



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора

С.А. Денисенко
« 25 » 2025 г.

ГСИ. ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА ТОЛ-СВЭЛ

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
РТ-МП-237-201/1.1-2025**

г. Москва

2025

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – методика) применяется с момента утверждения настоящей методики для поверки трансформаторов тока ТОЛ-СВЭЛ (далее – трансформаторы), используемых в качестве средств измерений в соответствии с государственной поверочной схемой от 21.07.2023 № 1491 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока». Поверка вновь выпускаемых и находящихся в эксплуатации трансформаторов тока ТОЛ-СВЭЛ проводится по настоящей методике поверки.

1.2 Трансформаторы прослеживаются к ГЭТ 152-2023.

1.3 Определение метрологических характеристик трансформаторов осуществляется дифференциальным (нулевым) методом.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблицах 1 и 2 настоящей методики поверки.

Таблица 1 – Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для измерений

Класс точности	Первичный ток, % от номинального значения	Пределы допускаемой погрешности			Диапазон вторичной нагрузки, % от номинального значения
		токовой	угловой		
		%	мин	срад	
0,2S	1	±0,75	±30	±0,9	25-100
	5	±0,35	±15	±0,45	25-100
	20	±0,2	±10	±0,3	25-100
	100	±0,2	±10	±0,3	25-100
	120	±0,2	±10	±0,3	25-100
0,2	5	±0,75	±30	±0,9	25-100
	20	±0,35	±15	±0,45	25-100
	100	±0,2	±10	±0,3	25-100
	120	±0,2	±10	±0,3	25-100
0,5S	1	±1,5	±90	±2,7	25-100
	5	±0,75	±45	±1,35	25-100
	20	±0,5	±30	±0,9	25-100
	100	±0,5	±30	±0,9	25-100
	120	±0,5	±30	±0,9	25-100
0,5	5	±1,5	±90	±2,7	25-100
	20	±0,75	±45	±1,35	25-100
	100	±0,5	±30	±0,9	25-100
	120	±0,5	±30	±0,9	25-100
1	5	±3,0	±180	±5,4	25-100
	20	±1,5	±90	±2,7	25-100
	100	±1,0	±60	±1,8	25-100
	120	±1,0	±60	±1,8	25-100
3	50	±3,0	не норм.		50-100
	120	±3,0	не норм.		50-100
10	50	±10	не норм.		50-100
	120	±10	не норм.		50-100

Таблица 2 - Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для защиты

Класс точности	Пределы допускаемой погрешности		
	при номинальном первичном токе		
	токовой	угловой	
	%	мин	срад
5P; 5PR	± 1	± 60	$\pm 1,8$
10P; 10PR	± 3	не норм.	не норм.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 Выполняемые при поверке операции указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень операций, выполняемых при поверке

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Контроль условий поверки	да	да	3
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений	да	да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

В случае отрицательного результата поверки хотя бы по одному пункту поверку прекращают, а средство измерений считается непригодным к применению. Поверка не производится до устранения выявленных замечаний.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды: от плюс 15 °С до плюс 35 °С;
- атмосферное давление – от 85 до 105 кПа;
- относительная влажность воздуха – от 30 % до 80 %;
- параметры сети электропитания – по ГОСТ 32144;
- отклонение частоты источника питающего напряжения при поверке

трансформаторов не более ± 5 % от номинальной частоты.

3.2 Перед проведением поверки трансформаторы выдерживают на месте поверки не менее двух часов.

3.3 Средства поверки подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в эксплуатационной документации на них.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационную документацию на поверяемые трансформаторы и средства поверки.

4.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, непосредственно осуществляющие поверку средств данного вида измерений, прошедшие инструктаж по технике безопасности, имеющие удостоверение на право работы в электроустановках напряжением до 1000 В и группу по электробезопасности не ниже III.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При поверке трансформаторов должны использоваться основные и вспомогательные средства поверки, указанные в таблице 4. Эталоны единиц величин должны быть аттестованы, средства измерений, используемые при поверке должны быть утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке.

