

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор

ООО «ИЦРМ»



М. С. Казаков

2020 г.

М.П.

Государственная система по обеспечению единства измерений

Трансформаторы тока

ТВ-ТМ-35

Методика поверки

ИЦРМ-МП-112-20

г. Москва

2020 г.

Содержание

1 Общие положения.....	3
2 Операции поверки.....	4
3 Средства поверки.....	4
4 Требования к квалификации поверителей.....	5
5 Требования безопасности.....	5
6 Условия поверки.....	5
7 Подготовка к поверке.....	6
8 Проведение поверки.....	6
9 Оформление результатов поверки.....	11

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок трансформаторов тока ТВ-ТМ-35 с обмотками, изготовленными по ПНСТ-283-2018 (далее – трансформаторы ТВ-ТМ-35).

1.2 Трансформаторы ТВ-ТМ-35 подлежат поверке с периодичностью, устанавливаемой потребителем с учётом режимов и интенсивности эксплуатации, но не реже одного раза в 8 лет.

1.3 На первичную поверку следует предъявлять трансформаторы ТВ-ТМ-35 до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта.

1.4 На периодическую поверку следует предъявлять трансформаторы ТВ-ТМ-35 в процессе эксплуатации и хранения.

1.5 Метрологические характеристики трансформаторов ТВ-ТМ-35 приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики трансформаторов ТВ-ТМ-35

Наименование характеристики	Значение
Номинальное напряжение $U_{ном}$, кВ	от 0,66 до 750
Номинальный первичный ток $I_{1ном}$, А	от 50 до 40000
Диапазон первичных токов, % от $I_{1ном}$, у вторичных обмоток: - для измерений с классами точности 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 0,2S; 0,5S по ПНСТ-283-2018 - для измерений с классами точности 3; 5; 10 и для защиты по ПНСТ-283-2018	от 0,1 до 200 от 1 до 120
Номинальный вторичный ток $I_{2ном}$, А	от 1 до 5
Номинальная вторичная нагрузка с коэффициентом мощности $\cos\varphi_2=1$, В·А для вторичных обмоток по ПНСТ-283-2018	от 0,1 до 15 ¹⁾
Номинальная вторичная нагрузка с индуктивно-активным коэффициентом мощности $\cos\varphi_2=0,8$ В·А: - для вторичных обмоток по ПНСТ-283-2018	от 3 до 100
Класс точности вторичных обмоток: - для измерений по ПНСТ-283-2018 - для защиты по ПНСТ-283-2018	0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 3; 5; 10; 0,2S; 0,5S 5P; 10P; 5PR; 10PR
Номинальная предельная кратность вторичных обмоток для защиты, $K_{ном}$, по ПНСТ-283-2018	от 2 до 300
Номинальный коэффициент безопасности приборов вторичных обмоток, $K_{бном}$, для измерений по ПНСТ-283-2018	от 2 до 30
Коэффициент остаточной магнитной индукции K_r , %, не более	10
Номинальная постоянная времени замкнутого вторичного контура T_s , с, не более	10
Количество вторичных обмоток/ответвлений (отпаек)	от 1 до 6
Номинальная частота, Гц	50; 60

¹⁾ Трансформаторы в диапазоне номинальных вторичных нагрузок от 0,5 до 15 В·А изготавливаются в расчёте на нагрузку как с $\cos\varphi_2 = 0,8$, так и с $\cos\varphi_2 = 1,0$ в зависимости от заказа.

Примечания:

¹⁾ Сила переменного тока свыше 30000 до 40000 А воспроизводится с помощью нескольких витков.

²⁾ Сила переменного тока свыше 5000 до 40000 А измеряется с помощью нескольких витков.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции	8.2	Да	Да
Размагничивание	8.3	Да	Да
Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов и определение метрологических характеристик	8.4	Да	Да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 При получении отрицательного результата в процессе выполнения любой из операций поверки трансформаторы ТВ-ТМ-35 бракуют и его поверку прекращают.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 3.

