

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ МВПС

**С.В. СИЗОВ**, начальник Управления пригородных пассажирских перевозок Департамента пассажирских сообщений ОАО «РЖД»

**В.П. АРИСТОВ**, заместитель начальника управления

**В.Н. КОСТЮКОВ**, доктор технических наук, профессор кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» ОмГУПСа

**А.В. КОСТЮКОВ**, технический директор научно-производственного центра «Динамика», кандидат технических наук

**Д.В. КАЗАРИН**, научный сотрудник НПЦ «Динамика»

**БЕСПЕЧЕНИЕ** безопасности и бесперебойности железнодорожных пригородных пассажирских перевозок в условиях роста интенсивности эксплуатации моторвагонного подвижного состава (МВПС) выдвигает жесткие требования к уровню его технического обслуживания и ремонта. Согласно статистической отчетности ОАО «РЖД» чаще подвергаются отказам наиболее сложные узлы, аппараты и системы электропоездов, требующие высококвалифицированного обслуживания и ремонта. На долю электрических цепей, включающих низковольтные цепи управления, высоковольтные силовые и вспомогательные цепи, являющихся наиболее сложной системой электропоезда, приходится не менее 55% браков, отказов и повреждений. Большинство из них вызваны неудовлетворительным качеством обслуживания и ремонта в депо.

Кардинально повысить качество ремонта моторвагонного подвижного состава при одновременном сокращении продолжительности и трудоемкости обязательного послеремонтного контроля возможно на основе автоматических систем комплексного диагностирования с автоматизированной экспертной системой определения неисправностей, исключающей субъектив-

ные ошибки диагностика и обеспечивающей достоверную оценку технического состояния наиболее сложных и ответственных систем электропоезда.

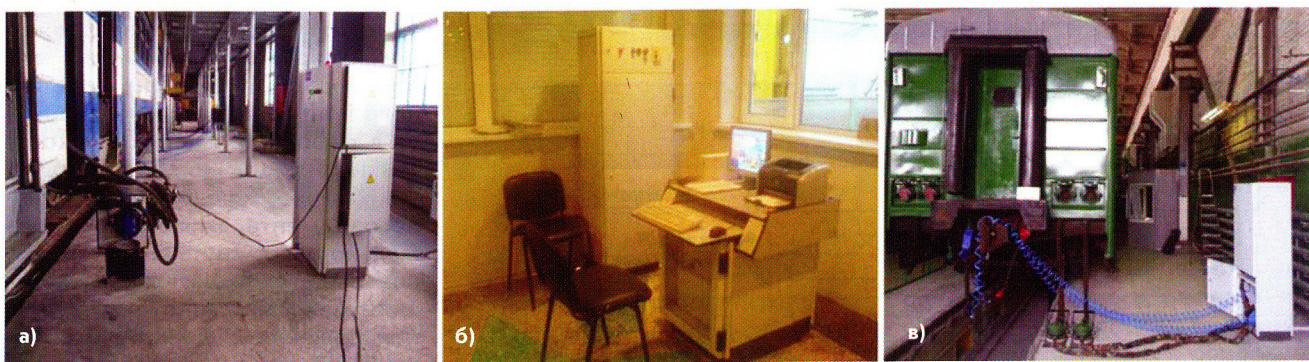
В рамках инвестиционных проектов ОАО «РЖД» с целью повышения эксплуатационной готовности и ремонтной технологичности электропоездов в 2005–2009 гг. в 12 передовых моторвагонных депо сети была внедрена система комплексной диагностики секций электропоездов Компакс-Экспресс-TP3. Она включает в себя семь подсистем диагностирования наиболее сложных и повреждаемых узлов и агрегатов – колесно-моторных блоков, изоляции высоковольтных электрических цепей, пантографа, пневматической тормозной системы, цепей управления, силовых и вспомогательных электрических цепей. Система имеет стационарное исполнение и устанавливается на испытательном участке.

Подсистема диагностирования электрических цепей, входящая в состав системы, содержит диагностический пост с ЭВМ, принтером, блоком беспроводного интерфейса и блоком связи с оборудованием, беспроводной терминал, подсистему управления электропневматическими цепями, в состав которой включены бло-

ки пневматики с пневмозондами, блоки измерения напряжений на контактах разъемов межсекционных электрических соединений цепей управления (блоки измерения МЭС), блок питания, измерения и управления с электрозондами, соединители МЭС, соединители для подключения к блоку реле ускорения БРУ и высоковольтный соединитель для подключения к двигателю главного компрессора (рис. 1).

