

# Снижение интенсивности износа в системе «колесо — рельс» на промышленном железнодорожном транспорте

Е. П. ДУДКИН, докт. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Промышленный и городской транспорт» ПГУПС,

К. Э. АРАКЕЛЯН, инженер кафедры «Промышленный и городской транспорт» ПГУПС



**Несмотря на серьезные усилия в области борьбы с износом в системе «колесо — рельс» путем применения интенсивных технологий и различных методов, таких как изменение профиля колеса и рельса, лубрикация и т.д., проблема не решена. Существует необходимость использования инновационных технологий, основанных на разработках академической науки, для управления трением в трибодинамической системе «колесо — рельс».**

**Ж**елезнодорожный транспорт необщего пользования как совокупность производственно-технологических комплексов (включающих в себя железнодорожные подъездные пути, непосредственно или через другие железнодорожные подъездные пути, примыкающие к железнодорожным путям общего пользования (в том числе пути технологического железнодорожного транспорта предприятий); здания, строения, сооружения, железнодорожный подвижной состав, другое имущество), предназначенных для обеспечения потребностей пользователей услугами железнодорожного транспорта необщего пользования и владельцев подъездных путей (физических и юридических лиц) в услугах железнодорожного транспорта в местах необщего пользования на условиях договоров или выполнения работ для собственных нужд, является одним из важнейших элементов обеспечивающей подсистемы общей системы хозяйствования РФ.

Цель функционирования этой транспортной системы состоит в поддержке ускорения темпов развития промышленного производства в России и обеспечении соответствующей объема перевозок, осуществляемых на территориях промышленных предприятий, маневровой и сортировочной работы, ритмичной погрузки и выгрузки грузов, а также рационального использования подвижного состава промышленного железнодорожного транспор-

та и обеспечения его сохранности. Устойчивое развитие системы может быть достигнуто только при условии реализации комплексного подхода к решению общих проблем, стоящих в настоящее время перед предприятиями промышленного железнодорожного транспорта и железнодорожного транспорта необщего пользования, основными из которых являются следующие:

- напряженность бюджетов финансирования содержания и обслуживания железнодорожных путей необщего пользования, находящихся на балансах промышленных предприятий;
- старение основных фондов железнодорожной инфраструктуры промышленных предприятий, вызывающее возникновение неисправностей, угрожающих безопасности движения и эксплуатации в системе промышленного железнодорожного транспорта, техническому состоянию железнодорожного подвижного состава, сохранности грузов и т.д.;
- отсутствие унифицированного перечня обоснованных норм и допусков на содержание подвижного состава и верхнего строения пути, учитывающих условия эксплуатации и режимы работы, характерные для промышленных железных дорог;
- отсутствие финансовых фондов для организации внедрения в практику эксплуатации разработанных академической транспортной наукой интенсивных инновационных технологий, позволяющих усовершенствовать тех-

нологические и организационные процессы в системе промышленного железнодорожного транспорта.

Таким образом, в рамках современной экономической ситуации, осложненной наступлением мирового экономического кризиса, приоритетной линией рыночного поведения предприятий промышленного железнодорожного транспорта является линия реализации стратегии «рациональной активности», предполагающая максимально целесообразное расходование ресурсов всех видов: материальных, энергетических, трудовых. Основой такой стратегии поведения должен стать обоснованный выбор вектора осуществления финансирования, ограниченный комплексом наиболее «стратегически емких» видов деятельности предприятия промышленного железнодорожного транспорта, имеющих значительный вес с точки зрения его дальнейшего успешного развития. Кроме того, в интересах повышения прибыльности необходимо обратить существенное внимание на выявление и реализацию резервов снижения существующего уровня расходов на текущее содержание подвижного состава и пути.