Таблица 3

Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
Основные средства поверки		
Установка измерительная для прогрузки первичным током	8.3, 8.4	Установка измерительная для прогрузки первичным током РЕТОМ-30КА (далее – установка РЕТОМ-30КА) рег. № 34958-07
Трансформатор тока измерительный лабораторный	8.3, 8.4	Трансформатор тока измерительный лабораторный ТТИ-5000.5 (далее – ТТИ-5000.5), рег. № 27007-04
Прибор сравнения КНТ-05	8.3, 8.4	Прибор сравнения КНТ-05 (далее – прибор сравнения), рег. № 37854-08
Магазины нагрузок	8.3, 8.4	Магазины нагрузок МР3027, рег. № 34915-07; Магазины нагрузок СА5018-1, СА5018-5, рег. № 71114-18 (далее – магазины нагрузок)
Анализатор трансформаторов тока	8.3, 8.4	Анализатор трансформаторов тока СТ Analyzer (далее – анализатор), рег. № 40316-08

Наименование средства поверки	Номер пункта Методики	Рекомендуемый тип средства поверки и его регистрационный номер в Федеральном информационном фонде или метрологические характеристики
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
Вольтметр	8.3, 8.4	Мультиметр цифровой APPA-98II, (далее – вольтметр), рег. № 51214-12
Амперметр	8.3, 8.4	Амперметр Э539 (далее – амперметр), рег. № 9955-85
ЛАТР однофазный	8.3, 8.4	ЛАТР однофазный TSGC2-3B (далее – ЛАТР), диапазон напряжений вторичной обмотки от 0 до 255 В, мощность 2,5 кВ·А
Источник тока регулируемый	8.3, 8.4	Источник тока регулируемый РИТ-5000 (далее – источник тока), диапазон воспроизведенной силы переменного тока от 0 до 5000 А
Установка для проверки параметров электрической безопасности	8.2	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 (далее – установка GPT-79803), рег. № 50682-12
Измеритель влажности и температуры	8.1 - 8.4	Термогигрометр электронный «CENTER» модель 313, рег. № 22129-09

3.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих проверку характеристик трансформаторов ТВ-ТМ-35 с требуемой точностью.

3.3 Применяемые средства поверки должны быть исправны.

3.4 Средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверитель должен пройти инструктаж по технике безопасности и иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до и выше 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже IV.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок». Должны быть соблюдены также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на трансформаторы и применяемых средств измерений.

5.2 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия применения:
– температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;

- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- провести технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75;
- выдержать трансформаторы ТВ-ТМ-35 в условиях окружающей среды, указанных в п.6.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п.6.1;
- подготовить к работе средства измерений, используемые при поверке, в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Примечания:

1 Для трансформаторов тока, у которых 25 % от номинального значения нагрузки составляет менее 1 В·А, погрешность определяют при нагрузке 1 В·А.

2 Допускается заменять номинальную нагрузку на нагрузку, превышающую номинальную, но не более чем на 25 %, а нагрузку, соответствующую нижнему пределу диапазона нагрузок, - на любую нагрузку, не превышающую этого предела. Если при изменении нагрузки погрешности трансформаторов тока превысят предельно допускаемые значения, проводят повторное определение погрешностей при нагрузках, равных номинальной и нижнему пределу диапазона нагрузок.

3 Если номинальная вторичная нагрузка поверяемого трансформатора отличается от нормированных в ГОСТ 7746-2015 и ПНСТ 283-2018 значений, необходимо подобрать эквивалент нагрузки с учетом индуктивно-активного коэффициента мощности и внутреннего сопротивления применяемого прибора сравнения. Значения эквивалентных нагрузок контролируются при помощи амперметра и вольтметра.

