

Научная статья

УДК 629.3.083.4

doi: 10.46684/2687-1033.2022.4.424-428

Традиционные и перспективные системы технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава

К.В. Кузнецов^{1✉}, Л.М. Ковалёва², Д.Е. Медведев³

^{1,2,3} Курский железнодорожный техникум — филиал Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I в г. Курск (Курский ж.д. техникум — филиал ПГУПС); г. Курск, Россия

¹ hexeniii@yandex.ru✉

² k.l.m.2015@yandex.ru

³ hexeniii@yandex.ru

АННОТАЦИЯ

Изучены различные системы технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава на примере моторвагонного подвижного состава, произведено их сравнение. Проведен анализ существующих, исторически сложившихся систем планово-предупредительного ремонта, и перспективных систем обслуживания и ремонта на основании данных технической диагностики.

В качестве примера рассмотрена система КОМПАКС®, которая является универсальной системой комплексного мониторинга технического состояния оборудования, обладающей гибкой распределенной параллельно-последовательной архитектурой, обеспечивающей высокую скорость и точность обработки информации. Основное преимущество КОМПАКС® — наличие автоматической экспертной системы поддержки принятия решений. Экспертная система предназначена для автоматической диагностики и прогнозирования технического состояния оборудования. Задача экспертной системы — оказание помощи персоналу в принятии необходимых обоснованных решений по управлению режимом работы и состоянием оборудования. Описана система работы, а также сферы применения и принцип работы данной системы комплексного мониторинга.

Создание информационно-измерительных систем контроля и диагностики дает возможность автоматизировать технологию и организацию технического обслуживания и текущего ремонта электровагонов. Автор приходит к выводу о необходимости создания комплексной системы ремонта с научно обоснованным регламентным воздействием на оборудование, учитывающим реальное техническое состояние узлов и агрегатов электровагона.

Ключевые слова: КОМПАКС®; экспертная система; тяговый подвижной состав; моторвагонный подвижной состав; информационно-измерительная система контроля; система комплексной диагностики

Для цитирования: Кузнецов К.В., Ковалёва Л.М., Медведев Д.Е. Традиционные и перспективные системы технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава // Техник транспорта: образование и практика. 2022. Т. 3. Вып. 4. С. 424–428. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.424-428>.

Original article

Traditional and perspective systems of maintenance and repair of traction rolling stock

Konstantin V. Kuznetsov^{1✉}, Lyudmila M. Kovaleva², Dmitry E. Medvedev³

^{1,2,3} Kursk railway technical school — a branch of the Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University in Kursk (Kursk railway technical school — branch of PGUPS); Kursk, Russian Federation

¹ hexeniii@yandex.ru✉

² k.l.m.2015@yandex.ru

³ hexeniii@yandex.ru

ABSTRACT

Various systems of maintenance and repair of traction rolling stock have been studied using the example of multiple unit rolling stock, and their comparison has been made. The analysis of existing, historically formed systems of preventive maintenance, and perspective maintenance and repair systems based on technical diagnostics data is carried out.

© К.В. Кузнецов, Л.М. Ковалёва, Д.Е. Медведев, 2022

As an example, the COMPACS® system is considered, which is a universal system for complex monitoring of the technical condition of equipment, which has a flexible distributed parallel-serial architecture that provides high speed and accuracy of information processing. The main advantage of COMPACS® is the availability of an automatic expert decision support system. The expert system is designed for automatic diagnostics and prediction of the technical condition of the equipment. The task of the expert system is to assist the personnel in making the necessary informed decisions on the management of the operating mode and the state of the equipment. The system of work is described, as well as the scope and principle of operation of this complex monitoring system.

The author comes to the conclusion that it is necessary to create an integrated repair system with a scientifically substantiated regulatory effect on equipment, taking into account the actual technical condition of the units and assemblies of the electric locomotive.

Keywords: COMPACS®; expert system; traction rolling stock; multiple unit rolling stock; information-measuring control system; complex diagnostic system

For citation: Kuznetsov K.V., Kovaleva L.M., Medvedev D.E. Traditional and perspective systems of maintenance and repair of traction rolling stock. *Transport technician: education and practice*. 2022;3(4):424-428. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2022.4.424-428>.

