

СОГЛАСОВАНО:

Президент
Инновационного фонда
«РОСИСПЫТАНИЯ»



С.И.Ерофеев

«10» «12» 2013г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор
ООО «Электрощит-К°»



М.Ф.Маргарян

«10» «12» 2013г.

**Методика поверки
трансформаторов тока ТВ-ЭК
исполнений М1, М2, М3**

ЭК.1.770.000 ПМ5

Составил:
Гл. метролог
ООО «Электрощит-К°»

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to V.I. Levin.

Левинский В.И.

«__» «__» 2013г.

2013г

1 Область применения

Настоящая методика распространяется на трансформаторы тока ТВ-ЭК исп. М1, М2, МЗ, выпускаемые предприятием ООО «Электрощит-К^о», и устанавливает методику их поверки.

Интервал между поверками – 8 лет.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.550-86 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственный специальный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока.

ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 12.3.019-80 Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности.

ГОСТ 7746-2001 Трансформаторы тока. Общие технические условия.

ГОСТ 8711-93 (МЭК 51-2-84) Приборы аналоговые показывающие электроизмерительные прямого действия и вспомогательные части к ним. Часть 2. Особые требования к амперметрам и вольтметрам

ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

ГОСТ 18685-73 Трансформаторы тока и напряжения. Термины и определения.

ГОСТ Р 52002-2003 Электротехника. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 21130-75 Изделия электротехнические. Зажимы заземляющие и знаки заземления. Конструкция и размеры.

ГОСТ 23624-2001 Трансформаторы тока измерительные лабораторные. Общие технические условия.

ТУ 3414-009-52889537-08. Трансформаторы тока ТВ-ЭК. Технические условия.

3 Определения

В настоящей методике поверки применены термины с соответствующими определениями по ГОСТ 18685, ГОСТ Р 52002-2003 и [1].

4 Операции поверки

4.1 При проведении всех видов поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр - по 9.1;
- проверка сопротивления изоляции - по 9.2;
- размагничивание - по 9.3;
- проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов - по 9.4;
- определение погрешностей - по 9.5.

4.2 В случае получения отрицательного результата при выполнении любой операции по 9.1-9.5 поверку прекращают и оформляют ее результаты в соответствии с 10.2.

5 Средства поверки

5.1 Средства поверки, применяемые при проведении поверки, - по таблице 1.

Таблица 1

Наименование средства поверки и его основные характеристики	Номер пункта настоящей методики
Мегомметр с характеристиками по ГОСТ 7746	9.2
- Понижающий силовой трансформатор с регулирующим устройством, обеспечивающим диапазон регулирования от 1% до 120% номинального тока поверяемого трансформатора тока и установку этого тока с погрешностью, не выходящей за пределы $\pm 10\%$; трансформатор тока класса точности не ниже 5 по ГОСТ 7746; амперметр класса точности не ниже 5 по ГОСТ 8711; вольтметр амплитудных значений класса точности 10 по ГОСТ 8711; нагрузочный резистор (значение сопротивления указано в 9.3.3.	9.3
- Понижающий силовой трансформатор по 9.3 - рабочие эталоны - трансформаторы (компараторы) тока 1-го и 2-го разрядов по ГОСТ 8.550; - прибор сравнения токов с допускаемой погрешностью по току в пределах от $\pm 0,03\%$ до $\pm 0,001\%$ и по фазовому углу от $\pm 3,0'$ до $\pm 0,1'$; - нагрузочное устройство поверяемого трансформатора тока (вторичная нагрузка) с погрешностью сопротивления нагрузки при $\cos\varphi=0,8$, не выходящей за пределы $\pm 4\%$	9.4
Средства поверки по 9.4	9.5

5.2 Соотношение погрешностей поверяемых трансформаторов тока и рабочих эталонов - по ГОСТ 8.550.

5.3 Допускается применение других средств поверки с метрологическими и основными техническими характеристиками не хуже приведенных в таблице 1.

5.4 При отсутствии нагрузочного устройства (приложение А) допускается применение действительной нагрузки (или ее эквивалента), с которой работает трансформатор тока и сопротивление которой определено с погрешностью, не выходящей за пределы $\pm 4\%$. Нагрузка должна удовлетворять требованиям ГОСТ 7746 .

6 Требования к квалификации поверителей

К поверке трансформаторов тока допускаются лица, аттестованные на право поверки средств измерений электрических величин, прошедшие обучение для работы с трансформаторами тока и инструктаж по технике безопасности, имеющие удостоверение на право работы на электроустановках напряжением до 1000 В и группу по электробезопасности не ниже III.

