

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

«08» октября 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Трансформаторы тока ELK-СТ0

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП-367/10-2021

2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
2. Перечень операций поверки	3
3. Требования к условиям проведения поверки	3
4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7. Внешний осмотр средства измерений	5
8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	5
9. Определение метрологических характеристик средства измерений	7
10. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9
11. Оформление результатов поверки	9

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на трансформаторы тока ELK-CT0 (далее по тексту – трансформаторы), производства PFIFFNER Instrument Transformers Ltd., Швейцария и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 Трансформаторы обеспечивают прослеживаемость к ГЭТ 152-2018 в соответствии с приказом № 2768 от 27 декабря 2018 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока».

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3. Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да
4. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
5. Оформление результатов поверки	11	да	да

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают, а трансформаторы бракуют.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия применения:

- температура окружающей среды, °С от 15 до 35
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7
- отклонение частоты источника питающего напряжения - не более ± 5 % от номинальной частоты;

- параметры сети электропитания - по ГОСТ 32144-2013.

3.2 Должны отсутствовать источники вибрации, влияющие на работу трансформаторов

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы (далее по тексту - ЭД) наверяемый трансформатор, а также на применяемые средства поверки.

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки.

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
1	2	3
Основные средства поверки		
8.4, 9.1	Рабочие эталоны – трансформаторы (компараторы) тока 2-го разряда согласно приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27.12.2018 г. № 2768	Трансформатор тока измерительный переносной ТТИП, исполнение ТТИП-5000/5(1), рег.№ 39854-08
8.4, 9.1	Прибор сравнения токов с допускаемой погрешностью по току в пределах от $\pm 0,03$ до $\pm 0,001$ % и по фазовому углу от ± 3 до $\pm 0,1'$	Прибор сравнения КНТ, исполнение КНТ-05А, рег.№ 37854-08
8.4, 9.1	Нагрузочное устройство поверяемого трансформатора тока (вторичная нагрузка) с погрешностью сопротивления нагрузки при $\cos \varphi = 0.8$ не выходящей за пределы $\pm 4\%$	Магазины нагрузок МР3027, рег.№ 34915-07
9.2, 9.3, 9.4	Анализатор трансформаторов тока для вычисления значений коэффициента остаточной намагниченности, постоянной времени вторичного контура, переходного режима	Анализатор трансформаторов тока СТ Analyzer, рег.№ 40316-08
8.2	Мегаомметр с характеристиками по ГОСТ 7746-2015	Измеритель параметров электробезопасности электроустановок МІ 2094, рег.№ 36055-07

Продолжение таблицы 2

Вспомогательное оборудование		
7-9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д, рег.№ 71394-18 в
7-9	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
7-9	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик с требуемой точностью.

5.3 Все средства измерений, используемые при поверке, должны быть: зарегистрированы в Федеральном информационном фонде средств измерений, утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке или быть аттестованы в установленном порядке, в соответствии с действующим законодательством.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационные документы (далее по тексту - ЭД) на поверяемый трансформатор, а также на применяемые средства поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводится визуально.

При внешнем осмотре устанавливают соответствие трансформатора следующим требованиям:

- контактные зажимы или выводы первичной и вторичной обмоток должны быть исправны и снабжены маркировкой;
- отдельные части трансформатора должны быть прочно закреплены;
- болт для заземления, если он предусмотрен конструкцией, должен иметь обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 21130-75;
- корпус трансформатора не должен иметь дефектов, приводящих к утечке, заполняющей его газовой изоляционной среды;
- на табличке трансформатора должны быть четко указаны его паспортные данные.

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- проводят технические и организационные мероприятия по обеспечению безопасности проводимых работ в соответствии с действующими положениями ГОСТ 12.2.007.0-75;

- выдерживают трансформатор 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;

- подготавливают к работе средства измерений, используемые при поверке, в соответствии с их ЭД.

8.2 Проверка сопротивления изоляции

Сопротивление изоляции обмоток трансформатора, проверяют для каждой обмотки между соединенными вместе контактными выводами обмоток и корпусом при помощи мегомметра на 1000 В - для вторичных обмоток и мегомметра на 2500 В - для первичных обмоток.

Значение сопротивления изоляции обмоток трансформатора должно быть не менее 3000 МОм для первичных обмоток трансформатора и не менее 50 МОм - для вторичных обмоток трансформатора.

8.3 Размагничивание

8.3.1 Размагничивание проводят на переменном токе при частоте 50 Гц. Трансформатор с номинальной частотой свыше 50 Гц допускается размагничивать при номинальной частоте.