ВВЕДЕНИЕ

Локомотивное хозяйство — один из важнейших элементов инфраструктуры железнодорожного транспорта. От организации его работы в значительной мере зависят как устойчивость работы дороги, так и себестоимость перевозок.

Невозможно повысить качество пригородных пассажирских перевозок, если не обеспечить высокую надежность и коэффициент эксплуатационной готовности тягового подвижного состава (ТПС) и моторвагонного подвижного состава (МВПС). Традиционные методы решения этой задачи во второй половине XX в. основывались на экстенсивных факторах развития, таких как наличие существенных ресурсов дешевой высококвалифицированной рабочей силы, и в наше время утратили свою актуальность. В противовес этому, увеличение интенсивности и качества перевозок выдвигает адекватные требования к уровню технического обслуживания и ремонта оборудования ТПС и МВПС при уменьшении сроков и эксплуатационных расходов.

Исходя из структурного анализа транспортных затрат внутри локомотивного хозяйства очевидно, что огромную часть себестоимости железнодорожных перевозок составляют затраты на техническое содержание подвижного состава (ПС) и ремонт электровозов. Удельный вес этих затрат достигает 18–20 % от общей стоимости перевозок.

Суть принятой на сети дорог системы планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта состоит в том, что независимо от фактического состояния оборудования через заранее определенные промежутки времени проводится его частичная или полная разборка с целью профилактического осмотра, технического обслуживания или ремонта. Затраты на восстановление парка ТПС или МВПС за период от начала эксплуатации до по-

становки на капитальный ремонт (КР) в 3,5–4 раза превышают его первоначальную стоимость.

В связи с этим встал вопрос о качественно новом подходе к этой проблеме.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

Во второй половине 90-х годов на сети железных дорог появилось множество различных приборов диагностики, не связанных в единую технологическую цепь и обладающих рядом недостатков: субъективностью, высокой трудоемкостью и продолжительностью постановки диагноза, плохой наблюдаемостью фактического состояния ТПС и МВПС.

В целях перехода на ремонт с учетом технического состояния была создана комплексная система технического обслуживания (ТО) и ремонта ПС с упорядоченным применением средств диагностики и вычислительной техники для обеспечения высокого уровня надежности и экономичности, сокращения расходов при ТО и ремонте на основе предотвращения отказов в пути следования и рационального использования ресурса оборудования ПС.

Благодаря развитию информационных технологий, средств контроля и диагностики, вычислительной техники, автоматизированных систем неразрушающего контроля разработаны информационно-технические комплексы по управлению системой ремонта, и осуществлен переход к организации ремонта с учетом технического состояния оборудования.

Информационно-измерительные системы контроля и диагностики способствуют автоматизации технологии и организации ТО и текущего ремонта электровозов. Основной задачей является

создание комплексной системы ремонта с научно обоснованным регламентным воздействием на оборудование, учитывающим реальное техническое состояние узлов и агрегатов электровоза. Для получения текущей информации о техническом состоянии электровоза необходимо использовать средства и методы технического диагностирования с целью организации непрерывного автоматического мониторинга основных узлов и систем МВПС и ТПС.

Комплексная система основана на оперативном определении объемов проведения ТО и ремонта для каждой единицы подвижного состава в отдельности с учетом его индивидуального технического состояния, в отличие от традиционной планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта.

В связи с объединением в локальную сеть участков диагностики депо и пунктов технического обслуживания локомотивов (ПТОЛ) стало возможным осуществлять быстрый обмен данными контролируемых параметров, прогнозировать износ и планировать постановку ТПС и МВПС на ремонт.

КОМПАКС® — универсальная система комплексного мониторинга технического состояния оборудования [1].

Наличие автоматической экспертной системы поддержки принятия решений служит ее основным преимуществом [2].

Задача экспертной системы — помочь персоналу в принятии целесообразных обоснованных решений для управления режимами работы и состоянием оборудования. Без участия специально обученного персонала в автоматическом режиме экспертная система сама определяет дефекты и неисправности оборудования и указывает перечень работ, после выполнения которых оборудование перейдет в допустимое для дальнейшей эксплуатации состояние [3].

