

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО
Директор ООО «Евротест»

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИМС»
по производственной метрологии



С.О. Волков

2021 г.



А.Е. Коломин

2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ИЗМЕРИТЕЛИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ЕМКОСТИ И ТАНГЕНСА УГЛА
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ
ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ
HFJS**

Методика поверки
МП 206.1-064-2021

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на измерители электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь высоковольтные HFJS (далее по тексту – измерители), изготавливаемые Jinan Hengfeng Electric Power Equipment Co. LTD, Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

На поверку представляются измерители, укомплектованные в соответствии с руководством по эксплуатации, и комплект следующей технической и нормативной документации:

- руководство по эксплуатации;
- методика поверки.

При проведении поверки следует руководствоваться указаниями, приведенными в п.п. 2 – 6 настоящей методики поверки и руководстве по эксплуатации.

Поверяемые средства измерений должны иметь прослеживаемость к ГЭТ 175-2019, ГЭТ 191-2019 и ГЭТ 14-2014.

Методом, обеспечивающим реализацию методики поверки, является метод непосредственного сличения поверяемого средства измерений с рабочим эталоном-мерой и рабочим эталоном того же вида.

Допускается проводить периодическую поверку для меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений на основании письменного заявления владельца СИ, оформленного в произвольной форме.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 – Перечень операций при первичной и периодических поверках

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции | |
|---|-------------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | первичная поверка | периодическая поверка |
| 1 Внешний осмотр | 7 | Да | Да |
| 2 Опробование | 8.3 | Да | Да |
| 3 Проверка программного обеспечения | 9 | Да | Да |
| 4 Проверка абсолютной погрешности измерений электрической емкости | 10.1 | Да | Да |
| 5 Проверка абсолютной погрешности измерений электрической емкости и тангенса угла потерь | 10.2 | Да | Да |
| 6 Проверка абсолютной погрешности воспроизведений напряжения и частоты переменного тока | 10.3 | Да | Да |
| 7 Проверка относительной погрешности измерений сопротивления постоянному току (только для модификаций HFJS-8008E, HFJS-8010M, HFJS-8208E, HFJS-8210M, HFJS-8108E, HFJS-8110M, HFJS-8308E, HFJS-8310M) | 10.4 | Да | Да |

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Поверка должна проводиться при следующих условиях окружающей среды:

- температура окружающей среды, °С от +15 до +25;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106;
- относительная влажность воздуха, % от 10 до 80.

3.2 Напряжение питающей сети переменного тока частотой 50 Гц, действующее значение напряжения 220 В. Допускаемое отклонение от нормального значения при поверке ± 10 %. Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения не более 5 %. Остальные характеристики сети переменного тока должны соответствовать ГОСТ 32144-2013.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускают специалистов из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучивших настоящую методику поверки и руководство пользователя/руководство по эксплуатации на поверяемое СИ и имеющих стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

4.2 Специалист должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право проведения работ в электроустановках с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III до и выше 1000 В и выше.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться основные и вспомогательные средства измерений и оборудование, указанные в таблицах 2 и 3.

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 |
| Делитель напряжения | от 1 до 20 кВ | $\pm 0,5\%$ | ДН-20э | 1 | 10.3 |
| Вольтметр универсальный | U~ от 1 до 100 В f от 45 до 65 Гц | U~ $\pm 0,01\%$ f $\pm 0,001 \cdot f_x$ | В7-78/1 | 1 | 10.3 |
| Магазин сопротивлений высокоомный | от 1 МОм до 500 ГОм | $\pm 1,0\%$ | РСВ-3 | 1 | 10.4 |
| Конденсатор измерительный высоковольтный | до 100 пФ | $\pm 0,1\%$ | КИВ-10 | 1 | 10.1, 10.3 |
| Мера электрической емкости и тангенса угла потерь | С: от 2 до 30 пФ tgδ: от $1 \cdot 10^{-4}$ до 0,1 | С: $\pm 0,3\%$ tgδ: $\pm 0,002 \cdot \text{tg}\delta_x$ | СА6221D -30-10 | 1 | 10.2 |

