a_i – число недоступных серверов для F_i в момент времени при выборке F_{i+1} доверенного сервера на i +1 шаге.

$$a_i(\tau) = n - \sum_{y=1}^{n} m_{iy}; \quad (2)$$

Если мультиплексирование не используется (c = 1), то:

$$p_i(\tau) = \prod_{i=0}^{f} \frac{1}{n - i - a_i}; \quad (3)$$

Исследования автора по данной тематике приведены также в [1,2].

Библиографический список

1. Никонов В.И. Маршрутизируемый сервис. Монография. – Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Heinrich-Bocking-Str. 6-8, 66121 Saarbrucken, Germany, 2011. – 123с.

2. Никонов В.И.Прототип анализатора сообщений в потоке сетевого трафика. Монография. – Германия: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. Heinrich-Bocking-Str. 6-8, 66121 Saarbrucken, Germany, 2012. – 108с.

УДК 629.4.06

А.Е. Цурпаль, М.С.Илюшин, аспиранты ОмГУПС
Д.В. Казарин, к.т.н., начальник ОСИ
А.В. Костюков, к.т.н., технический директор
В.Н. Костюков, д.т.н., профессор, генеральный директор,
ООО Научно-производственный центр «Динамика», г.Омск

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Система вспомогательных машин обеспечивает нормальное функционирование всего без исключения оборудования электропоезда и является одной из наиболее ответственных систем. На электропоездах постоянного тока для питания вспомогательных цепей используется электромашинный преобразователь. В качестве источника сжатого воздуха используются поршневые компрессоры, а с 2010 года также винтовые компрессорные агрегаты. Кроме того в систему вспомогательных машин входит оборудование климатической установки и освещения салона, трансформаторы управления и возбуждения.

Целью разработки предлагаемого метода является

повышение эксплуатационной надежности оборудования вспомогательных цепей моторвагонного подвижного состава, а также своевременное обнаружение и устранение дефектов на начальной стадии их развития путем непрерывного мониторинга технического состояния данного оборудования [1, 2].

Необходимость мониторинга состояния оборудования вспомогательных цепей в реальном времени обусловлена более тяжелыми, по отношению к машинам общепромышленного применения, условиями эксплуатации: колебание напряжения контактной сети, значительные перепады температур, повышенная влажность, а так же вибрация. Все эти факторы в конечном итоге могут привести к преждевременному выходу из строя машины и внеплановому ремонту [3].

Достижение поставленной цели требует решения следующих задач: выбор первичных параметров, по которым будет осуществлен мониторинг; проведение детального анализа эмпирических данных по выбранным параметрам; разработка алгоритма расчета диагностических признаков, на основании проведенного анализа.

Анализ существующих методов диагностирования показывает, что в реальных условиях эксплуатации для мониторинга технического состояния оборудования вспомогательных цепей целесообразно применение методов основанных на измерении и анализе величины генерируемого преобразователем трехфазного переменного тока [4]. На рисунке 1 представлены тренды реального времени измеренного в условиях эксплуатации тока одной фазы преобразователей четырехсекционного электропоезда.

