

УСТАНОВКА ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ  
ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ  
«ТАНГЕНС-3М»

Содержание

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 Общие положения                                                                                            | 3  |
| 2 Операции аттестации                                                                                        | 3  |
| 3 Средства измерительной техники                                                                             | 4  |
| 4 Условия проведения аттестации                                                                              | 5  |
| 5 Требования по безопасности                                                                                 | 5  |
| 6 Проведение аттестации                                                                                      | 5  |
| 6.1 Проверка комплектности устройства и наличия эксплуатационной документации                                | 5  |
| 6.2 Внешний осмотр                                                                                           | 6  |
| 6.3 Проверка выполнения требований безопасности                                                              | 6  |
| 6.4 Опробование и проверка действия блокировочных и заземляющих устройств, средств сигнализации и защиты     | 6  |
| 6.5 Определение времени измерения                                                                            | 7  |
| 6.6 Определение основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока на выходе установки | 7  |
| 6.7 Определение погрешности измерения тангенса угла диэлектрических потерь и электрической емкости           | 8  |
| 6.8 Определение основной абсолютной погрешности измерения температуры                                        | 9  |
| 6.9 Определение нормированных метрологических характеристик при изменении напряжения питания                 | 10 |
| 7 Оформление результатов аттестации                                                                          | 10 |

## 1 Общие положения

Настоящая программа и методика аттестации распространяется на установку измерения тангенса угла диэлектрических потерь трансформаторного масла автоматизированную «ТАНГЕНС-3М» (в дальнейшем по тексту – установка), предназначенную для измерения тангенса угла диэлектрических потерь в трансформаторном масле на промышленной частоте ( $50 \pm 0,5$ ) Гц.

Программа и методика аттестации составлена в соответствии с требованиями ГОСТ 24555-81 и устанавливает содержание и методику аттестации установки.

Программа и методика аттестации распространяется на первичную и периодическую аттестацию установки.

Периодическую аттестацию установки проводят в связи с истечением срока действия аттестата, выданного при предыдущей аттестации.

## 2 Операции аттестации

2.1 При проведении аттестации установки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1

Таблица 2.1

| Наименование операции                                                                                    | Номер пункта | Вид аттестации, при которой проводится операция |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------|---------------|
|                                                                                                          |              | первичная                                       | периодическая |
| Проверка комплектности установки и наличия эксплуатационной документации к ней                           | 6.1          | +                                               | +             |
| Внешний осмотр                                                                                           | 6.2          | +                                               | +             |
| Проверка требований безопасности                                                                         | 6.3          | +                                               | +             |
| Эспробование и проверка действия блокировочных и заземляющих устройств, средств сигнализации и защиты    | 6.4          | +                                               | +             |
| Определение времени измерения                                                                            | 6.5          | +                                               | +             |
| Определение основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока на выходе установки | 6.6          | +                                               | +             |
| Определение погрешности измерения тангенса угла диэлектрических потерь и электрической емкости           | 6.7          | +                                               | +             |
| Определение основной абсолютной погрешности измерения температуры                                        | 6.8          | +                                               | +             |
| Определение нормированных метрологических характеристик при изменении напряжения питания                 | 6.9          | +                                               | –             |

### 3 Средства измерительной техники

3.1 При аттестации установки должны применяться средства измерительной техники (СИТ), и вспомогательное оборудование указанные в таблице 3.1

