

Рис. 7. Иллюстрация проявления опасной ситуации на участке рельса

Перечень приложений применения теплового вида контроля в железнодорожном транспорте можно продолжать долго. Главное на текущем этапе создать методику интерпретации получаемых тепловых изображений, обеспечивающую необходимую достоверность получаемых результатов. Решение этой задачи нацеливает на разработку математических моделей формирования температурных аномалий на поверхности объекта контроля в условиях формирования энергетических потоков при движении поезда.

Библиографический список

1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В. В. Клюева. т. 5: В 2 кн. Кн. 1: Тепловой контроль / В. П. Вавилов. М.: Машиностроение, 2004. 679 с.
2. Алексеенко В. М. Тепловая диагностика элементов подвижного состава. – М.: Маршрут, 2006. 398 с.
3. Криворудченко В. Ф., Ахмеджанов Р. А., Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта. М.: Маршрут, 2005. 436 с.

А. Н. Попов (УрГУПС)

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ
СРЕДНЕКВАДРАТИЧЕСКИХ ЗНАЧЕНИЙ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ

Повысить безопасность движения, удобство и качество обслуживания систем железнодорожной автоматики и телемеханики (СЖАТ), можно совершенствуя системы диагностики и мониторинга. Системы диагностики и мониторинга СЖАТ измеряют и обрабатывают некоторые параметры токов и напряжений. Один из основных параметров – среднееквадратическое значение (СКЗ), которое определяется по формуле [1]:

$$S_c = \sqrt{\frac{1}{T_c} \int_0^{T_c} s^2(t) dt} \tag{1}$$

где S_c – СКЗ сигнала;

$s(t)$ – сигнал;

T_c – время существования сигнала.

Существует несколько способов получения среднееквадратических значений токов и напряжений. По принципу получения СКЗ все способы можно разделить на две группы (рис. 1): основанные на пересчете других параметров токов и напряжений в СКЗ и основанные на физическом преобразовании. По ширине полосы спектра сигнала используемой для определения СКЗ способы можно разделить на широкополосные и селективные. Селективные способы делятся на использующие полосу спектра и использующие некоторые точки спектра для определения СКЗ.

Существуют следующие способы получения СКЗ путем пересчета других параметров токов и напряжений: пересчет средневыпрямленного значения, пересчет амплитудного значения, определение СКЗ по мгновенным значениям.

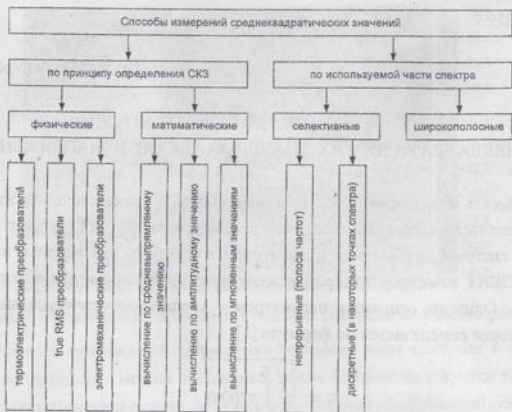


Рис. 1. Классификация способов определения СКЗ

Определить СКЗ по средневыпрямленному значению можно следующим образом. Сигнал поступает на прецизионный выпрямитель, его значение фиксируется и умножается на коэффициент формы K_Φ .

$$S = S_{\text{ср.вып}} * K_\Phi, \quad (2)$$

где S – оценка СКЗ сигнала;
 $S_{\text{ср.вып}}$ – средневыпрямленное значение сигнала;
 K_Φ – коэффициент формы.

Значение K_Φ определяется формой сигнала, таким образом, СКЗ сигнала будет тем точнее, чем ближе форма измеряемого сигнала к форме эталонного. Для синусоидального напряжения коэффициент формы равен 1,111. Такой способ определения СКЗ применяется в приборе Ц4380.

Возможен подход, при котором СКЗ определяется пересчетом амплитудного значения:

$$S = S_a * \frac{1}{K_a}, \quad (3)$$

где S – оценка СКЗ сигнала;
 S_a – амплитудное значение сигнала;
 K_a – коэффициент амплитуды.

Точность определения СКЗ таким способом будет зависеть от точности коэффициента амплитуды сигнала, то есть его формы. Для сигнала синусоидальной формы коэффициент амплитуды равен 1,41.

Наиболее распространенным является способ определения СКЗ по мгновенным значениям сигнала. В этом случае аналоговый сигнал, с помощью аналогово-цифрового преобразователя дискретизируется во времени и квантуется по уровню. Далее по формуле (4) выполняется определение СКЗ.

$$S_d = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} S_i^2}, \quad (4)$$

где S_d – оценка СКЗ сигнала в дискретной системе;
 S_i – значение i отсчета сигнала;
 N – количество отсчетов в выборке сигнала.

