

ИНТЕГРАЦИЯ СИСТЕМ И УСТРОЙСТВ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ДВИЖЕНИИ

В. В. БУРЧЕНКОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

С. А. СКВОРЦОВ

Белорусская железная дорога, г. Минск

Для безопасной эксплуатации железнодорожного транспорта и повышения его эффективности и качества работы необходимо обеспечивать высокоинформативный и достоверный контроль технического состояния отдельных узлов и агрегатов подвижного состава на ходу поезда. Цифровизация мониторинга результатов контроля и использование его в режиме реального времени повышает безопасность движения поездов.

На многих участках железных дорог внедрены различные устройства и системы для контроля технического состояния подвижного состава в процессе движения. Например, эксплуатируются многофункциональные комплексы технических средств контроля подвижного состава типа КТСМ-02 и КТСМ-03, системы автоматического измерения параметров колесных пар типа Комплекс-2, системы обнаружения дефектов колес по поверхности катания LASCA, а также ряд других систем контроля и диагностики. Выходная информация с указанных систем поступает на обособленные программные комплексы контроля. К значительному росту безопасности и надежности железнодорожных перевозок это не привело из-за низкого уровня информативности этих систем. Как правило, новые системы диагностики не меняли сложившуюся технологию поездной работы и не расширяли существующий перечень контролируемых деталей и узлов вагонов и локомотивов, ограничиваясь совершенствованием технических средств. При этом ни одна из указанных систем не формирует полноценную цифровую вагонную модель для каждой единицы подвижного состава в реальном масштабе времени. Это связано с тем, что они не обеспечивают комплексный подход к оценке подвижного состава «по состоянию».

В настоящее время ведется активная разработка новых и совершенствование действующих методов контроля технического состояния поездов в процессе их движения. Актуально использование автоматизированных систем тестового неразрушающего контроля и диагностики, осуществляющих определение дефектов вагонов на ходу поезда при подходах к узловым станциям. Решение этой задачи связано с тем, что сложность конструкции, интенсивность эксплуатации подвижного состава и повышенные требования к надежности и безопасности не позволяют интуитивным и ручным способом определить его техническое состояние.

Автоматизированные диагностические комплексы контроля технического состояния вагонов и локомотивов должны выявлять следующие неисправности ходовой части, непосредственно влияющие на безопасность движения: буксовые узлы с аварийным перегревом; заторможенные колеса из-за неисправности тормозной системы; дефекты колес по поверхности катания в виде ползунов и наваров; нарушение геометрических параметров колес; нарушение габаритных размеров вагонов; неисправности ударно-тяговых механизмов автосцепок.

Для оценки и прогнозирования срока службы деталей и узлов подвижного состава необходимо знать цифровые показатели надежности, которые возможно получить путем регистрации их отказов в эксплуатации.

Колесные пары относятся к ходовым частям и являются одним из ответственных элементов вагона. Поэтому к ним предъявляют особые, повышенные требования Госстандарта, Правил технической эксплуатации железных дорог, Инструкции по освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар, а также других нормативных документов при проектировании, изготовлении и содержании.

Контроль состояния колесных пар на ходу поезда позволяет заранее выявлять дефектные колесные пары, передавать полученную информацию на ближайший пункт технического осмотра (ПТО) с целью детального осмотра техническим персоналом. Диагностирование колесных пар осуществляется всеми тремя вышеперечисленными системами. На основании дефектов составных частей и недопустимых значений параметров, приведенных в стандарте СТБ БЧ 17.310-2015, сформированы цифровые показатели градаций дефектов.

Примером реализации технического диагностирования или тестирования может служить автоматизированный диагностический комплекс для контроля геометрических параметров колесных пар вагонов Комплекс-2. Программное обеспечение системы Комплекс-2 обеспечивает автоматическую классификацию параметров по трем группам: нормальная эксплуатация подвижной единицы, условно допустимый режим эксплуатации и немедленное исключение из эксплуатации.

