

УДК 621.316.99

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

*Ситников Иван Сергеевич,
студент
6 курс, факультет «Транспортные системы»
Красноярский институт железнодорожного транспорта
Россия, г. Красноярск*

*Буряк Ирина Семёновна,
студент
6 курс, факультет «Транспортные системы»
Красноярский институт железнодорожного транспорта
Россия, г. Красноярск*

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИЕЙ

***Аннотация:** статья посвящена надежности и бесперебойности функционирования системы тягового электроснабжения.*

***Ключевые слова:** силовые маслонаполненные трансформаторы, диагностические методы, мониторинг, система TDM, информационно-аналитические системы.*

***Annotation:** the article is devoted to the reliability and uninterrupted operation of the traction power supply system.*

***Keywords:** power oil-filled transformers, diagnostic methods, monitoring, TDM system, information and analytical systems.*

Надежность и бесперебойность функционирования системы тягового электроснабжения определяется работой элементов ее составляющих, в первую очередь, силовыми маслонаполненными трансформаторами (СМТ). Необходимость их контроля обусловлена опасностью возникновения повреждений со значительными последствиями, их высокой стоимостью, большим количеством СМТ, находящихся в эксплуатации сверх срока службы – 25 лет [1]. Сейчас за пределами нормативного срока эксплуатации находятся более 60% технических средств железнодорожной энергетики.

В настоящее время на сети железных дорог России осуществляется переход от системы планово-предупредительных ремонтов к обслуживанию по состоянию трансформаторного оборудования (ТО). Определение фактического состояния основано на оценке контролируемых параметров, для которых определяются тревожные и аварийные уровни сигналов. Сравнение действующих значений с установленными уровнями тревоги и предыдущими замерами дает оценку изменения состояния. Опыт показывает, что вывод в ремонт по результатам оценки состояния позволяет значительно сократить объем капитальных ремонтов. Стратегия по состоянию включает проведение комплексных обследований по оценке надежности оборудования с выдачей рекомендаций по проведению профилактических и ремонтных работ. Необходим контроль состоянию трансформаторного оборудования под рабочим напряжением. Это возможно решить двумя способами:

1. Применением диагностических методов: хроматографического анализа трансформаторного масла, тепловизионного контроля, акустического метода, вибродиагностики, метода частичных разрядов и некоторых других методов неразрушающего контроля.

2. Установкой отдельных датчиков на трансформаторное оборудование для контроля содержания влаги и газов в трансформаторном масле, частичных разрядов, контроль тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ изоляции трансформаторных вводов.

3. Применением информационно-аналитической системы управления и мониторинга на тяговой подстанции.

Мониторинг – это система эксплуатационной «on-line» диагностики. Основной задачей непрерывной эксплуатационной диагностики является предупреждение возникновения серьезных дефектов и аварий ТО, что позволит сэкономить немалые средства на внеплановых ремонтах оборудования и простоях в выработке электроэнергии. Система мониторинга предназначена для оценки технического состояния ТО, прежде всего, силовых трансформаторов тяговых подстанций, диагностического контроля, поиска дефектов, эксплуатационного «on-line»-контроля критических режимов трансформатора и планирования ремонтных и сервисных работ. Позволяет анализировать параметры состояния основных систем трансформатора, оперативно создавать комплексное заключение о техническом состоянии ТО.

В настоящее время для мониторинга маслонаполненного электрооборудования разработано определенное количество систем, что связано с возросшей потребностью в оперативной оценке реального состояния стареющего парка оборудования. Известны следующие системы мониторинга и управления: Диагностика+, MOSAD® - MST, ШУМТ, СКИТ, SITRAM+, СУМТО, TDM - это системы с модульной открытой архитектурой, позволяющей модифицировать количество контролируемых параметров и диапазоны их измерения применительно к конкретному трансформатору. Конкретная конфигурация системы мониторинга и управления подстанции зависит от количества, состава и особенностей конструкции контролируемого трансформаторного оборудования. Некоторые системы мониторинга проводят самодиагностику технических средств с передачей всей информации в сервер локальной сети АСУ ТП или верхний уровень локальной системы диагностирования [2].

Задача продления срока службы трансформаторного оборудования может быть решена только при обеспечении эффективного контроля состояния

оборудования на базе непрерывного наблюдения за параметрами, отражающими развитие внутренних дефектов, обследований, включающих подробный анализ всех возможных параметров.

Рассмотрим систему мониторинга TDM (Transformer Diagnostics Monitor) – разработка ПВФ «Вибро-Центр, г.Пермь. Все основное оборудование системы мониторинга располагается рядом с трансформатором и монтируется в защитном шкафу. Система TDM собирается из модулей 9 типов. Стандартно поставляемые с системой датчики-анализаторы, предназначенные для регистрации токов проводимости маслонаполненных вводов; датчик вибрации и акустический датчик частичных разрядов, совмещенные в одном корпусе, для регистрации процессов внутри РПН; датчики температуры для стационарного монтажа на поверхности бака трансформатора и РПН; датчики влажности и температуры окружающей среды, совмещенные в одном корпусе; измерительные трансформаторы тока 5/5 ампер для регистрации токов одной фазы трансформатора, тока электродвигателя РПН и токов электродвигателей системы охлаждения; емкостные датчики для напряжения НН трансформатора (только для 6-10 кВ), необходимые для контроля изменения геометрических размеров обмоток (с использованием параметра Z_k).

Параметры технического состояния трансформатора, контролируемые ф:

- состояние обмоток трансформатора (максимальная расчетная температура обмотки трансформатора; наличие изменений формы обмоток после электродинамических воздействий);

- нагрузочные и эксплуатационные параметры (токи и напряжения трех фаз трансформатора);

- состояние маслонаполненных вводов трансформатора (контроль тангенса угла диэлектрических потерь вводов; давление во вводах: высокий / низкий порог);

- система охлаждения трансформатора (температура масла в верхней точке бака трансформатора; уровень масла в баке трансформатора; температура и

влажность окружающей среды; состояние элементов системы охлаждения: включение - отключение насосов и вентиляторов; режим работы системы охлаждения - ручной / автоматический);

- состояние и режим работы РПН трансформатора (температура бака РПН, сравнительно с температурой бака трансформатора; вибрационный контроль состояния привода и наличия дуги в контакторе; акустический контроль частичных разрядов в баке РПН; положение РПН; уровень масла в баке РПН);

- сигналы с наиболее ответственных реле защиты и блокировки трансформатора (состояние газового реле; давление в баке трансформатора).

Преимущества использования систем мониторинга:

- а) современный подход в обслуживании трансформатора;
- б) переход от планово-предупредительной системы обслуживания к обслуживанию по фактическому состоянию;
- в) исключение аварийной ситуации;
- г) своевременное и оперативное уведомление о работе системы;
- д) увеличение срока службы трансформаторного оборудования тяговой подстанции, снижение текущих и эксплуатационных расходов.

Система мониторинга должна принести ОАО «Российские железные дороги» прибыль в виде снижения риска отказов и снижения затрат на обслуживание и увеличение срока службы электрооборудования тяговых подстанций.

Список литературы:

1. ГОСТ 11677-85. Трансформаторы силовые. Общие технические условия // Издательство стандартов.-1986.
2. Валуйских А.О., Мордкович А.Г., Цфасман Г.М. Система управления, мониторинга и диагностики трансформаторного оборудования [Текст] / Валуйских А.О., Мордкович А.Г., Цфасман Г.М. // Электро. - 2004, №6. - С. 35-37.

3. 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.