Этот принцип лежит в основе функционирования большинства измерительных систем диагностики и мониторинга и некоторых измерительных приборов, например АДК-СЦБ (МАН, МАН2, ММА2С) [2], АПК-ДК (УК ТРЦ, АДТРЦ) [3, 4], ПК-РЦ.

Среди способов определения СКЗ основанных на пересчете наиболее точным и универсальным является способ пересчета по мгновенным значениям, он может быть использован для определения СКЗ сигналов любой формы. Кроме того, при использовании этого способа возможно применение методов цифровой обработки сигналов.

Устройства, осуществляющие физическое преобразование энергии сигнала в пропорциональную СКЗ величину, можно разделить на электромеханические преобразователи, термоэлектрические преобразователи и true RMS преобразователи.

Электромеханические (электромагнитные и электродинамические) преобразователи создают вращающий момент, пропорциональный СКЗ сигнала. Недостатки электромеханических преобразователей – низкая устойчивость к

электромагнитным помехам, чувствительность к условиям эксплуатации и невозможность реализации автоматизированных измерений.

Термоэлектрические преобразователи состоят из нагревательного элемента и датчика температуры, которые имеют тепловую связь. Поэтому выходное напряжение преобразователя зависит от СКЗ входного. Основным недостатком способа – сложность обеспечения широкого температурного диапазона работы преобразователя. Такой принцип измерения СКЗ лежит в основе приборов ВЗ-28, ВЗ-40, ВЗ-42, ВЗ-45, ВЗ-48 и др.

Преобразователь true RMS представляет собой микросхему, преобразующую входной переменный сигнал в постоянный выходной, значение которого соответствует СКЗ входного. К достоинствам таких преобразователей можно отнести достаточно точное определение СКЗ для сигналов любой формы, работоспособность в широком температурном диапазоне, высокую помехоустойчивость и простоту применения. Недостаток true RMS преобразователей – невозможность реализации нескольких измерительных каналов с использованием одного преобразователя при высокой частоте выполнения измерений. Такие преобразователи применяются в измерительных приборах В7-63, В7-63/1, В7-63/2.

Среди рассмотренных способов определения СКЗ наиболее перспективными для применения в системах технической диагностики и мониторинга устройств СЦБ являются способ измерения СКЗ по мгновенным значениям (отсчетам) и способ, основанный на применении true RMS преобразователей. Оба способа обеспечивают высокую точность определения СКЗ сигналов произвольной формы, позволяют реализовать многоканальную измерительную структуру и обладают относительно высокой устойчивостью к помехам.

С целью снижения влияния помех на результат определения СКЗ в некоторых измерителях применяется фильтрация измеряемого сигнала (селективные способы определения СКЗ). Однако при фильтрации обрезаются высшие гармоники сигнала, в результате чего оценка СКЗ получается заниженной по сравнению с оценкой широкополосного измерителя.

Современные измерители систем диагностики и мониторинга СЖАТ и измерительные приборы позволяют выполнять измерения, как селективным способом, так и широкополосным.

Выбор селективного или широкополосного способа также зависит от спектрального состава измеряемого сигнала: для измерения СКЗ сигнала синусоидальной формы лучше подойдет селективный метод измерения, а для сигналов тональных рельсовых цепей способ зависит от целей измерения.

Библиографический список

1. Попов В. С., Желбаков И. Н. Измерение среднеквадратического значения напряжения. М.: Энергоатомиздат, 1987. 120 с. ил.
2. Новые информационные технологии: автоматизация технического диагностирования и мониторинга устройств ЖАТ (система АДК-СЦБ): учебник для вузов железнодорожного транспорта / Федорчук А. Е., Сепетый А. А., Иванченко В. Н.; Рост. гос. ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2010. 405 с.: ил. Библиогр.: 9 назв.
3. Пат. 60467 RU, МПК В61L23/16. Устройство для контроля и диагностики тональных рельсовых цепей / Бакалов С. П., Борисоглебский А. Н., Горбунов Б. Л., Легоньков А. К. (RU). №2006126147/22; заявл. 20.07.2006; опубл. 27.01.2007.
4. Пат. 65457 RU, МПК В61L21/00. Устройство контроля тональных рельсовых цепей / Правообладатель: Закрытое акционерное общество ПК «Промконтроллер» (RU). №2007117387/20; заявл. 11.05.2007; опубл. 10.08.2007.

УДК 531.7

В. И. Глухов (ОмГТУ), С. Н. Должиков (ОмГУПС),
М. Н. Лакеенко (ОАО «НИИТКД»)

ПОВЫШЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ВАЛА ЯКОРЯ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Надежность тяговых электродвигателей как характеристика качества является комплексным показателем, зависящим не только от конструкции и применяемых материалов, но и от таких факторов как технология ремонта, соблюдение объема и норм испытаний, а также от использования средств и методов