

УДК 681.518.54:629.4.067

В. В. БУРЧЕНКОВ, кандидат технических наук, Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель;
В. Д. ШАНТУР, Белорусская железная дорога, г. Минск

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕСКОНТАКТНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ДВИЖЕНИИ

Разработана методика расширения функциональных возможностей периферийных устройств диагностирования подвижного состава на ходу поезда путем установки дополнительных камер для организации контроля поездов в двух направлениях вместо одного. Рассмотрены топологические схемы размещения комплексов технических средств многофункциональных КТСМ-02 для контроля подвижного состава на однопутных участках железнодорожных линий, а также дооснащение существующих комплексов автоматического контроля подвижного состава КТСМ-02 устройствами для лазерного триангуляционного контроля сдви-га буксовых узлов с шейки вагонной оси, что позволит повысить безопасность и надежность эксплуатации подвижного состава.

Введение. На Белорусской железной дороге эксплуатируется 136 комплексов КТСМ-02 для автоматического контроля технического состояния подвижного состава, которые могут включать в себя в зависимости от конкретных условий применения одну или несколько подсистем контроля различных узлов подвижного состава (буксовых узлов вагонов (Б) и заторможенных колесных пар или тележек (Т), а по отдельному заказу доукомплектовываться подсистемой контроля дефектов колес по поверхности катания (К), подсистемой для обнаружения волоочащихся деталей (В) или (СКВП-2) и др. [1]. Структурная схема комплекса КТСМ-02 приведена на рисунке 1. Основное назначение комплекса заключается в координации работы подключенных к нему подсистем, а также в обеспечении информационного взаимодействия системы в целом через систему передачи данных с централизованными средствами сигнализации, регистрации, отображения и накопления результатов контроля. Централизация данных осуществляется автоматизированной системой контроля подвижного состава АСК ПС от всех установок КТСМ-02.

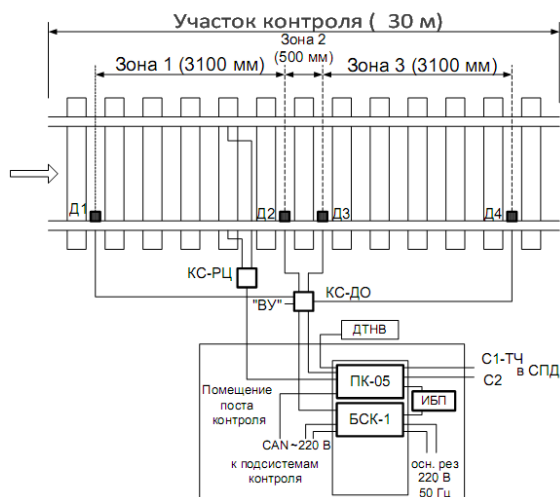


Рисунок 1 – Структурная схема комплекса КТСМ-02

Аппаратура КТСМ-02 комплектуется малогабаритными напольными камерами КНМ-05 с креплением на рельс. Конструкция этой камеры обеспечивает измерение величины инфракрасного (ИК) излучения при «осмотре» нижней и частично задней стенок корпуса буксового узла. Программное обеспечение КТСМ-02 и

периферийная CAN – сеть осуществляют подключение до 15 дополнительных микроконтроллерных измерительных систем, в том числе и подсоединение дополнительных напольных камер [1–3]. Если движение поезда осуществляется в направлении от датчика Д1 к датчику Д4, то такое направление движения считается правильным. Для двухпутных участков это направление является основным направлением движения при контроле подвижного состава. При движении поезда в противоположном направлении осуществляется только счет осей. Этот недостаток снижает эффективность использования КТСМ-02.

Постановка задачи. ИК оптика напольных камер аппаратуры КТСМ-02 сканирует нижний сектор корпусов букс под углом 55° к горизонту параллельно оси пути. Эта зона контроля корпуса буксы информативнее в части теплового состояния подшипников, чем смотровая и крепительная крышки букс, особенно в буксах с подшипниками кассетного типа в различном конструктивном исполнении. Благодаря этому напольные камеры КТСМ-02 могут контролировать буксы поездов, движущихся в любом направлении.

При контроле вагонов в неправильном направлении движения приемники ИК излучения сканируют передние стенки корпуса буксового узла, которые подвержены более интенсивному охлаждению встречным воздухом, чем задние. Статистический анализ показывает, что для четных осей тележек грузовых вагонов температура передней стенки буксы ниже задней в среднем на 4 %, а для нечетных осей – на 16 % (рисунок 2).

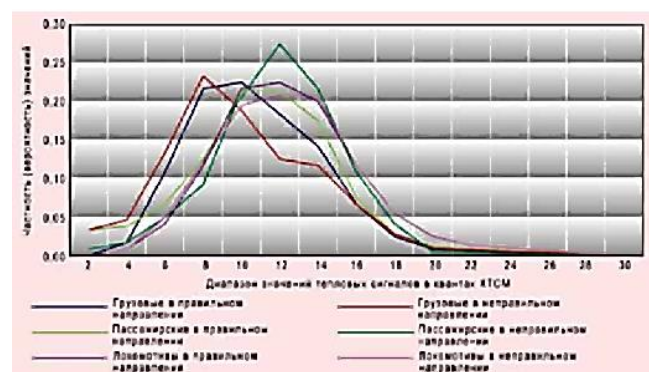


Рисунок 2 – Статистический анализ нагрева осей

У тележек пассажирских вагонов производства Тверского вагоностроительного завода разница в уровнях нагрева буксовых узлов и тепловых сигналов нечетных и четных осей может достигать значений от 50 до 75 % [4].