Реализация в ПО КОМПАКС® Internet-технологий предоставляет возможность для организации встроенного WEB-сервера, информация о состоянии диагностируемых узлов и агрегатов МВПС отображается на экранах рабочих станций персонала без дополнительного настраивания пользовательского программного обеспечения [4].

Система диагностирования КОМПАКС® включает пять систем диагностирования (рисунк), объединенных в единый диагностический комплекс посредством локальной сети КОМПАКС®-Net, и называется АСУ БЭР МВПС КОМПАКС. В ее состав входят: бортовая система мониторинга технического состояния оборудования электропоезда в пути следования КОМПАКС®-ЭКСПРЕСС-3; система комплексной диагностики электропоездов КОМПАКС®-ЭКСПРЕСС-ТР1; система комплексной диагностики секций электропоездов КОМПАКС®-

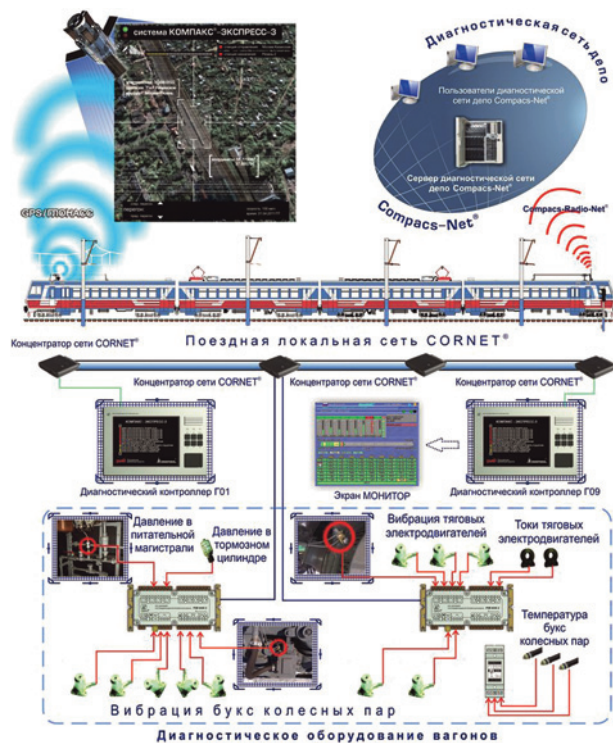


Рис. Структурная схема АСУ БЭР МВПС КОМПАКС®

ЭКСПРЕСС-ТР3; стационарный пост вибродиагностики колесно-моторных блоков; система диагностики узлов и агрегатов моторвагонного подвижного состава КОМПАКС®-АГРЕГАТ [5].

Система КОМПАКС®-ЭКСПРЕСС-3 предназначена для мониторинга технического состояния оборудования электропоезда в режиме реального времени и позволяет своевременно выявить возникновение и развитие неисправностей, отображая информацию на дисплее в кабине машиниста [6].

Бортовая система мониторинга получает полную информацию о подшипниковых узлах, пневматической тормозной системе и электрических цепях электропоезда в процессе движения, следит за уровнем и развитием дефектов, формирует рекомендации локомотивным ремонтным бригадам о требуемых мероприятиях по обслуживанию и ревизии; создает, архивирует акты технического состояния для каждого вагона и электропоезда в целом, показывает их на дисплее диагностического контроллера, расположенного в кабине машиниста, а также передает их в диагностическую сеть Compass-Net персоналу, ответственному за диагностику, руководству депо и заинтересованным службам [7].

Задача системы комплексной диагностики электропоездов КОМПАКС®-ЭКСПРЕСС-ТР1 заключается в незамедлительной оценке технического состояния моторвагонного подвижного состава при проведении технического обслуживания ТО-3 и текущего ремонта ТР-1 в депо без необходимости расцепления вагонов [8].

Система обеспечивает оперативное выявление основных неисправностей и диагностику технического состояния следующего оборудования: колесно-моторных блоков (буксы, редуктор, упругая муфта, тяговый двигатель); электрической изоляции силовых и вспомогательных цепей; токоприемника; пневматической тормозной системы; цепей управления; силовых электрических цепей; цепей отопления и вспомогательных машин.

По результатам каждого испытания автоматически формируются акты технической готовности соответствующего оборудования. По завершении полного цикла испытаний автоматически формируются акты технической готовности секций и электропоезда в целом [10].