7 Требования безопасности

7.1 При проведении поверки соблюдают требования ГОСТ 12.2.007.0, ГОСТ 12.3.019 и [2]-[4].

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

7.2 Перед любыми переключениями в цепях схем поверки (рисунки 2-4) следует убедиться, что питание установки отключено и ток в первичной цепи поверяемого трансформатора отсутствует. Отключение питания проводят при помощи коммутационного устройства, расположенного до регулятора напряжения или непосредственно после него.

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

8 Условия поверки и подготовка к ней

8.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды - от 15 °С до 35 °С;
- атмосферное давление - от 85 до 105 кПа;
- относительная влажность воздуха - от 30% до 80%;
- параметры сети электропитания - по ГОСТ 13109;

отклонение частоты источника питающего напряжения при поверке трансформаторов тока номинальной частотой свыше 50 Гц или номинальным током более 10 кА - по технической документации на трансформаторы конкретных типов, но не более $\pm 5\%$ от номинальной частоты.

8.2 Перед проведением поверки трансформатор выдерживают на месте поверки не менее двух часов.

8.3 Средства поверки готовят к работе согласно указаниям, приведенным в эксплуатационной документации на них.

Примечание - В обоснованных случаях атмосферные условия при поверке могут быть отличными от указанных в 8.1, если при этом не нарушены условия применения используемой аппаратуры и требования безопасности.

9 Проведение поверки

9.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие трансформаторов тока следующим требованиям:

- контактные зажимы или выводы вторичной обмоток должны быть исправны и снабжены маркировкой;
- болт для заземления, если он предусмотрен конструкцией, должен иметь обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 21130;
- корпус трансформатора должен соответствовать ТУ 3414-009-52889537-08- на табличке трансформатора должны быть четко указаны его паспортные данные.

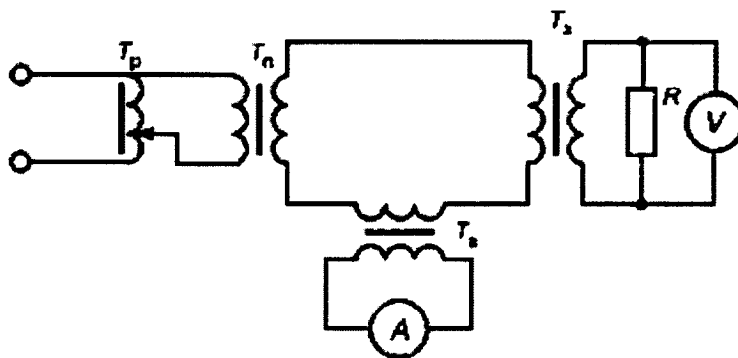
Если при внешнем осмотре обнаружены дефекты по приведенному перечню, то трансформатор к дальнейшим операциям проверки не допускается.

9.2 Проверка сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции обмоток у трансформаторов тока, предназначенных для эксплуатации в цепях с напряжением более 30 В, проверяют для каждой обмотки между соединенными вместе контактными выводами обмоток и корпусом при помощи мегомметра на 1000 В - для обмоток трансформаторов тока всех классов напряжения. Значения сопротивления изоляции должны быть не менее значений, указанных в ГОСТ 7746.

9.3 Размагничивание

9.3.1 Схема размагничивания приведена на рисунке 1. Размагничивание проводят на переменном токе при частоте 50 Гц. Трансформаторы с номинальной частотой свыше 50 Гц допускается размагничивать при номинальной частоте.



T_p - регулирующее устройство (автотрансформатор); T_n - понижающий силовой трансформатор; T_x - проверяемый трансформатор тока; T_b - вспомогательный трансформатор тока; R - резистор

Рисунок 1 - Пример схемы размагничивания трансформатора тока

9.3.2 У трансформаторов тока с несколькими обмотками, каждая из которых размещена на отдельном магнитопроводе, размагничивают каждый магнитопровод. Допускается размагничивание различных магнитопроводов выполнять одновременно.