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

| Наименование | Требуемые технические характеристики | | Рекомендуемый тип | Количество | Номер пункта методики поверки |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------|-------------------------------|
| | Диапазон измерения | Погрешность или класс точности | | | |
| Измеритель нелинейных искажений автоматических | от 20 Гц до 19,9 кГц | $\pm(0,05 \cdot K + 0,05)$ | С6-11 | 1 | 3 |
| Барометр-анероид метеорологический | от 80 до 106 кПа | $\pm 0,2$ кПа | БАММ-1 | 1 | 3 |
| Гигрометр психометрический | от 10 до 90% от 0 до 25°C | $\pm 7\%$; $\pm 0,2^\circ$ | ВИТ-1 | 1 | 3 |

5.2 Для проведения поверки допускается применение других средств, не приведенных в таблицах 2 и 3, при условии обеспечения ими необходимой точности измерений.

5.3 Контрольно-измерительная аппаратура и средства поверки, применяемые при поверке, должны обеспечивать требуемую точность и иметь действующие свидетельства о поверке, свидетельства об аттестации эталонов единиц величин, сертификаты калибровки или аттестаты.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

Перед проведением поверки необходимо ознакомиться с настоящей методикой, эксплуатационной документацией на поверяемые СИ и средства поверки.

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

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

- отсутствие механических повреждений измерителя, ЖК-дисплея, соединительных кабелей и разъемов, влияющих на его работоспособность;
- соответствие требованиям комплектности и маркировки, приведенным в РЭ;
- заводской номер и модификация, нанесенные на корпус измерителя, должны быть четкими и не допускать неоднозначности в прочтении.

7.2 Соответствие требованиям комплектности и маркировки, а также отсутствие внешних механических повреждений проверяются визуально.

7.3 Результат операции поверки по 7.1 считается положительным, если отсутствуют внешние механические повреждения, а комплектность и маркировка соответствуют требованиям РЭ.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

8.2 До проведения поверки поверителю надлежит ознакомиться с эксплуатационной документацией на поверяемое СИ и используемые средства поверки.

8.3 Опробование

8.4.1 Опробование проводят путем проверки работоспособности измерителя после включения тумблера «POWER», его дисплея и органов управления.

8.4.2 Результат операции считается положительным, если измеритель включается, ЖК-дисплей корректно отображает всю информацию и органы управления функционируют.

8.4.3 При получении отрицательных результатов измеритель направляется в ремонт.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

При включении необходимо проверить номер версии программного обеспечения, установленного в измеритель.

Результат операции считается положительным, если номер версии программного обеспечения не ниже, чем V2.6.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Проверка абсолютной погрешности измерений электрической емкости

10.1.1 Проверка проводится с помощью конденсатора измерительного высоковольтного КИВ-10 (далее – конденсатор).

10.1.2 Соберите схему в режиме испытания незаземленного образца при подаче высокого напряжения от встроенного источника, приведенную на рисунке 1.

