

## Тангенс-Д – переносной прибор контроля технического состояния высоковольтных вводов силовых трансформаторов

Переносной прибор марки Тангенс-Д производства фирмы ДИМРУС предназначен для проведения испытаний и оценки технического состояния изоляции высоковольтных вводов различного исполнения.

### Функциональные возможности прибора Тангенс-Д

Основные функциональные возможности прибора марки Тангенс-Д определяются наличием и возможностями встроенных в прибор двух источников испытательного напряжения:

- Универсальный высоковольтный источник переменного тока регулируемой амплитуды и частоты.
- Источник постоянного напряжения регулируемой амплитуды.

В состав встроенных технических средств прибора также входят эталонный высоковольтный вакуумный конденсатор и четырехканальный высокоточный измеритель параметров векторов токов и напряжений.

Благодаря наличию этих встроенных эффективных составляющих при помощи прибора Тангенс-Д можно автономно выполнять все необходимые диагностические испытания и тесты, предназначенные для определения текущего технического состояния изоляции высоковольтных вводов.

Особенностью прибора Тангенс-Д является измерение параметров высоковольтной изоляции при приложении испытательного напряжения регулируемой частоты и амплитуды. Это позволяет минимизировать влияние наведенных помех промышленной частоты, уровень которых на территории подстанций обычно очень высок.

По результатам выполненных измерений первичных параметров высоковольтных вводов в программном обеспечении прибора марки Тангенс-Д рассчитываются основные и наиболее информативные параметры высоковольтной изоляции контролируемого оборудования:

- Тангенс угла диэлектрических потерь в изоляции высоковольтных вводов трансформатора.
- Емкость контролируемого объекта - емкость  $C_1$  высоковольтного ввода трансформатора.
- Активное, реактивное и полное сопротивления изоляции высоковольтного оборудования.

Тангенс угла диэлектрических потерь в изоляции ввода является наиболее информативным диагностическим параметром, указывающим на появление признаков возникновения дефектных состояний. Увеличение величины емкости ввода  $C_1$  уже показывает, что дефекты во вводе развились до опасного уровня.



Для проведения более полной и многосторонней оценки технического состояния высоковольтных вводов при помощи прибора Тангенс-Д могут быть выполнены два дополнительных испытания:

- Расчет тангенса угла потерь в изоляции при изменении частоты приложенного испытательного напряжения в диапазоне 15-600 Гц. При помощи такого теста можно оценить влагосодержание в изоляции высоковольтного ввода.
- Измерение сопротивлений изоляции ввода на разных временных интервалах  $R_{15}$ ,  $R_{60}$  и  $R_{600}$ , при помощи которых оценивается степень старения изоляции в изоляции. Этот тест производится при приложении к испытываемому вводу напряжения от встроенного источника постоянного регулируемого напряжения.

### Конструктивные особенности прибора Тангенс-Д

Для практической реализации всех диагностических возможностей в приборе Тангенс-Д использован ряд эффективных конструктивных и программных решений:

- Наличие встроенных регулируемых источников переменного и постоянного напряжений, при помощи которых автономно производятся все испытания, до трех вводов одновременно.

• Универсальность используемых схемных решений внутри прибора и простота подключения к реальным объектам. Для проведения испытаний вводов достаточно один раз подключиться к контролируемому вводу (вводам) при помощи высоковольтного и сигнальных кабелей. После этого все необходимые коммутации и переключения измерительных схем производятся внутри прибора в автоматическом режиме.

• Встроенное программное обеспечение имеет полный набор расчетных и эффективных экспертных алгоритмов. Окончательный экспертный анализ результатов выполненных диагностических тестов также производится в приборе.

• Прибор Тангенс-Д поставляется в пластиковом транспортном защитном корпусе (фото 1). Это позволяет устанавливать и эксплуатировать его рядом с трансформатором. Для использования в универсальных лабораториях прибор может быть поставлен в металлическом корпусе (фото 2).

• В состав поставки прибора Тангенс-Д может быть включен переносной эталон марки Эталон-Т, при помощи которого оперативно проверяются работоспособность и точность работы прибора (фото 3).

### Тестирование изоляции высоковольтных вводов при помощи прибора Тангенс-Д

Все диагностические тесты и испытания вводов выполняются при помощи прибора Тангенс-Д по заданной программе в автоматическом режиме.

Для удобства работы предусмотрено несколько вариантов управления режимами работы прибора. Допускается управление с помощью активного экрана компьютера на лицевой панели прибора или с помощью удаленного смартфона, планшета, ноутбука, подключаемых с использованием стандартного беспроводного интерфейса.