Таблица 4 - Перечень основных и вспомогательных средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от плюс 15 °С до плюс 25 °С с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности не более $\pm 0,7$ °С; Средства измерений влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений не более $\pm 2,5$ %; Средства измерений давления в диапазоне от 70 до 106,7 кПа с пределами допускаемой основной относительной погрешности измерений $\pm 1,5$ %; Средства измерений формы кривой напряжения источника питания (синусоидальная, с коэффициентом искажения не более 5 %)	Измеритель-регистратор комбинированный Librotech SX 100-P, рег.№ 80508-20; Прибор электроизмерительный эталонный многофункциональный Энергомонитор-3.1К, рег. № 35427-07
п. 8.2 Проверка сопротивления изоляции	Измеритель сопротивления изоляции в диапазоне измерений сопротивления от 0 до 10000 МОм с относительной погрешностью не более ± 15 %	Мегаомметр ЭС0202/2-Г, рег.№14883-95
п. 9. Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталон единицы коэффициента и угла фазового сдвига масштабного преобразования синусоидального тока, соответствующий требованиям к рабочим эталонам 2 разряда по приказу Росстандарта от 21 июля 2023 года №1491 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока» для средств измерений коэффициента и угла фазового сдвига масштабного преобразования	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5, рег.№ 27007-04;

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	<p>синусоидального тока»;</p> <p>Прибор сравнения с диапазоном измерений токовой погрешности от -20 % до +20 % и угловой погрешности от -600 до +600 мин;</p> <p>Нагрузочное устройство с номинальным значением переменного тока 1 и 5 А, диапазоном значений полной мощности нагрузки от 5 до 50 В·А и погрешностью ± 4 %;</p> <p>Источник тока до 4800 А</p>	<p>Прибор сравнения КНТ-05, рег. № 37854-08;</p> <p>Магазин нагрузок МР 3027, рег. № 34915-07;</p> <p>Регулируемый источник тока РИТ-5000</p>

Примечание

Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 4.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки соблюдают требования ГОСТ 12.1.019, ГОСТ 12.3.019, а также выполняют комплекс мероприятий по обеспечению безопасности, установленных приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. № 903н «Об утверждении правил по охране труда при эксплуатации электроустановок».

Следует также соблюдать требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на средства поверки.

6.2 Перед любыми переключениями в цепях схем поверки следует убедиться, что питание установки отключено и ток первичной цепи поверяемого трансформатора отсутствует. Отключение питания проводят при помощи коммутационного устройства, расположенного до регулятора напряжения или непосредственно после него.

6.3 При определении погрешностей одной из обмоток трансформатора, имеющих две и более вторичных обмоток, каждая из которых размещена на отдельном магнитопроводе, другие вторичные обмотки должны быть замкнуты на нагрузку, не превышающую номинального значения, или накоротко.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

- выводы вторичной обмотки должны быть исправны и снабжены маркировкой;
- отдельные части трансформаторов должны быть прочно закреплены;
- на табличке трансформатора должны быть четко указаны его паспортные данные.

7.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются все вышеуказанные требования.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1. Перед проведением поверки выполняются следующие подготовительные работы:

- изучается паспорт и руководство по эксплуатации на поверяемый трансформатор и на применяемые средства поверки;
- подготавливаются к работе средства поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

8.2. Проверка сопротивления изоляции обмоток.

Проверка сопротивления изоляции проводится в соответствии с п.10.2 ГОСТ 8.217-2024:

8.2.1 Сопротивление изоляции обмоток у трансформаторов, предназначенных для эксплуатации в целях с напряжением более 30 В, проверяют для каждой обмотки между соединенными вместе контактными выводами обмоток и корпусом при помощи мегаомметра с номинальным испытательным напряжением 1000 В – для вторичных и промежуточных обмоток трансформаторов всех классов напряжения.

8.2.2 Значения сопротивления изоляции должны быть не менее значений, указанных в ГОСТ 7746-2015 при нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150:

- 20 МОм – для вторичных обмоток трансформаторов на номинальное напряжение 0,66 кВ;

- 50 МОм – для вторичных обмоток трансформаторов на номинальное напряжение 3 кВ и выше.

