

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ТОКОПРИЕМНИКОВ

Д. В. ДОРОЩУК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одной из самых распространённых причин повреждения контактной сети является эксплуатация неисправных или неотрегулированных токоприёмников электроподвижного состава (ЭПС). Для снижения числа аварий при эксплуатации токоприёмников и повышения надёжности системы электроснабжения необходима эффективная автоматизированная система диагностики состояния токоприёмников.

К числу наиболее эффективных методов автоматической диагностики относится дистанционный контроль параметров токоприёмников, проходящих через контрольный пункт. Данный метод позволяет контролировать состояние всех токоприёмников, выходящих из депо или поступающих на линию. Дистанционный способ диагностики позволяет осуществлять контроль непосредственно в режиме эксплуатации без необходимости остановки подвижного состава и без участия обслуживающего персонала.

Для дистанционной диагностики основных геометрических параметров токоприёмников могут применяться системы компьютерного зрения. Для измерения значений статического нажатия возможно применение электромеханических датчиков, размещаемых на контактной сети в зоне контрольного пункта.

Системы диагностики токоприёмников, основанные на принципе анализа визуальных данных, разрабатываются за рубежом. Например, в шведской компании Sensys разработана система автоматического мониторинга, предназначенная для регистрации изображения приближающегося токоприёмника при помощи цифрового фотоаппарата. На основании полученных снимков происходит определение исправности токосъёмных пластин токоприёмника.

Основной проблемой в реализации подобных систем является сложность в реализации алгоритмов распознавания изображений токоприёмников и обнаружения дефектов в автоматическом режиме без участия оператора.

Существенную сложность при видеорегистрации проходящих токоприёмников создает высокая скорость движения электроподвижного состава. Движение с высокой скоростью затрудняет получение четкой картины диагностируемого объекта, что, в свою очередь, значительно усложняет обработку данных.

Непрерывный режим работы диагностического комплекса требует обеспечения необходимого уровня освещенности токоприёмника в любое время суток. Применение прожекторов в темное время суток не представляется возможным, поскольку свет от мощного прожектора ослепляет машинистов проходящих локомотивов.

Основной целью комплекса, предназначенного для автоматического контроля технического состояния токоприёмников, является повышение надёжности эксплуатации устройств электроснабжения путем автоматизированной диагностики исправности токоприёмников при проходе контрольных пунктов.

Специалистами лаборатории в Швеции предложена конструкция стационарного комплекса для контроля технического состояния проходящих токоприёмников, состоящая из вертикальной, горизонтальной и фронтальной видеокамер, источника инфракрасного освещения, датчика прохода ЭПС, блока контроля и управления, компьютера для хранения и обработки видеоинформации. При проходе ЭПС через контрольный пункт датчик прохода подаёт сигнал в блок управления, который запускает процесс записи видеоинформации. Данные с видеокамер поступают в устройство хранения и обработки информации с отметкой времени произведенной записи, после чего выполняется автоматическая оценка технического состояния токоприёмника. При обнаружении отклонений параметров токоприёмника от нормативных на пульт диспетчера подается предупреждающий сигнал и изображение токоприёмника с указанием причины срабатывания системы. Для работы в темное время суток пункт оснащается источником инфракрасного освещения.

Предлагаемая автоматизированная система оценки состояния токоприёмников позволяет выполнять непрерывный контроль технического состояния токоприёмников, проходящих через кон-

трольный пункт. В автоматическом режиме выполняются регистрация времени и скорости прохода ЭПС, распознавание номера локомотива, сохранение данных видеосъемки, определение типа токоприемника и оценка технического состояния. Измерение геометрических параметров и определение технического состояния контактных пластин токоприемников выполняется при помощи специализированных алгоритмов распознавания образов. Основным преимуществом данной системы является бесконтактный способ измерения, позволяющий выполнять регистрацию без влияния на исследуемый объект персонала.

Горизонтальная камера оценивает величину отжатия контактного провода в момент прохода токоприемника, что позволяет оценить величину силы контактного нажатия токоприемника на основании известной жесткости подвески. При малых скоростях движения ЭПС (до 30 км/ч) сила нажатия токоприемника на контактный провод близка к величине статического нажатия, которая, в свою очередь, зависит от регулировки токоприемника. В случае значительного отклонения силы нажатия токоприемника от нормативного статического нажатия при малых скоростях движения можно сделать вывод о неправильной регулировке токоприемника. При движении с более высокой скоростью отжатие подвески контактной сети зависит от типа токоприемника, но используемые алгоритмы позволяют определить отклонения статического нажатия от нормы и в этом случае.

Вертикальная камера позволяет оценить состояние износа токосъемных пластин на полозах токоприемника по форме и структуре изображения контактной поверхности. Система позволяет 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 токоприемника. Профиль токоприемника должен вписываться в допустимые габариты. Путем сравнения профиля токоприемника с шаблонными изображениями выявляются механические повреждения полоза и системы подвижных рам. При приближении электроподвижного состава фронтальная камера регистрирует изображение ЭПС, на котором при помощи системы распознавания символов определяются номер и марка локомотива.

Для анализа изображений применяется многошаговый алгоритм, позволяющий выделить значимые элементы и сравнить итоговое изображение с набором шаблонов. В случае совпадения изображения шаблона с рабочим изображением определяется тип токоприемника. Для нахождения механических повреждений системы подвижных рам и полозов токоприемника производится вычисление отклонений изображения токоприемника от шаблона. По величине отклонения можно определить вероятность наличия дефекта токоприемника.

Анализ современных систем диагностики состояния токоприемников позволил выявить основные направления совершенствования и развития систем бесконтактного контроля подвижного состава. Современные системы строятся на базе микропроцессорной техники, благодаря чему снижается их энергопотребление, расширяются их функциональные возможности вплоть до использования систем искусственного интеллекта.

На железных дорогах Европы наметилась тенденция применения унифицированных решений, единых стандартов. Широко используются стандарты спутниковой системы глобального позиционирования – GPS. Бортовые устройства локомотивов снабжают приемниками GPS, что позволяет с высокой точностью определять координаты и скорость их движения. Поскольку повышение скоростей движения требует получения более оперативной информации о состоянии подвижного состава, то существует тенденция развития систем и средств ранней диагностики состояния различных систем и элементов подвижного состава.

Внедрение таких систем позволит сократить количество повреждений токоприемников и контактной подвески, снизить эксплуатационные расходы, связанные с ремонтом контактной сети и задержками поездов, что особенно важно в условиях создания скоростных линий и международных транспортных магистралей. Повреждения контактной сети приводят к значительному экономическому ущербу, связанному с задержками поездов и необходимостью проведения ремонтных работ. Если в результате применения нового технического средства предотвращен отказ оборудования и необходимость в проведении ремонтных работ отсутствует, то рассчитать экономический эффект сложно, так как основой расчета являются затраты на восстановление работоспособности оборудования. Диагностирование состояния устройств токосъема позволяет снизить как ущерб от повреждений, так и необходимость оценки такого ущерба.