


УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИМС»  
по производственной метрологии

 Н.В. Иванникова

 2016 г.



# МОСТЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЕМКОСТИ И ТАНГЕНСА УГЛА ПОТЕРЬ

## TG-3MOD

Методика поверки

*н.р. 65192-16*

Настоящая методика поверки распространяется на мосты для измерения емкости и тангенса угла потерь TG-3MOD (далее мосты), изготавливаемые фирмой «Presco AG», Швейцария, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

На поверку представляется мост, укомплектованный в соответствии с руководством по эксплуатации, и комплект следующей технической и нормативной документации:

- руководство по эксплуатации РЭ;
- методика поверки.

Интервал между поверками – 3 года.

## 1 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

РМГ 51-2002 «ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения»;

Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке, утвержден Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815;

ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений»;

ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»;

ГОСТ Р 8.736-2011 «ГСИ. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения»;

ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Методы аэродинамических испытаний»;

ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

«Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» 04.08.2014 г.;

«Правила эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Главгосэнергонадзором.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 Поверка проводится в объеме и в последовательности, указанной в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций при первичной и периодических поверках устройства

| Наименование операции  | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при |                       |
|--|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|  |                               | первичной поверке       | периодической поверке |
| 1 Внешний осмотр   | 8.1                           | Да                      | Да                    |
| 2 Опробование  | 8.2                           | Да                      | Да                    |
| 3 Определение основной относительной погрешности измерения емкости   | 8.3                           | Да                      | Да                    |
| 4 Определение основной абсолютной погрешности измерения тангенса угла потерь   | 8.4                           | Да                      | Да                    |
| 5 Определение основной относительной погрешности измерения рабочего напряжения и определение основной погрешности измерения относительной основной частоты рабочего напряжения | 8.5                           | Да                      | Да                    |

### 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки устройства должны применяться основные и вспомогательные средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Основные средства поверки

| Наименование  | Требуемые технические характеристики                 |                                | Рекомендуемый тип | Количество | Номер пункта методики поверки |
|---|--|--------------------------------|-------------------|------------|-------------------------------|
|   | Диапазон измерения                                   | Погрешность или класс точности |                   |            |                               |
| 1   | 2  | 3                              | 4                 | 5          | 6                             |
| Универсальный калибратор  | до 1000 В<br>0,5Гц ... 10<br>МГц                     | 0,025%<br>0,0025%              | Fluke 9100        | 1          | 8.2-8.5                       |
| Мера электрической емкости  | 1 нФ и 10 нФ   | 0,005%                         | ME-01             | 1          | 8.3, 8.5,<br>8.6              |
| Мера электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь | 2, 4, 8, 16 и 30<br>пФ<br>5·10 <sup>-5</sup> ... 0,1 | 0,01%<br>1·10 <sup>-5</sup>    | CA6221D-<br>30-10 | 1          | 8.4                           |

3.2 Для проведения поверки допускается применение других средств, не приведенных в таблице 2, при условии обеспечения ими необходимой точности измерений.

3.3 Контрольно-измерительная аппаратура и средства поверки, применяемые при поверке, должны обеспечивать требуемую точность и иметь действующие свидетельства о поверке или калибровке, или аттестаты.

### 4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей средств измерения электрических величин.

4.2 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право проведения работ в электроустановках с квалификационной группой по электробезопасности не ниже IV.

### 5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.3.019-80, «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», «Правил эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных Главгосэнергонадзором.

Должны быть также обеспечены требования безопасности, указанные в эксплуатационных документах на средства поверки.

### 6 УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверка мостов должна проводиться в нормальных условиях согласно ГОСТ 22261:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 25;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.

6.2 Напряжение питающей сети переменного тока частотой 50 Гц, действующее значение напряжения 230 В. Допускаемое отклонение от нормального значения при поверке ± 11 В. Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 5 %. Остальные характеристики сети переменного тока должны соответствовать ГОСТ 32144-2013.