8.3.2 У трансформатора с несколькими вторичными обмотками, каждая из которых размещена на отдельном магнитопроводе, размагничивают каждый магнитопровод.

Допускается размагничивание различных магнитопроводов выполнять одновременно.

8.3.3 Трансформатор размагничивают одним из указанных ниже способов.

Первый способ. Вторичную обмотку замыкают на резистор мощностью не менее 250 Вт и сопротивлением R, Ом, рассчитываемым (с отклонением в пределах $\pm 10\%$) по формуле (1):

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

где $I_{2ном}$ - номинальный вторичный ток поверяемого трансформатора, А.

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

Через первичную обмотку пропускают номинальный ток, затем плавно (в течение одной-двух минут) уменьшают его до значения, не превышающего 2 % от номинального.

Второй способ. Через первичную обмотку трансформатора тока при разомкнутой вторичной обмотке пропускают ток, равный 10 % от номинального значения первичного тока, затем плавно снижают его до значения, не превышающего 0,2 % от номинального.

Третий способ. 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.

8.3.4 Если при токе в первичной обмотке, составляющем 10 % от номинального значения, амплитудное напряжение на вторичной обмотке превышает 75 % от напряжения, указанного в ГОСТ 7746-2015 при испытании межвитковой изоляции, то размагничивание начинают при меньшем значении тока, при котором напряжение, индуктируемое или прикладываемое к вторичной обмотке, не превышает указанного.

8.4 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов

8.4.1 Правильность обозначения контактных зажимов и выводов определяют по схеме поверки, выбранной для определения метрологических характеристик.

8.4.2 Поверяемый трансформатор и эталонный трансформатор включают в соответствии с маркировкой контактных зажимов по схеме поверки (см. рисунок 1). Затем плавно увеличивают первичный ток до значения, составляющего от 5 до 10 % от номинального первичного тока. При неправильном обозначении контактных зажимов и выводов или неисправности поверяемого трансформатора срабатывает защита в приборе сравнения КНТ-05, для каждой вторичной обмотки.



Рисунок 1 – Структурная схема для определения токовых и угловых погрешностей трансформаторов

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение токовых и угловых погрешностей трансформатора с использованием прибора сравнения КНТ-05.

9.1.1 Подготавливают основные средства поверки и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 3, а также поверяемый трансформатор в соответствии с его ЭД.

9.1.2 Для определения токовых и угловых погрешностей трансформатора собирают схему, представленную на рисунке 1.

9.1.3 При помощи источника силы переменного тока поочередно воспроизводят испытательные сигналы, указанные в таблице 3, в соответствии с классами точности всех обмоток трансформатора.

9.1.4 При помощи прибора сравнения КНТ-05 фиксируют значения угловых погрешностей. Для классов точности 3, 10P и 10PR угловые погрешности не определяют.

Таблица 3 – Значение испытательных сигналов

Класс точности	Первичный ток, % от номинального значения первичного тока $I_{1ном}$	Пределы допускаемой погрешности			Диапазон вторичной нагрузки $S_{2ном}$ (S_{mag}), % от номинального значения
		токовой, %	угловой		
			мин	срад	
0,2	5	$\pm 0,75$	± 30	$\pm 0,9$	100
	20	$\pm 0,35$	± 15	$\pm 0,45$	
	100	$\pm 0,2$	± 10	$\pm 0,3$	
	120	$\pm 0,2$	± 10	$\pm 0,3$	
	100	$\pm 0,2$	± 10	$\pm 0,3$	25
	120	$\pm 0,2$	± 10	$\pm 0,3$	

