

словлены погрешностью измерительного комплекса, поэтому происходит их сравнение с допустимыми. Превышение может свидетельствовать о наличии несанкционированного отбора электроэнергии либо изменении технического состояния элементов ЛЭП. Далее производится анализ динамики изменения первичных параметров ЛЭП, в результате чего может быть выявлено предаварийное состояние её элементов.

Применение цифровых двойников электросетей в системах АСКУЭ нетяговых потребителей Белорусской железной дороги позволит не только повысить достоверность учета электроэнергии, но и решить ряд задач по мониторингу технического состояния ЛЭП и трансформаторных мощностей.

Список литературы

- 1 Концепция развития электрогенерирующих мощностей и электрических сетей на период до 2030 года / М-во энергетики Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – 50 с.
- 2 **Оморов, Т. Т.** К проблеме математического моделирования трехфазной несимметричной распределительной сети / Т. Т. Оморов, Б. К. Такырбашев, Р. Ч. Осмонова // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2020. – Т. 22, № 1. – С. 93–102.
- 3 Advanced Metering Infrastructure Based on Smart Meters in Smart Grid / T. N. Le [et al.] // Smart Metering Technology and Services – Inspirations for Energy Utilities / ed. M. Eissa. – London : IntechOpen, 2016. – P. 37–61.
- 4 ГОСТ 27322–87. Энергобаланс промышленного предприятия. Общие положения. – Введ. РБ 1992-12-17. – Минск : БелГИСС, 2010. – 20 с.
- 5 ГОСТ Р 57700.37–2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. – Введ 2022-01-01. – М. : Российский институт стандартизации, 2021. – 15 с.
- 6 **Евдасев, И. С.** Методы определения потерь электроэнергии в сетях нетяговых потребителей железных дорог : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / И. С. Евдасев. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 136 с.

УДК 629.4.027.5

ТЕХНОЛОГИЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ КОЛЕСНЫХ ПАР В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ЦИКЛЕ РЕМОНТА КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

А. В. ЖЕБАНОВ, С. В. КОРКИНА, А. Д. ПОТАПОВА

Самарский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Технология идентификации деталей и узлов подвижного состава в последнее время серьезно развивается в рамках различных проектов цифровизации и повышения надежности железнодорожного транспорта. Маркировка деталей вагонов при их ремонте и изготовлении играет важную роль в обеспечении и поддержании качества на должном уровне, а также надежности при эксплуатации подвижного состава. Введение идентификации колесных пар в производственный цикл ремонта грузовых вагонов позволит сократить трудоемкость работ и повысить степень защищенности вводимых параметров. Применение штрихкодирования позволяет совершенно точно идентифицировать сроки проведения различных операций при любых действиях с деталями и узлами вагонов во время их ремонта, причем осуществлять работу с большим объемом информации. В настоящее время сбор данных происходит при использовании баз данных, но при этом хранение информации реализуется и на бумажных носителях (формы-уведомления, журналы и т. д.). Использование метода нанесения цифровых меток способствует объединению всех вышеописанных информационных форм, т. е. при создании метки можно заложить весь объем данных существующий на конкретную деталь [1, 2].

Рассматривая производственную структуру сектора вагонного хозяйства, можно понять, что это большой кластер предприятий, обеспечивающих не только производство и ремонт вагонов, но и контроль процесса эксплуатации. Ввиду такой многозадачности встает вопрос обработки объемной информации и оперативного предоставления различных данных с целью обеспечения надежности всего перевозочного процесса. Цифровые метки имеют возможность для сосредоточения различной информации, обеспечивая при этом легкодоступность для ее считывания. Технология будет работать на протяжении всего срока эксплуатации детали и оказывать содействие при выявлении предатказного состояния во время работы узлов.

Как пример, в статьях [3–6] описано повышение эффективности работы участка ТОР с использованием штрихкодирования при помощи нанесенного QR-кода на элементы колесной пары.

Разберем ситуацию с организацией работы участка текущего отцепочного ремонта при смене колесной пары по браковке на пункте технического обслуживания. При использовании QR-кода ставится оперативно доступная информация со всеми геометрическими параметрами и принадлежностью к собственности на конкретную колесную пару, причем в той же зоне, где она находится. Во время замены колесной пары важно владеть данными для совместимости подкатываемой колесной пары с уже установленными под вагоном. Основные условия в этой технологической цепочке регламентированы в руководящих документах и дополнительных соглашениях на предоставление услуг ремонта вагонов. При считывании сотрудник, имеющий право подкатки колесной пары, анализирует данные QR-кода, подбирает колесную пару, подходящую по всем параметрам для подкатки под вагоны, производит ее замену. При этом ему не требуется пользоваться запросными системами (например, справка о сведениях по узам и деталям вагона, справка о коде браковки и т. д.) и дополнительно измерять геометрические параметры шаблонами с целью выявления необходимой колесной пары [7].

Еще одним положительным моментом при использовании цифровых меток деталей является уход от проблемы двойных номеров. Эти мероприятия снижают возможность эксплуатации контрафактной продукции, установленной на подвижном составе, и повышают его надежность. Особенно необходимо обращать внимание в этом аспекте на ответственные узлы вагонов [8].

На рисунке 1 изображен сценарий взаимодействия метки с системой на примере контроля доступа к информации детали на участке ТОР. В основе RFID-технологии лежит обмен данными без прямого контакта между меткой и ридером. Технология распознавания полностью осуществляется бесконтактно при нахождении цифровой метки в зоне контакта ридера. Ридер сканирует электромагнитные волны, которые передаются чипом, затем полученные данные отправляет на программное обеспечение. Программное обеспечение сохраняет обработанные данные в базе данных, тем самым отображая изменения.