## 7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Средства поверки должны быть подготовлены к работе согласно указаниям, приведенным в соответствующих эксплуатационных документах.

7.2 До проведения поверки поверителю надлежит ознакомиться с эксплуатационной документацией на мост и входящих в его комплект компонентов.

7.3 До начала поверки мост должен быть прогрет в течение 1 мин.

## 8 МЕТОДЫ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие поверяемого устройства следующим требованиям:

- комплектность должна соответствовать данным, приведенным в руководстве по эксплуатации;
- все разъемы, клеммы и измерительные провода не должны иметь повреждений, следов окисления и загрязнений;
- маркировка и функциональные надписи должны читаться и восприниматься однозначно;
- наружные поверхности корпуса, разъемы, соединительные кабели и органы управления не должны иметь механических повреждений и деформаций, которые могут повлиять на работоспособность прибора;

При несоответствии по вышеперечисленным позициям мост бракуется и направляется в ремонт.

### 8.2 Опробование

8.2.1 Соберите схему, приведенную на рисунке 1.

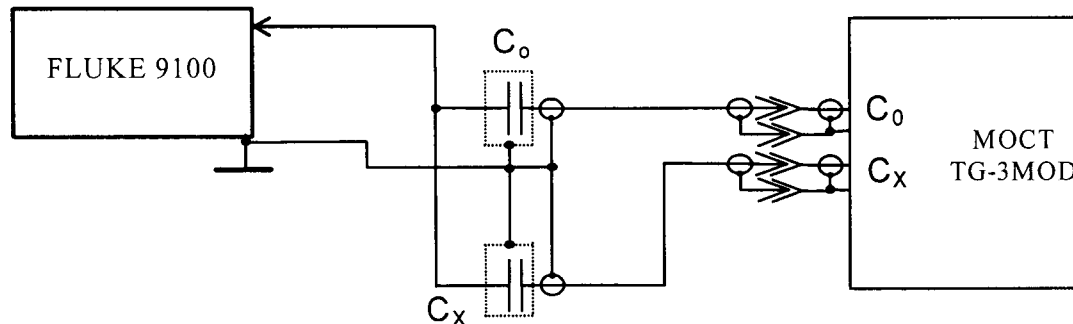


Рисунок 1 – схема измерений

$C_0$  - эталонный конденсатор;  $C_x$  - объект измерения.

8.2.2 При включении моста необходимо проверить номер версии программного обеспечения.

8.2.3 В качестве эталонной емкости  $C_0$  включите меру СА6221D-30-10 с включенным значением емкости 30 пФ и  $\text{tg}\delta=5\cdot 10^{-5}$ , а в качестве измеряемой емкости  $C_x$  - меру ME-01 с номиналом 1000 пФ.

8.2.4 Введите в память поверяемого моста действительные значения емкости и тангенса угла потерь эталонной меры  $C_0$ .

8.2.5 Задайте рабочее напряжение на выходе калибратора 100 В частотой 50 Гц.

8.2.6 С помощью поверяемого моста измерьте значение емкости  $C_x$  и тангенса  $\text{tg} \delta_x$  измеряемой меры.

8.2.7 Результаты измерений считаются удовлетворительными, если номер версии программного обеспечения не ниже, чем 012924-02 и мост производит измерения.

### 8.3 Определение относительной основной погрешности измерения емкости

**ВНИМАНИЕ!** Все меры должны подключаться по трехзажимной схеме.

8.3.1 Соберите схему, приведенную на рис. 1.

8.3.2 В качестве эталонной емкости  $C_0$  включите меру СА6221D-30-10 с включенным значением емкости 30 пФ и  $\text{tg}\delta=5 \cdot 10^{-5}$ , а в качестве измеряемой емкости  $C_x$  - меру ME-01 с номиналом 1000 пФ.

8.3.3 Введите в память поверяемого моста действительные значения емкости и тангенса угла потерь эталонной меры  $C_0$ .