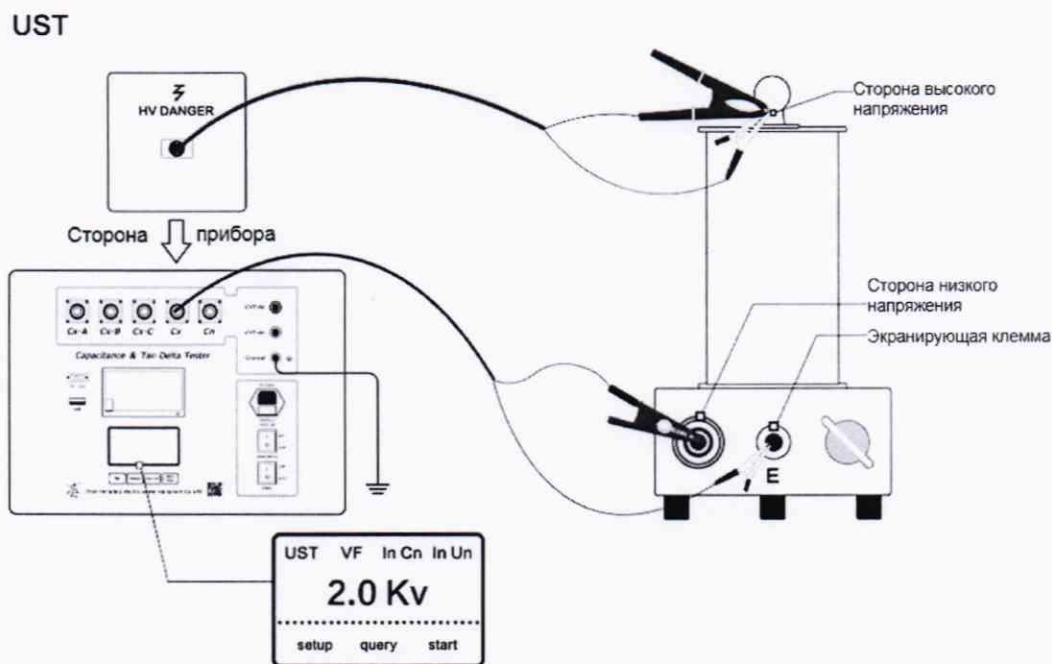


Рисунок 1 – Схема проверки абсолютной погрешности измерений электрической емкости и тангенса угла потерь

10.1.3 Включите питание приборов и дайте им прогреться.

10.1.4 На поверяемом измерителе включите режим испытания незаземленного образца при подаче высокого напряжения от встроенного источника.

10.1.5 Включите с измерителя подачу на вход конденсатора значение напряжения 0,5 кВ и дождитесь окончания измерений. Результаты измерений занесите в таблицу 4.

10.1.6 Повторите операции по п.10.1.5 подавая с измерителя значение напряжения $0,25 \cdot U_{\text{ном}}$; $0,5 \cdot U_{\text{ном}}$; $0,75 \cdot U_{\text{ном}}$; $1,0 \cdot U_{\text{ном}}$ (где $U_{\text{ном}}$ – номинальное значение напряжения для поверяемой модификации 10 или 12 кВ). По окончании измерений отключите тумблер «Internal HV» и заземлите схему.

Таблица 4 – Результаты измерений электрической емкости

| U, кВ | C_0 , пФ | C_x , пФ | ΔC , пФ | $\Delta C_{\text{доп}}$, пФ |
|-----------------------------|------------|------------|-----------------|------------------------------|
| 0,5 | | | | $\pm(0,01 \cdot C_x + 1)$ |
| $0,25 \cdot U_{\text{ном}}$ | | | | |
| $0,5 \cdot U_{\text{ном}}$ | | | | |
| $0,75 \cdot U_{\text{ном}}$ | | | | |
| $1,0 \cdot U_{\text{ном}}$ | | | | |

где:

- C_0 – паспортное значение электрической емкости конденсатора КИВ-10;
- C_x – значение электрической емкости, измеренное поверяемым измерителем;
- ΔC – абсолютная погрешность измерений электрической емкости поверяемым измерителем;
- $\Delta C_{\text{доп}}$ – допустимое значение ΔC .

10.2 Проверка абсолютной погрешности измерений электрической емкости и тангенса угла потерь

10.2.1 Проверка проводится с помощью меры электрической емкости и тангенса угла потерь СА6221D-30-10 (далее – мера).

10.2.2 Соберите схему, приведенную на рисунке 1.

10.2.3 Включите питание приборов и дайте им прогреться.

10.2.4 На поверяемом измерителе включите режим испытания незаземленного образца при подаче высокого напряжения от встроенного источника, а на мере номинальные значения электрической емкости 4 пФ и тангенса угла потерь $1 \cdot 10^{-4}$.

10.2.5 Включите с измерителя подачу на вход меры значение напряжения 1 кВ и дождитесь окончания измерений. Результаты измерений занесите в таблицу 5.

