

Автоматизированная система управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией и ремонтом оборудования подвижного состава пригородного пассажирского комплекса

В. Н. Костюков,
д. т. н., профессор, НПЦ «Динамика»

А. В. Костюков,
к. т. н., НПЦ «Динамика»

Д. В. Казарин,
к. т. н., НПЦ «Динамика»

А. В. Щелканов,
аспирант ОмГУПС, НПЦ «Динамика»

Участившиеся инциденты и аварийные ситуации на железнодорожном транспорте [1, 2] заставляют срочно задуматься о решении проблемы наблюдения и управления техническим состоянием оборудования всех объектов инфраструктуры на различных этапах их жизненного цикла. Известно, что отсутствие объективного контроля качества изготовления и ремонта оборудования на этапах производства и обслуживания, а также отсутствие наблюдаемости за реальными процессами деградации технического состояния на этапе эксплуатации не позволяют оперативно принимать обоснованные экономически и технически эффективные меры по поддержанию высокого уровня надежности техники.

Наличие в распоряжении производственных и обслуживающих предприятий большого числа различных средств диагностирования и контроля не является гарантией качественного проведения работ по оценке состояния оборудования. Эти средства, как правило, не унифицированы, в них отсутствует единая база контролируемых параметров и результатов контроля, не выдерживаются заявленные метрологические характеристики, зачастую производители средств не предоставляют сервисной поддержки. В результате примерно лишь треть имеющихся в арсенале предприятий технических средств контроля реально эксплуатируется. Однако существует еще одна проблема: для того, чтобы результаты диагностирования и контроля получили практическое значение, они в любой момент должны быть доступны всем уровням иерархии управления.

Для определения состояния уровня техники в данной технической области был проанализирован ряд систем и устройств, в частности [3].

Изученные аналоги имеют главный общий недостаток – узкие функциональные возможности, которые не позволяют обеспечить полноту диагностирования оборудования электропоездов и приводят к существенному влиянию человеческого фактора на результаты оценки технического состояния.

Решение обозначенных проблем достигается путем мониторинга технического состояния и создания автоматизированных систем управления [4].

Целью создания и развития системы является повышение безопасности и бесперебойности функционирования железнодорожного транспорта путем эффективного управления техническим состоянием оборудования подвижного состава и объектов инфраструктуры на основе непрерывного автоматического мониторинга в реальном времени.

Первоочередными задачами, решаемыми с помощью технических средств системы, являются [5]:

- предупреждение аварийных ситуаций, связанных с быстрым развитием неисправностей в процессе эксплуатации;
- предоставление информации о состоянии оборудования на различные уровни принятия решения с целью выработки эффективных организационно-технических воздействий по управлению состоянием оборудования;
- выходной контроль качества проводимого обслуживания и ремонта оборудования и узлов;
- входной контроль качества и состояния поставляемых изделий, узлов и оборудования;

- контроль исполнительской дисциплины персонала производственных и эксплуатирующих предприятий;
- наблюдение за изменением технического состояния в процессе эксплуатации для повышения эффективности системы обслуживания и ремонта;
- ведение и контроль наработок для планирования профилактических обслуживаний и углубленного анализа состояния с помощью стационарных средств контроля и диагностирования.

Основными компонентами системы, создаваемой в пригородном пассажирском комплексе, являются средства мониторинга, диагностики и интеграции КОМПАКС® (рис. 1), а именно:

- системы диагностики узлов и агрегатов электропоездов на участках входного контроля, ремонта и испытаний (система вибродиагностики колесно-моторных блоков, система диагностики узлов и агрегатов на участках ремонта, участок входного контроля подшипников качения);