Продолжение таблицы 3

Класс точности	Первичный ток, % от номинального значения первичного тока $I_{1ном}$	Пределы допускаемой погрешности			Диапазон вторичной нагрузки $S_{2ном}$ ($S_{маг}$), % от номинального значения
		токовой, %	угловой		
			мин	срад	
0,2S	1	$\pm 0,75$	± 30	$\pm 0,9$	100
	5	$\pm 0,35$	± 15	$\pm 0,45$	
	20	$\pm 0,2$	± 10	$\pm 0,3$	
	100	$\pm 0,2$	± 10	$\pm 0,3$	
	120	$\pm 0,2$	± 10	$\pm 0,3$	
	100	$\pm 0,2$	± 10	$\pm 0,3$	25
	120	$\pm 0,2$	± 10	$\pm 0,3$	
0,5	5	$\pm 1,5$	± 90	$\pm 2,7$	100
	20	$\pm 0,75$	± 45	$\pm 1,35$	
	100	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$	
	120	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$	
	100	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$	25
	120	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$	
0,5S	1	$\pm 1,5$	± 90	$\pm 2,7$	100
	5	$\pm 0,75$	± 45	$\pm 1,35$	
	20	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$	
	100	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$	
	120	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$	
	100	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$	25
	120	$\pm 0,5$	± 30	$\pm 0,9$	
1	5	$\pm 3,0$	± 180	$\pm 5,4$	100
	20	$\pm 1,5$	± 90	$\pm 2,7$	
	100	$\pm 1,0$	± 60	$\pm 1,8$	
	120	$\pm 1,0$	± 60	$\pm 1,8$	
	100	$\pm 1,0$	± 60	$\pm 1,8$	25
	120	$\pm 1,0$	± 60	$\pm 1,8$	
3	50	$\pm 3,0$	Не нормируют		100
	120	$\pm 3,0$			100
	50	$\pm 3,0$			50
	120	$\pm 3,0$			50
5P	5	$\pm 1,0$	± 60	$\pm 1,8$	100
10P	10	$\pm 3,0$	Не нормируют		100
5PR	100	$\pm 1,0$	± 60	$\pm 1,8$	100
10PR	100	$\pm 3,0$	Не нормируют		100
TPY	100	$\pm 1,0$	± 60	$\pm 1,8$	100
TPZ	100	$\pm 1,0$	180 ± 18	$5,3 \pm 0,6$	100

9.2 Определение коэффициента остаточной намагниченности K_r

9.2.1 Определение K_r проводят при помощи анализатора трансформаторов тока CT Analyzer (далее по тексту - CT Analyzer).

9.2.2 Поверяемый трансформатор подключают к CT Analyzer согласно ЭД. Производят настройку CT Analyzer. В меню CT Analyzer устанавливают стандарт

измерения 61869-2 и выбирают необходимый класс точности защитной обмотки. Далее заносят в СТ Analyzer требуемые параметры из паспорта на трансформатор.

9.2.3 В меню СТ Analyzer запускают процесс измерения.

9.3 Проверка постоянной времени вторичного контура T_s

9.3.1 Постоянная времени вторичного контура T_s может быть определена двумя методами.

Первый метод. Для определения T_s применяют СТ Analyzer. Допускается проводить определение данной характеристики совместно с определением K_r . При определении T_s отдельно, выполняют пункты методики поверки 9.2.2 и 9.2.3.

Второй метод. Альтернативно T_s может быть определена согласно следующих формул, приведенных ниже.

Если угловая погрешность $\Delta\varphi$ выражена в градусах, то применяют формулу (2):

$$T_s = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_R \cdot \tan(\Delta\varphi)}, \quad (2)$$

где f_R - номинальная частота, Гц

Если угловая погрешность $\Delta\varphi$ выражена в минутах, то применяют формулу (3):

$$T_s = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f_R \cdot \Delta\varphi}, \quad (3)$$

9.4 Определение погрешности переходного режима $\varepsilon^{\wedge}(\varepsilon^{\wedge}_{ac})$

9.4.1 Для определения погрешности переходного режима также применяют СТ Analyzer. Допускается проводить определение данной характеристики совместно с определением K_r и (или) T_s . При определении $\varepsilon^{\wedge}(\varepsilon^{\wedge}_{ac})$ отдельно, выполняют пункты методики поверки 9.2.2 и 9.2.3.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение токовых и угловых погрешностей трансформатора с использованием прибора сравнения КНТ-05.

10.1.1 Результат считается положительным, если при определении токовых и угловых погрешностей трансформатора значения измеренных погрешностей не превышают пределов, указанных в таблице 3.

10.2 Определение коэффициента остаточной намагниченности K_r

10.2.1 Результаты проверки считают положительными, если значение коэффициента остаточной намагниченности K_r не превышает 10 %.

10.3 Проверка постоянной времени вторичного контура T_s

10.3.1 Результаты испытаний считают положительными, если постоянная времени вторичного контура T_s определенная при поверке, не отличается более чем на ± 30 % от заявленной в паспорте.

10.4 Определение погрешности переходного режима $\varepsilon^{\wedge}(\varepsilon^{\wedge}_{ac})$

10.4.1 Результаты проверки считают положительными, если значение погрешности переходного режима $\varepsilon^{\wedge}(\varepsilon^{\wedge}_{ac})$ не превышает 10 %.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки трансформаторов передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.2 Результаты первичной поверки рекомендуется оформлять протоколом в свободной форме.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки, оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

11.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Инженер ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



А.А. Макаров