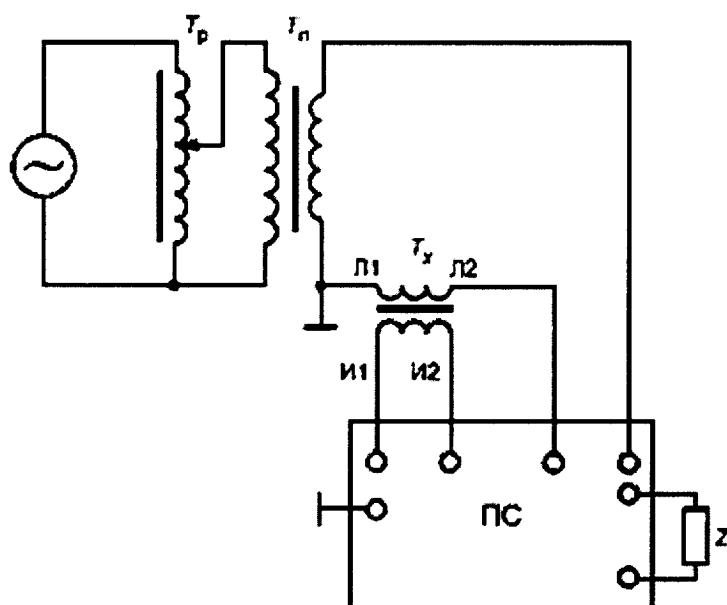
9.3.3 Трансформаторы тока размагничивают одним из способов указанных в ГОСТ 8.217-2003.

9.3.4 Если при токе в первичной обмотке, составляющем 10% от номинального значения, амплитудное напряжение на вторичной обмотке превышает 75% от напряжения, указанного в ГОСТ 7746 при испытании межвитковой изоляции, то размагничивание начинают при меньшем значении тока, при котором напряжение, индуцируемое (9.3.3, второй способ) или прикладываемое к обмотке (9.3.3, третий способ), не превышает указанного.

Примечание - При проверке трансформаторов тока допускается совмещать размагничивание с испытанием межвитковой изоляции или измерением тока намагничивания.

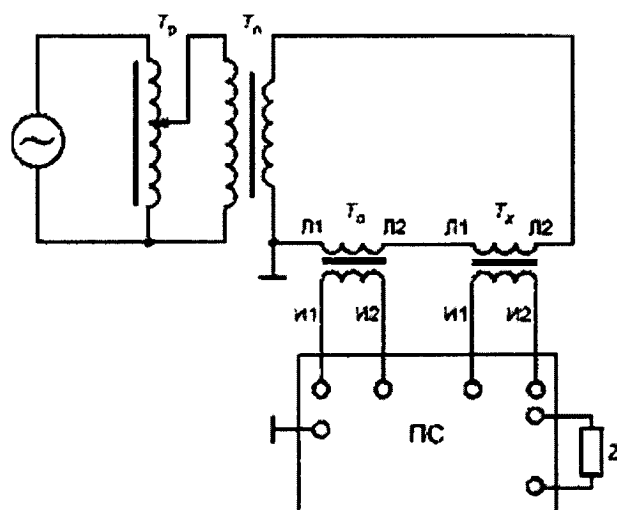
9.4 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов

9.4.1 Схемы поверки приведены на рисунках 2-4. Правильность обозначения контактных зажимов и выводов определяют по схеме поверки, выбранной для определения погрешностей по 9.5.



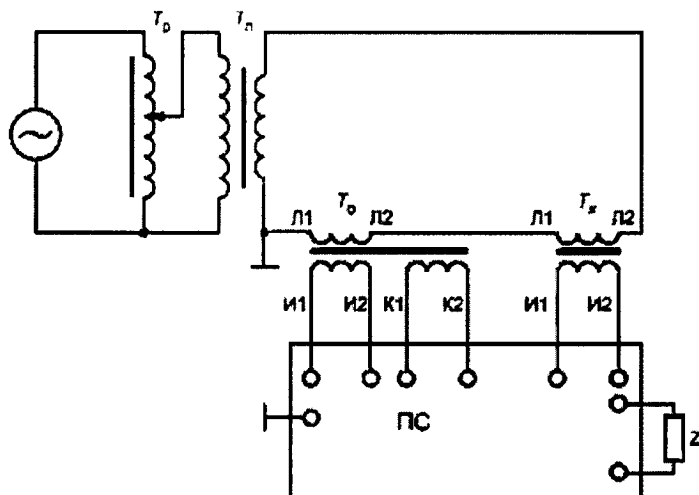
~ - сеть (генератор); T_p - регулирующее устройство (автотрансформатор); T_n - понижающий силовой трансформатор; T_x - проверяемый трансформатор тока; $\Pi_1, \text{Л}_2$ - контактные зажимы имитатора первичной обмотки; $\text{И}_1, \text{И}_2$ - контактные зажимы обмотки; Z - нагрузка; ПС - прибор сравнения типа К-535