Диагностирование электрических цепей секций электропоездов осуществляется в специальном тестовом режиме, автоматически задаваемом системой. Оценка состояния высоковольтных цепей производится пропусканием постоянного тока с напряжением малой величины и измерением тока и напряжений на участках цепи, выделенных в результате назначения контрольных точек, с одновременным расчетом их сопротивлений. Низкий уровень проверочного воздействия обеспечивает возможность оценки переходных сопротивлений контактных соединений, безопасность обслуживающего и ремонтного персонала, неповреждаемость оборудования электропоезда при наличии критических неисправностей в высоковольтных цепях, простоту измерительных трактов, трактов проверочных воздействий и элементовстыковки подсистемы с контрольными точками высоковольтных цепей.

При диагностировании головных секций для проверки органов управления поездом дополнительно используется автоматизированный режим работы системы. В данном режиме управляющие воздействия задаются диагностом. Все измерительные процедуры система выполняет автоматически. Вовлечение в процесс



а – блок питания, измерения и управления с соединителем БРУ, электрозондами и соединителем МЭС; б – диагностический пост; в – блок измерения МЭС со своими соединителями и блок пневматики с пневмозондами

**Рис. 1. Размещение системы в депо**

диагностирования максимального количества штатных аппаратов и устройств, среди которых трансформатор управления, главный компрессор и пневматическая сеть, обеспечивает сохранение структурных и функциональных взаимосвязей, а также автономность системы от деповских устройств воздухоснабжения и преобразования электроэнергии.

Для работы с системой при диагностировании электрических цепей также разработана специальная трехэтапная технология, причем перечень операций не зависит от серии электропоезда. На подготовительном этапе, главной целью которого является приведение электрических цепей секции в исходное состояние, оператор проводит визуальный осмотр оборудования секции, убеждается в отсутствии видимых повреждений и неисправностей, подключает соединительные элементы системы к секции: пневмозонды – к пневматическим магистралям, блоки измерения МЭС – к межсекционным разъемам, пред назначенным для соединения секций между собой по цепям управления, соединители МЭС блока питания, измерения и управления – к разъемам межвагонных электрических соединений, предназначенным для соединения вагонов в секцию, электрозонды в соответствии с маркировкой – к назначенному контролльным точкам силовых и вспомогательных цепей.

На основном этапе результаты диагностирования в режиме реального времени отобража-

ются на экране монитора с окрашиванием его элементов в цвета, соответствующие техническому состоянию оборудования: красный – недопустимое состояние, желтый – удовлетворительное, но требующее принятия мер, зеленый – состояние оборудования соответствует основным требованиям руководящих документов. В окне сообщений автоматически выдаются предписания о действиях, которые необходимо предпринять персоналу для оперативного устранения выявленных неисправностей.

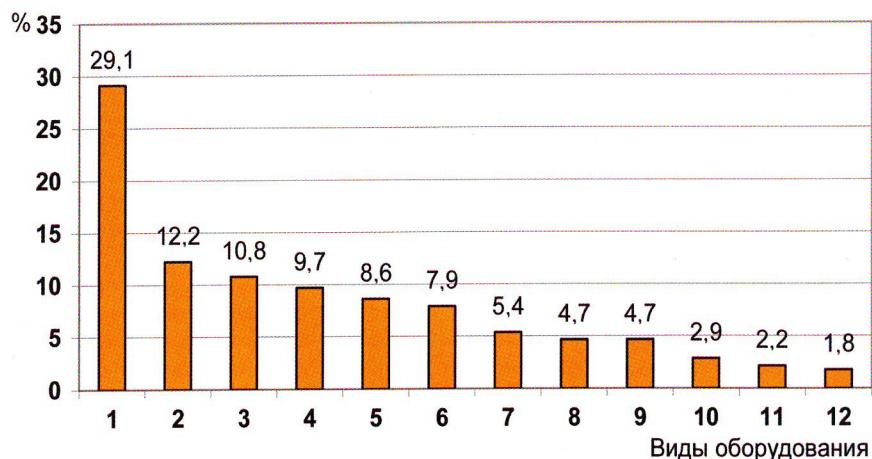
Окончательная оценка технического состояния электричес-

ких цепей дается по завершении диагностики, при этом диагноз формируется автоматически. Результаты диагностики сохраняются в базе данных и распечатываются в виде актов технической готовности.