10.2.6 Повторите операции по п.10.2.5 подавая с измерителя значение напряжения равное 10 кВ.

10.2.7 Повторите операции по п.10.2.5 – 10.2.6 подавая с измерителя значение напряжения 1 или 10 кВ на меру, включая на ней последовательно все остальные значения C_0 и $\text{tg}\delta_0$ в соответствии с таблицей 5.

10.2.8 По окончании измерений отключите тумблер «Internal HV» и заземлите схему.

Таблица 5 – Результаты измерений электрической емкости и тангенса угла потерь

| U, кВ | C_0 , пФ | $\text{tg}\delta_0$ | C_x , пФ | $\text{tg}\delta_x$ | ΔC , пФ | $\Delta \text{tg}\delta$ | $\Delta C_{\text{доп}}$, пФ | $\Delta \text{tg}\delta_{\text{доп}}$ |
|-------|------------|---------------------|------------|---------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------|--|
| 1 | 4 | $1 \cdot 10^{-4}$ | | | | | $\pm(0,01 \cdot C_x + 1)$ | $\pm(0,01 \cdot \text{tg}\delta_x + 0,0004)$ |
| 10 | | | | | | | | |
| 1 | 4 | $1 \cdot 10^{-3}$ | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 1 | 4 | $1 \cdot 10^{-2}$ | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 1 | 4 | $1 \cdot 10^{-1}$ | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 1 | 30 | $1 \cdot 10^{-4}$ | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 1 | 30 | $1 \cdot 10^{-3}$ | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 1 | 30 | $1 \cdot 10^{-2}$ | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |
| 1 | 30 | $1 \cdot 10^{-1}$ | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | |

где:

- C_0 и $\text{tg}\delta_0$ – паспортные значения электрической емкости и тангенса угла потерь меры СА6221D-30-10;

- C_x и $\text{tg}\delta_x$ – значения электрической емкости и тангенса угла потерь, измеренные поверяемым измерителем;

- ΔC и $\Delta \text{tg}\delta$ – абсолютная погрешность измерений электрической емкости и тангенса угла потерь поверяемым измерителем;

- $\Delta C_{\text{доп}}$ и $\Delta \text{tg}\delta_{\text{доп}}$ – допустимые значения ΔC и $\Delta \text{tg}\delta$.

10.3 Проверка абсолютной погрешности воспроизведений напряжения и частоты переменного тока

10.3.1 Проверка проводится с помощью конденсатора измерительного высоковольтного КИВ-10, делителя напряжения ДН-2э0 и вольтметра универсального В7-78/1.

10.3.2 Соберите схему, приведенную на рисунке 2, при этом подключение конденсатора производите по схеме, приведенной на рисунке 1.

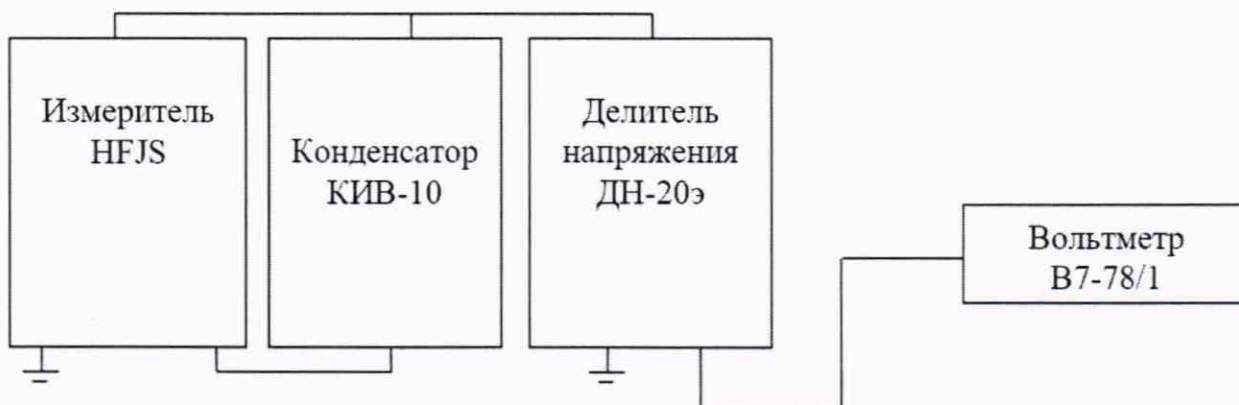


Рисунок 2 – Схема проверки абсолютной погрешности воспроизведений напряжения и частоты переменного тока