Таблица 3.1

| Наименование и тип средства измерительной техники или вспомогательного оборудования | Пределы измерений                                                                                                          | Класс точности или допускаемая погрешность                                                                                                  | Назначение при аттестации                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Мегаомметр М4100/4                                                                  | от 0 до 2000 кОм;<br>от 0 до 1000 МОм;<br>$U = 1000 \text{ В}$                                                             | $\gamma = 1 \%$ от длины шкалы                                                                                                              | Измерение сопротивления изоляции                                                                         |
| Установка пробойная универсальная УПУ-10                                            | от 0 до 10 кВ                                                                                                              | $\gamma = 4 \%$                                                                                                                             | Проверка электрической прочности изоляции                                                                |
| Секундомер механический СОПр-2а-2-01D                                               | Емкость секундной шкалы 60 с. Емкость минутной шкалы 30 минут                                                              | $\Delta = \pm 1 \text{ с}$                                                                                                                  | Определение времени измерения                                                                            |
| Киловольтметр С502                                                                  | от 0 до 3 кВ                                                                                                               | Класс точности 0,5 по ГОСТ 8711                                                                                                             | Определение основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока на выходе установки |
| Мост переменного тока высоковольтный автоматический СА7100-2                        | Электрическая емкость от 0 до 200 мкФ (с встроеным эталонным конденсатором). Тангенс угла диэлектрических потерь от 0 до 1 | Основная относительная погрешность измерения электрической емкости $\delta = 0,05 \%$ ; тангенс угла диэлектрических потерь $\delta = 1 \%$ | Определение погрешности измерения тангенса угла диэлектрических потерь и электрической емкости           |
| Мультиметр цифровой АРРА-107N с термопарой типа ХА                                  | от минус 40 до 333 °C                                                                                                      | $\Delta = \pm 0,2 \text{ °C}$                                                                                                               | Определение основной абсолютной погрешности измерения температуры                                        |
| Автотрансформатор лабораторный ЛАТР                                                 | от 0 до 240 В                                                                                                              | —                                                                                                                                           | Определение нормированных метрологических характеристик при изменении напряжения питания                 |

3.2 Средства измерительной техники должны быть поверены и иметь действительные поверочные клейма, нанесенные в соответствии с ДСТУ 2708:2006.

3.4 Допускается применять другие СИТ, характеристики которых удовлетворяют требованиям таблицы 3.1

#### **4 Условия проведения аттестации**

4.1 Аттестация установки должна производиться при следующих условиях:

- температура воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- напряжение питающей сети от 198 до 242 В;
- частота питающей сети от 49,5 до 50,5 Гц;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа.

#### **5 Требования по безопасности**

5.1 Все работы по аттестации установки должны проводиться в соответствии с настоящей программой и методикой аттестации.

5.2 При проведении аттестации должны быть соблюдены требования ДНАОП 1.1.10-1.01-97 «Правила безопасной эксплуатации электроустановок», а также требования эксплуатационной документации на устройство.

5.3 Персонал, допущенный к аттестации, должен знать требования ДНАОП 1.1.10-1.01-97 «Правила безопасной эксплуатации электроустановок», настоящую программу и методику аттестации, устройство, правила пользования устройством и СИТ, применяемыми при аттестации.

5.4 При подготовке к аттестации СИТ и аттестуемая установка должны быть надежно заземлены.

5.5 Все переключения при аттестации установки, а также подключение СИТ осуществляют лица, имеющие право работы на установке.

#### **6 Проведение аттестации**

6.1 Проверка комплектности устройства и наличия эксплуатационной документации

6.1.1 В комплект документации должны входить:

- инструкция по эксплуатации установки;
- паспорт на установку;
- программа и методика аттестации;
- аттестат (в случае проведения периодической аттестации).

6.1.2 Комплектность установки проверяется в соответствии с паспортом. Для проведения операций по аттестации установки заказчик предоставляет технологическую измерительную ячейку, имитирующую фиксированные значения тангенса угла диэлектрических потерь и электрической емкости, а также комплект эксплуатационной документации на нее.

## 6.2 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устройства должно быть проверено:

- а) отсутствие механических повреждений;
- б) состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок;
- в) отсутствие отсоединившихся, слабо закрепленных элементов схемы (определяется на слух при наклоне);

## 6.3 Проверка требований безопасности

### 6.3.1 Проверка сопротивления изоляции

Проверку производят при помощи мегаомметра М4100/4 (напряжение 1000 В) в соответствии с требованиями «Правил технической эксплуатации установок потребителей». Выключатель питания установки должен находиться в положении «ВЫКЛ». Измерить сопротивление изоляции между замкнутыми накоротко контактами подключения установки к питающей сети – с одной стороны и корпусом установки – с другой стороны. Измерение производится в течение одной минуты. Результат считается положительным, если измеренное значение сопротивления изоляции устройства составляет не менее 1 МОм в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей».