Передача полученной диагностической информации о состоянии изоляции вводов и обмоток трансформатора в базовый прибор Тангенс-Д или в систему АСУ-ТП может производиться при помощи нескольких интерфейсов связи:

- Подключение прибора Тангенс-Д к компьютеру службы диагностики может осуществляться при помощи сетевого интерфейса Ethernet.
- Для передачи информации между приборами также может быть использован стандартный беспроводной интерфейс Bluetooth.
- Передача информации о выполненных тестах, загрузка данных и модифицированных программ в прибор Тангенс-Д может производиться при помощи локального интерфейса USB.

### Обработка первичной информации при помощи встроенной экспертной программы

После проведения испытаний и тестов вводов производится экспертная обработка полученной информации, после чего пользователю доступна следующая диагностическая информация:

- Тангенс угла диэлектрических потерь в изоляции и величина емкости  $C_1$ .
- Наличие зависимости параметров ввода от частоты, показывающей повышенное влагосодержание.

- Оценка влагосодержания в изоляции на основе расчета коэффициентов абсорбции и поляризации.

- Если в процессе тестирования будет выявлено значительное ухудшение характеристик ввода, то экспертной системой будет определен тип дефекта, приведший к ухудшению параметров.

- На основании всей исходной и экспертной информации в программе прибора Тангенс-Д рассчитывается коэффициент текущего технического состояния каждого контролируемого ввода  $K_{тс}$ .

Расчетный коэффициент текущего технического состояния  $K_{тс}$  вводов трансформатора служит основой для планирования эксплуатационным персоналом сроков проведения и объемов необходимых ремонтных работ.

Значение коэффициента  $K_{тс}$  вводов трансформатора используется как важная составляющая для определения комплексного технического состояния контролируемого трансформатора.

### Состав поставки прибора Тангенс-Д

В состав стандартной поставки прибора Тангенс-Д для диагностики технического состояния изоляции высоковольтных вводов и обмоток силовых трансформаторов входит следующее:

- Измерительный прибор марки Тангенс-Д.
  - Комплект соединительных кабелей для проведения испытаний высоковольтных вводов различного типа под испытательным и рабочим напряжениями, в дополнительном кейсе.
  - Комплект необходимой технической документации и программное обеспечение регистрации и экспертной обработки измерений на носителе.
  - Измерительный эталон Эталон-Т для тестирования прибора Тангенс-Т (опция).
- По согласованию состав поставки технических средств прибора Тангенс-Д может быть изменен.

### Основные технические параметры прибора Тангенс-Д

№	Параметр	Значение	Прим.
<b>1. Параметры встроенного источника напряжения</b>			
1.1.	Максимальное выходное напряжение источника переменного тока, В	0... 12000	
1.2.	Максимальная мощность источника переменного тока в течение 30 с, Вт	800	
1.3.	Максимальная мощность источника АС в длительном режиме, Вт	600	
1.4.	Частота выходного напряжения источников АС, Гц	15...600	
1.5.	Выходное напряжение источника постоянного тока (DC), В	200...4000	
1.6.	Выходной ток источника постоянного тока, mA	10	
<b>2. Входные универсальные каналы для измерения токов проводимости</b>			
2.1.	Количество универсальных измерительных каналов токов проводимости	3	
2.2.	Диапазон измеряемых токов проводимости вводов, mA	0,5... 300	
<b>3. Параметры встроенного компьютера</b>			
3.2.	Разрешение и размер активного экрана, точек	1024 * 600, размер 7,1"	
3.4.	Операционная система встроенного компьютера прибора	Linux	
<b>4. Внешние информационные интерфейсы прибора Тангенс-Д</b>			
4.1.	Беспроводной интерфейс связи Bluetooth	+	
4.2.	Сетевой интерфейс передачи данных Ethernet	по выбору оптика или медь	
4.3.	Интерфейс связи USB	+	
<b>5. Физические размеры и параметры, энергопотребление прибора</b>			
5.1.	Напряжение питания прибора, В АС	100... 240	
5.2.	Потребляемая из сети мощность, средняя, кВт	1,5	
5.3.	Размеры корпуса прибора (Ш*Г*В), мм	485 * 380 * 320	
5.4.	Вес прибора без кабелей, кг	21,0	
<b>6. Условия эксплуатации</b>			
6.1.	Рабочая температура окружающей среды, градусов	-10... +55	
6.2.	Температура хранения прибора, градусов	-30... +60	