляется при достижении оптимального соотношения определяющих факторов и их динамического равновесия

Разработка метода борьбы с водородным износом в узлах трения подвижного состава железнодорожного транспорта в данной работе основана на создании условий для перехода диссипативной системы в диссипативную структуру с помощью внешних подсистем снижения трения и износа, которые влияют на факторы, определяющие диссипативный фазовый переход, и на поддержание доминирующей роли избирательного переноса при трении. Практической реализацией такого подхода является решенная в работе задача выбора оптимального состава смазочного материала и концентрации металлоплакирующей присадки.

Пятая глава посвящена разработке нового смазочного материала, обеспечивающего длительную работоспособность подшипников качения буксовых узлов с низким коэффициентом трения, исключающим перегрев подшипников при длительной эксплуатации и снижение повреждаемости зоны трения от водородного износа и других сопутствующих видов изнашивания

Разработанная смазка Металплакс-П имеет следующий состав (% масс.). литиевое мыло 12-оксистеариновой кислоты – 8-12, литиевое мыло олеиновой кислоты – 1,5-3, металлосодержащая маслорастворимая присадка Валена – 1-5; остальное – это нефтяное масло, застывающее при температуре не выше – 40°С. Состав металлосодержащей маслорастворимой присадки Валена подобран по принципу обеспечения формирования в зоне трения сервовитной металлоплакирующей пленки, создающей условия для реализации явления избирательного переноса

В табл. 3. приведены результаты сравнительной оценки триботехнических характеристик разработанной смазки Металплакс-П и смазки Буксол, которая в настоящее время применяется для обеспечения работы подшипников качения буксовых узлов локомотивов Однако в связи с ужесточением условий эксплуатации железнодорожного транспорта, связанных с повышением скоростей движения, нагрузок и длительности работы буксовых узлов, она перестала удовлетворять современным эксплуатационным требованиям.

Таблица 3

Триботехнические характеристики смазочных материалов

Давление, МПа	Буксол		Металплакс-П	
	Интенсивность износа, $I_h\,10^9$	Коэффициент трения	Интенсивность износа, $I_h\,10^9$	Коэффициент трения
5	0,2	0,07	0,1	0,07
15	3,2	0,05	0,1	0,05
25	6,8	0,03	0,1	0,03
30	-	0,03	0,1	0,02
35	6,0	задир	0,1	0,02
40	задир	-	0,1	0,02

Испытания показали, что до нагрузки 30МПа коэффициенты трения смазок близки При давлении 35МПа и использовании смазки Буксол в паре трения происходит повреждение поверхностей в виде задира, при использовании смазки Металплакс-П коэффициент трения остается на низком уровне при более высоких нагрузках. При значении коэффициента трения 0,02 и низком уровне разрушения поверхности ($I_h \approx 1\,10^{-10}$) пара остается работоспособной длительное время без нарушения температурного режима.

Разработанная смазка Металплакс-П прошла квалификационные испытания на предприятии ОАО ВНИИ нефтяной промышленности; испытания в эксплуатационных условиях буксовых узлов локомотивов, и на Кусковском заводе консистентных смазок организован ее промышленный выпуск.

ОБЩЕЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

Диссертационная работа посвящена актуальной проблеме повышения эксплуатационных характеристик узлов трения железнодорожного транспорта и является завершенной научной квалификационной работой, содержащей решение научно-технической задачи, имеющей важное практическое значение и заключающейся в повышении ресурса и надежности работы нагруженных узлов подвижного состава, за счет применения вновь разработанных смазочных материалов.

По результатам работы сформулированы следующие основные выводы

1. На основе аналитического обзора современных подходов к решению задач триботехники показано, что научные открытия явления водородного износа и избирательного переноса служат методологической основой решения задач повышения надежности и ресурса трущихся узлов подвижного состава железнодорожного транспорта. Трибосопряжение является открытой термодинамической диссипативной системой Развитие диссипативной системы при контактном взаимодействии в условиях трения и изнашивания происходит двумя путями повышением конфигурационной энтропии, приводящей к разрушению, поддержанием энтропии на минимальном уровне, приводящем к созданию диссипативной структуры и переходу к реализации избирательного переноса.

2 В результате анализа работ по водородному изнашиванию в узлах трения и комплексного экспериментального исследования продуктов износа и поверхностей трения, включающего оценку концентрации водорода, фазового состава и микроструктуры, показано, что водородное изнашивание вносит существенный вклад в общий уровень поверхностного разрушения пар трения подвижного состава железнодорожного транспорта. В связи с тем, что существующие средства и методы защиты от водородного износа для исследуемых пар трения имеют множество ограничений, то универсальным и наиболее эффективным методом повышения эксплуатационных характеристик является реализация явления избирательного переноса в сопряжении

3. Проведены лабораторные испытания возвратно-поступательных стальных пар трения скольжения в широком диапазоне внешних давлений от 0,2МПа до 40МПа в пластичных смазочных композициях, состоящих из товарной смазки Буксол и ее основы (без пакета присадок) с металлоплакирующими присадками в количестве от 0,5 до 10 % (масс.) Показано, что наиболее эффективной с точки зрения предельной нагруженности контакта, потерь на трение и износ является металлоплакирующая смазка, состоящая из основы Буксола и 4 % присадки Валена

4. Триботехническая эффективность смазочной композиции (основа: Буксол и 4 % присадки Валена) по сравнению с товарной смазкой Буксол состоит в повышении несущей способности сопряжения (предельно допустимое давление увеличивается в 4 раза), снижении механических потерь (коэффициент трения уменьшается более чем в 2 раза), снижении потерь при износе (интенсивность изнашивания образцов пары с меньшей поверхностью снижается в 4 раза, с большей – в 19 раз). Повышение работоспособности сопряжений обусловлено формированием на поверхностях трения вторичных защитных структур в виде тонких пленок, характерной особенностью кинетики контактного взаимодействия которых является динамическое равновесие их разрушения и образования Смазочная композиция, содержащая 4 % присадки Валена, обладает свойством «залечивать» поврежденные участки поверхности трения.