Система комплексной диагностики секций электропоездов в условиях депо



Система вибродиагностики колесно-моторных блоков в цехе ТР-1



Система диагностики узлов и агрегатов электропоездов



Диагностическая сеть депо

Пользователи диагностической сети депо

Сервер диагностической сети депо

Беспроводная сеть

Бортовая система мониторинга технического состояния оборудования электропоезда

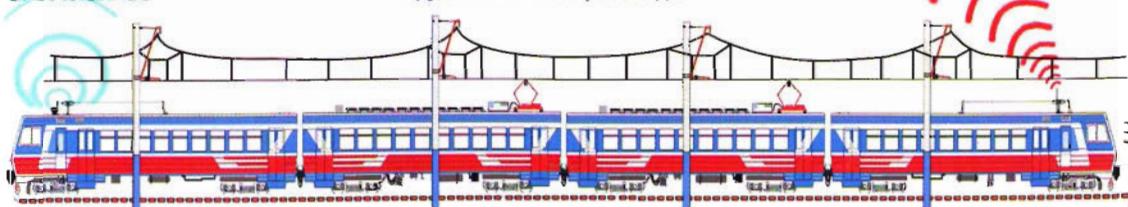


Рис. 1. Структура автоматизированной системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией и ремонтом оборудования электропоездов КОМПАКС®

- системы комплексной диагностики секций электропоездов на испытательных участках цехов ТР-2, ТР-3;
- бортовые системы мониторинга технического состояния оборудования электропоездов;
- диагностическая сеть депо, объединяющая системы мониторинга и диагностики и обеспечивающая предоставление информации на различные уровни ответственности.

Система вибродиагностики колесно-моторных блоков предназначена для оперативной оценки текущего состояния, качества обслуживания и их ремонта при проведении технического обслуживания ТО-3 и текущего ремонта ТР-1.

Система располагается на смотровой канаве в цехах ТО-3, ТР-1 и включает в свой состав пульт оператора, шкаф управления, распределенную по смотровой канаве сеть соединительных устройств, малогабаритный выносной блок, снабженный шестью датчиками вибрации и датчиком частоты вращения. При этом шкаф управления содержит интеллектуальный привод питания тяговых электродвигателей, обеспечивающий плавный разгон до заданной частоты и поддержание стабильной частоты вращения колесной пары в процессе испытаний.

Время диагностирования колесно-моторных блоков одного вагона (4 колесно-моторных блока) с учетом выполнения подготовительно-заключительных операций не превышает 30 минут. Более высокой производительности способствует оснащение участка испытаний стационарными устройствами вывешивания колесных пар. В этом случае время проведения испытаний сокращается еще на 40-50%.

Система получила широкое распространение в 2000-2005 годах, активно эксплуатируется и хорошо себя зарекомендовала при выявлении скрытых дефектов подшипников букс, редуктора, тягового электродвигателя, дефектов зубчатого зацепления, ухудшения качества или недостатка смазки, дефектов балансировки, центровки и крепления элементов, дефектов упругой муфты. Достоверность диагностирования составляет не менее 97%. Сведения об объемах диагностики и количестве выявленных и подтвержденных дефектов приведена в таблице 1 (графа 3).

Система диагностики узлов и агрегатов на участках ремонта предназначена для проведения входного контроля и диагностики ка-

чества ремонта тяговых электродвигателей, преобразователей, компрессоров, токоприемников, а также буксовых узлов колесных пар и колесно-редукторных блоков непосредственно на участках ремонта данного оборудования и на участках их входного контроля.

Участок входного контроля подшипников качения предназначен для проведения входного контроля поставляемых на предприятие подшипников, проведения их промывки, дефектации, размагничивания, диагностирования, а также консервации.

Наличие данной группы средств диагностирования гарантирует установку на подвижной состав исправного оборудования, имеющего максимальный ресурс.

Система комплексной диагностики секций электропоездов предназначена для комплексной автоматической оценки технического состояния наиболее сложного и в наибольшей степени подверженного эксплуатационному износу и отказам оборудования секций электропоездов при проведении текущих ремонтов больших объемов. К числу такого оборудования относятся: колесно-моторные блоки, токоприемники, пневматическое и электропневматическое оборудование тормозной системы, электрические цепи управления, высоковольтные силовые цепи; цепи отопления и вспомогательных машин. В соответствии с обозначенными классами оборудования система включает семь подсистем диагностики, взаимодействующих между собой в комплексе.

