

УДК 621.316

АВТОМАТИЗАЦИЯ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Кольцов П.С. студент гр. ЭПмз-201, I курс

Научный руководитель: Захарова А.Г., д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Силовые трансформаторы высокой мощности являются одними из дорогостоящих элементов подстанций и энергетической сети в целом. Современные промышленные предприятия работают в цикле непрерывного производства. В связи с этим, во время работы трансформатора, процессы электромагнитного, теплового и механического воздействия, возникающие внутри его элементов, могут привести к необратимым аварийным последствиям. Например, короткие замыкания, резкая смена характера нагрузки и даже обычные включения трансформатора в сеть, сопровождаются токами большой величины и электродинамическими усилиями внутри обмоток, что приводит к их постепенной деформации.

Выход из строя силового трансформатора несет экономические убытки для предприятия, в том числе затраты на восстановление оборудования. Для недопущения развития таких последствий, необходимо контролировать состояние элементов трансформаторов в режиме реального времени для своевременного вмешательства, в случае необходимости.

Согласно анализу выхода из строя силовых трансформаторов [1] наиболее часто встречаются следующие неисправности:

- старение и износ изоляции, витковые замыкания обмоток;
- разрушения выводов вследствие междуфазных коротких замыканий на выводах;
- возникновение течей масла;
- оплавление или выгорание контактов переключателей РПН;
- дефекты магнитопровода. Наиболее серьезное последствие – так называемый «пожар стали», характеризующийся выгоранием части магнитопровода;
- неисправности реле газовой защиты и газовой защиты РПН, которые могут привести к ложному срабатыванию или же к отказу устройств РЗиА

Следует отметить, что в настоящее время, в целях реализации Положения ПАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе», в ПАО «Россети» разработан и введен стандарт организации по оснащению силовых трансформаторов первичными датчиками контроля автоматизированных систем мониторинга и технического диагностирования (далее - АСМД). Данный стандарт определяет оптимальный набор датчиков АСМД для силовых трансформаторов в зависимости от величины рабочего

напряжения обмотки высокого напряжения, а также в связи с технологической значимостью и стоимостью трансформатора.

В данной работе обзревается комплексная система АСМД «TDM» (Transformer Diagnostics Monitor), выпускаемая в городе Пермь, РФ ООО «Димрус». Комплекс позволяет определять состояние изоляции высоковольтных силовых трансформаторов.

Данная диагностическая система в режиме реального времени производит комплексный анализ основных подсистем силового трансформатора и представляет комплексный отчет о техническом состоянии трансформатора в целом.

Система АСМД TDM отслеживает следующие параметры, характеризующие текущее техническое состояние:

1. Главную изоляцию обмоток.
2. Параметры высоковольтных вводов.
3. Вибрационное состояние трансформатора.
4. Эффективность работы системы охлаждения.
5. Техническое состояние устройства РПН трансформатора.

Реализация на модульной структуре позволяет оперативно создавать системы мониторинга, в зависимости от требующихся функций.

В систему могут быть интегрированы до 14 модулей, отвечающих каждый за свою функцию. Также стоит отметить возможность установки нескольких модулей одного типа. Все модули объединяются в единую диагностическую систему при помощи современных протоколов связи.



Рисунок 1 – Внутреннее устройства шкафа АСМД, производства ООО Димрус

Диагностическая система марки TDM состоит из главного модуля системы АСМД M0, модулей мониторинга различных параметров M1-M10, блока питания и дополнительных опциональных модулей. Главный модуль управляет работой всех остальных модулей системы, опрашивает данные с модулей и передает их на уровень автоматизированного рабочего места (АРМ) подстанции, для визуализации текущего состояния трансформатора на экране монитора оперативного персонала подстанции с помощью программного обеспечения производителя.

Модули M1-M10 осуществляют диагностику отдельных систем, таких как: система охлаждения, параметры высоковольтных вводов, техническое состояние устройств РПН и пр. Каждый модуль, благодаря внутренней экспертной системе, предоставляет в главный модуль диагностическое заключение о текущем состоянии и параметрах своей подсистемы.

В таблице 1 перечислены характерные неисправности силовых трансформаторов и состав системы мониторинга TDM для их решения.

Таблица 1. Выбор конфигурации системы TDM

Проблема трансформатора	Модули системы TDM											TDM-TS	TDM-OIL	ХАРГ		
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10					
1. Отклонение параметров вводов трансформатора	+			+												
2. Разряды и перегревы внутри бака трансформатора	+	+			+										+	+
3. Повышение концентрации газов в масле	+				+										+	+
4. Повышенное влагосодержание в масле	+														+	+
5. Проблемы, связанные с работой РПН	+															
6. Повышенный общий нагрев бака трансформатора	+	+		+		+							+	+	+	+

7. Проблемы с элементами системы охлаждения	+	+										+		
8. Повышенная вибрация бака трансформатора	+							+						+
9. Протекание через трансформатор токов КЗ	+		+					+			+			
10. Наличие в сети ВЧ импульсных перенапряжений	+								+					
11. Работа трансформатора не в номинальном режиме	+	+	+					+		+	+			

Таким образом, применение АСМД силовых трансформаторов позволяет обнаружить некоторые дефекты на ранней стадии, разработать мероприятия, направленные на увеличение срока службы оборудования и минимизировать количество аварийных ситуаций. Тем самым, повышается надежность системы электроснабжения.

Список литературы:

1. Основные повреждения силовых трансформаторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://helpiks.org/9-38976.html>
2. TDM-M – система диагностического мониторинга силовых трансформаторов 110 ÷ 330 кВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dimrus.ru/tdmm.html>
3. Модульная система для мониторинга состояния трансформаторного оборудования TDM (TDMR). Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dimrus.ru/manuals/tdm_um.pdf