

## 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.

При помощи прибора марки TI-Tester можно контролировать техническое состояние изоляции высоковольтных вводов, обмоток силовых и измерительных трансформаторов, обмоток вращающихся машин и другого высоковольтного оборудования.

### Основные функциональные особенности прибора марки TI-Tester.

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

Благодаря наличию этих эффективных составляющих прибор TI-Tester может выполнять все необходимые диагностические испытания и тесты, предназначенные для определения текущего технического состояния высоковольтной изоляции:

- Измерение параметров высоковольтной изоляции при приложении испытательного напряжения переменной частоты. Это позволяет исключить влияние наведенных помех промышленной частоты, уровень которых на территории высоковольтной подстанции обычно очень высок.

- 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 типа дефекта в нем.

- Прибор TI-Tester может быть использован для проведения измерений параметров вводов и под рабочим напряжением. В этом случае на три входа векторного измерителя прибора подаются токи проводимости вводов, а на три других - трехфазное напряжение от измерительного ТН. При проведении измерений параметров высоковольтных вводов силовых трансформаторов под рабочим напряжением получаются наиболее точные результаты определения параметров изоляции вводов.

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 С1 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 С1 высоковольтных вводов силовых трансформаторов (выключателей, проходных кабельных вводов и т.д.), так как аварийность силовых трансформаторов по причине выхода высоковольтных вводов из строя является одной из самых высоких.

Для практической реализации всех диагностических 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 при проведении испытаний.

- Универсальность используемых схемных решений внутри прибора и простота подключения к трансформатору. Для проведения стандартного испытания вводов достаточно подключить один высоковольтный кабель к трем вводам и три сигнальных кабеля к измерительным выводам контролируемых вводов. После этого все необходимые коммутации и переключения для модификации измерительных схем делаются внутри прибора.

- Встроенное программное обеспечение TI-Tester имеет полный набор расчетных и экспертных алгоритмов, что позволяет проводить все необходимые измерения и расчеты в автоматическом режиме. Окончательный экспертный анализ результатов выполненных диагностических тестов также производится в приборе.

- Прибор TI-Tester имеет металлический корпус и поставляется в защитном транспортном кейсе. Это позволяет легко перевозить его, монтировать и эксплуатировать его рядом с контролируемым силовым трансформатором.

### Тестирование высоковольтной изоляции при помощи прибора TI-Tester.

Все диагностические тесты и испытания изоляции высоковольтных вводов силового трансформатора выполняются прибором TI-Tester полностью в автоматическом режиме.

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

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

- Подключение прибора TI-Tester к системе АСУ-ТП и другим диагностическим приборам переносного комплекса для проведения испытаний силовых трансформаторов может осуществляться при помощи сетевого интерфейса Ethernet.
- Для передачи информации между приборами может быть использован беспроводной интерфейс Bluetooth.
- Передача информации о выполненных тестах, загрузка данных и модифицированных программ в прибор TI-Tester может производиться при помощи локального интерфейса USB.

### Результаты работы экспертной системы TI-Tester

После проведения испытаний и тестов высоковольтных вводов, а также экспертной обработки результатов тестов, пользователю доступна следующая информация:

- Стандартные параметры изоляции каждого ввода: тангенс угла диэлектрических потерь и 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.
- На основании всей исходной и экспертной информации в программе прибора рассчитывается коэффициент текущего технического состояния каждого контролируемого ввода  $K_{ТТС}$ .

Безразмерный универсальный коэффициент текущего технического состояния  $K_{ТТС}$ , характеризующий состояние вводов контролируемого силового трансформатора, может служить основой для эксплуатационного персонала при планировании сроков проведения и определения объемов необходимых ремонтных и сервисных работ с контролируемым трансформатором.

Полученное значение коэффициента  $K_{ТТС}$  всех контролируемых вводов трансформатора передается в прибор марки TI-Tester, где используется для определения итогового технического состояния силового трансформатора.

### Состав поставки прибора TI-Tester.

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

- Измерительный прибор марки TI-Tester.
- Комплект соединительных проводов для проведения испытаний высоковольтных вводов различного типа под испытательным и рабочим напряжениями, в сумке.
- Комплект технической документации и программное обеспечение на носителе.
- Транспортный чемодан для упаковки и перевозки измерительного прибора.

### Метрологическое обеспечение TI-Tester.

Векторный шестиканальный измеритель токов и напряжений, составляющий основу прибора TI-Tester, включен в реестр средств измерения РФ № 74028-19.

### Основные технические параметры прибора TI-Tester

№	Параметр	Значение	Прим.
1. Параметры встроенного источника напряжения			
1.1.	Максимальная мощность источников в течение 30 с, Вт	2400	
1.2.	Максимальная мощность источников в длительном режиме, Вт	1200	
1.3.	Частота выходного напряжения источников питания, Гц	пост ток или 15...600	
1.4.	Максимальное выходное напряжение, В	0... 12000	
2. Входные универсальные каналы для измерения токов и напряжений			
2.1.	Количество универсальных измерительных каналов тока и напряжения	6	
2.2.	Диапазон измеряемых токов, mA	0,5... 300	
3. Дополнительные измерительные каналы			
3.1.	Вход для подключения датчика параметров окружающей среды	1	
4. Параметры встроенного компьютера			
4.1.	Частота работы процессора, ГГц	1,5, 4 ядра	
4.2.	Разрешение активного экрана с функцией «touch screen», точек	1024 * 600, размер 10,1"	
4.3.	Память хранения данных, Гб	32	
4.4.	Операционная система встроенного компьютера прибора	Linux	
5. Внешние информационные интерфейсы прибора TI-Tester			
5.1.	Беспроводной интерфейс связи Bluetooth	+	
5.2.	Сетевой интерфейс передачи данных Ethernet	по выбору оптика или медь	
5.3.	Интерфейс связи USB	+	
6. Физические размеры и параметры, энергопотребление прибора			
6.1.	Напряжение питания прибора, В AC	100... 240	
6.2.	Потребляемая из сети мощность, средняя / пиковая, кВт	3,5 / 5,0	
6.3.	Размеры корпуса прибора (Ш*В*Д), мм	455 * 430 * 240	
6.4.	Вес прибора без кабелей и транспортного чемодана, кг	29,0	
6.5.	Размеры транспортного защитного чемодана (Ш*В*Д), мм	650 * 540 * 300	
7. Условия эксплуатации			
7.1.	Рабочая температура окружающей среды, градусов	-10... +55	
7.2.	Температура хранения прибора, градусов	-30... +70	