ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ RFID-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ И ИЗОЛЯТОРОВ

POSSIBILITIES OF USING RFID TECHNOLOGIES FOR DIAGNOSTICS OF PROTECTIVE DEVICES AND INSULATORS

УДК 621.316.99

Колмаков Виталий Олегович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Системы обеспечения движения поездов», Красноярский институт железнодорожного транспорта, г. Красноярск

Беляев Роман Викторович, студент 6 курса, факультет «Транспортные системы», Красноярский институт железнодорожного транспорта, г. Красноярск

Митрофанов Данил Николаевич, студент 6 курса, факультет «Транспортные системы», Красноярский институт железнодорожного транспорта, г. Красноярск

Kolmakov V.O. belyaevromanv@gmail.com

Belyaev R.V. belyaevromanv@gmail.com

Mitrofanov D.N. danila.otec@mail.ru

Аннотация

Статья посвящена описанию возможностей применения RFID-технологий для диагностики защитных устройств и изоляторов. Рассмотрены преимущества и недостатки RFID-технологий. В работе наглядно проиллюстрирован принцип действия RFID-технологии. Основная задача применения RFID-технологии для диагностики изоляторов и защитных устройств – повысить скорость и точность процессов что, в конечном итоге,

будет служить цели предотвращения возникновения аварийных ситуаций в системе электроснабжения железных дорог.

Annotation

The article is devoted to the description of the possibilities of using RFID technologies for diagnostics of protective devices and isolators. The advantages and disadvantages of RFID technologies are considered. The work clearly illustrates the principle of operation of RFID technology. The main task of using RFID technology for diagnosing insulators and protective devices is to increase the speed and accuracy of processes, which, ultimately, will serve the purpose of preventing emergencies in the railway power supply system.

Ключевые слова: система диагностики, диагностика, воздушная линия электропередачи, электрическая подстанция, RFID-технология.

Keywords: diagnostic system, diagnostics, overhead power line, electrical substation, RFID-technology.

Эксплуатация железных дорог в современных условиях требует разработки и использования технологических решений, отвечающих актуальному уровню научно-технического прогресса, обладающих свойствами высокой эффективности при невысокой энергозатратности. Применительно к электроснабжению железных дорог, можно утверждать, что на сегодняшний день довольно активно ведётся разработка технологий оптимизации деятельности работников дистанций электроснабжения, о чём свидетельствует целый ряд публикаций, посвящённой этой тематике [1-4, 6-11, 13-18]. Вместе с тем, по-прежнему актуальной остаётся проблема использования современных методов оценки технического состояния оборудования воздушных линий электропередачи (ВЛ) и электрических подстанций.

Избежать нарушения в работе элементов ВЛ и электрических подстанций можно только в том случае, если выявление предотказного состояния будет оперативным, а время на поиск места замыкания минимальным. В этой связи использование методов и средств диагностики защитных аппаратов линий электропередачи (ЛЭП), альтернативных традиционным, представляет собой одно из приоритетных направлений в электроснабжении железных дорог.

Существующие методы технического обслуживания участков ЛЭП и подстанций базируются на плановых и внеплановых обходах с визуальным осмотром оборудования. При существующем разнообразии видов повреждений изоляции и защитных устройств обнаружение неисправности визуальным осмотром затруднено. Диагностику элементов ВЛ и электрических подстанций необходимо осуществлять приборами с достаточной чувствительностью, среди которых можно выделить такие, в основе работы которых лежат RFID-технологии.

RFID (англ. Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация) — метод автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках.

RFID — это современная технология идентификации, предоставляющая существенно больше возможностей по сравнению с традиционными системами маркировки.

Любая RFID-система состоит из считывающего устройства (считыватель, ридер или интеррогатор) и транспондера (он же RFID-метка, иногда также применяется термин RFID-тег).

Большинство RFID-меток состоит из двух частей. Первая — интегральная схема (ИС) для хранения и обработки информации, модулирования и демодулирования радиочастотного (RF) сигнала и некоторых других функций. Вторая — антенна для приёма и передачи сигнала.