8.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра трансформатора ТВ-ТМ-35 проверяют:

- контактные зажимы или выводы вторичной обмотки должны быть исправны и снабжены маркировкой;
- отдельные части трансформатора ТВ-ТМ-35 должны быть прочно закреплены;
- корпус трансформатора ТВ-ТМ-35 не должен иметь дефектов, приводящих к утечке заполняющей его газовой изоляционной среды;
- на табличке трансформатора ТВ-ТМ-35 должны быть четко указаны его паспортные данные.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если соблюдаются вышеупомянутые требования.

8.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции обмоток у трансформатора ТВ-ТМ-35 проверяют для каждой обмотки между соединенными вместе контактными выводами обмоток и корпусом, обмотанным в металлический лист, при помощи установки ГРТ-79803 с напряжением 1000 В – для первичных и вторичных обмоток трансформатора ТВ-ТМ-35. Сопротивление изоляции контролировать при помощи установки.

Результаты считаются положительными, если измеренные значения электрического сопротивления изоляции составляют не менее 20 МОм для вторичных обмоток с номинальным напряжением 0,66 кВ и не менее 50 МОм для вторичных обмоток с номинальным напряжением от 3 до 750 кВ.

8.3 Размагничивание

Размагничивание проводить одним из четырех указанных в пп. 8.3.1-8.3.4 методов:

8.3.1 Размагничивание по 1-му методу проводить в следующей последовательности:

- 1) Собирают схему согласно рисунку 1.
- 2) Вторичную обмотку замыкают на магазины нагрузок, мощностью не менее $250 \text{ В} \cdot \text{А}$, сопротивление Z , Ом, которых рассчитывается по формуле (1):

$$Z_{2\text{ном}} = S_{2\text{ном}} / I_{2\text{ном}}^2, \quad (1)$$

где $S_{2\text{ном}}$ – номинальная вторичная нагрузка, $\text{В} \cdot \text{А}$;

$I_{2\text{ном}}$ – номинальный вторичный ток трансформатора ТВ-ТМ-35, А.

- 3) Через первичную обмотку пропускают номинальный первичный ток, затем плавно (от 1-й до 2-х минут) уменьшают его до значения, не превышающего 2 % от номинального.

Результаты считаются положительными, если после процедуры размагничивания наблюдается повторяемость вольт-амперной характеристики.

