


УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИМС»
по производственной метрологии


Н.В. Иванникова

мая 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 0,5Гц ... 10 МГц	0,025% 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, 8.6
Мера электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь	2, 4, 8, 16 и 30 пФ 5·10 ⁻⁵ ... 0,1	0,01% 1·10 ⁻⁵	CA6221D- 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.

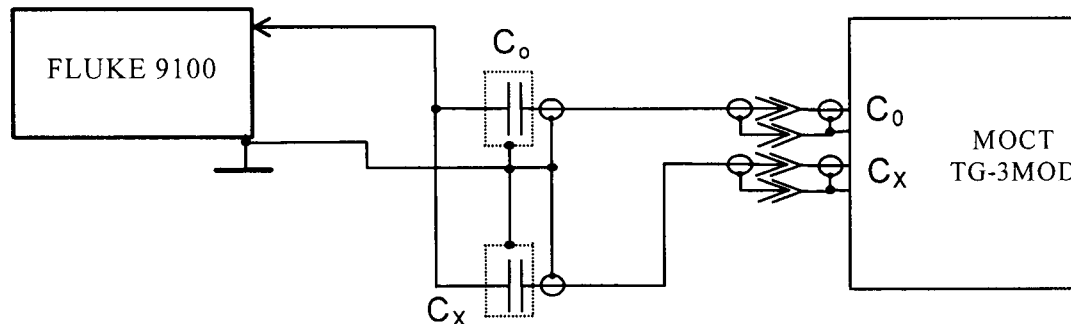


Рисунок 1 – схема измерений

C_o - 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_o 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_o .

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 δC , %
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 меру 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 $\text{tg}\delta_{\text{действ}}$	Измеренное значение $\text{tg}\delta_{\text{хизм}}$	Расхождение $\Delta\text{tg}\delta$
$1,01 \cdot 10^{-3}$		
$9,98 \cdot 10^{-3}$		
$1,003 \cdot 10^{-1}$		
$9,98 \cdot 10^{-3}$		
$1,003 \cdot 10^{-1}$		

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

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

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

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