Система комплексной диагностики секций электропоездов КОМПАКС®-ЭКСПРЕСС-ТР3 предназначена для комплексной автоматической оценки технического состояния наиболее сложного и в большей степени подверженного эксплуатационному износу и отказам оборудования секций электропоездов.

Система включает 7 подсистем диагностики, взаимодействующих между собой в комплексе: КМБ — подсистема диагностики колесно-моторных блоков; ПДИ — подсистема диагностики изоляции силовых и вспомогательных электрических цепей; ПДП — подсистема диагностики токоприемников; ПДТ — подсистема диагностики оборудования пневматической тормозной системы; ПДЭЦУ — подсистема диагностики электрических цепей управления; ПДЭЦС — подсистема диагностики силовых электрических цепей; ПДЭЦВ — подсистема диагностики высоковольтных вспомогательных электрических цепей.

Структура и состав системы совместно с принятой схемой расположения позволяют едиными

программно-аппаратными средствами проводить режим «МОНИТОР» ПО подсистемы диагностики изоляции, комплексную диагностику секций электропоездов 15 различных серий постоянного и переменного тока [6].

КОМПАКС®-Агрегат служит для оперативной оценки технического состояния и качества текущих ремонтов ТР-2 и ТР-3 колесно-редукторных блоков, колесных пар, токоприемников, тяговых электродвигателей, компрессоров и электромашинных преобразователей с контролем качества их изоляции [9].

Система диагностирования АСУ БЭР МВПС КОМПАКС® обеспечивает высокий экономический и социальный эффект, является мощным инструментом повышения безопасности и бесперебойности работы железнодорожного транспорта, создает предпосылки для ускоренного переустройства существующей системы ремонта и служит ведущей платформой для перехода к новой системе ремонта на безопасной ресурсосберегающей основе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание информационно-измерительных систем контроля и диагностики дает возможность автоматизировать технологию и организацию технического обслуживания и текущего ремонта электропоездов. Задача состоит в создании комплексной системы ремонта с научно обоснованным регламентным воздействием на оборудование, учитывающим реальное техническое состояние узлов и агрегатов электропоезда. Непременным условием для получения текущей информации о техническом состоянии электропоезда является использование средств и методов технического диагностирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мозгалецкий А.В., Гаскаров Д.В. Техническая диагностика: непрерывные объекты: учебное пособие. М.: Высш. школа, 1975. 207 с.
2. Бerviнов В.И. Техническое диагностирование локомотивов: учебное пособие. М.: УМК МПС РФ, 1998. 192 с.
3. Буйносов А.П., Стаценко К.А. Комплексы технической диагностики электроподвижного состава: учебно-методическое пособие. Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2013. 119 с.
4. Диагностическая сеть депо Compacs-Net // НПЦ «Динамика». URL: <https://www.dynamics.ru/products/compacs-net-depot/>
5. Система комплексной диагностики секций электропоездов КОМПАКС-ЭКСПРЕСС-ТР3 // НПЦ «Динамика». URL: <https://www.dynamics.ru/products/compacs-express-tr3/>
6. Бортовая система мониторинга технического состояния оборудования электропоезда КОМПАКС-ЭКСПРЕСС-3 // НПЦ «Динамика». URL: <https://www.dynamics.ru/products/compacs-express-3/>
7. Азовцев А.Ю., Баркова Н.А., Дегтерев С.Г. Опыт вибрационной диагностики подвижного состава в ОАО «РЖД» // Региональный центр инновационных технологий. 2010. URL: <http://www.rcit.su/article016.html>
8. Система комплексной диагностики электропоездов КОМПАКС-ЭКСПРЕСС-ТР1 // НПЦ «Динамика». URL: <https://www.dynamics.ru/products/compacs-express-tr1/>
9. Сергеев А.А. Применение «СМ-3001-АРМИД» для диагностики узлов и оборудования электропоездов в моторвагонном депо Горький-Московский // Инженерная фирма «ИНКОТЕКС». URL: <http://www.encotes.ru/node/68>
10. Система диагностики узлов и агрегатов моторвагонного подвижного состава КОМПАКС-Агрегат // НПЦ «Динамика». URL: <https://www.dynamics.ru/products/compacs-agregat/>