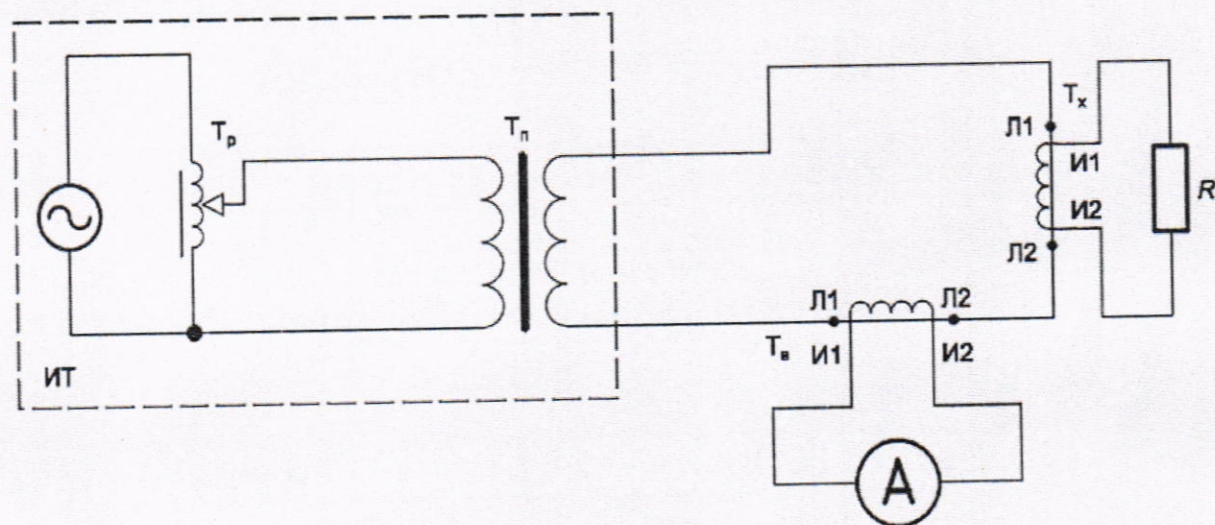
8.2.3 Если значения сопротивления изоляции менее значений, указанных в ГОСТ 7746-2015 (п. 8.2.2 настоящей методики поверки), то трансформатор к дальнейшей поверке не допускается и результат поверки считается отрицательным.

8.2.4 Результаты считаются удовлетворительными, если они соответствуют требованиям п. 6.3.8 ГОСТ 7746-2015 (п. 8.2.2 настоящей методики поверки).

8.3. Размагничивание

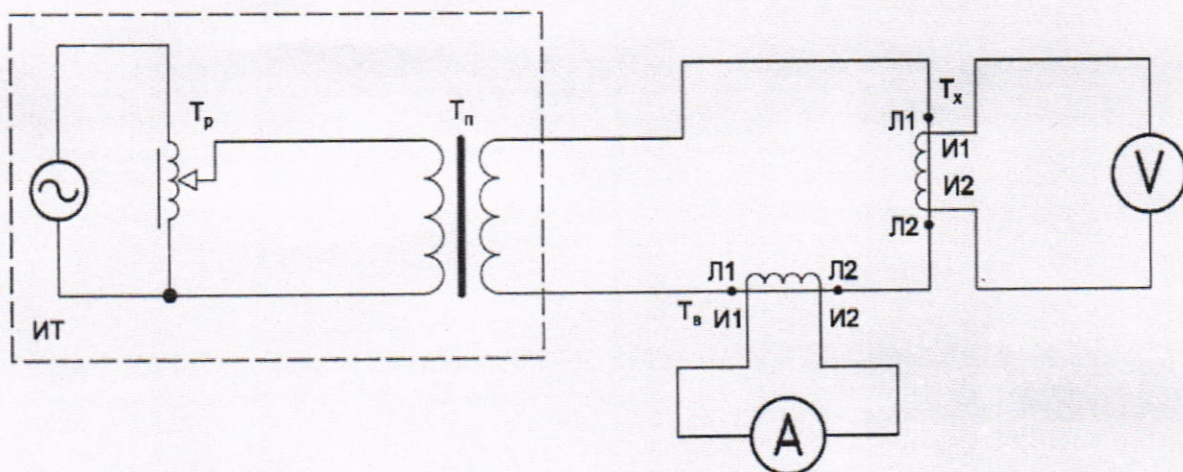
Размагничивание проводится одним из способов, указанных в п.10.3 ГОСТ 8.217-2024:

8.3.1 Схемы размагничивания приведены на рисунках 1, 2 и 3. Размагничивание проводится на переменном токе при частоте 50 Гц. Трансформаторы с номинальной частотой свыше 50 Гц допускается размагничивать при номинальной частоте.



