

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-

стояния и отображает их на дисплее вместе с их предельными уровнями, обеспечивает возможность анализа данных.

Встроенная экспертная система автоматически определяет и прогнозирует неисправность контролируемого оборудования и выдает рекомендации персоналу по его действиям.

Автоматизированная система контроля и диагностики технического состояния масляных трансформаторов отображает дату и время включения (отключения) агрегата, ведет подсчет общей, месячной наработки, наработки между текущими, средними и капитальными ремонтами.

Автоматизированная система контроля и диагностики технического состояния масляных трансформаторов обеспечивает обмен информацией о состоянии диагностируемого оборудования в сети систем мониторинга через выделенные линии Ethernet, радиоканалы, модемную связь, имеет программные средства для интегрирования в системы диспетчерского управления и сбора данных.

Конструктивное исполнение составных частей автоматизированной системы контроля и диагностики технического состояния масляных трансформаторов обеспечивает их быстрый монтаж, возможность проведения технического обслуживания, профилактических и ремонтных работ в процессе эксплуатации.

Программные и технические средства предлагаемой системы мониторинга обладают иерархической структурой и включают в себя несколько уровней.

Автоматизированная система контроля и диагностики технического состояния масляных трансформаторов включает в себя 3 уровня

- уровень 1 – первичный (датчики);
- уровень 2 – технический;
- уровень 3 – программный.

В разработку системы положен модульный принцип. Основным элементом системы – модуль диагностики с набором датчиков. Модуль реализует набор методов для диагностики технического состояния как отдельного элемента, так и всего трансформатора. Все модули взаимосвязаны и являются составными элементами предлагаемой автоматизированной системы мониторинга и диагностики.

Информационная шина является общей для всех модулей и служит для их взаимосвязи и интеграции полученных данных. Поэтому информация, получаемая в любом модуле, доступна для использования другими модулями.

В системе реализован комплексный подход к диагностике технического состояния трансформатора, итоговая оценка производится на основании обобщающего анализа результатов, полученных экспертными программами всех модулей системы.

На уровне 1 обеспечивается автоматизированный сбор информации для последующей диагностики технического состояния трансформатора за счет использования датчиков, для сбора дискретной информации (датчики температуры масла и температуры окружающей среды) и первичных датчиков для сбора аналоговой информации (цифровые трансформаторы тока и напряжения).

С помощью датчиков фиксируются следующие параметры: температура верхних слоев масла у крышки бака, температура нижних слоев масла у днища бака, температура окружающего воздуха, рабочие токи фаз ВН, СН и НН трансформатора, рабочие напряжения ВН, СН и НН трансформатора.

Уровень 2 – технический уровень, уровень первичной обработки данных, поступающих с датчиков первого уровня. Данный уровень реализован на базе контроллера присоединения, многофункциональных измерительных приборов, счётчиков АСКУЭ и т. д., которые обеспечивают сбор и передачу данных в общую базу. В общей базе данных происходит сбор и интеграция контролируемых параметров, статистических данных, паспортных данных.

Уровень 3 представляет собой программный уровень комплексной оценки технического состояния трансформаторов; включает в себя автоматизированное рабочее место – компьютер и программируемую панель оператора, которые находятся в помещении тяговой подстанции.

Программное обеспечение, установленное на ПК, включает в себя алгоритмы взаимодействия информационных потоков и расчётные математические модели с глубокой обработкой первичной информации.

Уровень 3 позволяет получать структурированную оперативную информацию, обрабатывать, анализировать текущую ситуацию и готовить варианты решений в соответствии с текущей ситуацией. Программное обеспечение позволяет организовать локальный доступ удаленным пользователям для осуществления удаленного контроля функционирования и исправности технических и программных средств системы мониторинга.