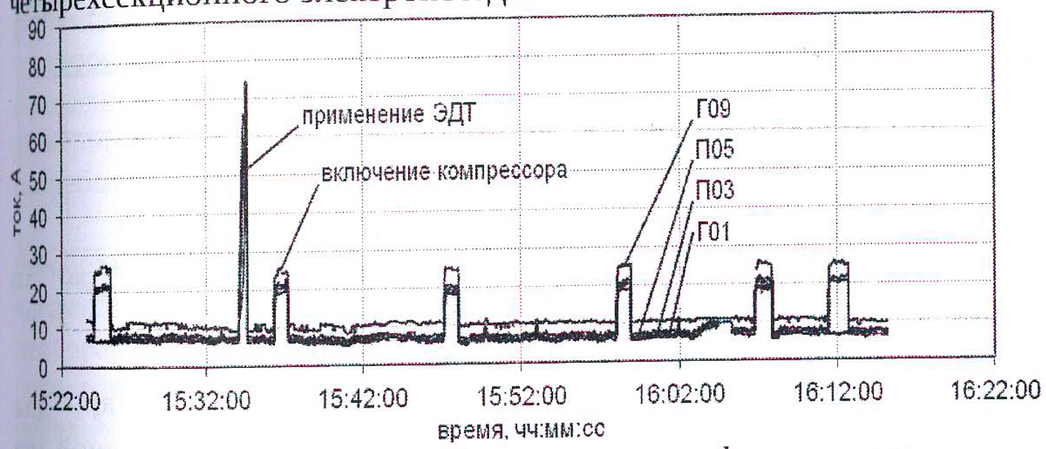

Рисунок 1 – Тренды реального времени фазного тока преобразователей

Предлагаемый метод диагностирования вспомогательного оборудования и вспомогательных цепей электропоезда опирается на то, что в общем случае системы вспомогательных машин каждой из секций являются независимыми, путем измерения отклонения фазного тока преобразователя каждой секции электропоезда от рассчитываемого в режиме реального времени «номинального» значения и последующего ранжирования полученных отклонений, позволяет выделять секции с отклонениями соответствующими неисправному состоянию, тем самым указывая на наличие нарушений в работе вспомогательных цепей секции.

Детальный анализ временных зависимостей показал, что значительное влияние на величину абсолютных значений и отклонений фазных токов преобразователей оказывают режимы работы вспомогательных цепей, а точнее режимы нагрузки преобразователя. Как уже отмечалось, от генератора преобразователя получают питание двигатель компрессора, оборудование климатической установки и освещения салона, трансформаторы управления и возбуждения.

На рисунке 2 представлены эмпирические функции распределения (ЭФР) тока одной фазы всех секций. Цифрами 1, 4 и 7 обозначены участки ЭФР для электропоезда с заведомо исправным оборудованием вспомогательных цепей. Видно, что распределение содержит три моды:

1 – работа с выключенными компрессорами без применения электродинамического торможения (ЭДТ), 4 – работа со включенными компрессорами, 7 – работа с применением ЭДТ.

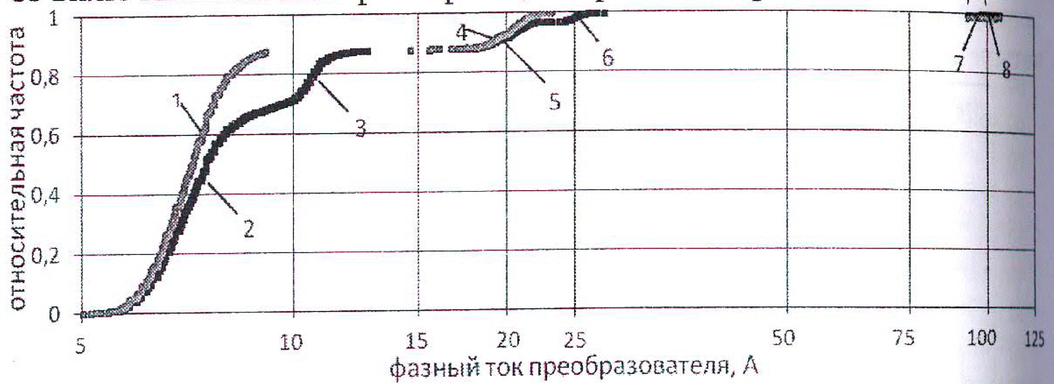

Рисунок 2 – ЭФР фазных токов преобразователя

Цифрами 2, 3, 5, 6 и 8 обозначены участки ЭФР для электропоезда с отклонением тока преобразователя одной из секций. В данном случае видно, что ЭФР содержит не три а пять мод: 2 – работа исправных секций с выключенными компрессорами без применения ЭДТ, 3 – работа перегруженной секции с

выключенным компрессором без применения ЭДТ, 5 – работа исправных секций со включенными компрессорами, 6 – работа перегруженной секции со включенным компрессором, 8 – работа с применением ЭДТ.

На рисунке 3 представлены графики изменения отклонений фазного тока от рассчитываемого в режиме реального времени «номинального» значения. Видно, что на трех секциях токи близки по значению, а на одной секции ток отличается более чем на 40% в большую сторону, из чего можно сделать вывод о перегруженности преобразователя данной секции.