Физической основой движения поездов по железным дорогам является взаимодействие подвижного состава и верхнего строения пути. Именно взаимодействие в системе «колесо — рельс» во многом определяет безопасность движения, а также такие важнейшие технико-экономические показатели, как масса поездов, скорость их движения и уровень эксплуатационных расходов. При этом требования к критериям взаимодействия колес и рельсов противоречивы. С одной стороны, малое сопротивление движению поезда обеспечивается снижением сцепления колес с рельсами. С другой стороны, для реализации требуемой силы тяги необходимо

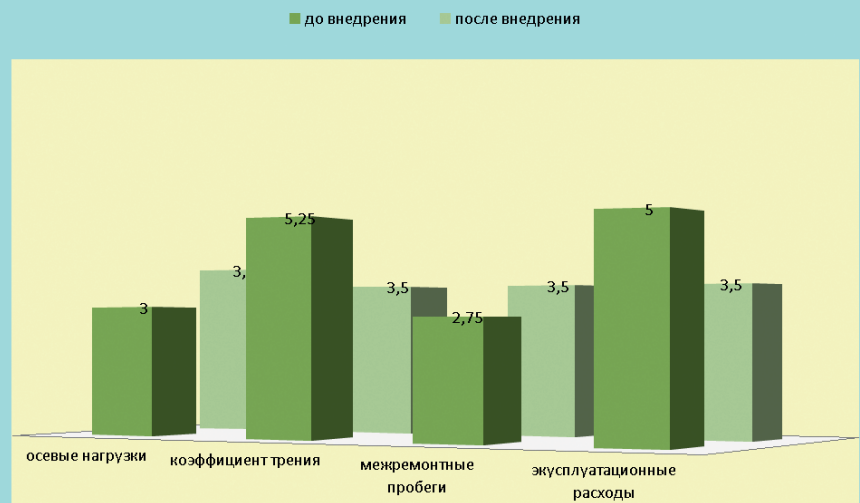
обеспечивать высокий и стабильный уровень сцепления локомотивных колес с той же поверхностью. Помимо этого, для предотвращения вкатывания колеса на головку рельса, снижения износа гребня колеса и боковой поверхности головки рельса, а также сопротивления движению поезда в кривых требуется максимально возможно снизить трение между гребнем колеса и боковой поверхностью головки рельса. В настоящее время существует множество разработок, посвященных взаимодействию пары трения «колесо — рельс». Однако комплексная увязка к конкретным технико-эксплуатационным условиям различных видов железных дорог не производилась. Таким образом, существует актуальная необходимость эффективной адаптации теоретических разработок в этой области к конкретным условиям эксплуатации промышленных железных дорог путем проведения эксплуатационных испытаний с последующей обработкой результатов с применением методов математической статистики и инженерного прогнозирования для выявления главных факторов, обуславливающих износ колеса и рельса.

Промышленные железные дороги по эксплуатационным условиям существенно отличаются от путей магистрального железнодорожного транспорта. Основными эксплуатационными факторами, определяющими нормы и допуски содержания путей и подвижного состава, интенсивность возникновения различных видов износа и т.д., в системе магистрального железнодорожного транспорта являются параметры «скорость движения» и «грузонапряженность». На промышленных железных дорогах существенными и определяющими являются два фактора:

- сверхтяжелые осевые нагрузки;
- особые эксплуатационно-технологические условия.

Особенности условий эксплуатации промышленного железнодорожного транспорта обусловлены сферой деятельности промышленного предприятия — владельца подъездных путей, ограниченностью площадей для расположения подъездных путей, стесненностью размещения объектов железнодорожной инфраструктуры. Такие особенности выражаются в большой доле кривых радиусов в общем километраже развернутой длины подъездных путей, необходимости сооружения эстакад, использовании больших уклонов и т.д.

