

УТВЕРЖДАЮ
Технический директор ООО «ИЦРМ»



М.С. Казаков

М.П. «19» 2020 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА ТГМ

Методика поверки

ИЦРМ-МП-217-20

**г. Москва
2020**

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика предусматривает методы и средства проведения первичной и периодической поверок трансформаторов тока ТГМ, изготавливаемых Акционерным обществом «Раменский электротехнический завод Энергия» (АО «РЭТЗ Энергия»), г. Раменское Московской области, содержащих в своем составе вторичные обмотки для защиты с классами точности 5PR и/или 10PR по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015.

Трансформаторы тока ТГМ (далее по тексту – трансформаторы) предназначены для передачи сигналов измерительной информации средствам измерений, устройствам защиты, автоматике, сигнализации и управления в электрических установках переменного тока промышленной частоты на номинальные напряжения 35, 110, 220 кВ.

Интервал между поверками (межповерочный интервал) – 8 лет.

1 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

1.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 1.

1.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается и прибор бракуется.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Пункт методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Проверка сопротивления изоляции	8.2	Да	Да
2. Размагничивание	8.3	Да	Да
3. Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов	8.4	Да	Да
4. Определение погрешностей	8.5	Да	Да
5. Определение коэффициента остаточной магнитной индукции	8.6	Да	Нет

2 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от +10 до +30 °С;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа.

3 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются поверители из числа сотрудников организаций, аккредитованных на право проведения поверки в соответствии с действующим законодательством РФ, изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации на поверяемое средство измерений и имеющие стаж работы по данному виду измерений не менее 1 года.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, перечисленные в таблицах 2 и 3.

4.2 Допускается применять другие средства поверки, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Тип средства поверки
8.2	Измеритель сопротивления, увлажнённости и степени старения электроизоляции МИС-5000 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 34590-07)
8.3	Источник тока регулируемый ИТ5000. Диапазон силы переменного тока от 0 до 6000 А
8.4 – 8.5	Источник тока регулируемый ИТ5000. Диапазон силы переменного тока от 0 до 6000 А. Трансформатор тока эталонный двухступенчатый ИТТ-3000.5 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 19457-00). Прибор сравнения КНТ-05 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 37854-08). Магазин нагрузок МР 3027 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 34915-07)
8.6	Источник питания постоянного тока. Выходное напряжение постоянного тока от 12 до 48 В. Мощность не менее 3 кВт. Миллиомметр цифровой GOM-801G (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 21181-01). Осциллограф цифровой запоминающий TDS1012 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 24019-06). Шунт токовый АКПП-7501 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 49121-12)

Таблица 3 – Вспомогательные средства поверки

Измеряемая величина	Диапазон измерений	Класс точности, погрешность	Тип средства поверки
Температура окружающего воздуха	от 0 до 55 °С	±0,3 °С	Термометр ртутный стеклянный лабораторный ТЛ-4
Относительная влажность воздуха	от 10 до 100 %	±(2–6) %	Психрометр аспирационный М-34-М
Атмосферное давление	от 80 до 106 кПа	±0,2 кПа	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1
Напряжение питающей сети переменного тока	от 5 до 462 В	±0,1 %	Измеритель электрических параметров качества, мощности и количества электрической энергии телеметрический LPW-305-1
Частота питающей сети	от 42,5 до 57,5 Гц	±0,01 Гц	

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

К проведению поверки допускаются лица, прошедшие проверку знаний правил техники безопасности и эксплуатации электроустановок напряжением свыше 1 кВ и имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже IV.

Перед поверкой должны быть выполнены следующие мероприятия:

1. Проверены документы, подтверждающие электрическую безопасность.
2. Проведены технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ 12.2.007.3-75.
3. Все средства измерений, участвующие в поверке, должны быть надежно заземлены.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Внешний осмотр проводить по п. 9.1 ГОСТ 8.217-2003.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перед поверкой должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

1. Средства измерений, используемые при поверке, должны быть поверены и подготовлены к работе согласно их руководствам по эксплуатации.
2. Поверяемое средство измерений должно быть подготовлено и опробовано в соответствии с руководством по эксплуатации.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Метрологические характеристики трансформаторов тока ТГМ

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение для модификаций		
	ТГМ-35	ТГМ-110	ТГМ-220
Номинальное напряжение, кВ	35	110	220
Номинальный первичный ток, А	от 15 до 2000		
Номинальный вторичный ток, А	1 и/или 5		
Номинальная вторичная нагрузка обмоток для защиты, В·А	от 3 до 50		
Класс точности вторичных обмоток для защиты по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015	5PR; 10PR		

8.2 Проверка сопротивления изоляции
Поверку проводить по п. 9.2 ГОСТ 8.217-2003.