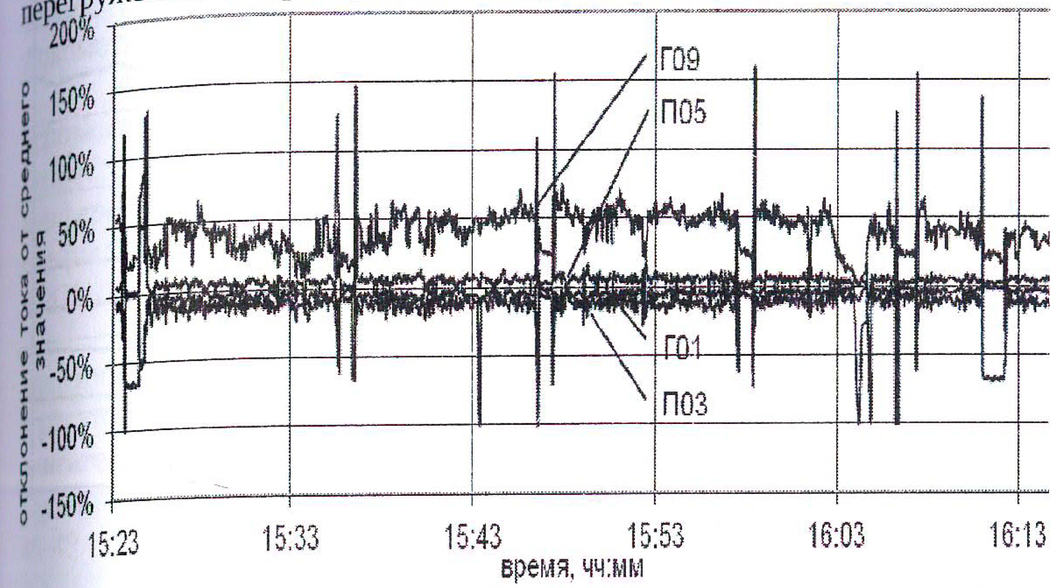

Рисунок 3 – Тренд реального времени отклонения фазного тока

Таким образом, для повышения глубины и достоверности диагностирования вспомогательных цепей необходимо выделение режимов включения определенных потребителей на каждой секции электропоезда. Определение таких режимов возможно путем измерения напряжения на проводах цепей управления электропоезда соответствующих включению каждого из потребителей.

Измерение и сравнение фазных токов генератора преобразователя на каждой из секций при одинаковых режимах нагрузки преобразователя позволяет не только выявлять секции с неисправным оборудованием вспомогательных цепей, но и определять класс неисправного оборудования. Кроме того, четкое определение режимов работы вспомогательных цепей позволяет существенно снизить вероятность появления ошибки диагностирования, возникающей при отключении по каким-либо причинам на одной или нескольких секций потребителей,

включенных на оставшихся секциях.

В то же время для снижения влияния на показания случайных кратковременных отклонений необходимо вести усреднение вычисленных значений в реальном времени методом экспоненциального усреднения. На рисунке 4 представлены графики скользящего среднего отклонения фазных токов преобразователей при выключенном компрессоре и отсутствии ЭДТ.