Рисунок 2 - Схема поверки с использованием компаратора первичного и вторичного токов



$\sim$ - сеть (генератор); T_p - регулирующее устройство (автотрансформатор); T_{II} - понижающий силовой трансформатор; T_o - рабочий эталон; T_x - поверяемый трансформатор тока; L_1, L_2 - контактные зажимы имитатора первичной обмотки; $И_1, И_2$ - контактные зажимы вторичной обмотки; Z - нагрузка; ПС - прибор сравнения

Рисунок 3 - Схема поверки с использованием рабочего эталона и прибора сравнения (компаратора вторичных токов)



$\sim$ - сеть (генератор); T_p - регулирующее устройство (автотрансформатор); T_{II} - понижающий силовой трансформатор; T_o - рабочий эталон; T_x - поверяемый трансформатор тока; L_1, L_2 - контактные зажимы имитатора первичной обмотки; $И_1, И_2$ - контактные зажимы вторичной обмотки; K_1, K_2 - контактные зажимы дополнительной вторичной обмотки; Z - нагрузка; ПС - прибор сравнения типа КТ-01

Рисунок 4 - Схема поверки с использованием рабочего эталона, выполненного по схеме двухступенчатого трансформатора тока

9.4.2 Поверяемый трансформатор тока и рабочий эталон включают в соответствии с маркировкой контактных зажимов по выбранной схеме поверки (см. рисунки 2-4). Затем плавно увеличивают первичный ток до значения, составляющего 5%-10% от номинального. В случае правильной маркировки выводов на приборе сравнения токов можно определить соответствующие значения погрешностей поверяемого трансформатора тока. При неправильном обозначении контактных зажимов и выводов или неисправности поверяемого трансформатора тока срабатывает защита в приборе сравнения токов. В этом случае трансформатор тока дальнейшей поверке не подлежит и к применению не допускается.

9.5 Определение погрешности

9.5.1 Токовые и угловые погрешности трансформаторов тока определяют дифференциальным (нулевым) методом в соответствии с рисунками 2-4 при значениях первичного тока и нагрузки, указанных в 9.5.3. Соединение приборов для измерительной схемы по рисункам 2-4 осуществляют в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации применяемого прибора сравнения токов. Номинальное значение нагрузки

устанавливают до начала измерений. Последовательность выполнения измерений - от минимального значения тока с последующим его увеличением до максимального.

9.5.2 Значения относительной токовой погрешности поверяемого трансформатора тока δ_f в процентах и абсолютной угловой погрешности Δ_δ в минутах принимают равными значениям токовой и угловой погрешностей, отсчитываемым по шкалам прибора сравнения токов.

9.5.3 Погрешности определяют:

а) для трансформаторов тока, классов 0,2S и 0,5S, выпускаемых по ТУ 3414-009-52889537-08

- при значениях первичного тока, составляющих 1; 5; 20; 100 и 120% от номинального значения, и при номинальной нагрузке, а также при значении первичного тока 100% или 120% от номинального значения и нагрузке, равной нижнему пределу диапазона нагрузок, установленному для соответствующих классов точности;

б) для трансформаторов тока классов точности от 0,2 до 1, выпускаемых по ТУ 3414-009-52889537-08 - при значениях первичного тока, составляющих 5%; 20%; 100% от номинального значения и при номинальной нагрузке, а также при значении первичного тока, равного 120%, и нагрузке, равной нижнему пределу диапазона нагрузок ;

в) для трансформаторов тока классов точности от 3 до 10, выпускаемых по ТУ 3414-009-52889537-08 - при значениях первичного тока 100% или 120% от номинального значения и нагрузке, равной 50% ее номинального значения, но не менее нижнего предела нагрузки, установленного для соответствующего класса точности, а также при значении первичного тока 50% от номинального значения и номинальной нагрузке;

г) для трансформаторов тока классов точности 5P и 10P, выпускаемых по ТУ 3414-009-52889537-08 - при номинальном токе и номинальной нагрузке.

Примечания:

1 Погрешности трансформаторов тока, у которых 25% от номинального значения нагрузки более 15 В·А, определяют при значениях нагрузки 15 В·А и значении первичного тока, равного 100% от номинального значения тока.

2 Для трансформаторов тока, у которых 25% от номинального значения нагрузки составляет менее 1 В·А (см. 9.5.3, перечисление б), погрешность определяют при нагрузке 1 В·А.