## Возможности изменения технико-эксплуатационных показателей при применении РВС-технологий



В условиях современной эксплуатации промышленных железных дорог отмечается увеличение интенсивности износа гребней колес и боковых поверхностей рельса. Возрастает острокопечный накат, уменьшаются межремонтные сроки эксплуатации, увеличивается количество обточек, не выдерживаются нормативные сроки пробега локомотивов и вагонов между обточками колесных пар. Затраты на мониторинг степени износа колеса и рельса, профилактические работы по снижению интенсивности такого износа и своевременную замену изношенных элементов пары трения составляют на предприятиях промышленного железнодорожного транспорта существенную часть общих эксплуатационных расходов. Предприятия промышленного транспорта несут большие финансовые потери на ремонт и приобретение колесных пар, смену рельсов в кривых участках пути. Существенно возрастает риск аварий из-за вползания гребня колеса на рельс, проваливания колесной пары внутрь колеи. Эти обстоятельства делают износ гребней колес и боковых поверхностей рельсов в кривых участках пути (наряду со сходом подвижного состава с рельсов, контактной усталостью колес и рельсов) одной из самых значительных проблем на промышленном железнодорожном транспорте, а реализацию системы мероприятий по снижению интенсивности такого из-

носа — наиболее «стратегически емким» видом производственной активности.

Используемые сегодня для снижения интенсивности износа в зоне контакта пары трения «колесо — рельс» способы и методы: восстановление профиля колеса с удалением проката по кругу катания, обточка по острокопечному накату; восстановление наплавкой изношенных гребней колес, оптимизация профиля рельса шлифованием рабочей выкружки наружного рельса, увеличение твердости контактных поверхностей (термическое упрочнение или нанесение износостойких покрытий), лубрикация (помещение в зону контакта третьего тела, обладающего заданными характеристиками) и т.д., имеют ряд ограничений, не позволяя решить проблему радикально. Так, полезный эффект от обточки сводится на нет наличием «технологического износа». Образование оптимального профиля рельса и его сохранение способствует снижению поперечных сил и напряжений в зоне контакта «колесо — рельс», ослабляет динамическое воздействие подвижного состава на путь. Вместе с тем, выполненные на математической модели расчеты и натурные эксперименты показали, что шлифование рабочей выкружки наружного рельса кривых создает условия для возникновения жесткого двухточечного контакта «колесо — рельс», что снижает способность ва-

гонных тележек к самоустановке и ведет к перекашиванию тележки. В ряде случаев даже лубрификация, признанная наиболее эффективным методом борьбы с износом, не столько снижает, сколько упорядочивает его, предотвращая задиры, заедание и заклинивание поверхностей трения. Кроме того, не удается комплексным образом использовать возможности лубрикации — смазывание поверхности катания головки рельса снижает уровень поперечных нагрузок, но не уменьшает износ рабочей грани головки. И наоборот, смазывание рабочей грани уменьшает ее износ, но не влияет на величину поперечных нагрузок.

Износ бандажей колесных пар и рельсов представляет собой сложный динамический процесс, оптимизация взаимодействия в паре трения «колесо — рельс» предъявляет сложные, порой взаимоисключающие требования:

- нагрузки, возникающие в точке контакта, варьироваться в широких пределах; следствием этого является необходимость индивидуального подбора типа смазки и разработки методики ее нанесения для каждой зоны нагружения;

- жесткое требование к отсутствию смазывающих веществ на головке рельса (дорожке качения);

- широкий диапазон внешних факторов влияния: температура окружающей среды, влажность, запыленность, ограничение зоны контакта.

Надежность и долговечность элементов системы взаимодействия «колесо — рельс» могут быть достигнуты за счет комплексного применения новых подходов, основанных на применении инновационных разработок.