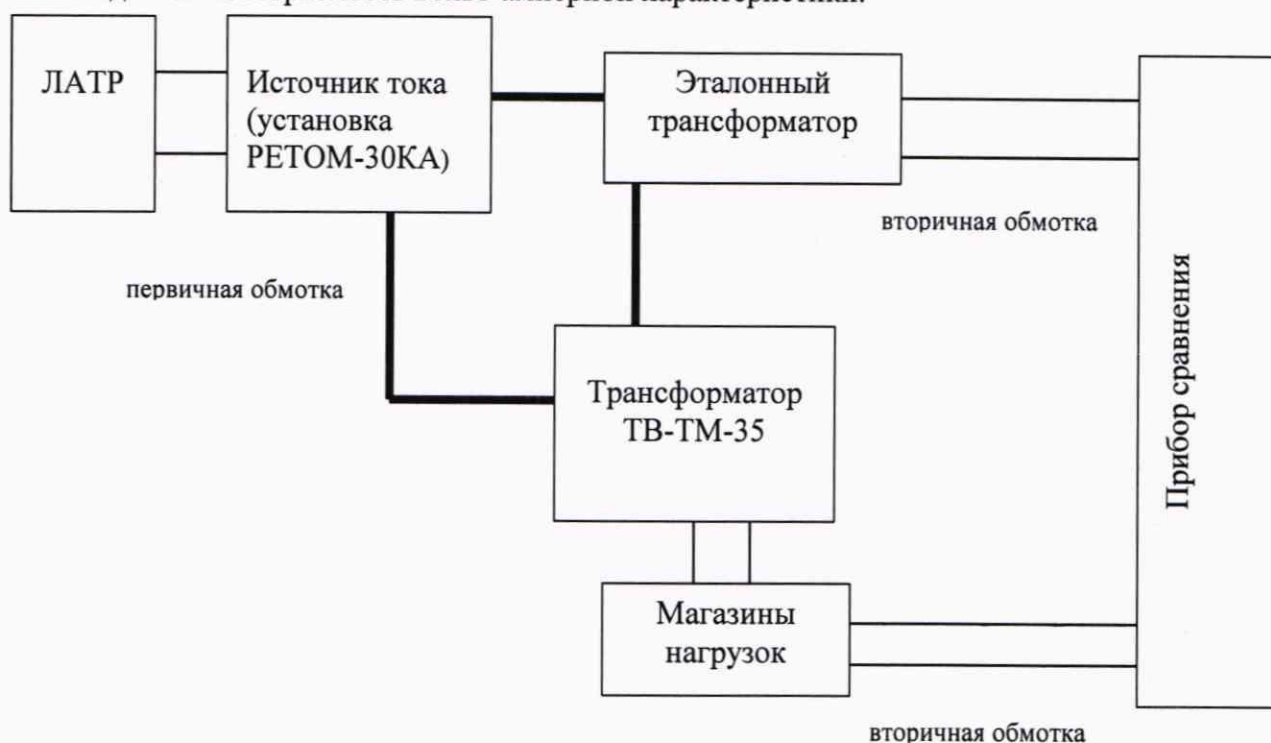


Рисунок 1 – Схема размагничивания по 1-му методу и определения токовой и угловой погрешности

8.3.2 Размагничивание по 2-му методу проводить в следующей последовательности:

- 1) Собирают схему согласно рисунку 2.

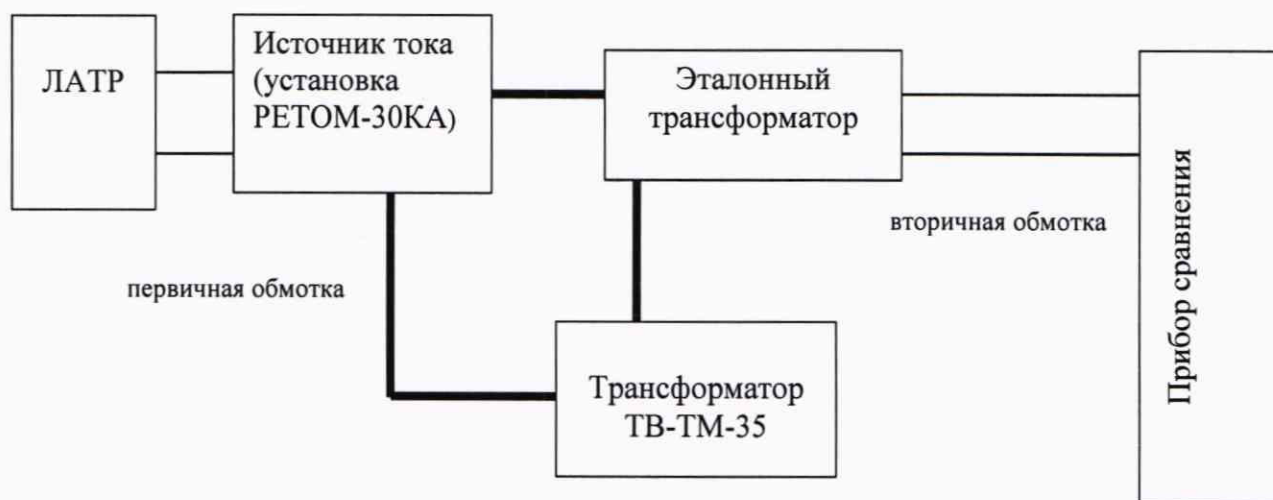


Рисунок 2 – Схема размагничивания по 2-му методу

2) Через первичную обмотку эталонного трансформатора и трансформатора ТВ-ТМ-35 при разомкнутой вторичной обмотке трансформатора ТВ-ТМ-35 пропускают ток, равный 10 % от номинального значения первичного тока, затем плавно снижают его до значения, не превышающего 0,2 % от номинального.