Система имеет уникальную структуру, особенность которой обусловлена распределенной специальным образом сетью соединительных устройств, располагающихся в оптимальных местах участка испытаний, а также дополнением сети рядом мобильных измерительных устройств, функционирующих посредством беспроводной сети.

Структура и состав системы совместно с принятой схемой расположения позволяют едиными программно-аппаратными средствами проводить комплексную диагностику секций электропоездов 15-ти различных серий как постоянного, так и переменного тока.

Как правило, участок испытаний, на котором проводится диагностирование, по совместительству становится местом проведения отладки и тонкой настройки оборудования секций, которая также проводится с помощью системы и под ее контролем. После та-

Табл. 1. Сведения о показателях диагностирования оборудования электропоездов системами диагностики в депо

№	Наименование показателя (вид оборудования)	Система вибродиагностики колесно-моторных блоков	Система комплексной диагностики секций электропоездов
1	Количество секций электропоездов, прошедших диагностику, секц.	≈ 20 000	1 241
2	Количество секций электропоездов, проdiagностированных в полном объеме, секц.	≈ 19 000	921
3	Количество актов оценки состояния ¹	78 129	9 273
3.1	колесно-моторные блоки	78 129	4 862
3.2	пневматическая тормозная система	—	1 038
3.3	токоприемники	—	938
3.4	цепи управления	—	1 174
3.5	силовые цепи	—	1 012
3.6	вспомогательные цепи	—	879
4	Количество обнаруженных неисправностей ²	1 017	4 377
4.1	колесно-моторные блоки	1 017	176
4.2	пневматическая тормозная система	—	1 168
4.3	токоприемники	—	142
4.4	цепи управления	—	1 542
4.5	силовые цепи	—	798
4.6	вспомогательные цепи	—	551
5	Количество подтвержденных неисправностей ³	994	4 182
5.1	колесно-моторные блоки	994	169
5.2	пневматическая тормозная система	—	1 133
5.3	токоприемники	—	131
5.4	цепи управления	—	1 494
5.5	силовые цепи	—	753
5.6	вспомогательные цепи	—	502

¹ — из баз данных систем мониторинга и диагностики;

² — по данным эксплуатирующего персонала, актов испытаний и баз данных систем мониторинга и диагностики;

³ — по данным персонала, журналов формы ТУ-152, ТУ-28, а также актов испытаний (при многократных испытаниях одного узла) и баз данных систем мониторинга и диагностики.

кой настройки процедура пуска электропоезда в эксплуатацию сводится к формальности, значительно облегчается труд слесарей-надчиков, улучшаются их условия труда.

Система активно эксплуатируется в ряде депо: Раменское (с 2005 года), Москва-2 (с 2007 года), Алтайская, Анисовка, Брянск, Данилов, Лобня, Перерва и Санкт-Петербург-Балтийский (с 2008 года), Крюково (с 2009 года), Безымянка (с 2011 года). Она хорошо себя зарекомендовала в выявлении большого числа разнообразных дефектов, включая ошибки монтажа оборудования, нарушения регулировок, установку нетиповых элементов, нарушения плотности соединений в пневматической сети и другие. Сведения об объемах диагностики и количестве выявленных и подтвержденных дефектов приведены в таблице 1 (графа 4). Достоверность диагностирования, определенная по результатам более чем пятилетней эксплу-

атации, составляет 96%, что подтверждено результатами ревизий, разборок, а также наладки, обкатки и первого периода эксплуатации электропоездов на линии после ремонта [6].

Предлагаемая система предназначена для непрерывного мониторинга технического состояния ходовой части (колесных пар, буксовых узлов, тяговых редукторов, тягового электродвигателя, элементов подвешивания и крепления узлов), оборудования пневматической тормозной системы, силовой цепи, а также цепей вспомогательного электрического оборудования в процессе эксплуатации. Это позволяет своевременно обнаруживать возникновение и развитие неисправностей, отображать информацию о них на дисплее в кабине машиниста, передавать данные о техническом состоянии электропоезда в депо приписки.