10.3.3 Включите питание приборов и дайте им прогреться. На поверяемом измерителе включите режим испытания незаземленного образца при подаче высокого напряжения от встроенного источника, а на вольтметре В7-78/1 режим измерений напряжения переменного тока.

10.3.4 Включите с измерителя подачу на вход конденсатора и делителя значение напряжения 1 кВ и дождитесь окончания измерений. Во время измерений одновременно фиксируйте значения напряжения и частоты на измерителе и вольтметре. Результаты измерений занесите в таблицу 6.

10.3.5 Повторите операции по п.10.3.4 подавая с измерителя значение напряжения $0,5 \cdot U_{\text{ном}}$ и $1,0 \cdot U_{\text{ном}}$ (где $U_{\text{ном}}$ – номинальное значение напряжения для поверяемой модификации 10 или 12 кВ). По окончании измерений отключите тумблер «Internal HV» и заземлите схему.

Таблица 6 – Результаты измерений напряжения и частоты переменного тока

| U, кВ | U_0 , кВ | f_0 , Гц | U_x , кВ | f_x , Гц | ΔU , кВ | Δf , Гц | $\Delta U_{\text{доп}}$, кВ | $\Delta f_{\text{доп}}$, Гц |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|
| 1 | | | | | | | $\pm(0,015 \cdot U_x + 10)$ | $\pm 0,01$ |
| $0,5 \cdot U_{\text{ном}}$ | | | | | | | | |
| $1,0 \cdot U_{\text{ном}}$ | | | | | | | | |

где:

- U_0 и f_0 – значения напряжения и частоты, измеренные ДН-20э + В7-78/1;
- U_x и f_x – значения напряжения и частоты, измеренные поверяемым измерителем;
- ΔU и Δf – абсолютная погрешность измерений напряжения и частоты поверяемым измерителем;
- $\Delta U_{\text{доп}}$ и $\Delta f_{\text{доп}}$ – допустимые значения ΔU и Δf .

10.4 Проверка относительной погрешности измерений сопротивления постоянному току (только для модификаций HFJS-8008E, HFJS-8010M, HFJS-8208E, HFJS-8210M, HFJS-8108E, HFJS-8110M, HFJS-8308E, HFJS-8310M)

10.4.1 Проверка проводится с помощью магазина сопротивлений высокоомного RCB-3 (далее – магазин).

10.4.2 Соберите схему, приведенную на рисунке 3.