Комплексы КТСМ-03, обеспечивают автоматическую классификацию параметров колесных пар по трем группам: «Тревога-0» – нормальная эксплуатация подвижной единицы; «Тревога-1» – условно допустимая эксплуатация подвижной единицы со слежением; «Тревога-2» – немедленная остановка поезда и осмотр дефектной подвижной единицы.

Система LASCA обеспечивает автоматическую классификацию параметров локомотивов и вагонов по трем группам: нормальная эксплуатация подвижной единицы, условно допустимый режим эксплуатации и немедленное исключение из эксплуатации.

Каждая из рассмотренных систем предусматривает организацию индивидуального АРМ ПТО и, как следствие, дублирование технического персонала. Из анализа алгоритмов функционирования систем Комплекс-2, КТСМ-03 и LASCA следует определенная общность контролируемых параметров деталей и узлов подвижного состава. Различия отмечаются в структурном построении информационных окон и виде представления результатов диагностирования.

Информационные окна этих систем о результатах контроля могут служить основой для универсализации формы представления информации. В связи со стремительным развитием средств вычислительной техники и цифровых каналов связи поставлен вопрос о цифровизации транспорта. В этих условиях фундаментом для повышения качества обслуживания подвижного состава может быть централизация цифровых технологий, минимизирующих участие человека в анализе исправности подвижного состава и обеспечивающих принятие решений о промежуточных ремонтах подвижного состава и условиях последующей эксплуатации.

Важным этапом совершенствования технологии мониторинга подвижного состава является применение перспективных технологий – Интернета вещей (Internet of Things (IoT)) и больших данных (BIG DATA). Указанные технологии предполагают объединение нескольких компьютеров, управляющих и контролирующих некоторый производственный процесс, для полной автоматизации его и выдачи информации о показателях качества процесса. Особенностью этой технологии является способность компьютеров «общаться» между собой для ее оптимизации без непосредственного участия операторов и представления информации в режиме on-line.

Базовой платформой для работы по новым технологиям может быть автоматизированная система контроля подвижного состава АСК ПС на основе локальных компьютерных сетей ЛКС, взаимосвязанных по принципам технологий IoT и BIG DATA. Другие системы и устройства контроля подвижного состава могут встраиваться во внутреннюю локальную сеть CAN (Controller Area Network) программы АСК ПС на базе общего интерфейса.

Примерный формат входных сообщений на АСК ПС с периферийных контрольно-диагностических устройств аппаратуры Комплекс-2, систем КТСМ-03, LASCA и других состоит из цифрового блока, содержащего информацию о поезде, и нескольких информационных сообщений, содержащих данные о вагонах с дефектами. Структура информационного сообщения после аналого-цифрового преобразования определяется видом дефекта и имеет следующий вид: 4–6 знаков – обозначение периферийного пункта контроля (Комплекс-2, КТСМ-03, LASCA) и кода станции; 4 знака – дата контроля; 1–4 знака – номер поезда; 1–4 знака – число осей в поезде; 1–3 знака – число вагонов в поезде; 1–4 знака – колористическая оценка результатов контроля; чч-мм (часы-минуты) – время захода или ухода поезда из зоны контроля. Примерная структура сообщения «износ колеса»: 2 знака – тип сообщения; 1–3 знака – порядковый номер вагона (с учетом локомотива); 1 знак – тип подвижной единицы (1 – локомотив, 2 – пассажирский вагон, 3 – грузовой вагон); 1–2 знака – количество осей в вагоне; 1–2 знака – номер оси (в пределах вагона); 1 знак – тип износа (1 – ползун, 2 – навар, 3 – неравномерный прокат, 4 – тонкий гребень, 5 – тонкий обод); 1–2 знака – длина ползуна или наvara, мм; 1–2 знака – глубина ползуна, мм; 1–2 знака – уклон неровности поверхности катания, мм; 1 знак – уровень тревоги (1 – тревога Т0, 2 – тревога Т1, 3 – тревога Т2). Указанные сообщения формируются с учетом аналого-цифрового преобразования исходных сигналов.