На разницу температур нагрева букс влияют скорость движения поезда и осевые (рамные) нагрузки – буксы нечетных (направляющих) осей подвержены большей нагрузке, и соответственно, их уровни нагрева выше. Занижение показаний при встречном движении может оказаться критическим и привести к несвоевременному обнаружению буксы с неисправными подшипниками. По этой причине использование штатных камер аппаратуры КТСМ-02 при движении поезда в неправильном направлении рекомендуется только для малодетальных однопутных участков, таких как временная мера [5].

Основная часть. Для обеспечения полноценного контроля температуры корпусов букс при движении поездов в двух направлениях **предложено** оснащать базовый комплект КТСМ-02 дополнительными напольными камерами, устанавливаемыми навстречу основным. На рисунке 3 показано размещение двух напольных камер КНМ-05 для контроля буксовых узлов при движении поездов в разных направлениях по одному пути.

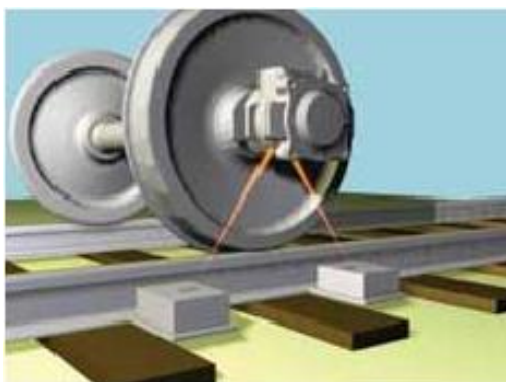


Рисунок 3 – Размещение камер КНМ-05 для контроля поездов, движущихся в двух направлениях

Таким образом, при дополнении напольного оборудования комплекса КТСМ-02 двумя камерами КНМ-05 можно обеспечить контроль подвижного состава при движении в двух направлениях. Это позволит вдвое сократить количество периферийных комплексов на однопутных участках железных дорог, с последующим значительным сокращением эксплуатационных расходов.

Для учета этих изменений необходим анализ топологических схем. Схема железнодорожных линий Белорусской железной дороги является достаточно разветвленной, с большим количеством узловых станций. К наиболее крупным из них относятся шесть станций отделений дороги: Минск, Барановичи, Брест, Гомель, Могилев и Витебск, а также узловые станции Жлобин, Осиповичи, Калинковичи, Орша, Лунинец, Молодечно, Полоцк.

При выборе конкретного типа сети передачи данных СПД важно учитывать ее топологию. Основными сетевыми топологиями являются линейная (шинная), звездообразная и «ячеистая». Но чаще всего встречаются смешанные топологии.

В СПД с «ячеистой» топологией концентраторы информации КИ – 6М представляют собой узлы сети, соединяющиеся выделенными каналами связи и производящие информационный обмен между собой и с подключенным оконечным оборудованием данных (ООД) по протоколу «точка – точка».

Структуры СПД с «ячеистой топологией» различаются организацией каналов информационной связи. Таким образом, различают линейную, радиальную и кольцевую ячеистые структуры.

Концентраторы информации в СПД с ячеистой топологией должны соединяться между собой одинаковыми каналами, т. е. окончание канала связи соединяющего два концентратора должны подключаться к разъемам «Каналы», имеющим одинаковые номера: 1-1, 2-2 и т. д. Нарушение этого принципа приводит к неправильной работе маршрутизации в СПД.

«Ячеистая» топология позволяет строить СПД с разнообразной организацией каналов информационной связи. Примеры структур СПД с «ячеистой» топологией приведены в таблице 1 [3].

Устройства оконечного оборудования данных (ООД) могут подключаться к любым разъемам «КАНАЛЫ» концентратора КИ.

Передача пакетов информации через СПД с «ячеистой» топологией осуществляется по эстафетному принципу, т. е. последовательно от узла к узлу.

Таблица 1 – Структурные схемы СПД с «ячеистой» топологией

Тип топологии	Варианты структурных схем СПД
Линейная	
Радиальная	
Кольцевая	

Преимуществом «ячеистой» топологии является ее высокая адаптивность под различные существующие схемы организации каналов связи, а в случае применения кольцевых структур – высокая устойчивость к отказам отдельных узлов или каналов связи, т. к. информационные потоки автоматически перенаправляются по действующей части СПД.

параметров колесных пар вагонов «Комплекс Б». Сползание (сдвиг) буксового узла в этом устройстве определяется бесконтактным измерением расстояния от смотровой крышки буксового узла до наружной поверхности обода колеса двухканальным высокоскоростным лазерным триангуляционным датчиком положения ЛД [8, 10].