3 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, вплоть до нулевого значения. Если при изменении нагрузки погрешности трансформаторов тока превысят предельно допускаемые значения, проводят повторное определение погрешностей при нагрузках, равных номинальной и нижнему пределу диапазона нагрузок.

Погрешности встроенных трансформаторов тока определяют с имитатором первичной обмотки, который создают пропусканием витков провода через центральное отверстие, при всех значениях номинальных ампервитков. Число витков такой первичной обмотки определяют из условия равенства ее ампервитков номинальному значению первичного тока. Витки должны располагаться в соответствии с технической документацией поверяемого трансформатора тока.

9.5.5 Погрешности многодиапазонных трансформаторов тока определяют:

- для трансформаторов с ответвлениями в обмотках - при всех значениях коэффициента трансформации;

9.5.6 Погрешности трансформаторов тока номинальной частотой 60 Гц допускается определять на частоте 50 Гц при наличии соответствующих требований в технической документации поверяемых трансформаторов тока.

9.5.7 Погрешности трансформаторов тока, предназначенных для работы на повышенных частотах, определяют на номинальной частоте (частотах), указанной в технической документации поверяемых трансформаторов тока. При отсутствии таких указаний допускается проводить поверку на крайних частотах рабочего диапазона.

9.5.8 При серийном производстве по результатам испытаний для целей утверждения типа и по согласованию с метрологической организацией, проводившей испытания, допускается первичную поверку трансформаторов тока проводить не при всех указанных в 9.5.3-9.5.7 значениях тока, нагрузки и коэффициента трансформации.

9.5.10 Результаты всех измерений погрешностей трансформаторов тока заносят в протокол испытаний.

9.5.11 Погрешности поверяемых трансформаторов тока, определяемые с учетом требований 9.5.3-9.5.7, не должны превышать пределов допускаемых погрешностей, установленных ГОСТ 7746.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Положительные результаты поверки оформляют для рабочих средств измерений нанесением оттиска поверительного клейма на средство измерения или в паспорт.

10.2 Трансформаторы тока, не удовлетворяющие требованиям настоящей методики, к выпуску в обращение и к применению не допускают.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Средства измерений, применяемые при поверке трансформаторов тока

Таблица 1 - Рабочие эталоны - трансформаторы тока

Обозначение типа	Диапазон первичного тока, А	Номинальная частота, Гц	Номинальное значение вторичного тока, А	Номинальное рабочее напряжение, В	Предел допускаемой погрешности	
					токовой, %	угловой
ТТИ 5000.5	5 ÷ 1000	50	5	660	±0,05	±4'
ТТИ 200	20 ÷ 36000	50	50-180	660	+0,01	±1'
ИТТ 3000.5	1 ÷ 3000	50	5	660	±0,05	±4'

Таблица 2 - Приборы сравнения

Обозначение типа	Номинальный ток, А	Номинальная частота, Гц	Предел измерений разности токов (погрешности по 9.5.2)		Предел допускаемой погрешности	
			токовой, %	угловой мин	токовой, %	угловой мин
КНТ 05	1; 5	50	От ±0,2 до ±200	От ±20' до ±2000'	От ±0,001 до ±0,1	От ±0,1 до ±10
КНТ 03	1, 5	50	От ±0,2 до ±20	От ±20' до ±2000'	От ±0,001 до ±0,1	От ±0,1 до ±10
КТ 01	1; 5	50	От ±0,2 до ±20	От ±20' до ±2000'	От ±0,001 до ±0,10	От ±0,1' до ±10'

Таблица 3 - Нагрузочные устройства

Обозначение типа	Диапазон значений нагрузки	Номинальная частота, Гц	Номинальный ток, А	Предел допускаемой погрешности
Р 5018/5	От 1,25 до 50 В*А - при $\cos \varphi = 0,8$; от 1 до 15 В*А - при $\cos \varphi = 1$	50	5	$\pm 4\%$
МР 3027	От 1 до 50 В*А - при $\cos \varphi = 0,8$;	50	1	$\pm 4\%$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

Библиография

[1] РМГ 29-99 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения

[2] Правила эксплуатации электроустановок потребителей

[3] Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (Правила безопасности) (ПОТ Р М-016-2001)

[4] РД 34.20.501-95 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ

[5] Курс электрических измерений. - Под редакцией В.Т.Прыткова и А.В.Талицкого. М., 1960, часть I

[6] ПР 50.2.006-94 Государственная система обеспечения единства измерений. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения