

ПКДТ-ДИМРУС – переносный комплект для диагностики силовых трансформаторов



Определение текущего технического состояния трансформаторов, особенно при оформлении их допуска к работе на предстоящий осенне-зимний период, является важной и ответственной задачей.

Для корректного определения технического состояния трансформатора обычно используют результаты работы системы мониторинга, если она установлена на трансформаторе, или приглашают подрядную организацию для проведения комплексных обследований. Оба этих варианта требуют значительных затрат, особенно если речь идет о большом количестве силовых трансформаторов.

Мы представляем Вам комплект переносного диагностического оборудования ПКДТ-ДИМРУС, которое позволяет за 1-3 рабочих дня собственными силами проводить обследование, итогом которого будет заключение о техническом состоянии силового трансформатора.

Комплект ПКДТ-ДИМРУС включает в себя пять приборов, каждый из которых реализует один или несколько диагностических методов. Интегральный автоматизированный анализ результатов всех тестов и испытаний позволяет комплексно оценить состояние трансформатора.

Прибор TD-Tester для стандартных испытаний и комплексной оценки текущего технического состояния силового трансформатора

Переносной диагностический прибор марки TD-Tester предназначен для проведения диагностических испытаний силовых трансформаторов в процессе комплексных обследований.

Основные функции переносного прибора марки TD-Tester.

- Подготовка к проведению диагностических работ: определение группы соединений обмоток, коэффициента трансформации, определение сопротивления обмоток, размагничивание сердечника.
- Определение параметров схемы замещения силового трансформатора.
- Контроль нарушений геометрической формы обмоток по величине Z_k и K_3 в секциях по результатам FRSL теста.
- Контроль технического состояния устройства РПН силового трансформатора, включая DRM тест, выполняемый без вскрытия бака РПН.
- Контроль прессовки обмоток, диагностика маслосососов, оценка состояния конструкции трансформатора по вибрационным параметрам.

Прибор TD-Tester имеет целый ряд конструктивных и алгоритмических особенностей:

- Наличие встроенного трехфазного источника напряжения регулируемой амплитуды и частоты повышает автономность работы прибора при проведении различных испытаний и тестов.

- Универсальность схемных решений внутри прибора и простота подключения к трансформатору. Достаточно подключить два трехфазных измерительных кабеля к вводам обмоток ВН и НН трансформатора. После этого все коммутации измерительных схем делаются внутри прибора.



- Встроенное программное обеспечение прибора TD-Tester имеет полный набор расчетных и экспертных алгоритмов, что позволяет проводить все необходимые измерения и расчеты автоматически и автономно.

- Прибор TD-Tester имеет максимально компактную конструкцию и поставляется в транспортном кейсе, что позволяет его легко перевозить, устанавливать и эксплуатировать рядом с контролируемым силовым трансформатором.

Организация тестирования силовых трансформаторов.

- Все диагностические тесты контролируемого трансформатора, выполняемые прибором TD-Tester, включая обработку зарегистрированной информации, осуществляются в автоматическом режиме.
- Отдельные тесты могут группироваться диагностическим персоналом в комплексную программу функционально или произвольно, по выбору.
- Для удобства работы с прибором предусмотрено управление работой с активного экрана прибора или при помощи смартфона, планшета, ноутбука.

Четыре экспертных уровня обработки информации при помощи прибора TD-Tester.

Уровень 1. Начальным результатом работы прибора TD-Tester являются наборы стандартных измеренных и расчетных параметров в зависимости от типа тестов.

Уровень 2. На основании более подробного анализа результатов каждого выполненного теста встроенная экспертная программа рассчитывает универсальный безразмерный коэффициент текущего технического состояния контролируемой подсистемы трансформатора.

Уровень 3. По результатам экспертной обработки результатов всех тестов, выполненных прибором TD-Tester, автоматически рассчитывается итоговый комплексный коэффициент технического состояния контролируемого трансформатора.

Уровень 4, интегральный. По итогам сбора информации о всех тестах, выполненных комплексом переносных приборов, в программном обеспечении прибора TD-Tester рассчитывается итоговый коэффициент текущего технического состояния силового трансформатора.

Прибор TD-Tester является базовым для ПКДТ-ДИМРУС, предназначенного для проведения обследований трансформаторов.

Для этого в программном обеспечении прибора TD-Tester предусмотрены возможности:

- Проведения сбора информации о результатах всех диагностических тестов, выполненных переносными диагностическими приборами, контролирующими различные подсистемы трансформатора.
- Оценки текущего технического состояния трансформатора при помощи встроенных в ПО прибора аналитических и экспертных алгоритмов.

Итогом комплексного анализа всех выполненных диагностических комплектом ПКДТ-ДИМРУС тестов является обобщенный коэффициент текущего технического состояния трансформатора $K_{ТТС}$.

Он служит основой для планирования сроков проведения и определения объемов необходимых ремонтных и сервисных работ с контролируемым трансформатором.

Прибор TI-Tester для диагностики технического состояния изоляции высоковольтных вводов и обмоток силовых трансформаторов

Переносной прибор марки TI-Tester производства фирмы ДИМРУС предназначен для проведения испытаний и оценки технического состояния изоляции высоковольтного оборудования на месте эксплуатации.

Основные функциональные особенности прибора TI-Tester.

Основными функциональными элементами прибора марки TI-Tester являются встроенные универсальный высоковольтный источник испытательного напряжения регулируемой амплитуды и частоты и синхронный шестиканальный измеритель параметров векторов токов и напряжений.

Их использование позволяет:

- Измерять параметры высоковольтной изоляции при приложении испытательного напряжения переменной частоты.
- Одновременно проводить испытания не одного, а трех вводов трансформатора, что втрое уменьшает время проведения испытаний, повышает точность измерений и достоверность работы экспертной системы, предназначенной для выявления дефектного ввода и определения типа дефекта в нем.
- Прибор TI-Tester может быть использован для проведения измерений параметров вводов и под рабочим напряжением с использованием напряжений от измерительного ТН.

По результатам выполненных испытаний в программном обеспечении прибора марки TI-Tester рассчитываются основные и самые информативные параметры высоковольтной изоляции:

- Тангенс угла диэлектрических потерь в изоляции высоковольтных вводов трансформатора.

- Емкость контролируемого объекта (емкость C_1 высоковольтного ввода трансформатора).
- Активная, реактивная и полная мощности высоковольтного оборудования.
- Активное, реактивное и полное сопротивления высоковольтного оборудования.

Наиболее важной функцией прибора TI-Tester является измерение тангенса угла потерь в изоляции и величины емкости C_1 вводов трансформаторов, так как их аварийность по причине выхода из строя вводов является одной из самых высоких.

Для практической реализации этих возможностей в приборе TI-Tester применен ряд эффективных конструктивных и программных решений:

- Наличие встроенного источника высокого напряжения регулируемой амплитуды и частоты повышает автономность работы прибора.
- Универсальность используемых схемных решений внутри прибора и простота подключения к трансформатору.
- Встроенное программное обеспечение TI-Tester имеет полный набор расчетных и экспертных алгоритмов, что позволяет проводить все необходимые измерения и расчеты в автоматическом режиме.

По результатам работы экспертной системы пользователю доступна следующая информация:

- Стандартные параметры ввода: тангенс угла потерь в изоляции и величина емкости C_1 .
- Наличие зависимости параметров ввода от частоты, косвенно показывающее повышенное влагосодержание.



- На основании полученной информации встроенной экспертной системой определяется тип дефекта во вводе, который привел к ухудшению его характеристик.

- Итогом расчета является коэффициент текущего технического состояния каждого высоковольтного ввода трансформатора К_{ТС}.

PD-Analyzer/6P - прибор для регистрации и анализа частичных разрядов в изоляции трансформаторов, КРУЭ, высоковольтных кабелей и муфт

Измерение и анализ частичных разрядов в высоковольтных трансформаторах является эффективным способом поиска дефектов и общей оценки технического состояния изоляции.

Для проведения оперативных работ по оценке технического состояния высоковольтной изоляции используется переносной прибор марки PD-Analyzer/6P, являющийся одним из лучших в своем классе.

PD-Analyzer/6P предназначен:

- Для регистрации частичных разрядов в высоковольтной изоляции при высоком уровне высокочастотных помех.

- Для оперативного экспертного выявления дефектов в изоляции трансформаторов, оценки их опасности.

Технические возможности прибора

- Наличие шести независимых синхронно работающих измерительных каналов.

- Проведение регистрации частичных разрядов в изоляции в очень широком диапазоне частот, включающем HF (ВЧ) и UHF (СВЧ).

- Важным достоинством прибора PD-Analyzer/6P является наличие встроенной экспертной системы PD-Expert, предназначенной для диагностики дефектов в высоковольтной изоляции.

Экспертные и диагностические возможности прибора PD-Analyzer/6P.

Для отстройки от помех в приборе PD-Analyzer/6P использован набор технических и алгоритмических средств:

- Совместный анализ времени возникновения импульсов и фазы питающего напряжения.

- «Time of arrival» - метод отстройки от помех по времени прихода в прибор импульсов от разных датчиков, с разрешением в единицы наносекунд.

- Амплитудная отстройка высокочастотных импульсов в разных каналах, предназначенная для отстройки от наведенных импульсов.

- Анализ частотных параметров каждого импульса, позволяющий отделять случайные импульсы помех от повторяющихся импульсов частичных разрядов.

TDGM-7M - переносной регистратор и анализатор концентрации 7 растворенных в масле бака трансформатора газов

Для измерения и анализа концентрации растворенных в масле бака трансформатора газов, фирмой ДИМРУС разработан и изготавливается переносной газоанализатор марки TDGM-7M.

Этот прибор предназначен для проведения контроля и анализа концентрации растворенных в масле бака трансформатора газов «на месте», непосредственно после отбора проб масла из бака контролируемого маслонаполненного оборудования.

Второй важной задачей диагностической задачей является определение типа дефекта в изоляции, т.е. определение степени его опасности. Это осуществляется благодаря встроенной в прибор системе PD-Expert, при помощи которой и определяется тип дефекта в изоляции.

Особенности экспертной системы PD-Expert:

- Использование программной фильтрации паразитных импульсов на основе сравнительного анализа частотных и временных параметров импульсов между собой.

- Использование в диагностике стандартных распределений импульсов частичных разрядов.

- Наличие в экспертной системе базы данных по наиболее часто встречающимся дефектам. Эта база может пополняться по мере набора новой и уточнения имеющейся диагностической информации.

- Использование специализированных алгоритмов оценки достоверности получаемых экспертной системой диагностических заключений.

- Формирование отчетов о техническом состоянии изоляции контролируемого высоковольтного объекта с возможностью корректировки отчета пользователем.

Измерение частичных разрядов в изоляции силовых и измерительных трансформаторов.

Частичные разряды в силовых и измерительных трансформаторах при помощи прибора PD-Analyzer/6P могут регистрироваться по нескольким схемам:

- С использованием комплексных датчиков типа DB-2 (не входят в стандартный комплект поставки), подключенных к измерительным выводам вводов и в цепи нейтрали трехфазной обмотки.

- С использованием датчиков регистрации поверхностных токов растекания типа TEV's, устанавливаемых на поверхности бака трансформатора.

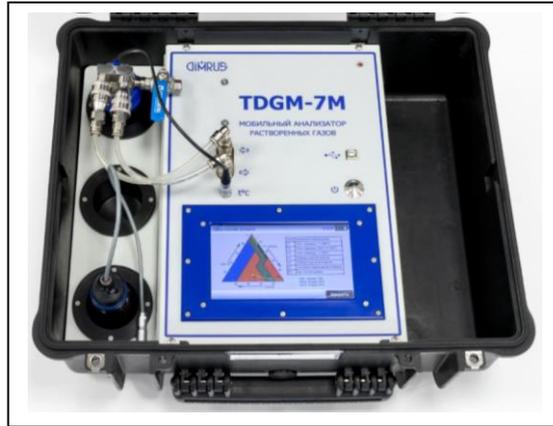
- С использованием электромагнитных антенн UHF диапазона частот, вводимых внутрь бака через сливные вентили, или монтируемых на поверхности специализированных радио прозрачных лючков.



