

энергомеханическим объектом. В связи с этим методы оценки технического состояния дизеля тепловоза по значениям непосредственно измеряемых в процессе работы технологических параметров необходимо развивать путём совершенствования систем технической диагностики. Применение таких систем в локомотивном хозяйстве позволит сократить объём ремонтных работ, снизить затраты на производство ТР и ТО.

Список литературы

- 1 Калиева, С. Т. Техническая безразборная диагностика локомотивов как современный метод технического диагностирования / С. Т. Калиева, В. Н. Панченко // Наука и образование транспорту. – 2016. – № 1. – С. 36–37.
- 2 Анализ современных методов технической диагностики, применяемых для контроля топливной аппаратуры дизеля локомотива / С. Т. Калиева, В. Н. Панченко // Известия транссиба. – 2018. – № 1 (33). – С. 30–38.
- 3 Калиева, С. Т. Анализ диагностических комплексов при техническом обслуживании тепловозов на куйбышевской железной дороге / С. Т. Калиева, В. Н. Панченк, В. В. Иванов // Вестник транспорта Поволжья. – 2018. – № 3 (69). – С. 7–13.
- 4 Применение безразборной диагностики в эксплуатации и ремонте локомотивов / С. Т. Калиева [и др.] // Наука и образование транспорту. – 2019. – № 1. – С. 30–32.
- 5 Калиева, С. Т. Повышение топливной экономичности двс за счет ограничения воздействия эксплуатационных факторов / С. Т. Калиева, Л. Л. Саидова, В. Н. Панченко / Проблемы безопасности транспорта в современных условиях развития общества : материалы междунар. студ. науч.-практ. конф. – Нижний Новгород, 2020. – С. 54–58.

УДК 621.33

ТЕХНИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ТОКОПРИЕМНИКОВ ТРАМВАЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА ОСНОВЕ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

В. С. САЛОВ, А. Г. СТАРИКОВА

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Токоприемники являются важнейшими компонентами, влияющими на безопасность работы электроподвижного состава. Работа токоприемников ведется в тяжелых условиях. В процессе эксплуатации электроподвижного состава токоприемники подвергаются сильной тряске, вибрации, резким изменениям температуры, воздействиям пыли, влаги и т. д., поэтому к ним предъявляются требования устойчивой работы.

Каждый год на долю неудовлетворительного технического состояния токоприемников приходится около 8 % всех отказов электроподвижного состава, что может вызывать неисправности контактной сети, на которые приходится до 22 %.

К основным причинам неисправности контактной сети можно отнести несовершенство конструкций деталей, их монтажа и эксплуатации (45 %), старение устройств (24,5 %), в значительной степени обусловленные недостаточностью применения средств диагностики их состояния или вообще их отсутствием. Из наиболее частых неисправностей можно выделить повышенный износ, неравномерность выработки контактной поверхности токоприемника, перегрев контактной поверхности вследствие недостаточного либо чрезмерного усилия прижима токоприемника к контактной сети. Сильный износ или повреждение токосъемной головки может вызвать, помимо прочего, серьезное повреждение контактной сети.

Таким образом, указанные выше обстоятельства определяют необходимость создания системы контроля основных параметров токоприемника, а именно контроль уровня износа и усилия прижима контактной вставки токоприемника к контактной сети.

К числу наиболее эффективных методов автоматической диагностики относится дистанционный контроль параметров токоприемников, проходящих через контрольный пункт. Данный метод позволяет контролировать состояние всех токоприемников, выходящих из депо трамвайных вагонов и поступающих на линию. Дистанционный способ диагностики позволяет осуществлять контроль непосредственно в режиме эксплуатации, а не стационарно на специально оборудованном стенде в трамвайном депо, при этом не потребуется остановка подвижного состава и участие обслуживающего персонала.

Для дистанционной диагностики основных геометрических параметров токоприемников могут применяться системы компьютерного зрения. Для измерения значений статического нажатия воз-

можно применение электромеханических датчиков, размещаемых на контактной сети в зоне контрольного пункта [1].

При проходе трамвайного вагона через контрольный пункт датчик прохода подает сигнал в блок управления, который запускает процесс записи видеоинформации. Данные с видеокамер поступают в устройство хранения и обработки информации с отметкой времени произведённой записи, после чего выполняется автоматическая оценка технического состояния токоприёмника. В случае обнаружения отклонений параметров токоприёмника от нормативных на пульте диспетчера подаются предупреждающий сигнал и изображение токоприёмника с указанием причины срабатывания системы. Для работы в темное время суток пункт оснащается источником освещения [1].

Состав автоматизированной системы диагностики состояния токоприёмников на основе видеоизмерительного комплекса содержит три видеокамеры, датчик прохода, блок контроля и управления, компьютер, источник освещения.

Предлагаемая авторами автоматизированная система оценки состояния токоприёмников позволяет выполнять непрерывный контроль технического состояния токоприёмников, проходящих через контрольный пункт. В автоматическом режиме выполняются регистрация времени и скорости прохода электроподвижного состава (ЭПС), распознавание номера вагона, сохранение данных видеосъёмки, определение типа токоприёмника и оценка технического состояния. Измерение геометрических параметров и определение технического состояния контактных вставок токоприёмников выполняется при помощи специализированных алгоритмов распознавания образов. Основным преимуществом данной системы является бесконтактный способ измерения, позволяющий выполнять регистрацию без влияния на исследуемый объект персонала [1].

Горизонтальная камера оценивает величину отжатия контактного провода в момент прохода токоприёмника, что позволяет оценить величину силы контактного нажатия токоприёмника на основании известной жесткости подвески [1].