Система автоматически формирует акты технической готовности по каждому вагону

отдельно и сводный по всему электропоезду, архивирует их и передает в диагностическую сеть депо. Передача данных осуществляется без участия персонала, автоматически, средствами беспроводной сети.

На сегодняшний день бортовой системой оборудовано более 60 электропоездов постоянного тока, произведенных Демиховским машиностроительным заводом и успешно эксплуатирующихся на Московской, Октябрьской, Северо-Кавказской, Западно-Сибирской, Куйбышевской и Свердловской железных дорогах.

Все системы построены с соблюдением единых принципов. В первую очередь это касается:

- использования единых аппаратно-программных средств;
- встроенной функции самодиагностики датчиков, линий связи, измерительных модулей и целостности программного обеспечения;
- стилистического оформления интерфейсов программного обеспечения;
- способа представления информации о техническом состоянии оборудования (цветные пиктограммы, численные значения признаков, экспертные сообщения, акты технической готовности);
- единой метрологической базы, а также методики калибровки/проверки измерительных каналов. Все это упрощает процесс сервисного обслуживания и поддержки систем.

Важным свойством вышеописанных систем является возможность их интеграции в единую диагностическую сеть, разворачиваемую в моторвагонном депо. Посредством сети производится объединение систем диагностики в различных цехах, систем диагностики и испытаний узлов и агрегатов на участках ремонта, всех бортовых систем мониторинга, установленных на электропоездах, в единый комплекс автоматического мониторинга технического состояния эксплуатируемого и ремонтируемого в депо парка подвижного состава. Благодаря наличию диагностической сети, объективные данные о состоянии оборудования становятся доступными руководителям и ответственным исполнителям предприятия в реальном времени. Теперь имеющаяся диагностическая информация может быть использована для принятия объективно обоснованных управлеченческих решений по организации эффективной безопасной ресурсосберегающей эксплуатации и ремонта подвижного состава.

В настоящее время всеми компонентами автоматизированной системы управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией и ремонтом оборудования пригородного подвижного состава оснащены депо Москва-2, Раменское и Санкт-Петербург-Московское (Финляндская площадка).

В перспективе к диагностическим сетям могут быть подключены средства контроля и диагностики, располагающиеся на предприятиях-изготовителях комплектующих и оборудования для подвижного состава и объектов инфраструктуры. Это позволит создать единое информационно-диагностическое пространство для эффективного управления техническим состоянием всего железнодорожного комплекса страны.