После окончания диагностики на заключительном этапе выполняются отключения системы от секции, снятие перемычек, установки изъятых предохранителей и переключателей в предусмотренные положения. Общая продолжительность диагностики с учетом подготовительно-заключительных операций не превышает 50 мин.

В ходе внедрения системы

**Рис. 2. Распределение неисправностей, обнаруженных системой Компакс–Экспресс-ТРЗ, по видам оборудования**



1 – предохранители и контакты аппаратов цепей управления; 2 – поездные и секционные провода; 3 – блокировки безопасности и дверей; 4 – резисторы силовых цепей (пусковые, ослабления поля, реле заземления); 5 – силовые контакты и кулачковые элементы аппаратов; 6 – печи и электрокалориферы; 7 – пусковые и демпферные резисторы вспомогательных машин; 8 – приводы силовых аппаратов и электронные блоки; 9 – индуктивные шунты, обмотки тяговых электродвигателей; 10 – высоковольтное межвагонное соединение и высоковольтные предохранители; 11 – катушки реле, электромагнитных контакторов и электропневматических вентилей; 12 – обмотки вспомогательных машин

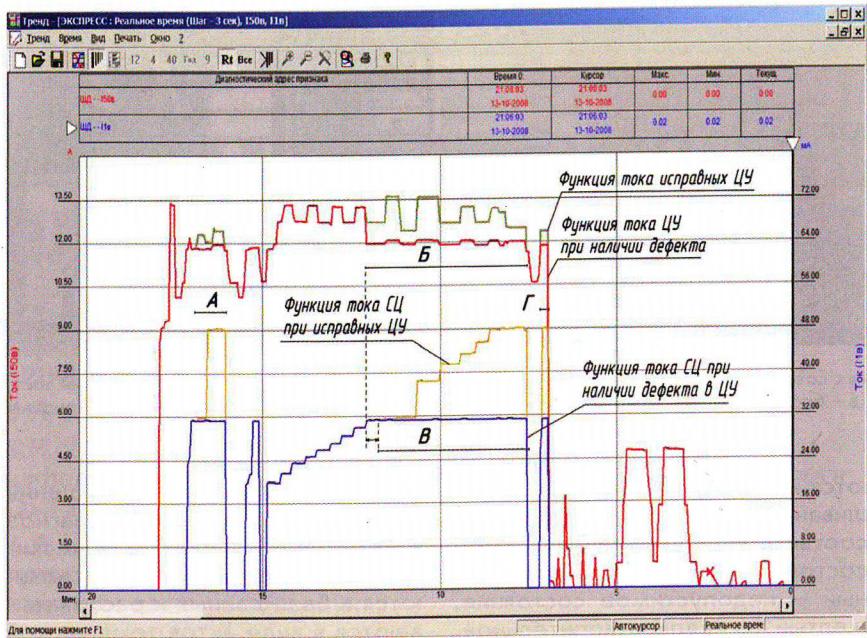


Рис. 3. Тренды реального времени токов цепей управления и силовых цепей секции электропоезда серии ЭР2

Компакс-Экспресс-ТРЗ и ее последующей эксплуатации выявлено более 270 различных неисправностей электрических цепей. Распределение обнаруженных неисправностей по видам оборудования представлено на рис. 2. Выявлен ряд редко встречающихся неисправностей, в том числе обрыв резистора реле заземления, чрезмерное усилие отключающих пружин электромагнитных контакторов, наличие постороннего металлического предмета в штепсельном разъёме межсекционного электрического соединения, ошибка монтажа высоковольтных проводов печного и калориферного отопления (перепутывание на контакторах), отсутствие замыкания силового контактора реостатного контроллера вследствие нарушения регулировки кулачковых шайб. Это также говорит о высоком качестве контроля.

Рассмотрим пример автоматически распознаваемых системой неисправностей (рис. 3). На каждом интервале функционирования (ровные горизонтальные площадки) система в соответствии с заложенной программой изменяет режим работы электрических цепей. При включении

в работу очередного элемента происходит увеличение тока, потребляемого цепями управления в целом, и наоборот. Аналогичным образом при выводе пусковых резисторов возрастает ток силовой цепи.

В момент включения в работу неисправного элемента функция тока цепей управления отклоняется от номинальной (участок А при работе цепей управления в режиме «Автоматический пуск» и участок Б при работе в режиме «Ручной пуск»). Кроме того, данная неисправность приводит к отклонению функции тока силовой цепи на интервале, следующем за включением в работу неисправного элемента (смещение начала интервалов Б и В).