В целом система символьных меток предназначена для идентификации и аутентификации символьных меток прямого нанесения, сформированных на узле вагона комбинированным методом, а именно интрузивным маркированием с помощью лазерной гравировки или иглоударным нанесением, а также неинтрузивным маркированием путем нанесения (заполнения) на поверхности созданных символов метки по меньшей мере одной люминесцентной пространственной структуры и одной спектральной характеристикой оптически активных наночастиц.



Рисунок 1 – Концепция взаимодействия метки с системой

Выбранная система обеспечивает быструю и надежную обработку данных, содержащихся в символьных метках прямого нанесения, при подтверждении соответствия нормативно-технической базы документов к конкретным узлам и деталям вагонов, при этом можно подтвердить права изготовителя на производство продукции. Также закладываются параметры к установленным требованиям разработчика мероприятий хранения, транспортирования, применения, технического обслуживания, ремонта и модернизации узлов; контроле отсутствия признаков фальсификации и утраты данных о реализации жизненного цикла узлов вагонов, о характеристиках узлов в маркировке изделия, в технической, коммерческой, сопроводительной документации на изделие, установленной к применению на этапах производства, поставки, хранения, импорта, технического обслуживания, ремонта, эксплуатации изделия. Схема взаимодействия метки и модуля считывания системы, пример объекта, помеченного несколькими типами люминесцентных частиц, внедренных в объект, может быть внедрена не только в элементы колесной пары, но и в элементы тележки грузового вагона.

Данные, содержащиеся в электронных метках, имеют возможность передачи наиболее полной информации по заданным параметрам всех составных узлов вагона. Основной трудностью при организации является объединение информации и переход с действующей смешанной технологии (база данных на сервере и данных в учетно-отчетных формах) полностью на цифровой формат хранения.

Особую роль такой подход предоставления материала на составные части вагона играет при обнаружении нелегитимной продукции и осуществлении разбора каких-либо случаев нарушения безопасности движения. В условиях расследования нарушения безопасности для вынесения корректного вывода виновности и истинного заключения произошедшей ситуации большое влияние имеет быстрота принятия решений, достоверность, полнота предоставленных данных по конкретному узлу или вагону в целом. Предложенная система цифровых меток делает возможным сосредоточение в одном месте больших данных на вагон и в дальнейшем создания модели «цифровой вагон».

Список литературы

- 1 Горный, С. Г. Применение лазерной маркировки в промышленности / С. Г. Горный, К. В. Юдин // Металлообработка. – 2003. – № 6 (18). – С. 21–23.
- 2 ГОСТ Р 57880–2017. Система защиты от фальсификаций и контрафакта. Электронные изделия. Предотвращение получения, методы обнаружения, сокращение рисков применения и решения по использованию фальсифицированной и контрафактной продукции. – Введ. 2018-07-01. – М. : Стандартинформ, 2017. – 40 с.
- 3 Коркина, С. В. К вопросу о процессе интеграции методов «Бережливого производства» на предприятиях вагонного комплекса / С. В. Коркина, А. В. Жебанов // Наука и образование транспорту. – 2020. – № 1. – С. 57–61.
- 4 Жебанов, А. В. Использование элементов «Бережливого производства» в организации работы участка текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов / А. В. Жебанов // Наука и образование транспорту. – 2018. – № 1. – С. 24–26.
- 5 Коркина, С. В. Расширение функционала АРМ инженера в АСУ ТОР ЭК для повышения производительности работы участка ТОР / С. В. Коркина, А. В. Жебанов // Наука и образование транспорту. – 2021. – № 1. – С. 44–48.
- 6 Расширение функционала АРМ мастера в подсистеме АСУ станции – АСУ ТОР ЭК с целью повышения общей эффективности работы участка текущего отцепочного ремонта вагонов / С. В. Коркина [и др.] // Наука и образование транспорту. – 2020. – № 1. – С. 68–72.
- 7 Жебанов, А. В. Интеграция системы Кайдзен в технологический процесс текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов / А. В. Жебанов, С. В. Коркина // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : тр. XXV Всероссийской науч.-практ. конф. КриЖТ ИрГУПС (Красноярск, 28–30 октября 2021 г.). В 2 т. / редкол. : В. А. Поморцев (отв. ред.) [и др.]. – Красноярск : КриЖТ ИрГУПС, 2021. – С. 29–32.
- 8 Методика нанесения защитной маркировки и учёта ответственных узлов и деталей грузовых вагонов. – М. : НП «ОПЖТ»; «Объединение вагоностроителей», 2014. – 13 с.

УДК 621.436-222:681.5

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА «МАГИСТРАЛЬ» ДЛЯ РЕГУЛИРОВКИ ЦИЛИНДРОВОЙ МОЩНОСТИ ДИЗЕЛЕЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОВЗОВ

С. В. ЖУРАВЕЛЬ

ООО «Техтранс-Д», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Под **регулировкой дизеля** понимают комплекс таких технологических мероприятий, которые обеспечивают номинальную мощность дизельного двигателя при его экономичности и надежности.

Все цилиндры дизеля должны развивать одинаковую мощность. Если цилиндры двигателя нагружены неравномерно, то при выходе дизеля на номинальную мощность часть цилиндров оказывается перегруженной.

Перегрузка отдельных цилиндров сопровождается увеличением тепловых напряжений и температуры, которые нередко вызывают появление трещин в стенках блока, крышках цилиндров, днышка поршней, загорание поршневых колец в канавках поршня, обгорание тарелок клапанов и сопловых наконечников распылителей форсунок, вибрацию дизеля. Перегрузка одних цилиндров и недогрузка других недопустима.

Обычно регулировка дизеля проводится с применением штатных измерительных приборов, входящих в комплект поставки дизеля: механического индикатора, максиметра и термомопар или термометров.