### 6.3.2 Проверка электрической прочности изоляции

Настоящая проверка производится только в случае проведения первичной аттестации установки. При проведении периодической аттестации установки проверку электрической прочности изоляции не производят.

Проверку электрической прочности изоляции цепи сетевого питания производят при помощи установки пробойной универсальной УПУ-10. Испытательное напряжение подается между замкнутыми накоротко контактами подключения устройства к питающей сети и корпусом устройства. Вид испытательного напряжения – переменное. Среднее квадратическое значение – 1 кВ (в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей»). Результат проверки считается положительным, если в течение одной минуты не произошло электрического пробоя или поверхностного перекрытия изоляции.

## 6.4 Опробование и проверка действия блокировочных и заземляющих устройств,

средств сигнализации и защиты

6.4.1 При опробовании проверяют четкость фиксации, наружной и внутренней крышек термостата, работоспособность органов управления согласно требованиям эксплуатационной документации на установку.

6.4.2 Открыть верхнюю сдвижную крышку установки. Включить питание установки. на индикаторе установки должна отображаться информация таким образом, как это показано на рисунке 1 в соответствии с эксплуатационной документацией установки.

**ПРОВЕРЬТЕ  
ПОДКЛЮЧЕНИЕ ЯЧЕЙКИ  
 $U = 0 \text{ В}$**

Рисунок 1 – Отображаемая информация на индикаторе установки при активной блокировке

6.4.3 Произвести контроль по пп. 6.4.2 еще 4 раза. Результат проверки считается положительным если не наблюдается сбоев в работе блокировки (выполняется требование пп. 6.4.2) в соответствии с эксплуатационной документацией установки.

#### 6.5 Определение времени измерения

Подготовить установку к работе в соответствии с требованиями инструкции по эксплуатации. Поместить в установку одну из ячеек, входящих в комплект установки, с предварительно залитым в нее трансформаторным маслом. Температура трансформаторного масла должна находиться в пределах от 15 до 25 °С.

Произвести измерения через каждые 10 °С в автоматическом режиме с нагревом до 90 °С в соответствии с инструкцией по эксплуатации на установку. Одновременно с началом цикла измерений начать отсчет времени по секундомеру. Закончить отсчет времени по секундомеру сразу после окончания всего цикла измерений.

Результат считается положительным, если время измерения не превысило 30 секунд, в соответствии с инструкцией по эксплуатации установки.

#### 6.6 Определение основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока на выходе установки

Для определения основной относительной погрешности измерения напряжения переменного тока на выходе установки в качестве рабочего эталона используется киловольтметр С502.

Подключить вход киловольтметра к потенциальным выходам установки, которые расположены под верхней сдвижной крышкой. Для измерения использовать проводники с изоляцией, такие чтобы была возможность задвинуть верхнюю крышку установки

таким образом, чтобы оставшийся зазор не допускал срабатывания устройства блокировки (зазор, при котором не срабатывает устройство блокировки составляет не более 5 мм).

Запустить процесс измерения установкой, в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Зафиксировать показания киловольтметра.

Определить основную относительную погрешность измерения, пользуясь формулой (1). Рекомендуется произвести серию из трех таких измерений, для исключения грубых погрешностей.

$$\delta U = \frac{U_{\text{уст}} - U_{\kappa}}{U_{\kappa}} \times 100, \quad (1)$$

где  $\delta U$  – основная относительная погрешность измерения напряжения переменного тока установкой, %;

$U_{\text{уст}}$  – напряжение переменного тока, измеренное установкой, В;

$U_{\kappa}$  – напряжение переменного тока, измеренное киловольтметром, В.

Результат считается положительным, если полученное значение измеренного напряжения переменного тока при помощи киловольтметра лежит в пределах от 1940 до 2060 В, и полученное значение основной относительной погрешности измерения напряжения установкой не превышает  $\delta = \pm 2,5$  % в соответствии с инструкцией по эксплуатации установок.

#### 6.7 Определение погрешности измерения тангенса угла диэлектрических потерь и электрической емкости

Операции по настоящему пункту производятся с применением технологической измерительной ячейки, которая предоставляется заказчиком работ по аттестации установки.

