

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

М.п.

2022 г.

ГСИ. Трансформаторы тока LRB-500. Методика поверки

МП-430/02-2022

г. Чехов
2022 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки применяется для поверки трансформаторов тока LRB-500 (далее – трансформаторы), изготовленные Jiangsu Sieyuan Hertz Instrument Transformer Co., Ltd., Китай, применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальный первичный ток $I_{1\text{ном}}$, А	от 100 до 4000
Номинальный вторичный ток $I_{2\text{ном}}$, А	1; 5
Классы точности вторичных обмоток по ГОСТ 7746-2015: - для измерений и учета - для защиты	0,2; 0,2S; 0,5; 0,5S; 1; 3 5P, 10P
Класс точности вторичных обмоток для защиты по ГОСТ Р МЭК 61869-2-2015	5PR; 10PR; TPY; TPZ

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц величин поверяемого средства измерений в соответствии с государственно поверочной схемой для средств измерений коэффициентов преобразования силы электрического тока, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2018 г. № 2768 к следующим государственным эталонам:

ГЭТ 152-2018 «ГПЭ единиц коэффициентов преобразования силы электрического тока».

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

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
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

2.2 При получении отрицательных результатов поверки по любому пункту таблицы 2 трансформатор бракуется и направляется в ремонт.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдают следующие нормальные условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +35;
- относительная влажность, % от 30 до 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый трансформатор и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.8.2 Проверка сопротивления изоляции	Мегаомметр с характеристиками по ГОСТ 7746-2015	Измеритель параметров электробезопасности и электроустановок МІ 2094, рег.№ 36055-07
п.8.4 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов;	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
п.9.1 Определение токовых и угловых погрешностей трансформатора с использованием прибора сравнения	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
	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
п.9.2 Определение коэффициента остаточной намагниченности K_r ;	Анализатор трансформаторов тока для вычисления значений коэффициента остаточной намагниченности, постоянной времени вторичного контура, переходного режима	Анализатор трансформаторов тока СТ Analyzer, рег.№ 40316-08
п.9.3 Проверка постоянной времени вторичного контура T_s ;		
п.9.4 Определение погрешности переходного режима $\varepsilon^*(\varepsilon_{ac})$		

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 по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый трансформатор и средства поверки.

6.2 Все средства поверки и поверяемый трансформатор должны иметь защитное заземление.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводится визуально.

7.2 Трансформатор допускается к дальнейшей поверке, если:

- внешний вид трансформатора соответствует описанию типа;
- на табличке трансформатора должны быть четко указаны его паспортные данные;
- отсутствуют видимые дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

– Примечание: при выявлении дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, устанавливается возможность их устранения до проведения поверки. При наличии возможности устранения дефектов, выявленные дефекты устраняются, и трансформатор допускается к дальнейшей поверке. При отсутствии возможности устранения дефектов, трансформатор к дальнейшей поверке не допускается.

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. 3.1, не менее 2 ч, если он находился в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1;

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

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 при номинальной частоте переменного тока.

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):

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

где $I_{2\text{ном}}$ - 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, индуцируемое 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, для каждой вторичной обмотки.

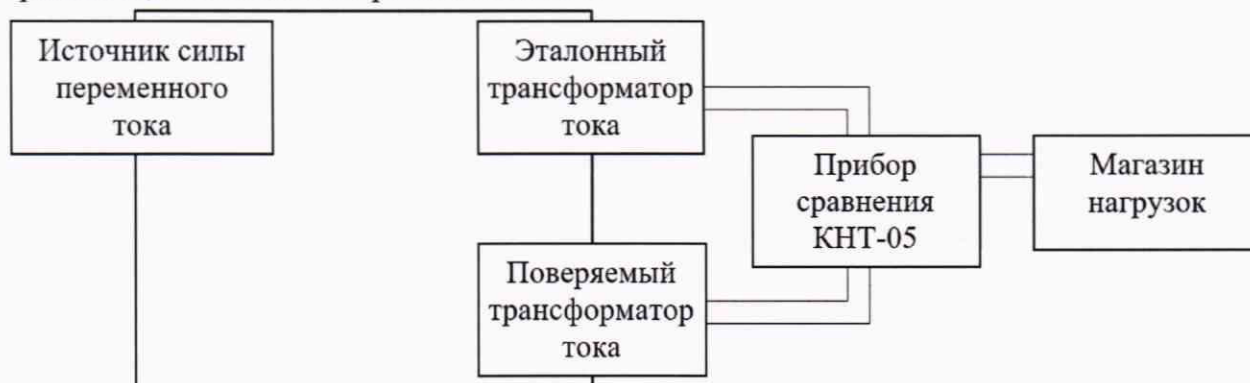


Рисунок 1 – Структурная схема для определения токовых и угловых погрешностей трансформаторов

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

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

9.1.1 Подготовить основные средства поверки и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2, а также поверяемый трансформатор в соответствии с его эксплуатационной документацией.

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 4, в соответствии с классами точности всех обмоток трансформатора.

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

Таблица 4 – Значение испытательных сигналов

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	
0,2	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	$\pm 0,3$	
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	$\pm 0,9$	

Продолжение таблицы 4

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	
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 эксплуатационной документации. Производят настройку CT Analyzer. В меню CT Analyzer устанавливают стандарт измерения 61869-2 и выбирают необходимый класс точности защитной обмотки. Далее заносят в CT Analyzer требуемые параметры из паспорта на трансформатор.

9.2.3 В меню CT 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 CT 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 $\Delta\phi$ выражена в градусах, то применяют формулу (2):

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

где f_R - номинальная частота, Гц

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

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

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_T 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.

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_T .

10.2.1 Результаты проверки считают положительными, если значение коэффициента остаточной намагниченности K_T 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.

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

10.1 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.

10.2 Результаты первичной поверки рекомендуется оформлять протоколом в свободной форме.

10.3 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.

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