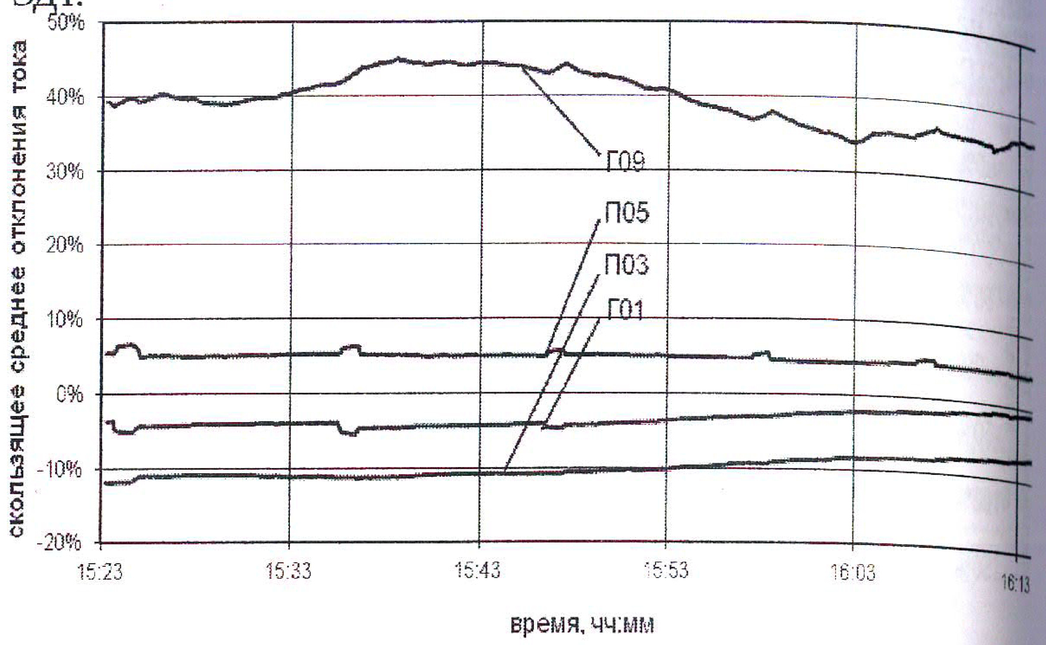

Рисунок 4 – Графики изменения скользящего среднего отклонения фазного тока преобразователей

Таким образом, предлагаемый метод для диагностирования оборудования вспомогательных цепей электропоезда предполагает использование группы диагностических признаков [5] рассчитываемых в режиме реального времени по мгновенным значениям фазных токов преобразователей всех секций для каждого режима работы преобразователя и представляющих собой экспоненциальное скользящее среднее отклонение фазного тока преобразователя от расчетного «номинального» значения.

Основное преимущество предложенного метода диагностирования применительно к системе вспомогательных машин электропоездов заключаются в наиболее широком охвате диагностируемого оборудования системы вспомогательных машин. В то же время необходимость установки только трех датчиков тока на линейных проводах генератора преобразователя, питающего всю систему вспомогательных машин, делает данные метод наименее затратными, обеспечивающим простоту монтажа диагностического

оборудования и высокую надежность системы диагностики в целом.

Библиографический список

1. Костюков, В.Н. Мониторинг безопасности производства. М.: Машиностроение, 2002. 224 с.

2. Костюков, В.Н., Науменко А.П. Основы диагностики и мониторинга машин: учеб. пособие. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2011. – 360с.: ил.

3. Федюков Ю.А. Режимы работы и диагностика вспомогательных машин электровозов переменного тока. // Локомотив №7 – 2011 г.

4. Цурпаль А.Е. Выбор метода диагностирования вспомогательных машин электропоездов. // Наука, образование, бизнес: Материалы Всероссийской научно-практической конференции ученых, преподавателей, аспирантов, студентов, специалистов промышленности и связи, посвященной 15-летию ИРСИД . – Омск: Изд-во КАН, 2012. - с. 202-205.

5. Костюков Ал.В. Формирование вектора независимых диагностических признаков технического состояния роторных агрегатов. // Сборник научных трудов по проблемам двигателестроения, посвященный 175-летию МГТУ им. Н.Э. Баумана / Под редакцией Н.А. Иващенко, Л.В. Грехова – М. 2005, с. 48-49.

УДК 621.382

А. И. Чередов, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВПО Омский государственный технический университет, г.Омск

ПЕРВИЧНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ С ЧАСТОТНЫМ ВЫХОДНЫМ СИГНАЛОМ

Одним из важнейших элементов средств измерительной техники являются первичные измерительные преобразователи (ПИП). В настоящее время большинство ПИП имеют в качестве выходной величины изменение напряжения, сопротивления, емкости и т. п. Поэтому несомненный интерес представляют ПИП, в которых естественной выходной величиной является частота электрических колебаний. Построение таких преобразователей возможно на основе некоторых физических эффектов. Одним из таких эффектов является осциллисторный эффект.

ISBN 978-5-9931-0234-4

НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, БИЗНЕС

Материалы
Всероссийской научно-практической
конференции

ученых, преподавателей, аспирантов, студентов,
специалистов промышленности и связи,
посвященной Дню радио

Омск - 2013

Международная академия наук высшей школы

НОУ ВПО Институт радиоэлектроники, сервиса и диагностики

ООО «Научно-производственный центр «Динамика»

ОАО Омское производственное объединение «Радиозавод им. А.С.Попова» (РЕЛЕРО)

ОАО Омское производственное объединение «Иртыш»

Омское региональное отделение общероссийской общественной организации РОНКТД

ФГБОУ ВПО омский государственный технический университет (Кафедра «Радиотехнические устройства и системы диагностики»)

Омский институт (филиал) Российского государственного торгово-экономического университета (РГТЭУ)

Материалы

Всероссийской научно-практической конференции

ученых, преподавателей, аспирантов, студентов,

специалистов промышленности и связи,

посвященной Дню радио

Омск – 2013