При малых скоростях движения ЭПС (до 30 км/ч) сила нажатия токоприёмника на контактный провод близка к величине статического нажатия, которая, в свою очередь, зависит от регулировки токоприёмника. В случае значительного отклонения силы нажатия токоприёмника от нормативного статического нажатия при малых скоростях движения можно сделать вывод о неправильной регулировке токоприёмника.

При движении с более высокой скоростью отжатие подвески контактной сети зависит от типа токоприёмника, но используемые алгоритмы позволяют определить отклонения статического нажатия от нормы и в этом случае [2].

Вертикальная камера позволяет оценить состояние износа токосъёмных пластин на полозах токоприёмника по форме и структуре изображения контактной поверхности, определить наличие подгаров и сколов на контактных элементах, их количество и размер по отношению к общей площади контактной поверхности.

С помощью фронтальной камеры определяются геометрическое положение и форма токоприёмника. Профиль токоприёмника должен вписываться в допустимые габариты. Путем сравнения профиля токоприёмника с шаблонными изображениями выявляются механические повреждения полоза и системы подвижных рам [1].

При приближении ЭПС трамвая фронтальная камера регистрирует его изображение, на котором при помощи распознавания символов определяются номер и марка вагона. При этом фронтальная камера должна иметь высокое разрешение для обеспечения точности измерения геометрии полоза и рам токоприёмника.

Для повышения точности измерения геометрических параметров комплекс может быть дополнен цифровым фотоаппаратом [3].

Вертикальная видеокамера обеспечивает съемку со скоростью не менее 400 кадров в секунду с величиной экспозиции не более 1/1000, разрешение кадра видеоизображения при этом не менее 1280×720 точек для получения четкого изображения поверхности полоза.

Для анализа изображений применяется многошаговый алгоритм, состоящий из этапов применения графических фильтров к исходному изображению, выделения значимых элементов и сравнения итогового изображения с набором шаблонов.

Сравнение рабочего изображения с шаблонным изображением токоприёмника выполняется путем вычисления коэффициентов корреляции для каждой точки изображения.

Результатом вычисления коэффициентов корреляции является матрица корреляции. В случае совпадения изображения шаблона с рабочим изображением матрица корреляции будет иметь выраженный максимум в области совпадения шаблона и рабочего изображения. На основании выявленного совпадения определяется тип токоприёмника. Для нахождения механических повреждений системы подвижных рам и полозов токоприёмника производится вычисление отклонений изображения токоприёмника от шаблона. По величине отклонения можно определить вероятность наличия дефекта токоприёмника [1].

Применение автоматизированной системы диагностики состояния токоприёмников на основе видеоизмерительного комплекса позволит сократить количество повреждений токоприёмников и контактной сети и снизить эксплуатационные расходы, связанные с ремонтом контактной сети и задержками в движении трамвайных вагонов на линии.

Список литературы

- 1 Смердин, А. Н. Автоматизированная система диагностики состояния токоприёмников на основе видеоизмерительного комплекса / А. Н. Смердин, А. С. Голубков, С. Н. Найден. – М. : Транспортная энергетика, 2012.
- 2 Ковалев, А. А. Повышение безопасности устройств энергоснабжения : материалы молодёжной межрегион. науч.-практ. конф. / А. А. Ковалев. – Екатеринбург : Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2011. – С. 21–25.
- 3 Сидоров, О. А. Методика измерения отжатый проводов контактных подвесок с использованием скоростных видеоанализаторов / О. А. Сидоров. – М. : Энергоиздат, 2015. – 210 с.

УДК 621.31

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ МАСЛЯНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

И. А. САФРОНОВА, О. Н. КОЗМЕНКОВ

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Одним из приоритетных направлений научно-технологического развития Российской Федерации является переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта.

Внедрение цифровизации в операционную деятельность ОАО «РЖД» – один из важнейших приоритетов комплексной программы инновационного развития.

Вопрос по автоматизации тяговых подстанций актуален в настоящее время и требует незамедлительного решения.

По данным эксплуатации силовых трансформаторов в настоящее время в Куйбышевской дирекции по энергообеспечению находится в обслуживании 151 тяговая подстанция.

Со сроком службы более 40 лет – 121 тяговая подстанция, или 80,1 %.

На конец 2021 г. в хозяйстве эксплуатируется 274 силовых трансформаторов, из них 90 (34 %) со сроком службы более 50 лет. Количество тяговых трансформаторов в хозяйстве составляет 359 шт., из них 133 шт. (36 %) со сроком службы более 50 лет.

Наибольший процент технологических нарушений трансформаторного оборудования приходится на период его эксплуатации от 20 до 30 лет. Своевременное проведение технического обслуживания продлевает срок службы трансформаторов. Большая часть нарушений работоспособности связана с повреждениями маслонаполненных вводов, обмоток и устройств регулирования.

В рамках исследований проблемы контроля и оценки технического состояния масляных трансформаторов, используемых на железнодорожном транспорте, разработана автоматизированная система контроля и диагностики технического состояния масляных трансформаторов.

Предлагаемая современная автоматизированная система контроля и диагностики технического состояния масляных трансформаторов имеет понятные формы представления результирующей информации, а именно графический оконный интерфейс, звуковое предупреждение, протоколы отчетов с возможностью распечатки на периферийном устройстве.

Автоматизированная система контроля и диагностики технического состояния масляных трансформаторов отображает состояние оборудования на основе цветовой индикации, указывает наиболее опасный агрегат и узел, ограничивающий его ресурс, определяет параметры технического со-