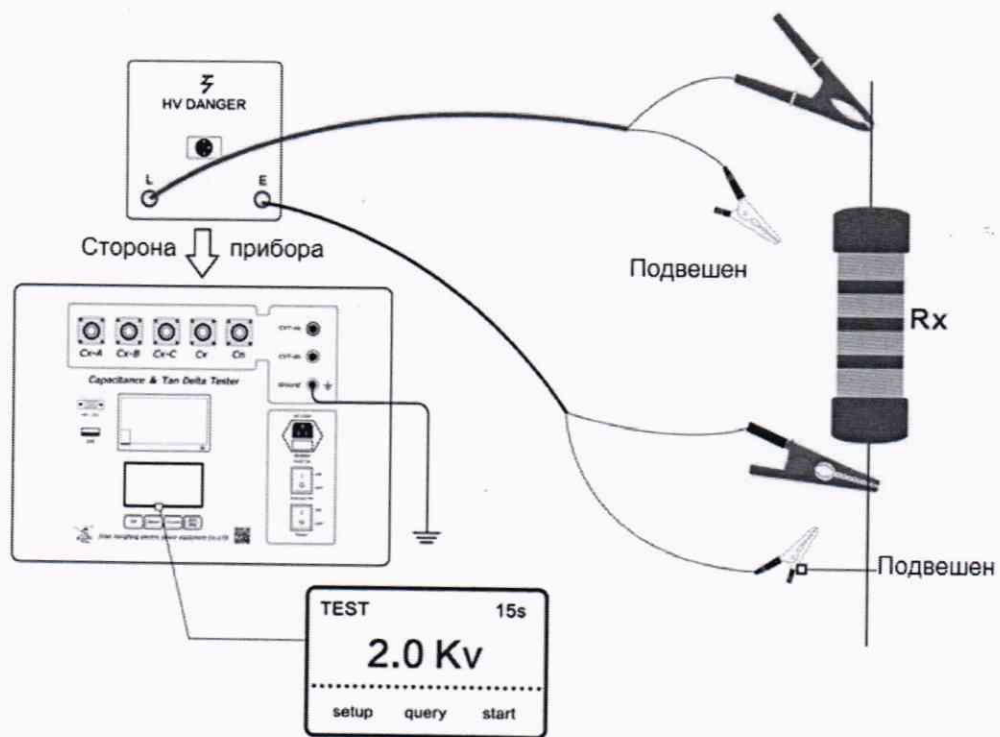


Рисунок 3 – Схема проверки относительной погрешности измерений сопротивления постоянному току

- 10.4.3 Включите питание приборов и дайте им прогреться.
 10.4.4 На поверяемом измерителе включите режим измерения сопротивления изоляции.
 10.4.5 На магазине включите номинальное значение сопротивления равное 10^6 Ом.
 10.4.6 Включите на измерителе начало измерений и дождитесь их окончания. Результаты измерений занесите в таблицу 7.
 10.4.7 Повторите операции по п.10.4.6 для остальных значений сопротивления на магазине, указанные в таблице 7. По окончании измерений заземлите схему.

Таблица 7 – Результаты измерений сопротивления постоянному току

| R_0 , Ом | R_x , Ом | δR , % | $\delta R_{\text{доп}}$, % |
|-------------------|------------|----------------|-----------------------------|
| $1 \cdot 10^6$ | | | ±5 |
| $1 \cdot 10^{10}$ | | | |
| $1 \cdot 10^{11}$ | | | ±10 |
| $5 \cdot 10^{11}$ | | | |

где:

- R_0 – номинальное значение сопротивления на магазине RCB-3;
- R_x – значение сопротивления, измеренное поверяемым измерителем;
- δR – относительная погрешность измерений сопротивления поверяемым измерителем;
- $\delta R_{\text{доп}}$ – допустимое значение δR .

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Для каждого измерения из таблиц 4 и 5 рассчитайте погрешность измерений по формулам:

$$\Delta C = C_x - C_o \quad (1);$$

$$\Delta \operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} \delta_x - \operatorname{tg} \delta_o \quad (2).$$

11.2 Для каждого измерения из таблицы 6 рассчитайте погрешность измерений по формулам:

$$\Delta U = U_x - U_o \quad (3);$$

$$\Delta f = f_x - f_o \quad (4).$$

11.3 Для каждого измерения из таблицы 7 рассчитайте погрешность измерений по формуле:

$$\delta R = 100 \cdot (R_x - R_o) / R_o \quad (5).$$

Результаты расчетов погрешностей занести в соответствующие ячейки таблиц 4, 5, 6 и 7.

11.4 Результат операции проверки считается удовлетворительным, если полученные значения погрешностей не превышают допустимых пределов, указанных в соответствующих ячейках таблиц 4, 5, 6 и 7.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Положительные и отрицательные результаты поверки оформляются в соответствии с требованиями нормативных документов (НД) Министерства промышленности и торговли РФ.

Начальник отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»



С.Ю. Рогожин

Начальник сектора отдела 206.1
ФГУП «ВНИИМС»



А.В. Леонов