

УДК 631.21

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА

Килин Станислав Витальевич

преподаватель СПО

Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина

г. Белгород, Россия

e-mail: kilin.St87@yandex.ru

Аннотация: В статье рассматриваются системы мониторинга и диагностики технического состояния трансформаторного оборудования для организации непрерывной диагностики, защиты и комплексного контроля состояния силовых трансформаторов в режиме постоянного мониторинга. Позволяя сократить экономические затраты связанные с организацией диагностического мониторинга. Информация полученная с установленных приборов используется для построения при формировании общего диагностического заключения о техническом состоянии различных подсистем силового трансформатора.

Ключевые слова: мониторинг, диагностика, техническое состояние, силовой трансформатор.

В последние годы стали популярными различные методы диагностики электрического оборудования, как самых дорогих и наиболее ответственных элементов электрической сети [1]. К трансформаторам, как к основным электроустановкам любой энергетической системы предъявляются одни из наиболее жестких требований по обеспечению надежности электроснабжения потребителей. На сегодняшний день срок службы многих трансформаторов приближается к нормативному значению, или уже превысил его, поэтому становится наиболее актуальной проблема аварийности оборудования и, как следствие, обеспечение эффективного технического контроля над его состоянием [2,3].

Проблему по сохранению и увеличению надежности электроснабжения потребителей можно решить с помощью роста эксплуатационных параметров элементов цепи, используемой для передачи электроэнергии, в т.ч. высоковольтных силовых трансформаторов. Поставленная задача решается с помощью установки систем непрерывного мониторинга и диагностики. Система мониторинга и диагностики технического состояния трансформаторного оборудования «TDM» (Transformer Diagnostics Monitor), разработанная фирмой «DIMRUS», предназначена для организации непрерывной диагностики, защиты и комплексного контроля состояния силовых трансформаторов в режиме постоянного мониторинга. При составлении совокупного заключения о состоянии силового трансформатора данная система анализирует состояние различных подсистем и элементов трансформатора [4]. Система состоит из перечня технических и программных средств, используемых для проведения диагностики и оценки состояния силовых трансформаторов.

В таблице 1 представим функциональный состав системы мониторинга трансформаторов показывающую, какие диагностические подсистемы требуются при формировании параметров систем мониторинга трансформаторов с помощью модулей системы TDM [4] производства фирмы «DIMRUS».

Таблица 1

Функциональный состав систем мониторинга трансформаторов

№	Перечень считываемых параметров
Контроль изоляционной системы трансформатора	
1	Контроль состояния высоковольтных вводов по токам проводимости и ЧР
2	Контроль растворенных газов в масле бака трансформатора
3	Регистрация частичных разрядов в изоляции трансформатора
4	Контроль влагосодержания в масле бака трансформатора
Контроль работы и состояния системы охлаждения трансформатора	
5	Контроль эффективности работы системы охлаждения
6	Контроль наиболее нагретой точки обмотки трансформатора
Контроль электромеханических и механических параметров трансформатора	
7	Контроль состояния РПН по количеству коммутаций, вибрации и другим параметрам
Контроль технологических параметров работы трансформатора	
8	Контроль токов и напряжений в фазах трансформатора
Программное обеспечение мониторинга и диагностики	
9	Программное обеспечение мониторинга и оценки технического состояния трансформатора
10	Встроенная автоматизированная диагностическая экспертная система

Данные модули могут работать при температуре до минус 40° С,

Все модули системы «ТDM» рассчитаны на работу в промышленном диапазоне температур от - 40° С, что дает возможность выполнять установку без установки систем подогрева и непосредственно рядом с наблюдаемым трансформатором. Система «ТDM» поставляется в защитном шкафу, в котором устанавливаются все требуемые модули и устройства. При необходимости в шкафу может быть установлена система подогрева.

Оптимальный набор функциональных модулей системы TDM и дополнительных приборов, предназначенных для организации мониторинга силового трансформатора показан в таблице 2.