Принцип действия RFID-технологии состоит в следующем: технология наделяет оборудование интеллектом без контакта и прямой видимости с помощью крепления тонкой этикетки с нанесенными на неё антенной и чипом; считыватель, запоминающий кодированную метку, с помощью зондирующего сигнала возбуждает метку, которая формирует ответный сигнал; сигнал принимается антенной считывателя, обрабатывается его электронным блоком и по интерфейсу направляется в компьютер [12]. Описанный принцип передачи данных RFID-технологии наглядно представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Принцип передачи данных RFID-технологии

Базовые эксплуатационные преимущества RFID-таковы: необязательность контакта, прямая видимость, высокая скорость и точность считывания, возможность одновременной идентификации нескольких объектов, способность к работе в неблагоприятных условиях (в том числе, в агрессивных средах), очень большой срок эксплуатации. Также, к достоинствам RFID можно отнести простоту использования и обслуживания.

Наряду с достоинствами RFID-технологии присущи и некоторые недостатки, такие как: невозможность размещения под металлическими и электропроводными поверхностями, подверженность помехам в виде электромагнитных полей. Системы радиочастотной идентификации могут быть чувствительны к помехам в виде электромагнитных полей от включенных компьютеров (мониторов).

Основная задача применения RFID-технологии для диагностики изоляторов и защитных устройств – определение изменения их свойств в

процессе эксплуатации, которые будут фиксировать нарушения, позволяя при этом точно устанавливать местонахождение неисправного оборудования и, соответственно, направлять специалистов для устранения неисправностей точечно, без лишних затрат времени на обход, визуальный осмотр и прочие диагностические манипуляции.

Насколько исправно работает пассивная метка, будет определять работа интегральной микросхемы. Программным обеспечением предусмотрен учёт всех запрограммированных меток и отражение их на экране монитора в двух видах: «ответившие» и «не ответившие». Направление тока пробоя (утечки) изолятора или защитного устройства через интегральную микросхему будет вызывать нарушение в её работе, которое не позволит метке отреагировать на запросы зондирующего сигнала считывателя, и она определится на мониторе как «не ответившая» [12]. Если каждая метка будет закодирована по месту нахождения контролируемого оборудования (номер опоры, километр, фаза), то процесс поиска и ликвидации неисправности будет занимать минимальное количество времени.

В некоторых публикациях, посвящённых применению RFID-технологий, отмечается, что такой метод контроля состояния оборудования может быть использован не только для выявления отклонений от нормальной работы и выхода оборудования из строя, но и для прогнозирования остаточного ресурса контролируемого оборудования с целью его своевременного профилактического ремонта и/или замены [5].

Таким образом, проблема поиска неисправной изоляции и защитных устройств может быть успешно решена посредством использования RFID-технологий. Более того, применение RFID-технологий позволит в целом усовершенствовать подход к организации технического обслуживания оборудования и электрических подстанций за счёт возможности анализа эксплуатационного ресурса оборудования, что, в конечном итоге, будет служить цели предотвращения возникновения аварийных ситуаций в системе электроснабжения железных дорог.