8.3.4 Задайте рабочее напряжение на выходе калибратора 100 В частотой 50 Гц.

8.3.5 С помощью поверяемого моста измерьте значения емкости  $C_x$  и тангенса  $\text{tg} \delta_x$  измеряемой меры. Измерения проводите в режиме усреднения при числе измерений  $n \geq 5$ .

8.3.6 Результаты измерений занесите в соответствующие столбцы таблицы 3.

8.3.7 Повторите операции по п.п. 8.3.4 - 8.3.6, подключив в качестве измеряемой емкости меру ME-01 с номиналом 10000 пФ.

8.3.8 Подключите в качестве эталонной емкости  $C_0$  меру ME-01 номиналом 10000 пФ, а в качестве измеряемой емкости используйте меру ME-01 номиналом 1000 пФ.

8.3.9 Повторите операции по п.п. 8.3.3 - 8.3.6.

Таблица 3 – Результаты измерения емкостей

| Номинальное значение эталонной меры $C_0$ , пФ | Действительное значение измеренной емкости $C_{\text{действ}}$ , пФ | Измеренное значение емкости $C_{\text{хизм}}$ , пФ | Измеренное значение тангенса угла потерь $\text{tg}\delta_x$ | Расхождение $\delta C$ , % |
|--|---|--|--|----------------------------|
| 30   | 999,98  |  |  |                            |
|  | 9999,9  |  |  |                            |
| 10000  | 999,98  |  |  |                            |

8.3.10 Вычислите расхождение между измеренным значением емкостей  $C_x$  и действительными значениями  $C_{\text{действ}}$  измеренной емкости по формуле:

$$\delta C = 100 \cdot (C_{\text{хизм}} - C_{\text{действ}}) / C_{\text{действ}}, \%$$

8.3.11 Результаты измерений считаются удовлетворительными, если  $\delta C \leq \pm 0,1\%$ .

### 8.4 Определение абсолютной погрешности измерения тангенса угла потерь

**ВНИМАНИЕ!** Все меры должны подключаться по трехзажимной схеме.

8.4.1 Соберите схему, приведенную на рис. 1.

8.4.2 В качестве эталонной емкости  $C_0$  включите меру ME-01 номиналом 1000 пФ, а в качестве измеряемой меры СА6221D-30-10 с включенным номинальным значением емкости 30 пФ и  $\text{tg}\delta=5 \cdot 10^{-5}$ .

8.4.3 Введите в память поверяемого моста действительные значения емкости и тангенса угла потерь эталонной меры  $C_0$ .

8.4.4 Задайте рабочее напряжение на выходе калибратора 100 В частотой 50 Гц.

8.4.5 С помощью поверяемого моста измерьте значения емкости  $C_x$  и тангенса  $\text{tg}\delta_x$  измеряемой меры. Измерения проводите в режиме усреднения при числе измерений  $n \geq 5$ .

8.4.6 Результаты измерений занесите в соответствующие столбцы таблицы 4.

8.4.7 Повторите операции по п.п. 8.4.4 - 8.4.6, подключив в качестве измеряемой емкости меру СА6221D-30-10 с включенным номинальным значением емкости 30 пФ и последовательно включая номинальные значения  $\text{tg}\delta=1 \cdot 10^{-4}$ ,  $1 \cdot 10^{-3}$ ,  $1 \cdot 10^{-2}$ ,  $1 \cdot 10^{-1}$ .