Заключение. В отличие от КТСМ-01Д аппаратуру КТСМ-02 изначально разрабатывали с учетом дооснащения дополнительными подсистемами контроля различного типа и назначения. Для стыковки с КТСМ-02 подсистема «Комплекс Б» оснащена интерфейсным модулем с поддержкой протокола CAN. При этом каких-либо изменений в аппаратуре КТСМ-02 не требуется. На рисунке 6 представлена структурная схема сопряжения КТСМ-02 с системой «Комплекс Б». Таким образом, лазерная подсистема контроля сдвига букс эффективно дополняет средства теплового контроля КТСМ-02БТ для обнаружения дефектов буксового узла.

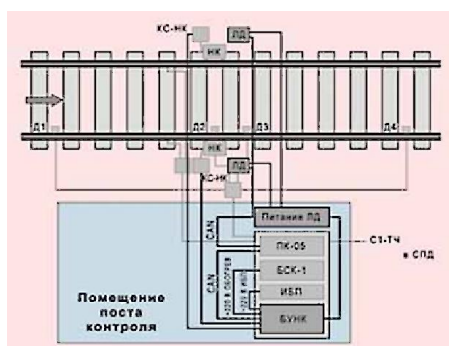


Рисунок 6 – Структурная схема сопряжения аппаратуры КТСМ-02 с подсистемой «Комплекс Б»

После завершения работ по установке дополнительных камер усовершенствованный комплекс функционирует автоматически без участия обслуживающего персонала. Данные контроля подвижного состава, а также результаты автоматической диагностики комплекса через систему передачи данных СПД передаются в программно-аппаратные комплексы АРМ операторов станционных АРМ ЛПК и центральных АРМ ЦПК постов контроля для обработки, регистрации, накопления и отображения информации [9].

Выводы. Дополнение существующих систем диагностики подвижного состава вспомогательными устройствами выявления дефектов деталей и узлов

грузовых вагонов позволит существенно повысить безопасность перевозочного процесса. В первую очередь это относится к однопутным участкам железнодорожных линий, где экономия средств формируется из трех составляющих: а) сокращения вдвое количества эксплуатируемых периферийных комплексов; б) уменьшения потребления электроэнергии; в) сокращения эксплуатационных расходов по обслуживанию устройств на перегонах. На двухпутных линиях также ожидаемо сокращение эксплуатационных расходов.

Список литературы

- 1 **Миронов, А. А.** Перспективные направления совершенствования средств контроля КТСМ-02 и АСК ПС / А. А. Миронов // Автоматика, связь, информатика. – 2009. – № 1. – С. 38–41.
- 2 **Бурченков, В. В.** Автоматизация технического контроля и диагностики подвижного состава железных дорог : [монография] / В. В. Бурченков. – Гомель: БелГУТ, 2020. – 254 с.
- 3 Автоматизированная система контроля подвижного состава АСК ПС. Автоматизированное рабочее место оператора Центрального пункта контроля АСК ПС. Программное обеспечение ПО АРМ ЦПК. Руководство пользователя. – Екатеринбург : Инфотекс, 2006. – 48 с.
- 4 **Гондоров, В. А.** Новый этап развития аппаратуры КТСМ / В. А. Гондоров // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 30–31.
- 5 **Поборцев, П. Н.** Порядок пользования автоматизированной системой контроля подвижного состава (АСК ПС) от устройств ДИСК, КТСМ Белорусской железной дороги / П. Н. Поборцев, З. А. Стаховская. – Минск : Белорусская ж. д., 2008. – 76 с.
- 6 **Панкратов, Л. В.** Мониторинг нагрева букс / Л. В. Панкратов, С. Н. Чистяков // Автоматика, телемеханика, связь. – 2008. – № 6. – С. 19–21.
- 7 **Наговицын, В. С.** Системы диагностики железнодорожного подвижного состава на основе информационных технологий / В. С. Наговицын. – М. : ВИНТИ РАН, 2004. – 248 с.
- 8 **Хатламджиян, А. Е.** Интегрированный пост автоматизированного приема и диагностики подвижного состава на сортировочных станциях / А. Е. Хатламджиян, А. И. Лебедев // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2019. – № 2 (58). – С. 9–13.
- 9 **Шобель, А.** Дистанционный мониторинг технического состояния подвижного состава / А. Шобель // Железные дороги мира. – 2012. – № 6. – С. 54–59.
- 10 **Рогозин, А. Ф.** Повышать надежность работы буксового узла / А. Ф. Рогозин // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2018. – № 2(54). – С. 30–31.

Получено 24.05.2021

V. V. Burchenkov, V. D. Shantour. Improving the technology of non-contact technical control of rolling stock in motion.

A technique has been developed to expand the functionality of peripheral devices for diagnosing rolling stock while the train is in motion by installing additional cameras for organizing train monitoring in two directions instead of one. Topological layouts of the KTCM-02 equipment for monitoring rolling stock on single-track sections of railway lines, as well as retrofitting the existing automatic control systems for rolling stock KTCM-02 with devices for laser triangulation control of the shift of axle boxes from the neck of the car axle are considered. This will improve the safety and reliability of rolling stock operation.