Программное обеспечение проекта АСК ПС предусматривает управление подсистемами диагностики начиная с периферийных установок контроля поездов в движении, АРМ ПТО и бригад вагонников

до контроля результатов исполнения. Преимущества цифровой централизации – детерминированные тестовые данные о результатах контроля каждого конкретного вагона и локомотива собираются в единую базу для последующего анализа и работы с ними. Это обеспечивает поток объективной и точной информации, позволяющей цифровому комплексу АСК ПС формировать управляющие воздействия без участия операторов. Сформированный таким образом пакет данных на прибывший в обработку поезд с инвентарными номерами вагонов оперативно передается в АРМ ПТО ремонтникам для устранения выявленных неисправностей и определения условий последующей эксплуатации вагонов.

Важным этапом контроля является слежение за перемещением подвижного состава на пунктах технического обслуживания ПТО железнодорожных узлов и сортировочных станций. Здесь важную роль выполняет система автоматической идентификации подвижного состава САИПС. Программный модуль определяет тип и конструкционные характеристики вагона на основании инвентарного номера по первым трем цифрам номера вагона. Очевидно, что эффективная реализация концепции интеграции систем контроля и диагностики в единую компьютерную сеть для отслеживания каждой подвижной единицы зависит от возможности использования идентификаторов вагонов, в качестве которых применимы инвентарные номера подвижного состава. На это указывает опыт эксплуатации систем автоматизированного мониторинга подвижного состава в Западной Европе и США, использующих инвентарные номера вагонов для точного определения состояния и местонахождения каждой подвижной единицы.

Для дальнейшей обработки и интерпретации результатов измерения дефектов ходовой части необходимо сопоставить принадлежность неисправной детали к конкретному вагону. Для автоматического определения инвентарных номеров вагонов с помощью специальной компьютерной программы обработки видеозображений возможно использование системы видеоконтроля боковых стенок и крыши подвижных единиц. Сокращение финансовых издержек может быть достигнуто при использовании видеокамер и программных продуктов автоматизированной системы коммерческого осмотра поездов и вагонов АСКО ПВ.

Для интеграции в единый информационный комплекс разнообразных напольных систем мониторинга подвижного состава предложено использовать инновационную компьютерную платформу T&IMP. Платформа интегрирует в единый информационный комплекс системы контроля соответствия поездов требованиям безопасности перевозочного процесса на железной дороге (TCCS), выявления перегруженных вагонов в движении (WIM), контроля ударных нагрузок, передаваемых от колеса на рельсы (WILD), контроля нагретых букс и колес (HABD/HWD), измерения геометрических параметров колес (WMS), акустического контроля роликовых буксовых подшипников (ABD) и контроля воздействия вагонных колес на железнодорожную инфраструктуру (RHT).

Платформа T&IMP обеспечивает возможность сбора информации, строго соответствующей текущей задаче, и позволяет операторам опрашивать периферийные системы в целях исследования состояния поездов, вагонов и их компонентов при проследовании ими систем контроля, а также анализировать тенденции изменения показателей контролируемых объектов. На основе этой информации и статистических данных можно прогнозировать отказы и оптимизировать планирование технического обслуживания и ремонта для сокращения эксплуатационных затрат без ущерба для безопасности движения поездов.

Дефекты в подвижном составе выявляются как непосредственно измерительными системами, так и в процессе обработки результатов измерений. Такие ситуации классифицируются по трем признакам: требующие немедленной остановки поезда, допускающие следование поезда до ближайшей станции и допускающие следование в ремонтное депо. Информация по первым двум категориям передается машинисту локомотива, дежурному по станции и оператору ПТО. Перечень единиц подвижного состава, подлежащих направлению в ремонт, формируется и отправляется в автоматическом режиме. По результатам обработки данных составляются различные отчеты, например по износу колесных пар в конкретном вагонном депо. Такие возможности создают благоприятные условия для организации технического обслуживания подвижного состава в соответствии с его фактическим состоянием.

Заключение. Централизация измерительных систем с одновременным использованием тестового технического диагностирования позволит сократить дублирующие рабочие места операторов ПТО и повысить производительность труда осмотрщиков вагонов. «Привязка» инвентарного номера к конкретной подвижной единице обеспечит полную автоматизацию процесса слежения за такими вагонами с формированием «истории» эксплуатации и ремонта для каждого вагона.