ИТ — регулируемый источник синусоидального тока; ~ — сеть (генератор); T_p — регулирующее устройство (автотрансформатор); T_n — понижающий силовой трансформатор; T_x — поверяемый трансформатор; $T_в$ — вспомогательный трансформатор; R — резистор

Рисунок 1 – Схема размагничивания трансформатора первым способом



ИТ — регулируемый источник синусоидального тока; ~ — сеть (генератор); Т_р — регулирующее устройство (автотрансформатор); Т_н — понижающий силовой трансформатор; Т_х — проверяемый трансформатор; Т_в — вспомогательный трансформатор

Рисунок 2 – Схема размагничивания трансформатора вторым способом

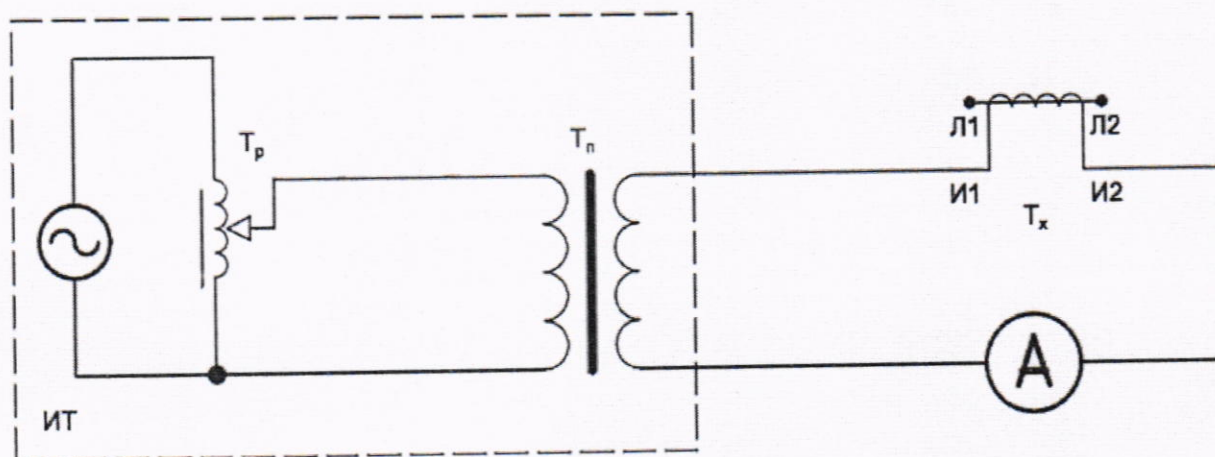


Рисунок 3 – Схема размагничивания трансформатора третьим способом

8.3.2 У трансформаторов с несколькими вторичными обмотками, каждая из которых размещена на отдельном магнитопроводе, размагничивается каждый магнитопровод. Допускается размагничивание различных магнитопроводов выполнять одновременно.

8.3.3 Трансформаторы размагничиваются одним из указанных ниже способов.

8.3.3.1 Первый способ указан на рисунке 1. Вторичная обмотка замыкается на резистор мощностью не менее 250 Вт и сопротивлением R, рассчитываемым (с отклонением в пределах $\pm 10\%$) по формуле:

$$R = \frac{250}{I_{\text{ном}}^2} \quad (1)$$

где $I_{\text{ном}}$ — номинальный вторичный ток проверяемого трансформатора, А.

Если проверяемый трансформатор имеет несколько вторичных обмоток, каждая из которых расположена на своем магнитопроводе, то обмотки, расположенные на остальных магнитопроводах, замыкаются накоротко.

Через первичную обмотку пропускается номинальный первичный ток, затем ток плавно (в течение 1-2 минут) уменьшается до значения, не превышающего 2 % от номинального.