Литература

1. Analysis of dynamic characteristics of frequency-dependent links. Kolmakov V.O., Kolmakov O.V., Iljin E.S., Ratushnyak V.S. В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. С. 012026.
2. Анализ состояния силовых трансформаторов тяговых подстанций Красноярской железной дороги / Орленко А.И., Петров М.Н., Колмаков В.О., Колмаков О.В. // Научное издание под ред. проф. Петрова М.Н. – Красноярск: 2020 г. - 119 с.
3. Качество электроэнергии в системах светодиодного освещения. Колмаков В.О., Пантелеев В.И. В сборнике: Электроэнергия: от получения и распределения до эффективного использования. Национальный исследовательский Томский политехнический университет; Редакторы: Кудрин Б.И., Лукутин Б.В., Сайгаш А.С., 2012. С. 87-90.
4. Колмаков В.О. Схемотехническое обеспечение качества электрической энергии в сетях с нелинейными электроприемниками массового применения. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Сибирский федеральный университет. Красноярск, 2014.
5. Массовое внедрение RFID-технологии – миф или реальность? / А. Григорьева // Компоненты и технологии. 2013. № 12. С. 58-60.
6. Метод динамической диагностики механических узлов / Колмаков О.В., Колмаков В.О. В сборнике: 120 лет железнодорожному образованию в сибири. материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ИрГУПС. 2014. С. 198-203.
7. Метод расчета емкости компенсирующего конденсатора асинхронных двигателей малой мощности / Плотников С.М., Колмаков О.В. // Известия высших учебных заведений // Электромеханика. 2016. № 5. С. 59-63.
8. Мониторинг состояния тяговых трансформаторов на основе тензорного анализа / Петров М.Н., Колмаков О.В., Колмаков В.О., Орленко

А.И. В сборнике: Эксплуатация и обслуживание электронного и микропроцессорного оборудования тягового подвижного состава. Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под редакцией И.К. Лакина. 2020. С. 263-269.

9. Определение коэффициента затухания частотозависимых звеньев / Колмаков О.В. В сборнике: Инновационные технологии на железнодорожном транспорте. Труды XXII Межвузовской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС. Ответственный редактор В.С. Ратушняк. 2018. С. 3-5.

10. Оптимизация динамического торможения двигателя постоянного тока независимого возбуждения / Плотников С.М., Колмаков В.О. // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2018. Т. 61. № 5. С. 13-17.

11. Оптимизация динамического торможения двигателя постоянного тока независимого возбуждения / Плотников С.М., Колмаков В.О. // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2018. Т. 61. № 5. С. 13-17.

12. Применение RFID-технологий для поиска неисправной изоляции / Т. А. Несенюк // Транспорт Урала / Уральский гос. ун-т путей сообщения. Екатеринбург. 2013. № 2 (37). С. 72-76.

13. Снижение пожароопасности тепловозов с гибридной системой привода / Колмаков О.В., Довженко Н.Н., Минкин А.Н., Бражников А.В., Колмаков В.О., Колмакова А.И., Шилова В.А. // Безопасность регионов - основа устойчивого развития. 2014. Т. 1-2. С. 140-144.

14. Способ определения постоянной времени нагрева сухого трансформатора / Плотников С.М., Колмаков В.О. Патент на изобретение RU 2683031 C1, 26.03.2019. Заявка № 2018116287 от 28.04.2018.

15. Упрощенное определение момента инерции асинхронного двигателя серии 4А / Плотников С.М., Колмаков В.О. // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. 2019. Т. 62. № 1. С. 87-91.

16. Экспериментальные исследования размагничивания генератора постоянного тока / Плотников С.М., Колмаков О.В. // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2020. № 18. С. 37-40.

17. Электромагнитная совместимость и энергосберегающее оборудование / Колмаков В.О., Пантелеев В.И. // Энергетик. 2012. № 11. С. 47-49.

18. Энергосберегающее оборудование и электромагнитная совместимость / Колмаков В.О., Колмакова Н.Р. В сборнике: Инновационные технологии на железнодорожном транспорте. Труды XXII Межвузовской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС. Ответственный редактор В.С. Ратушняк. 2018. С. 46-53.

Literature

1. Analysis of dynamic characteristics of frequency-dependent links. Kolmakov V. O., Kolmakov V. O., Iljin, E. S., Ratushnyak V. S. journal: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020. P. 012026.

2. Analysis of power transformers traction substations Krasnoyarsk railway / Orlenko A. I., Petrov M. N., Kolmakov V. O., Kolmakov, O. V. // Scientific publication ed. prof Petrova M. N.-Krasnoyarsk: 2020-119 p.