Результаты считаются положительными, если после процедуры размагничивания наблюдается повторяемость вольт-амперной характеристики.

8.3.3 Размагничивание по 3-му методу проводить в следующей последовательности:

1) Собирают схему согласно рисунку 3.



Рисунок 3 – Схема размагничивания по 3-му методу

2) Через вторичную обмотку трансформатора тока при разомкнутой первичной обмотке пропускают ток, равный 10 % от номинального значения вторичного тока, затем плавно снижают его до значения, не превышающего 0,2 % от номинального.

Результаты считаются положительными, если после процедуры размагничивания наблюдается повторяемость вольт-амперной характеристики.

8.3.4 Размагничивание по 4-му методу производить с помощью анализатора в соответствии с его руководством по эксплуатации.

Результаты считаются положительными, если после процедуры размагничивания наблюдается повторяемость вольт-амперной характеристики.

8.4 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов и определение метрологических характеристик

8.4.1 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов проводится одновременно с определением метрологических характеристик. В случае правильной маркировки при работе со схемой определения метрологических характеристик можно определить соответствующие значения погрешности на приборе сравнения.

8.4.2 Определение метрологических характеристик вторичных обмоток для измерений и ее ответвлений (отпаяк) проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему, представленную на рисунке 1;
- 2) подключить ЛАТР, источник тока (установку РЕТОМ-30КА), эталонный трансформатор, магазины нагрузок, прибор сравнения и поверяемый трансформатор согласно их эксплуатационной документации;
- 3) подать значения первичного тока, составляющие 1; 5; 20; 100 и 120 (0,1; 150 и/или 200 для расширенного диапазона) % от номинального значения при номинальной нагрузке, а также при значении первичного тока 100 % или 120 (150 или 200 для расширенного диапазона) % от номинального значения при нагрузке, равной 25 % от номинальной (но не менее 1 В·А) для вторичных измерительных обмоток с классами точности 0,2S, 0,5S, а также подать значения первичного тока, составляющих 5; 20; 100 (0,1; 150 и/или 200 для расширенного диапазона) % от номинального значения при номинальной нагрузке, а также при значении первичного тока 120 (150 или 200 для расширенного диапазона) % от номинального значения при нагрузке, равной 25 % от номинальной (но не менее 1 В·А) для вторичных измерительных обмоток 0,1; 0,2; 0,5; 1,0, а также подать значения первичного тока, составляющие 50; 100; 120 % от номинального значения при номинальной нагрузке, а также при значении первичного тока 120 % от номинального значения при нагрузке, равной 50 % от номинальной (но не менее 1 В·А) для вторичных измерительных обмоток с классами точности 3; 5; 10;

Примечание: воспроизведение силы переменного тока более 36 кА достигается увеличением количества витков вокруг поверяемого трансформатора.

- 4) на приборе сравнения зафиксировать значения токовой и угловой погрешности;
- 5) сравнить значения полученных погрешностей с предельными значениями, указанными в таблице 4.

Таблица 4

Класс точности	Первичный ток, % от номинального значения	Пределы допускаемой токовой погрешности, %	Пределы допускаемой угловой погрешности, ...'
0,2S	0,1*	±1,50	±60
	1	±0,75	±30
	5	±0,35	±15
	20	±0,20	±10
	100 ÷ 120	±0,20	±10
	150 ÷ 200*	±0,20	±10
0,5S	0,1*	±3,00	±180
	1	±1,50	±90
	5	±0,75	±45
	20	±0,50	±30
	100 ÷ 120	±0,50	±30
	150 ÷ 200*	±0,50	±30
0,1	0,1*	±1,60	±60
	5	±0,40	±15
	20	±0,20	±8
	100 ÷ 120	±0,10	±5
	150 ÷ 200*	±0,10	±5
0,2	0,1*	±3,00	±120
	5	±0,75	±30
	20	±0,35	±15
	100 ÷ 120	±0,20	±10