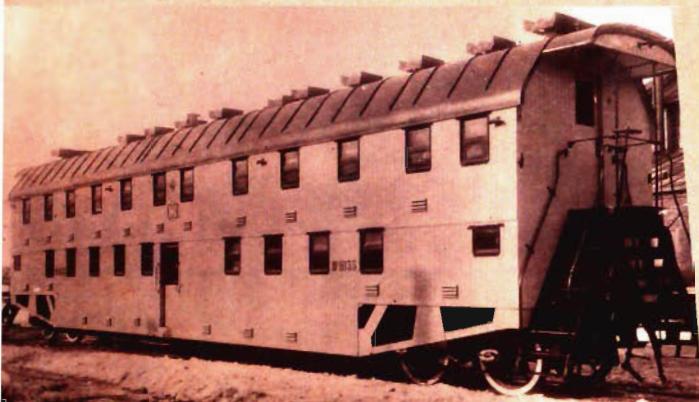
Список используемой литературы

1. Основные направления развития интеллектуального железнодорожного транспорта / В. А. Гапанович, И. Н. Розенберг // Железнодорожный транспорт. – 2011. – №4. – С. 5 – 11.
2. Непрерывный мониторинг состояния моторвагонного подвижного состава / С. В. Сизов, В. П. Аристов, В. Н. Костюков, А. В. Костюков // Железнодорожный транспорт. – 2008. – №6. – С. 41 – 42.
3. Пат. 61235. Рос. Федерация, МПК В 61 L 25/00, В 60 R 27/00. Система мониторинга на железнодорожном транспорте / Звягин С. С., Грачев К. А., Голотюк С. А.; заявитель и патентообладатель Закрытое Акционерное Общество Научно-производственное объединение «Транспортная Механика» (RU). – № 2006139504/22; заявл. 09.11.2006; опубл. 27.02.2007, Бюл. №6 Изобретения. Полезные модели.
4. Костюков, В. Н. Мониторинг безопасности производства. – М. : Машиностроение. 2002. – 224 с.
5. Ремонт оборудования по техническому состоянию на основе технологии АСУ БЭР КОМПАКС / В. Н. Костюков, А. В. Костюков // Автоматизация в промышленности. – 2012. – №9. – С. 12 – 17.
6. Автоматизированная диагностика электрических цепей МВПС / С. В. Сизов, В. П. Аристов, В. Н. Костюков, А. В. Костюков // Железнодорожный транспорт. – 2010. – №5. – С. 56 – 58. №

ТЕХНИКА[®]

ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

№1 (21) февраль 2013





4 | О дальнем следовании замолвлено слово



18 | Передача ЭП20 «Олимп» ОАО «РЖД»



56 | Сберегающий электроэнергию ЭД9Э

Содержание

| ПРЯМАЯ РЕЧЬ |

О дальнем следовании замолвлено слово 4

| ФОРУМ |

Новое международное – Exporail 2012 10

III конференция «Рынок железнодорожного подвижного состава» 12

VI Международный форум «Транспорт России» . . 13

X Международная конференция «Рынок транспортных услуг» 14

| СОБЫТИЯ ПАРТНЕРСТВА |

VI региональная конференция НП «ОПЖТ» 16

Передача ЭП20 «Олимп» ОАО «РЖД» 18

«Ласточка» ушла в первый рейс 21

Расширение международного взаимодействия:
Соглашение со Swissrail 22

VII конференция по тормозному оборудованию
и 15-летие Ассоциации «АСТО» 23

Конкурс для производителей подвижного состава . 24

С. Н. Гапеев, О. А. Сеньковский, Д. М. Завгородний.
Трехлетний итог внедрения стандарта IRIS на российских предприятиях железнодорожного машиностроения 25

| ТRENДЫ И ТЕНДЕНЦИИ |

Мониторинг ситуации в промышленности
на основании индексов ИПЕМ: итоги 2012 года . . 30

| АНАЛИТИКА |

В. А. Перминов, Е. Е. Белова. К вопросу оценки технической обоснованности назначенных гарантийных сроков эксплуатации локомотивов 39

В. Б. Савчук, И. А. Скок. Поддержка грузового вагоностроения – одна из актуальных задач промышленной политики 43

| СТАТИСТИКА | 48

| КОНСТРУКТОРСКИЕ РАЗРАБОТКИ |

А. А. Савчук, М. В. Куприянов. Сберегающий электроэнергию ЭД9Э 56

В. Н. Костюков, А. В. Костюков, Д. В. Казарин,
А. В. Щелканов. Автоматизированная система управления безопасной ресурсосберегающей эксплуатацией и ремонтом оборудования подвижного состава пригородного пассажирского комплекса 62

Н. В. Ким, Ю. А. Иванов. Автоматическая система предотвращения столкновений локомотива, основанная на техническом зрении 67

| ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА |

Ю. Ф. Воронин, Д. В. Шпади, О. А. Сеньковский,
Ю. В. Кайро. Определение разновидности сложного дефекта отливки «Рама боковая» 71

| ИСТОРИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ |

П. Б. Кривская. Пионер отечественного паровозостроения 75

| ЮБИЛЕИ | 80

| АННОТАЦИИ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА | 81