8.3 Размагничивание
Поверку проводить по п. 9.3 ГОСТ 8.217-2003.

8.4 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов
Поверку проводить по п. 9.4 ГОСТ 8.217-2003.

8.5 Определение погрешностей

Поверку проводить по п. 9.5 ГОСТ 8.217-2003.

Пределы допускаемых погрешностей вторичных обмоток для защиты с классами точности 5PR; 10PR должны соответствовать таблице 205 ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015.

8.6 Определение коэффициента остаточной магнитной индукции

Определение коэффициента остаточной магнитной индукции проводить согласно ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015 «Трансформаторы измерительные. Часть 2. Дополнительные требования к трансформаторам тока» по схеме с постоянным источником напряжения.

Определение коэффициента остаточной магнитной индукции проводить в следующем порядке:

1. Измерить с помощью миллиомметра сопротивление вторичной обмотки трансформатора тока R_{ct} и установить сопротивление шунта $R_{ш}$ в пределах от 0,1 до 1 Ом.
2. Собрать схему измерений согласно рисунку 1.
3. Измерение напряжения на выводах вторичной обмотки трансформатора $U_m(t)$ и напряжения на шунте $U_{ш}(t)$ проводить с помощью цифрового осциллографа. Запись осциллограмм начинать не позднее момента замыкания выключателя. Частота дискретизации должна быть не менее 1 Мега/выборки в секунду ($4 \cdot 10^{-6}$ с.). Развертку по напряжению на канале осциллографа, измеряющем $U_m(t)$, устанавливать исходя из напряжения на выводах источника E . Развертку по напряжению на канале осциллографа, измеряющем $U_{ш}(t)$, устанавливать исходя из рассчитанного по формуле (1) максимального значения напряжения на шунте в опыте:

$$U_{ш.max} = \frac{E}{R_{ct} + R_{ш}} R_{ш} \quad (1)$$

где $U_{ш.max}$ – максимальное расчетное напряжение на шунте, В;
 E – номинальное постоянное напряжение источника, В;
 $R_{ш}$ – сопротивление шунта, определенное в пункте 1, Ом;
 R_{ct} – сопротивление вторичной обмотки трансформатора тока, определенное в пункте 1, Ом.

4. Замкнуть выключатель S на время, достаточное для наступления насыщения сердечника, факт которого определяется выходом напряжения $U_m(t)$ на установившейся режим и снижением значения этого напряжения на 1-2 порядка, относительно начальной величины. Разомкнуть выключатель. Измерение и запись напряжений $U_m(t)$ и $U_{ш}(t)$ требуется проводить до момента выхода напряжения на вторичной обмотке на установившееся нулевое значение после размыкания выключателя.
5. Определить ток намагничивания $i_m(t)$ через вторичную обмотку трансформатора тока по формуле (2)

$$i_m(t) = \frac{U_{ш}(t)}{R_{ш}} \quad (2)$$

где $i_m(t)$ – ток намагничивания, А;
 $U_{ш}(t)$ – напряжение на шунте, измеренное с помощью цифрового осциллографа, В;
 $R_{ш}$ – сопротивление шунта, Ом.

6. На основании записанных с помощью цифрового осциллографа сигналов напряжения на выводах вторичной обмотки $U_m(t)$ и рассчитанного тока через вторичную обмотку $i_m(t)$ определить зависимость потокосцепления $\Psi(t)$ от времени, для чего выполнить интегрирование напряжения в соответствии с формулой (3):

$$\Psi(t) = \int_0^t (U_m(t) - R_{ct} \cdot i_m(t)) dt \quad (3)$$

где dt – шаг дискретизации по времени, с;

$\Psi(t)$ – результирующее значение потокосцепления в зависимости от времени, Вб.