С помощью этой экспертной системы производится сравнение полученных концентраций газов с нормированными пороговыми значениями, строится треугольник Дюваля, проводится сравнительная оценка соотношений концентраций характерных газов.

Для удобства практической эксплуатации прибора TDGM-7M принтер подключается к прибору по беспроводному интерфейсу связи.

При помощи этого же интерфейса связи информация о полученных концентрациях газов в масле может быть передана на стандартный смартфон, а с него, используя стандартный телефонный канал связи, информация может быть сразу же передана в систему АСУ-ТП для принятия оперативных решений.



Максимальное время от момента включения прибора до получения результатов анализа пробы масла составляет не более 1 часа.

В состав поставки переносного прибора марки TDGM-7M входит следующее оборудование:

- Прибор TDGM-7M в транспортном чемодане.
- Баночки для отбора проб – 3 шт.
- Переносной принтер с беспроводным интерфейсом.
- Датчик Optic-Oil для контроля оптических параметров пробы масла.

Наличие комбинированного питания расширяет возможности использования прибора при проведении полевых измерений параметров газов.

FreDA – переносной прибор для анализа частотных характеристик силовых трансформаторов

Переносной измерительный прибор марки FreDA (Frequency Domain Analyzer) предназначен для контроля параметров силового трансформатора, определяемых при приложении напряжения изменяемой частоты. На основании анализа полученных частотных откликов решаются две задачи:

Контроль нарушений формы обмоток.

Регистрация частотных параметров обмоток силовых трансформаторов по методу SFRA позволяет выявлять нарушения геометрической формы обмоток.

Для выявления искажений формы обмоток в комплекте используется измерительный модуль FreDA-SFRA. Диапазон частот выходного напряжения этого модуля составляет от 2 Гц до 20,0 МГц.

При проведении анализа нужно учитывать, что измерение частотных параметров обмоток трансформатора на частотах менее 5 кГц неинформативно, т. к. здесь сильно влияние магнитопровода. Использование более высоких частот, более 10 МГц, также не имеет практического смысла, т. к. колебания таких частот, в лучшем случае, захватывают только верхние слои обмотки трансформатора.

Частотные зависимости по отдельным фазам трансформатора сравниваются между собой. Если в этих зависимостях будут выявлены отличия по величине амплитуды или фазы затухания сигнала, то это будет указывать на наличие изменений в геометрической форме обмотки той фазы, в которой будут выявлены эти отличия. Обычно такие изменения выявляются в достаточно узком частотном диапазоне.

Контроль влагосодержания в твердой изоляции обмоток трансформатора.

При помощи модуля FreDA-LF можно определять зависимость параметров изоляции трансформатора от частоты. Такие измерения проводят в диапазоне частот от тысячных долей и до сотен герц.

При проведении измерений в этом диапазоне частот регистрируется сумма трех токов, протекающих через высоковольтную изоляцию. Эти токи имеют различную природу возникновения.

- В первую очередь, это емкостный ток проводимости изоляции, зависящий от ее диэлектрической проницаемости.
- Во-вторых, это ток абсорбционных процессов в изоляции, величина которых нелинейно возрастает при снижении частоты приложенного напряжения.
- В-третьих, это активный ток проводимости изоляции, связанный с наличием в ней проводящих компонентов, влаги и загрязнения различной природы возникновения.

Регистрация суммы этих токов дает много полезной информации для контроля технического состояния и оценки остаточного ресурса изоляции высоковольтных силовых трансформаторов.

Наибольшее влияние на форму графика, показывающего зависимость тангенса угла потерь от частоты приложенного напряжения, оказывают три параметра:

- Влагосодержание в твердой изоляции (целлюлозе) обмоток трансформатора.
- Диэлектрические параметры изоляционного масла в баке трансформатора.
- Геометрические параметры обмоток трансформатора.

Конструктивное исполнение прибора FreDA

Прибор состоит из трех модулей одинаковой конструкции: двух измерительных блоков и универсального модуля питания.

В зависимости от решаемой диагностической задачи используется или низкочастотный модуль марки FreDA-LF, или высокочастотный марки FreDA-SFRA.

Передача информации между измерительными модулями и ноутбуком может производиться с использованием двух стандартных интерфейсов: проводного USB или беспроводного Wi-Fi.