Список литературы

- 1 Козменков, О. Н. Обеспечение бесперебойного электроснабжения железнодорожного транспорта за счёт автоматизации процессов контроля, управления и планирования действий с ресурсами / О. Н. Козменков // Вестник транспорта Поволжья. – 2015. – № 2 (50). – С. 21–26.
- 2 Добрынин, Е. В. Цифровая подстанция. Метод реализации / Е. В. Добрынин, И. А. Ефремова // Вестник транспорта Поволжья. – 2020. – № 1 (79). – С. 16–22.
- 3 Добрынин, Е. В. An overhead line voltage monitoring system / Е. В. Добрынин, Т. В. Бошкарёва, О. В. Табаков. // Russian electrical engineering. – 2020. – № 3. – С. 191–194.
- 4 Ефремова, И. А. Математическая модель оценки технического состояния масляного трансформатора / И. А. Ефремова, О. Н. Козменков, Е. В. Добрынин // Наука и образование транспорту. – 2020. – № 1. – С. 329–332.

УДК 629.4.015

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГЛОЩАЮЩИХ АППАРАТОВ НА ПРОДОЛЬНЫЕ СИЛЫ В ПОЕЗДАХ ПРИ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОМ ТОРМОЖЕНИИ

П. А. САХАРОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Поглощающие аппараты служат для снижения динамических сил, возникающих в межвагонных соединениях поездов при изменении управляющих воздействий, вызванных сменой режимов движения или профиля пути. Переход с одного режима движения (или профиля пути) на другой приводит к изменению сил, действующих между единицами подвижного состава. Указанное изменение происходит за некоторый период времени, в течение которого режим движения является неустановившимся. В это время значения сил в связях могут существенно превышать силы управляющих воздействий. Их снижению способствуют поглощающие аппараты, упруго-диссипативные свойства которых позволяют значительную часть энергии динамического взаимодействия вагонов преобразовать в энергию колебаний поезда и тепловую, рассеиваемую в окружающую среду. При этом амплитуда и период продольных колебаний поезда зависит от количества вагонов в составе, их массы и расположения, характеристик поглощающих аппаратов.

Существенное влияние на величину продольно-динамических сил, возникающих между вагонами, оказывают силовые характеристики поглощающих аппаратов, которые представляют собой зависимости силы сжатия аппарата T от величины q и скорости \dot{q} сжатия при его нагрузке и разгрузке (рисунок 1). Результаты расчетов, учитывающих конкретные силовые характеристики амортизаторов, могут существенно, если не кардинально, отличаться от результатов аналогичных расчетов, выполненных для амортизаторов с иными характеристиками [1]. В таких условиях целесообразно рассматривать не конкретный тип поглощающего аппарата, а характеристику, свойственную ряду поглощающих аппаратов. Здесь выделяют три основные формы кривой силового нагружения амортизатора: линейную (показатель степени n по основанию q которой равен 1), выпуклую вверх (мягкая характеристика с $n < 1$) и выпуклую вниз (жесткая характеристика с $n > 1$).

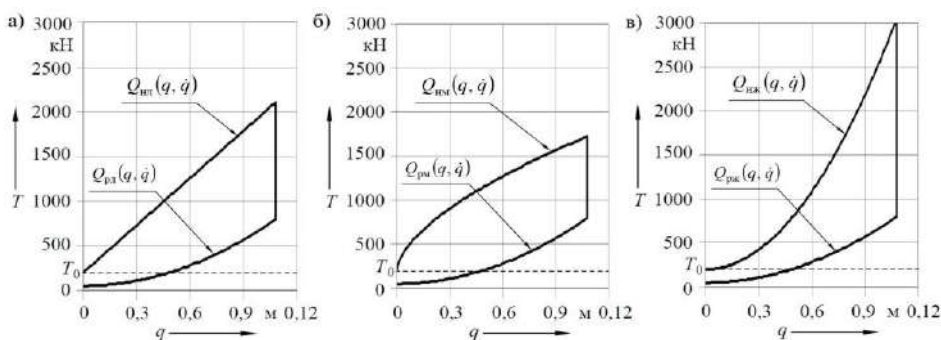


Рисунок 1 – Графики силовых характеристик поглощающих аппаратов с линейной (а), мягкой (б) и жесткой (в) характеристикой