Класс точности	Первичный ток, % от номинального значения	Пределы допускаемой токовой погрешности, %	Пределы допускаемой угловой погрешности, ...'
	150 ÷ 200*	±0,20	±10
0,5	0,1*	±6,00	±360
	5	±1,50	±90
	20	±0,75	±45
	100 ÷ 120	±0,50	±30
	150 ÷ 200*	±0,50	±30
1,0	0,1*	±12,0	±60
	5	±3,0	±15
	20	±1,5	±8
	100 ÷ 120	±1,0	±5
	150 ÷ 200*	±1,0	±5
3	50	±3	–
	100 ÷ 120		
5	50	±5	–
	100 ÷ 120		
10	50	±10	–
	100 ÷ 120		

* Значения для расширенных диапазонов токов.

Результаты считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают предельных значений, указанных в таблице 4.

8.4.3 Определение метрологических характеристик вторичных обмоток для защиты и их ответвлений классов точности 5P; 10P проводить в следующей последовательности:

- 1) собрать схему, представленную на рисунке 1;
- 2) подключить ЛАТР, источник тока (установку РЕТОМ-30КА), эталонный трансформатор, магазины нагрузок, прибор сравнения и поверяемый трансформатор согласно их эксплуатационной документации;
- 3) подать значение номинального первичного тока при номинальной нагрузке;
- 4) на приборе сравнения зафиксировать значения токовой и угловой погрешности;
- 5) сравнить значения полученных погрешностей с предельными значениями, указанными в таблице 5.

Таблица 5

Класс точности	Первичный ток, % от номинального значения	Пределы допускаемой токовой погрешности, %	Пределы допускаемой угловой погрешности, ...'
5P	100	±1	±60
10P	100	±3	Не нормируется

Результаты считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают предельных значений, указанных в таблице 5.

8.4.4 Определение метрологических характеристик вторичных обмоток для защиты и их ответвлений классов точности 5PR; 10PR

8.4.4.1 Определение токовой и угловой погрешности проводить в следующей последовательности:

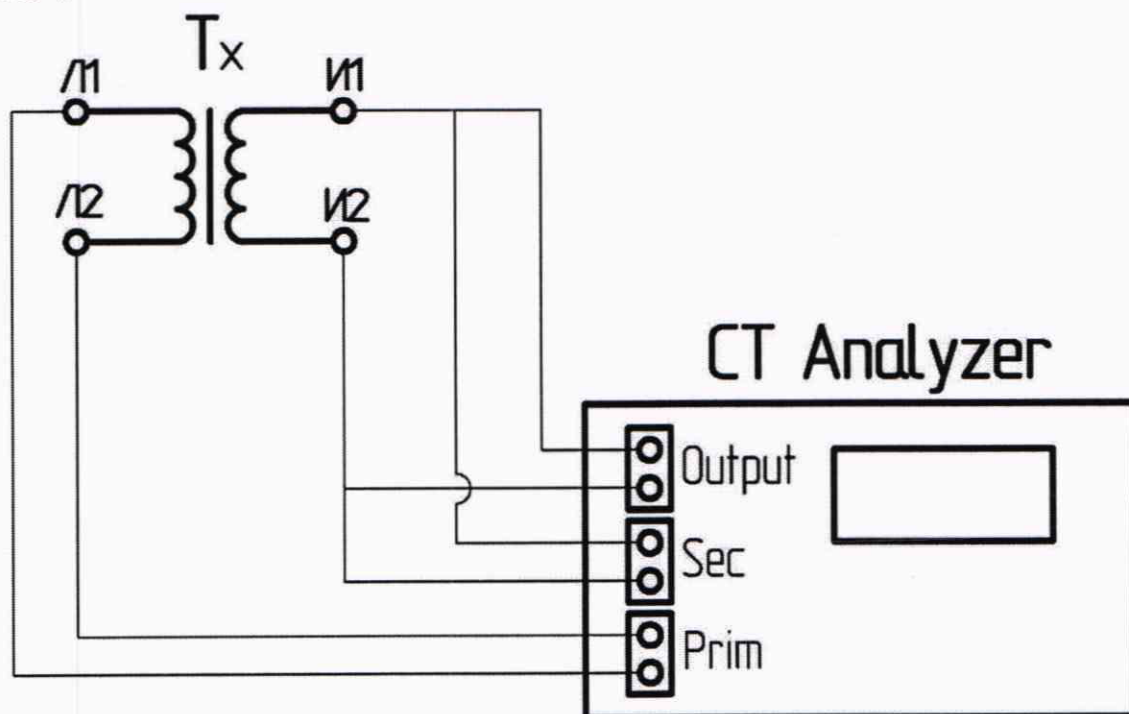
- 1) собрать схему, представленную на рисунке 1;
- 2) подключить ЛАТР, источник тока (установку РЕТОМ-30КА), эталонный трансформатор, магазины нагрузок, прибор сравнения и поверяемый трансформатор согласно их эксплуатационной документации;
- 3) подать значения номинального первичного тока при номинальной нагрузке;
- 4) на приборе сравнения зафиксировать значения токовой и угловой погрешности;
- 5) сравнить значения полученных погрешностей с предельными значениями, указанными в таблице 6.