8.3.3.2 Второй способ указан на рисунке 2. Через первичную обмотку трансформатора при разомкнутой вторичной обмотке пропускается ток, равный 10 % от номинального значения первичного тока, затем ток плавно снижается до значения, не превышающего 0,2 % от номинального. Если при токе в первичной обмотке, составляющем 10 % от номинального

значения первичного тока, амплитудное напряжение на вторичной обмотке превышает 75 % от напряжения, указанного в ГОСТ 7746-2015 при испытании межвитковой изоляции, то размагничивание начинается при меньшем значении тока, при котором индуктируемое напряжение во вторичной обмотке, не превышает указанного.

Примечание – При поверке трансформаторов на предприятии-изготовителе (при выпуске из производства) или при ремонте допускается совмещать размагничивание с испытанием межвитковой изоляции или измерением тока намагничивания.

8.3.3.3 Третий способ указан на рисунке 3. Через вторичную обмотку трансформатора при разомкнутой первичной обмотке пропускается ток, равный 10 % от номинального значения вторичного тока, затем ток плавно снижается до значения, не превышающего 0,2 % от номинального.

8.4. Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов

8.4.1 Правильность обозначения контактных зажимов и выводов определяется по схеме поверки в соответствии с рисунком 4.

8.4.2 Поверяемый трансформатор и рабочий эталон включаются в соответствии с маркировкой контактных зажимов по схеме, приведенной на рисунке 4. Затем плавно увеличивается первичный ток до значения, составляющего 5 %-10 % от номинального значения первичного тока. В случае правильной маркировки выводов поверяемого трансформатора на приборе сравнения токов можно определить соответствующие значения погрешностей. При неправильном обозначении контактных зажимов и выводов или неисправности поверяемого трансформатора срабатывает защита в приборе сравнения токов. В этом случае трансформатор к дальнейшей поверке не допускается и результат поверки считается отрицательным.

8.4.3 Результаты считаются удовлетворительными, если на приборе сравнения можно определить соответствующие значения погрешностей.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Токовые и угловые погрешности трансформаторов определяются по схеме в соответствии с рисунком 4.

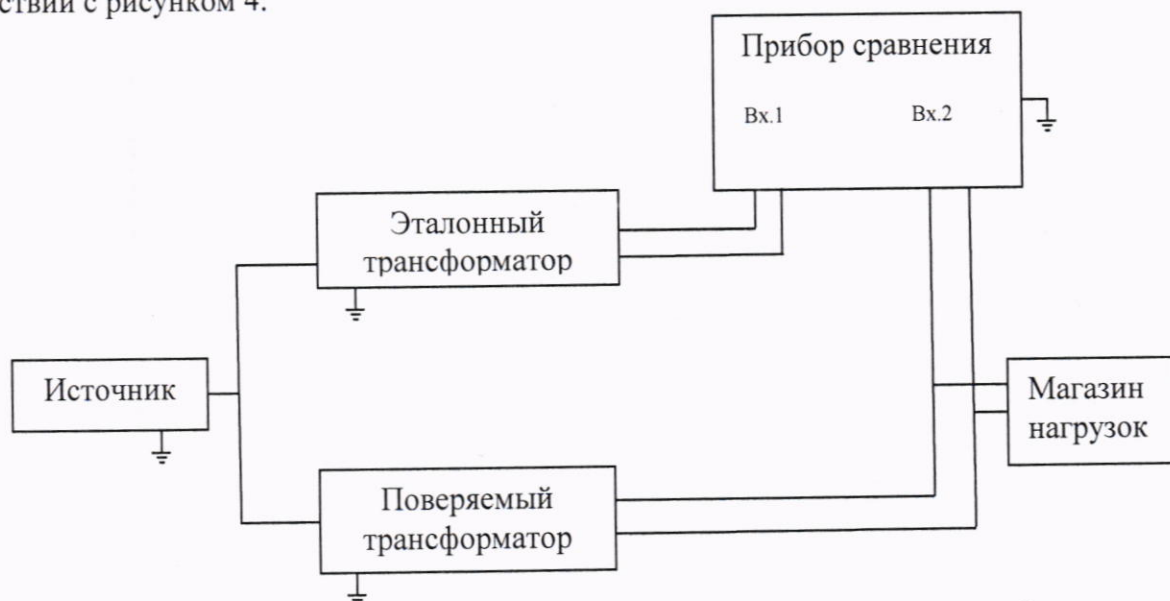


Рисунок 4 – Схема определения токовых и угловых погрешностей трансформаторов

9.2 Определение метрологических характеристик обмоток трансформаторов классов точности 0,2S и 0,5S (токовая и угловая погрешности) проводится по п. 10.5 ГОСТ 8.217-2024 при значениях испытательных режимов, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень испытательных режимов для обмоток трансформаторов класса точности 0,2S и 0,5S