Таблица 4 – Результаты измерения тангенса угла потерь

| Действительное значение измеренного $\text{tg}\delta_{\text{действ}}$ | Измеренное значение $\text{tg}\delta_{\text{хизм}}$ | Расхождение $\Delta \text{tg}\delta$ |
|---|---|--------------------------------------|
| $5 \cdot 10^{-5}$   |   |                                      |
| $1,1 \cdot 10^{-4}$   |   |                                      |

| Действительное значение измеренного $\operatorname{tg}\delta_{\text{действ}}$ | Измеренное значение $\operatorname{tg}\delta_{\text{хизм}}$ | Расхождение $\Delta\operatorname{tg}\delta$ |
|---|---|---|
| $1,01 \cdot 10^{-3}$  |   |   |
| $9,98 \cdot 10^{-3}$  |   |   |
| $1,003 \cdot 10^{-1}$   |   |   |
| $9,98 \cdot 10^{-3}$  |   |   |
| $1,003 \cdot 10^{-1}$   |   |   |

8.4.8. Вычислите расхождение между измеренным значением емкостей  $\operatorname{tg}\delta_{\text{хизм}}$  и действительными значениями  $\operatorname{tg}\delta_{\text{действ}}$  измеренных тангенсов угла потерь по формуле:

$$\Delta\operatorname{tg}\delta = \operatorname{tg}\delta_{\text{хизм}} - \operatorname{tg}\delta_{\text{действ}}$$

8.4.9. Результаты измерений считаются удовлетворительными, если  $\Delta\operatorname{tg}\delta \leq \pm 5 \cdot 10^{-5}$ .

### 8.5 Определение относительной основной погрешности измерения рабочего напряжения и относительной основной погрешности измерения частоты рабочего напряжения

8.5.1 Соберите схему, приведенную на рис.1.

8.5.2 Подключите в качестве эталонной емкости  $C_0$  меру ME-01 номиналом 10000 пФ, а в качестве измеряемой емкости используйте меру ME-01 номиналом 1000 пФ.

8.5.3 Введите в память поверяемого моста действительные значения емкости и тангенса угла потерь эталонной меры  $C_0$ .

8.5.4 Задайте рабочее напряжение на выходе калибратора 10 В частотой 50 Гц.

8.5.5 Произведите измерение напряжение и частоты, результаты занесите в таблицу 5.

Таблица 5 – Результаты измерения напряжения и частоты

| Номинальное значение напряжения $U_0$ , В | 10 | 30 | 50 | 70 | 100 |
|---|----|----|----|----|-----|
| Измеренное значение напряжения $U_x$ , В  |    |    |    |    |     |
| Измеренное значение частоты $f_x$ , Гц    |    |    |    |    |     |

8.5.6 Повторите операции по п.п. 8.5.2 - 8.5.5 последовательно установив на выходе калибратора рабочее напряжение 30, 50, 70, 100 В частотой 50 Гц.

8.5.7 Вычислите расхождение между измеренными значениями  $U_x$  и номинальными значениями  $U_0$  напряжения по формуле:

$$\delta U = 100 \cdot (U_x - U_0) / U_0, \%$$

8.5.8 Вычислите расхождение между измеренными значениями  $f_x$  и номинальными значениями  $f_0$  частоты по формуле:

$$\delta f = 100 \cdot (f_x - f_0) / f_0, \%$$

8.5.9 Результаты измерений считаются удовлетворительными, если  $\delta U \leq \pm 2,0 \%$ , а  $\delta f \leq \pm 1,0 \%$ .

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверке согласно требованиям нормативных документов (НД) Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

9.2 Допускается вместо оформления свидетельства о поверке на корпус устройства наносить оттиск поверительного клейма (пломбы) таким образом, чтобы гарантировалась невозможность вскрытия корпуса без нарушения целостности оттиска, а в паспорте в разделе «Поверка изделия в эксплуатации» наносить подпись поверителя и оттиск поверительного клейма.

9.3 При отрицательных результатах свидетельство о поверке не выдается, ранее выданное свидетельство о поверке аннулируется, запись о поверке в паспорте на устройство гасится и выдается извещение о непригодности согласно требованиям НД Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

Начальник отдела 206.1  
ФГУП «ВНИИМС»



В.В. Киселев

Научный сотрудник отдела 206.1  
ФГУП «ВНИИМС»



А.В. Леонов