Таблица 6

Класс точности	Первичный ток, % от номинального значения	Пределы допускаемой токовой погрешности, %	Пределы допускаемой угловой погрешности, ...'
5PR	100	± 1	± 60
10PR	100	± 3	Не нормируется

Результаты считаются положительными, если полученные значения погрешностей не превышают предельных значений, указанных в таблице 6.

8.4.4.2 Определение коэффициента остаточной магнитной индукции K_r проводится с использованием анализатора трансформаторов тока CT Analyzer в соответствии с руководством по эксплуатации на данный прибор по схеме измерений, представленной на рисунке 4.



где:

- T_x – поверяемый трансформатор тока;
- L_1, L_2 – контактные зажимы первичной обмотки;
- I_1, I_2 – контактные зажимы вторичной обмотки.

Рисунок 4 – Схема подключения анализатора трансформаторов тока CT Analyzer к трансформатору ТВ-ТМ-35

Результаты считаются положительными, если полученное значение коэффициента остаточной магнитной индукции K_r не превышает 10 %.

8.4.4.3 Определение постоянной времени замкнутого вторичного контура T_s .

Определение постоянной времени замкнутого вторичного контура T_s проводится с использованием анализатора трансформаторов тока CT Analyzer в соответствии с руководством по эксплуатации на данный прибор по схеме измерений, представленной на рисунке 4.

Результаты считаются положительными, если полученное значение постоянной времени замкнутого вторичного контура T_s не превышает $\pm 30\%$ от номинального значения, указанного в паспорте на трансформатор.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы. В протоколе поверки указывают заводские номера, номера свидетельств о поверке и срок их действия и (или) сроки действия отметок о поверке в паспорте СИ, входящих в состав трансформатора ТВ-ТМ-35.

9.2 При положительных результатах поверки делают соответствующую запись в паспорте трансформатора ТВ-ТМ-35 и (или) оформляют свидетельство о поверке трансформатора ТВ-ТМ-35 с указанием способа поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и (или) делают отметку в паспорте трансформатора ТВ-ТМ-35 о дате очередной поверки. Знак поверки наносят на свидетельство о поверке и (или) в паспорт.

9.3 При отрицательных результатах поверки трансформатор ТВ-ТМ-35 к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают «Извещение о непригодности к применению» с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Технический директор ООО «ИЦРМ»

М.С. Казаков

Инженер II категории ООО «ИЦРМ»

Я. О. Мельников