REFERENCES

1. Mozgalevsky A.V., Gaskarov D.V. *Technical diagnostics: continuous objects: textbook*. Moscow, Higher School, 1975;207. (In Russ.).
2. Bervinov V.I. *Technical diagnostics of locomotives: textbook*. Moscow, UMK MPS RF, 1998;192. (In Russ.).
3. Buynosov A.P., Statsenko K.A. *Complexes of technical diagnostics of electric rolling stock: textbook-method allowance*. Yekaterinburg: Publishing house of UrGUPS, 2013;119. (In Russ.).
4. Depot diagnostic network Compacs-Net. SPC "Dynamics". URL: <https://www.dynamics.ru/products/compacs-net-depot/>
5. Complex diagnostics system for electric train sections COMPACS-EXPRESS-TR3. SPC "Dynamics". URL: <https://www.dynamics.ru/products/compacs-express-tr3/>
6. On-board system for monitoring the technical condition of the equipment of the electric train COMPACS-EXPRESS-3. SPC "Dynamics". URL: <https://www.dynamics.ru/products/compacs-express-3/>
7. Azovtsev A.Yu., Barkova N.A., Degterev S.G. Experience of vibration diagnostics of rolling stock in Russian Railways. *Regional Center for Innovation Technologies*. 2010. URL: <http://www.rcit.su/article016.html>
8. Complex diagnostic system for electric trains COMPACS-EXPRESS-TR1. SPC "Dynamics". URL: <https://www.dynamics.ru/products/compacs-express-tr1/>
9. Sergeev A.A. Application of "SM-3001-ARMID" for diagnostics of units and equipment of electric trains in the motor-car depot Gorky-Moskovsky. *Engineering firm "INCOTEKS"*. URL: <http://www.encotes.ru/node/68>
10. Diagnostic system for components and assemblies of multi-unit rolling stock COMPACS-Agregat. SPC "Dynamics". URL: <https://www.dynamics.ru/products/compacs-agregat/>

Об авторах

Константин Викторович Кузнецов — методист, преподаватель высшей категории; **Курский железнодорожный техникум — филиал Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I в г. Курск (Курский ж.д. техникум — филиал ПГУПС)**; 305009, г. Курск, Профсоюзная ул., д. 11; hexeniii@yandex.ru;

Людмила Марковна Ковалёва — методист, преподаватель высшей категории; **Курский железнодорожный техникум — филиал Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I в г. Курск (Курский ж.д. техникум — филиал ПГУПС)**; 305009, г. Курск, Профсоюзная ул., д. 11; k.l.m.2015@yandex.ru;

Дмитрий Евгеньевич Медведев — студент; **Курский железнодорожный техникум — филиал Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I в г. Курск (Курский ж.д. техникум — филиал ПГУПС)**; 305009, г. Курск, Профсоюзная ул., д. 11; hexeniii@yandex.ru.

Bionotes

Konstantin V. Kuznetsov — methodologist, lecturer of the highest category; **Kursk railway technical school — a branch of the Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University in Kursk (Kursk railway technical school — branch of PGUPS)**; 11 Profsoyuznaya st., Kursk, 305009, Russian Federation; hexeniii@yandex.ru;

Lyudmila M. Kovaleva — methodologist, lecturer of the highest category; **Kursk railway technical school — a branch of the Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University in Kursk (Kursk railway technical school — branch of PGUPS)**; 11 Profsoyuznaya st., Kursk, 305009, Russian Federation; k.l.m.2015@yandex.ru;

Dmitry E. Medvedev — student; **Kursk railway technical school — a branch of the Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University in Kursk (Kursk railway technical school — branch of PGUPS)**; 11 Profsoyuznaya st., Kursk, 305009, Russian Federation; hexeniii@yandex.ru.

Заявленный вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Автор, ответственный за переписку: Константин Викторович Кузнецов, hexeniii@yandex.ru.

Corresponding author: Konstantin V. Kuznetsov, hexeniii@yandex.ru.

Статья поступила в редакцию 02.12.2020; одобрена после рецензирования 14.09.2022; принята к публикации 30.10.2022.

The article was submitted 02.12.2020; approved after reviewing 14.09.2022; accepted for publication 30.10.2022.