5. Триботехнические испытания модельной пары поршневое кольцо-гильза цилиндра показали, что добавление металлоплакирующей присадки Валена в количестве 0,1-0,4 % (масс.) к моторному маслу М-14В$_2$ также улучшает триботехнические характеристики масла Оптимальные характеристики получены с присадкой Валена в количестве 0,1 %. При этом интенсивности износа образцов колец уменьшаются в 5-6 раз, образцов гильз – в 4 раза; коэффициент трения снижается на 20 %.

6. Сформулированы представления о развитии диссипативной системы при трении под влиянием водорода и обоснован метод защиты от водородного износа путем реализации явления избирательного переноса при применении новых металлоплакирующих смазочных материалов. Описана модель влияния водорода на реализацию режима избирательного переноса. В зависимости от функционирования систем снижения трения и износа роль диффузии водорода сводится к следующему: в условиях существования диссипативной системы диффузия водорода приводит к насыщению поверхности водородом, сопровождающееся накоплением дислокаций, что в совокупности приводит к водородному износу; в условиях функционирования диссипативной структуры внутри мезоскопического диссипативного слоя диффузионные процессы и снижение плотности дислокаций обеспечивают отсутствие накопления энергии в поверхностном слое, повреждаемости и поддержание условий реализации явления избирательного переноса.

7. Разработана новая металлоплакирующая смазка Металплакс-П следующего состава (масс. %) литиевое мыло 12-оксистеариновой кислоты – 8-12; литиевое мыло олеиновой кислоты – 1,5-3; присадка Валена – 1-5, остальное – это нефтяное масло, застывающее при температуре не выше – 40°С. Состав металлоплакирующей маслорастворимой присадки Валена подобран по принципу создания в зоне трения сервовитной металлоплакирующей пленки. Эффективность смазки подтверждена результатами испытаний в условиях эксплуатации буксовых узлов локомотивов Проведены квалификационные испытания и организован промышленный выпуск смазки.

Основное содержание диссертации отражено в следующих публикациях:

1. Водородный износ металлов и его закономерности / Гаркунов Д Н., Хрусталев Ю А , Балабанов В И., Мамыкин С.М. // Технический сервис в агропромышленном комплексе – М : Изд-во МГАУ, 1988. – С.67-72.
2. Водородное изнашивание пары трения колесо-рельс железнодорожного транспорта / Гаркунов Д Н., Балабанов В И., Мамыкин С М., Хрусталев Ю.А // Эффект безызносности и триботехнологии, 1988. – № 1 – С 3-11.
3. Мамыкин С М. Анализ влияния влажности на износ колес пассажирских вагонов // Эффект безызносности и триботехнологии, 1999 – № 1 – С 46-47.
4. Мамыкин С М Эксперимент продолжается // Локомотив, 2004 – № 4. – С 21-22.

5. Наводороживание поверхности качения колесной пары / Хрусталев Ю А., Ляхов Б.Ф., Балабанов В.И , Мамыкин С.М. // Вестник машиностроения, 1997. – № 11 – С.23-26.
6. Специальная антифрикционная механическая обработка поверхностей качения колесной пары / Балабанов В.И., Мамыкин С М , Хрусталев Ю.А., Ляхов Б.Ф. // Железные дороги мира, 1997. – № 6 – С 5-7.
7 Влияние металлоплакирующих присадок на триботехнические характеристики смазки Буксол / Мамыкин С.М., Куксенова Л И , Лаптева В Г и др // Трение и смазка в машинах и механизмах, 2006. – № 7. – С.20-25
8. Влияние металлоплакирующей присадки на триботехнические характеристики моторного масла М-14В$_2$ / Мамыкин С М., Куксенова Л.И., Лаптева В.Г , Хренникова И.А // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2006. – № 2. – С.69-74.
9. Исследование триботехнической эффективности металлоплакирующей присадки Валена в разных смазочных средах / Мамыкин С.М., Лаптева В.Г., Куксенова Л И. // Проблемы машиностроения и надежности машин, 2007. – № 2 – С.56-64
10. Новые направления в триботехнике и их использование в повышении износостойкости машин и механизмов/ Гаркунов Д.Н , Бабель В Г., Мамыкин С.М., Мельников Э.Л , Гаврилюк В.С. – М . Изд-во МСХА – 2007 – 54 С.
11. Патент №2277579 «Металсодержащая маслорастворимая композиция для смазочных материалов».

Мамыкин Сергей Михайлович

РАЗРАБОТКА МЕТАЛЛОПЛАКИРУЮЩИХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ ТРЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Подписано к печати
Бумага офсетная. Печать офсетная
Уч.-изд Л 1 Тираж 100

Формат 60x84/16
Усл печ. л 1,4
Заказ № 3536.

Ростовский государственный университет путей сообщения.
Ризография РГУПС

Адрес университета 344038, г. Ростов-на-Дону, пл им Ростовского стрелкового полка народного ополчения, 2