Таблица 2

Состав технических средств системы мониторинга трансформаторов

№	Состав элементов диагностического модуля (прибора)			Число модулей	
	Модули	Тип	Первичные датчики		
1	М0 (Main Monitor)		Датчики измерения температуры бака	2	1
			Датчики температуры и влаги воздуха	2	
			Входы для напряжения ТН сторона ВН	3	
			Датчики фазных токов	3	

2	M3** (Bushing Monitor)	Входы для подключения датчиков токов проводимости и частичных разрядов	3	1
		Датчики токов нагрузки фаз	3	
3	M4 (PD Monitor)	Датчики частичных разрядов	4	1
		Вход для внешней синхронизации	1	
4	M5 (LTC Monitor)	Датчики температуры баков РПН и трансформатора.	2	1
		Датчик положения РПН	1	
		Датчики тока и напряжения двигателя	2	
5	Комплексный прибор контроля влагосодержания и растворенных газов в масле (2 газа) в масле бака трансформатора, по выбору		1	
6	Выходные интерфейсы	Локальная сеть Ethernet (витая пара)		
		Локальная сеть Ethernet (оптика)		
		Изолированный интерфейс RS-485		
7	ПО мониторинга и диагностики	Универсальное программное обеспечение мониторинга «iNVA»	1	
		Автоматизированная экспертная система диагностики «iNVA-Expert»	1	

Модули «TDM» - дают возможность создать систему мониторинга и диагностики с требуемыми свойствами, максимально приближенным к условиям эксплуатации каждого конкретного силового трансформатора. Это дает возможность сократить экономические затраты связанные с организацией диагностического мониторинга. Особенность системы это возможность включения в одну систему не только различных модулей, но и нескольких модулей одного типа, что удобно при создании больших систем мониторинга. Так же в систему могут быть включены различные приборы контроля параметров масла и растворенных газов и других дополнительных диагностических параметров. Достоинством системы является то, что информация полученная с установленных приборов используется для построения при формировании общего диагностического заключения о техническом состоянии различных подсистем силового трансформатора. Математическим средством мониторинга и диагностики является программное обеспечение «iNVA» [5]. Информация от датчиков первичной информации, установленных на трансформаторе, регистрируется, обрабатывается и хранится в соответствующих функционально-диагностических модулях. Информация со

всех модулей системы «TDM» - первичная и уже обработанная - передается по каналам связи в АРМ системы мониторинга, основу которого составляет специализированное программное обеспечение «iNVA», рис.1.

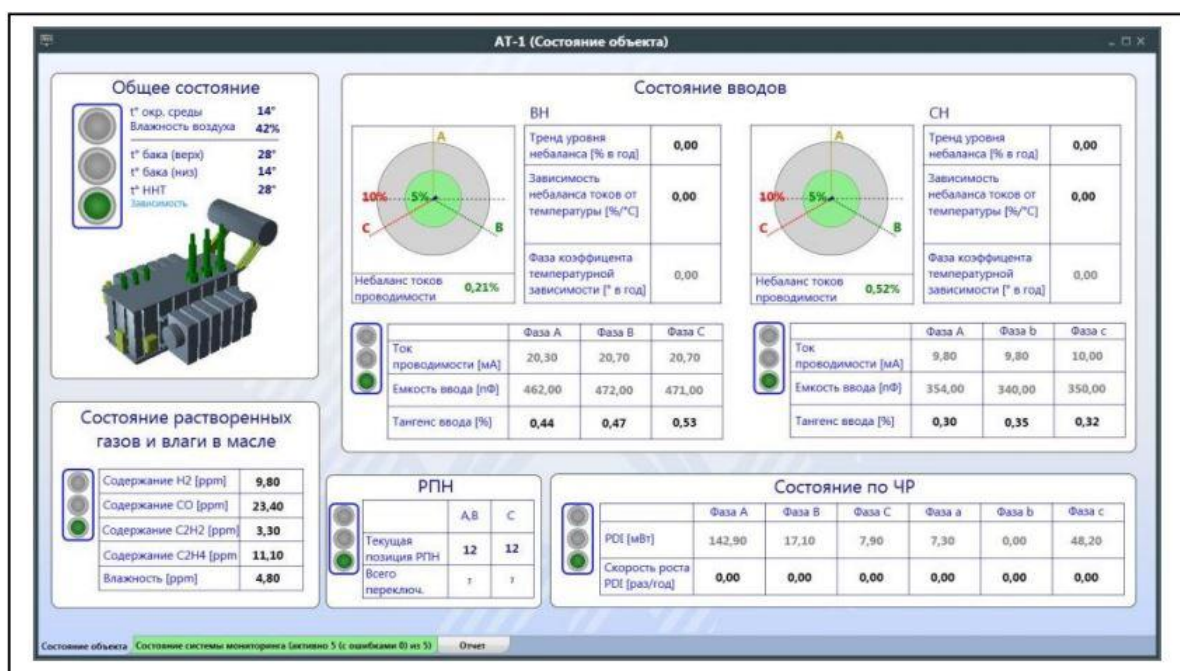


Рис. 1. Просмотр состояния трансформатора с помощью программного обеспечения «iNVA»

При помощи данного ПО производится обработка, отображение и архивирование информации о состоянии трансформатора. Итоговая диагностическая информация системы формируется на уровне ПО «iNVA» и является многоуровневой. Она включает в себя сведения о выявленных дефектах и прогнозных сроках развития этих дефектов.

При любой комплектации в систему «TDM» обязательно входят следующие модули:

1. Модуль «Power Supply» (PS) – модуль блока питания.
2. Модуль «Main Monitor» (M0) - основной модуль мониторинга интерфейсов.

Достоинством системы «TDM» является то, что данные со всех диагностических приборов учитываются при формировании комплексного диагностического заключения о техническом состоянии различных подсистем силового трансформатора. В зависимости от требуемой для контролируемого трансформатора конфигурации системы мониторинга «TDM» источниками

первичной информации будут являться от 10 и до 80 первичных датчиков различного типа, монтируемых на трансформаторе.

Модуль в целом, позволяет контролировать несколько параметров, отражающих состояние изоляции вводов трансформатора:

- небаланс токов проводимости вводов трансформатора;
- тангенс угла потерь и емкость вводов под рабочим напряжением;
- связь между небалансом токов проводимости и температурой верхних слоев масла (температурный коэффициент);
- скорость изменения небаланса токов проводимости.

Благодаря применению фильтров прибор не чувствителен к наличию высших гармонических составляющих в напряжении с датчиков.

Так же особенностью работы модуля является измерение параметров частичных разрядов по любому выбранному каналу и всегда производится с учетом работы референсного и шумового каналов. Второй особенностью работы модуля является то, что импульсы, которые возникают в контролируемом высоковольтном оборудовании по другим причинам, или «пришедшие» в оборудование из внешней среды по соединительной линии, из рассмотрения автоматически исключаются. Работа всех измерительных каналов происходит синхронно, в режиме реального времени. Только такой подход дает возможность максимально отстроиться от помех различного типа, количество которых в высоковольтном оборудовании очень велико.

Таким образом внедрение данной системы позволит минимизировать экономические и временные затраты на организацию диагностического мониторинга силовых трансформаторов. Полученные данные со всех диагностических приборов помогут при формировании комплексного диагностического заключения о техническом состоянии различных подсистем силового трансформатора.

Список литературы

1. Яковлев А.О. Оценка технического состояния металлических опор воздушных линий / Яковлев А.О. // В сборнике: Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса горных и предгорных территорий Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию Горского ГАУ. 2018. С. 326-328.

2. РД 34.45-51.300-97. Объем и нормы испытаний электрооборудования. 6-е издание, с изменениями и дополнениями по состоянию на 01.10.2006 (утверждены РАО «ЕЭС России» 08.05.1997);

3. Соловьев С.В. Проблема диагностики силовых трансформаторов / Соловьев С.В., Филонова Д.Н. // Наука и образование в современных условиях: материалы международной научной конференции. ФГБОУ ВО "Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I"; Под общей редакцией: В. И. Орбинского, В. Г. Козлова. 2016. С. 352-355.

4. Интернет-ресурс - <http://dimrus.ru/manuals/tdm.pdf>

5. Интернет-ресурс - http://dimrus.ru/software/inva_p_um.pdf

MONITORING AND DIAGNOSTICS OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE TRANSFORMER

Kilin Stanislav Vitalievich

teacher of SPO

Belgorod state agricultural University named. V. Ya.Gorina,

Belgorod, Russia

e-mail: e-mail: kilin.St87@yandex.ru;

Abstract: The article deals with monitoring and diagnostics systems of technical condition of transformer equipment for the organization of continuous diagnostics, protection and complex control of the state of power transformers in the mode of constant monitoring. Allowing to reduce the economic costs associated with the organization of diagnostic monitoring. The information obtained from the installed devices is used to build when forming a General diagnostic conclusion about the technical condition of the various subsystems of the power transformer.

Keywords: monitoring, diagnostics, technical condition, power transformer.