Номер режима	Сила переменного тока	Нагрузка
1	$0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$S_{\text{НОМ}}$
2	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$S_{\text{НОМ}}$
3	$0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$S_{\text{НОМ}}$
4	$I_{\text{НОМ}}$	$0,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$ и $S_{\text{НОМ}}$
5	$1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$0,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$ и $S_{\text{НОМ}}$

9.3 Определение метрологических характеристик обмоток трансформаторов классов точности 0,2; 0,5 и 1 (токовая и угловая погрешности) проводится по п. 10.5 ГОСТ 8.217-2024 при значениях испытательных режимов, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень испытательных режимов для обмоток трансформаторов класса точности 0,2; 0,5 и 1

Номер режима	Сила переменного тока	Нагрузка
1	$0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$S_{\text{НОМ}}$
2	$0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$S_{\text{НОМ}}$
3	$I_{\text{НОМ}}$	$S_{\text{НОМ}}$
4	$1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$0,25 \cdot S_{\text{НОМ}}$ и $S_{\text{НОМ}}$

9.4 Определение метрологических характеристик обмоток трансформаторов классов точности 3 и 10 (токовая погрешность) проводится по п. 10.5 ГОСТ 8.217-2024 при значениях испытательных режимов, указанных в таблице 7.

Таблица 7 – Перечень испытательных режимов для обмоток трансформаторов класса точности 3 и 10

Номер режима	Сила переменного тока	Нагрузка
1	$0,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$S_{\text{НОМ}}$
2	$I_{\text{НОМ}}$	$0,5 \cdot S_{\text{НОМ}}^{1)}$
3	$1,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$	$0,5 \cdot S_{\text{НОМ}}^{1)}$

Примечание

¹⁾ но не менее нижнего предела нагрузки, установленного для соответствующего класса точности

9.5 Определение метрологических характеристик обмоток трансформаторов классов точности 5P, 10P, 5PR и 10PR (токовая и угловая погрешности) проводится по п. 10.5 ГОСТ 8.217-2024 при значениях испытательных режимов, указанных в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень испытательных режимов для обмоток трансформаторов класса точности 5P, 10P, 5PR и 10PR

Номер режима	Сила переменного тока	Нагрузка
1	$I_{\text{НОМ}}$	$S_{\text{НОМ}}$

10. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Средство измерений подтверждает соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, если полученные по результатам поверки погрешности не превышают указанных в таблицах 1 и 2.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки трансформаторов передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510.

11.2 По заявлению владельца трансформатора или лица, представившего его на поверку, положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке по форме, установленной в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510 и (или)

внесением в паспорт трансформатора записи о проведенной поверке. Оформление результатов поверки в паспорте средств измерений, по результатам поверки которых подтверждено их соответствие метрологическим требованиям, включает запись о проведенной поверке в виде «поверка выполнена». Указанная запись заверяется подписью поверителя с расшифровкой подписи (указываются фамилия и инициалы поверителя), наносится знак поверки и указывается дата поверки.

11.3 По заявлению владельца трансформатора или лица, представившего его на поверку, отрицательные результаты поверки оформляют извещением о непригодности к применению средства измерений по форме, установленной в соответствии с приказом Минпромторга РФ от 31.07.2020 г. № 2510, и (или) внесением в паспорт трансформатора соответствующей записи.

11.4 Протокол поверки трансформатора оформляется в произвольной форме.

Заместитель начальника центра 201
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

Ю.А. Шатохина

Начальник лаборатории 201/1.1
НИО 201/1 центра 201
ФБУ «НИЦ ПМ-Ростест»

А.А. Куцобин