Перед проведением измерений при помощи аттестуемой установки производят измерения имитируемых технологической ячейкой значений тангенса угла диэлектрических потерь и электрической емкости при помощи моста переменного тока высоковольтного автоматизированного СА7100. Измерения производятся при всех значениях тангенса угла диэлектрических потерь и электрической емкости, имитируемых технологической ячейкой (положения переключателей по таблицам 6.1 – 6.3). Полученные значения фиксируют в протоколе аттестации.

Установить технологическую ячейку в аттестуемую установку.

Сдвинуть верхнюю панель установки вправо, снять круглую крышку термостата, установить технологическую ячейку в термостат установки и подсоединить в соответствии с инструкцией по эксплуатации установки. Крышку термостата не устанавливать.

Установить переключатели образцовой ячейки в положение согласно таблице 6.1.

Таблица 6.1

|             | S1 | S2 | S3 | S4 |
|-------------|----|----|----|----|
| Измерение 1 | 1  | 1  | 2  | 2  |

Сдвинуть верхнюю панель влево до упора. Нажать кнопку " $C_0, tg_0$ ".

Зафиксировать в протоколе аттестации измеренное значение электрической емкости.

Аналогично произвести измерения электрической емкости при положениях переключателей, указанных в таблице 6.2.

Таблица 2

|             | S1 | S2 | S3 | S4 |
|-------------|----|----|----|----|
| Измерение 2 | 1  | 1  | 1  | 2  |
| Измерение 3 | 1  | 1  | 1  | 1  |

Полученные значения электрической емкости зафиксировать в протоколе аттестации.

Аналогичным образом произвести измерения тангенса угла диэлектрических потерь, устанавливая переключатели технологической ячейки в положения, указанные в таблице 6.3

Таблица 6.3

|             | S1 | S2 | S3 | S4 |
|-------------|----|----|----|----|
| Измерение 1 | 3  | 1  | 1  | 1  |
| Измерение 2 | 3  | 3  | 1  | 1  |
| Измерение 3 | 3  | 2  | 1  | 1  |

Полученные значения тангенса угла диэлектрических потерь зафиксировать в протоколе аттестации.

Рассчитать основную относительную погрешность измерений, приняв за действительные значения тангенса угла диэлектрических потерь и электрической емкости значения, полученные при измерении мостом переменного тока высоковольтным автоматизированным СА7100. Результат считается положительным, если во всех контролируемых точках основная относительная погрешность не выходит за пределы, указанные в инструкции по эксплуатации.

#### 6.8 Определение основной абсолютной погрешности измерения температуры

Установить измерительную ячейку с трансформаторным маслом в установку в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Поместить в ячейку термопару типа ХА,

подключенную к мультиметру APPA 107N. Вывести наружу измерительный кабель, которым подключена термопара и задвинуть верхнюю крышку термостата установки, оставив минимальный зазор, необходимый для того, чтобы не произошло срабатывание устройства блокировки. Температура трансформаторного масла должна лежать в пределах от 15 до 25 °C.

Произвести измерение температуры трансформаторного масла при помощи установки и при помощи термопары в точках 30; 50; 70 и 90 °C.

В каждой контролируемой точке рассчитать основную абсолютную погрешность измерения. В соответствии с инструкцией по эксплуатации результат считается положительным, если основная абсолютная погрешность измерения не превышает  $\Delta = \pm 1$  °C.

6.9 Определение нормированных метрологических характеристик при изменении напряжения питания

Подключить установку к сети питания через автотрансформатор лабораторный с пределами регулирования от 0 до 240 В. Произвести измерения в соответствии с пп. 6.6 и 6.7 настоящей ПМА, установив напряжение питания установки равным 205 и 235 В.

## **7 Оформление результатов аттестации**

7.1 Результаты аттестации оформляют протоколом аттестации по форме приложения 2 ГОСТ 24555-81, а также вносят заключение об аттестации в соответствующий раздел ЭД.

7.2 При положительных результатах аттестации на установку оформляется аттестат по форме приложения 1 ГОСТ 24555-81.

7.3 При отрицательных результатах аттестации устройство признается непригодным к дальнейшей эксплуатации. Аттестат предыдущей аттестации аннулируется и вносится запись в паспорт установки.