3. The quality of power in led lighting. Kolmakov V. O., Panteleev V. I. in the collection: electric Power: from receiving and distribution to efficient use. National research Tomsk Polytechnic University; Editors: Kudrin B. I., Lukutin B. V., Saigash A. S., 2012. Pp. 87-90.

4. Kolmakov V. O. Circuit quality assurance of electric energy in networks with nonlinear electric receivers of mass application. The dissertation on competition of a scientific degree of candidate of technical Sciences / Siberian Federal University. Krasnoyarsk, 2014.

5. Mass introduction of RFID technology-myth or reality? / A. Grigorieva / / Components and technologies. 2013. No. 12. Pp. 58-60.

6. Method of dynamic diagnostics of mechanical units / Kolmakov O. V., Kolmakov V. O. in the collection: 120 years of railway education in Siberia. materials of the all-Russian scientific and practical conference with international participation. Krasnoyarsk Institute of railway transport-branch of Irgups. 2014. Pp. 198-203.

7. Method for calculating the capacity of the compensating capacitor of low-power asynchronous motors / Plotnikov S. M., Kolmakov O. V. / / proceedings of higher educational institutions / / Electromechanics. 2016. no. 5. Pp. 59-63.

8. Monitoring the state of traction transformers based on tensor analysis / Petrov M. N., Kolmakov O. V., Kolmakov V. O., Orlenko A. I. in the collection: Operation and maintenance of electronic and microprocessor equipment of traction rolling stock. Proceedings of the all-Russian scientific and practical conference with international participation. Edited by I. K. Lakin. 2020. Pp. 263-269.

9. Determination of the attenuation coefficient of frequency-dependent links / Kolmakov O. V. in the collection: Innovative technologies in railway transport. Proceedings of the XXII Interuniversity scientific and practical conference of Krizht Irgups. Responsible editor V. S. Ratushnyak. 2018. P. 3-5.

10. Optimization of dynamic braking of a DC motor of independent excitation / Plotnikov S. M., Kolmakov V. O. / / proceedings of higher educational institutions. Electromechanics. 2018. Vol. 61. No. 5. Pp. 13-17.

11. Optimization of dynamic braking of a DC motor of independent excitation / Plotnikov S. M., Kolmakov V. O. / / proceedings of higher educational institutions. Electromechanics. 2018. Vol. 61. No. 5. P. 13-17.

12. Application of RFID technologies for finding faulty insulation / T. A. Nesenyuk / / Transport of the Urals / Ural state. UN-t of communication routes. Yekaterinburg, 2013. no. 2 (37). Pp. 72-76.

13. Reducing the fire hazard of locomotives with a hybrid drive system / Kolmakov O. V., Dovzhenko N. N., Minkin A. N., Brazhnikov A.V., Kolmakov V. O., Kolmakova A. I., Shilova V. A. // Regional security is the Foundation of sustainable development. 2014. Vol. 1-2. P. 140-144.

14. Method for determining the heating time constant of a dry transformer / Plotnikov S. M., Kolmakov V. O. Patent for invention RU 2683031 C1, 26.03.2019. Application no. 2018116287 dated 28.04.2018.

15. Simplified determination of the moment of inertia of the 4A series asynchronous motor / Plotnikov S. M., Kolmakov V. O. / / proceedings of higher educational institutions. Electromechanics. 2019. Vol. 62. No. 1. Pp. 87-91.

16. Experimental studies of demagnetization of a DC generator / Plotnikov S. M., Kolmakov O. V. / / Journal of Advanced Research in Technical Science. 2020. No. 18. Pp. 37-40.

17. Electromagnetic compatibility and energy-saving equipment / Kolmakov V. O., Panteleev V. I. / / Energetik. 2012. no. 11. Pp. 47-49.

18. Energy-Saving equipment and electromagnetic compatibility / V. O. Kolmakov, N. R. Kolmakova in the collection: Innovative technologies in railway transport. Proceedings of the XXII Interuniversity scientific and practical conference of Krizht Irgups. Responsible editor V. S. Ratushnyak. 2018. Pp. 46-53.