Наиболее целесообразным методом борьбы с износом в паре трения «колесо — рельс», в связи с существенной выработкой ресурсов технологического оборудования предприятий промышленного железнодорожного транспорта и недостатком средств на полную или частичную модернизацию, в настоящее время представляется использование обработки контактных поверхностей трения многокомпонентными триботехническими составами, выполненными на основе природных минералов. В основе метода лежит способность триботехнических составов при определенных условиях диффундировать в глубину приповерхностного слоя металла атомы углерода, вызывая тем самым упрочняющие дислокации этого слоя, — на поверхности трения возникает монок-

ристаллическая стеклоподобная структура, оптимизирующая зазоры и износ. Этот способ управления трением и сопутствующим им износом основывается на разработках, выполненных в 80-х и 90-х годах под руководством проф. В. И. Ревнивцева и проф. И. В. Крагельского — «избирательный перенос». Изобретение относится к способам обработки поверхностей трения и предназначено для снижения механических потерь и увеличения долговечности трущихся сопряжений всех типов. Способ включает подачу в зону трения технологической среды, содержащей ремонтно-восстановительный состав и базовое масло, при этом ремонтно-восстановительный состав готовят на основе порошка из природных минералов или смеси природных минералов, содержащих аморфную двуокись кремния, и катализаторов на основе шунгита и редкоземельных металлов, а затем производят формирование покрытия при эксплуатационной нагрузке. Способ обеспечивает восстановление изношенных поверхностей, позволяет уменьшить коэффициент трения до значений, которые можно назвать аномально низкими, и за счет этого достичь снижения затрат на ремонт и восстановление, увеличить срок службы машин и оборудования и снизить эксплуатационные расходы.

В 2005 году «НПО «Руспромремонт» был разработан новый продукт «РВС», технология производства и применения которого защищена патентом РФ. РВС-ИПИ — ремонтно-восстановительный состав для создания интеллектуального поверхностного изоморфа. Технология позволяет остановить износ трибоспряжения, а в 99% случаев — восстановить технические характеристики трущихся поверхностей до требований ГОСТ и заводских параметров. Ремонтно-восстановительный состав, доставленный носителем (маслом, пластической смазкой, керосином, спиртом или гелем) в зону трения, перемалывается микрорельефом, очищая, заполняя и нормализуя его. Энергия трения активизирует молекулярные процессы адгезии, аутогезии, реакции замещения и др., в результате изменяется состояние поверхностного слоя металла и образуется металлокерамический сплав, аналог природному «зеркалу скольжения».

Существует опыт применения возможностей этой технологии для управления трением на железнодорожном транспорте общего пользования.

С участием специалистов ЗАО «НПО «Руспромремонт» на Забайкальской железной дороге с применением твердосмазывающих стержней была осуществлена обработка трибоспряжений колесных пар на тепловозах «ВЛ80». Согласно отчетам, годовой экономический эффект составил 10 000 рублей на одну колесную пару при сроке окупаемости в 5 месяцев. Современные экономические условия определяют необходимость решения предприятиями промышленного железнодорожного транспорта задачи максимального увеличения сроков эксплуатации действующего оборудования с сохранением надежности его эксплуатации при минимальных затратах. Актуальность использования уникальных антифрикционных, противоизносных, восстановительных свойств геомодификаторов трения на основе представителей природных материалов — серпентинитов не вызывает сомнения. Специалисты признают, что в настоящее время отсутствуют фундаментальные исследования в этой области, в том числе:

- не изучено влияние специфики различных видов узлов трения и различных видов механических нагрузок на прочность и износостойкость защитного изоморфного слоя;

- отсутствует технология приготовления порошковых композиций с заданными гранулометрическими характеристиками, что не позволяет производить смеси модификатора с маслом, пригодные для длительного хранения без образования осадка.

Поэтому использование РВС-технологий на промышленном железнодорожном транспорте требует проведения научных исследований по обоснованию технологических процессов и экономической эффективности их внедрения в зависимости от характерных условий эксплуатации. Научным результатом таких исследований должна стать разработка технологии применения геотрибomodификаторов для упрочнения, восстановления поверхностей в зонах контакта в паре «колесо — рельс» и снижения скорости их износа. Ожидаемыми технико-экономическими результатами от применения такой технологии в системе промышленного железнодорожного транспорта являются увеличение сроков службы рельсов и колес, снижение затрат на их текущее содержание и замену, повышение безопасности движения по путям промышленных железных дорог.