Поскольку на интервалах, предшествующих включению в работу неисправного элемента, функция тока совпадала с номинальной, что свидетельствует об исправности исполнительных элементов (катушек электропневматических клапанов реостатного контроллера), то неисправным признается элемент, осуществляющий коммутацию в данной цепи. По номеру интервала, на котором начинается несоответствие функции тока цепей управ-

ления, определяется неисправный коммутирующий элемент – блокировочный контакт реостатного контроллера, включающийся в работу при переходе контроллера с 8-й на 9-ю позицию. Так как при включении неисправного элемента, являющегося нормально разомкнутым контактом, значение функции тока уменьшается, то это свидетельствует о неисправности данного контакта. Проведенный по результатам диагностирования поиск дефектного элемента подтвердил наличие указанной системой неисправности.

Данные, полученные за более чем трехлетний период эксплуатации системы, и сверка показаний с результатами ревизий и ремонтов позволяют сделать вывод о высокой достоверности диагностирования электрических цепей при полноте выявляемых неисправностей не менее 90%.

Благодаря использованию подсистемы диагностирования электрических цепей, входящей в состав системы Компакс-Экспресс-ТРЗ, впервые появилась возможность выявлять элементы и аппараты, ведущие к снижению эффективности работы электропоезда на линии, а также к ухудшению условий работы электрических машин и коммутационной аппаратуры, направить работу персонала на ликвидацию конкретных дефектов, а не всего перечня возможных неисправностей, на повышение качества ремонта определенных элементов, сократить продолжительность операций по послеремонтного контроля и отладки электропоезда более чем в 6 раз.

Разработанная методика диагностирования электрических цепей на базе системы Компакс-Экспресс-ТРЗ позволяет существенно ускорить и упростить отладку электрооборудования электропоездов в условиях депо при выпуске их из ремонта при помощи оперативной, своевременной и качественной оценки технического состояния цепей управления, высоковольтных силовых и вспомогательных электрических цепей.

МОСКВА–ОМСК

ISSN 0044 4448

# ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ



5' 10

Повышать эффективность управления  
перевозочным процессом

стр. 4



# ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ

Издается  
с 1826 года

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

## СОДЕРЖАНИЕ

КОРОТКО О ВАЖНОМ ..... 2

### ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ РАБОТА

Повышать эффективность управления перевозочным процессом .....	4
Морозов В.Н.	
Цели и задачи структурных преобразований в хозяйстве перевозок .....	5
Миронов А.Ю.	
Актуальные задачи дирекций управления движением .....	7
Молдавер В.И.	
Эффективная система управления перевозками .....	15
Никитин В.Н.	
Совершенствуем управление эксплуатационной работой .....	20
Годовский М.А.	
Работая в новых условиях .....	27
Владимиров В.В.	
Управление перевозками в границах новых структурных подразделений .....	29
Шипулин Н.П.	
О переходе дорожной дирекции в Центральную дирекцию управления движением .....	31
Сайбаталов Р.Ф.	
Системная оценка регламента переговоров .....	33
Тимофеев В.Н.	
Опыт организации работы опорной станции .....	36
Богданов С.В.	
Центр по работе со станциями .....	40
Киреевнин А.Б.	
Взаимодействие подразделений путевого хозяйства и дирекции управления движением на линейном уровне.....	42
Пономарёва Г.А.	
Приоритетные задачи работы с кадрами в условиях формирования вертикали управления движением .....	47

Сытник В.И.	
Об организационно-функциональной структуре Центральной дирекции управления движением .....	52
ПУЛЬС СЕТИ .....	55

### ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

Сизов С.В., Аристов В.П., Костюков В.Н., Костюков А.В., Казарин Д.В.	
Автоматизированная диагностика электрических цепей МВПС .....	56
Оганян Э.С.	
Оценка остаточного ресурса и продление сроков службы локомотивов .....	59
Лозбинев В.П., Бейн Д.Г., Козлова О.Н.	
О нормах проектирования кузовов грузовых вагонов .....	60
Самойлова Е.В.	
Смазка зубчатых передач .....	63
УЧЕНЫЕ ОТРАСЛЕВЫХ ВУЗОВ – ТРАНСПОРТУ	
Пляскин А.К.	
Дальневосточный государственный университет путей сообщения .....	64

### ЭКОНОМИКА

Резер А.В.	
Система финансовой логистики на железнодорожном транспорте .....	66

### ИЗ ИСТОРИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Касаткин Г.С.	
Подземные дворцы. К 75-летию Московского метрополитена .....	73
НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ МИРА .....	78

№ 5

2010