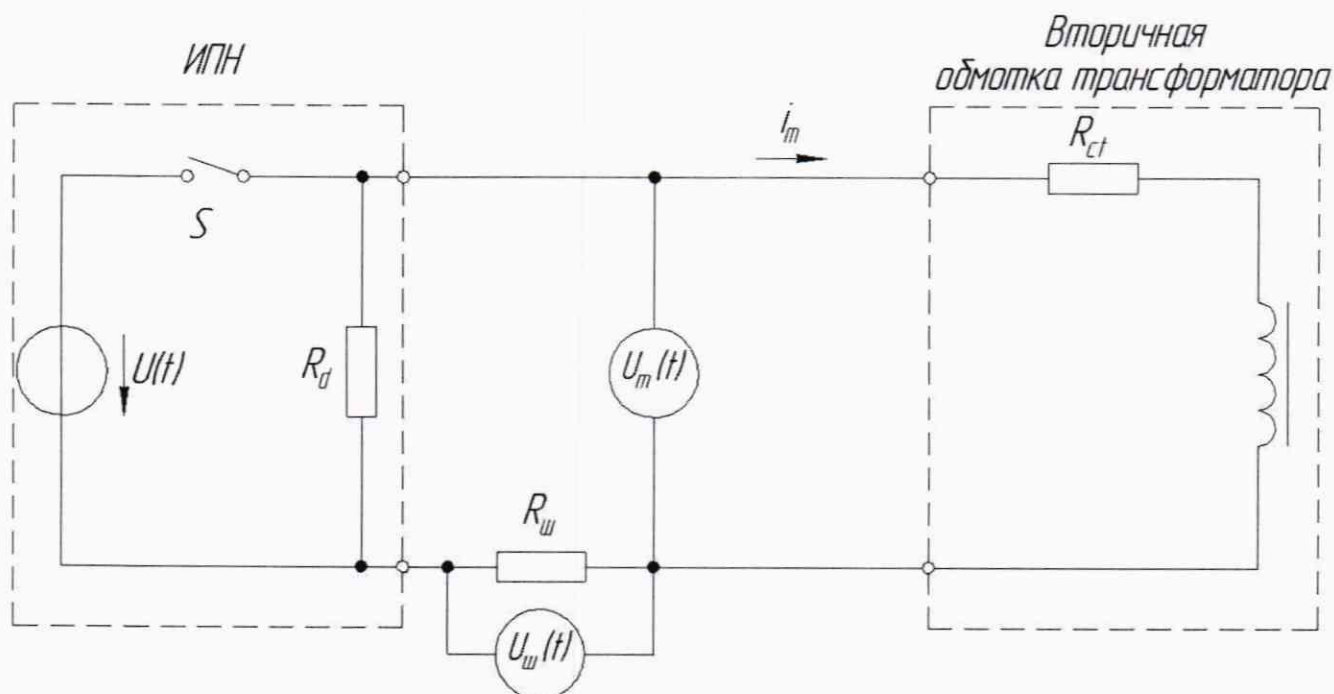


Рисунок 1 – Схема определения коэффициента остаточной магнитной индукции

- где $ИПН$ – источник постоянного напряжения;
 S – выключатель;
 R_d – демпфирующий резистор для ограничения скачка напряжения, сопровождающего обрыв тока через индуктивность обмотки трансформатора тока после размыкания ключа;
 $R_{сг}$ – сопротивление вторичной обмотки трансформатора тока;
 $R_{ш}$ – сопротивление шунта.
 $i_m(t)$ – ток намагничивания испытуемой обмотки, рассчитанный по формуле (2).
 $U_m(t)$ – напряжение на испытуемой обмотке, измеренное с помощью цифрового осциллографа.
 $U_{ш}(t)$ – напряжение на шунте, измеренное с помощью цифрового осциллографа.

7. Полученные результаты измерений и расчетов занести в таблицу 5. Количество точек, занесенных в протокол, должно быть достаточным для определения максимального значения потокосцепления.

Таблица 5 – Результирующие значения напряжения на испытуемой обмотке, тока намагничивания и потокосцепления.

t	$U_{ш}(t), В$	$U_m(t), В$	$i_m(t), А$	$\Psi(t), Вб$
0	$U_{ш}(0)$	$U_m(0)$	$i_m(0)$	$\Psi(0)$
$t_1 = 0 + dt$	$U_{ш}(t_1)$	$U_m(t_1)$	$i_m(t_1)$	$\Psi(t_1)$
$t_2 = t_1 + dt$	$U_{ш}(t_2)$	$U_m(t_2)$	$i_m(t_2)$	$\Psi(t_2)$
...
t	0	0	0	$\Psi(t)$

8. Характерный вид зависимости напряжения на испытуемой обмотке $U_m(t)$ и тока намагничивания $i_m(t)$, протекающего через испытуемую обмотку, от времени представлены на рисунке 2.

9 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

Процедуры обработки результатов измерений, полученных при определении метрологических характеристик, а также критерии положительных результатов поверки, приведены в соответствующих пунктах методики поверки.

Критерием для принятия поверителем решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, является соответствие результатов поверки по всем пунктам методики характеристикам, приведенным в описании типа средства измерений и настоящей методике.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Оформление результатов поверки производить в соответствии с требованиями Приказа Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815.

При положительных результатах поверки в паспорт трансформатора наносится знак поверки.

При отрицательных результатах поверки трансформатор не допускается к дальнейшему применению, знак предыдущей поверки гасится и выдается извещение о непригодности.

Ведущий инженер
ООО «ИЦРМ»



Л.А. Филимонова