
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЕТЕВАЯ КОМПАНИЯ
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»



**СТАНДАРТ ОРГАНИЗАЦИИ
ОАО «ФСК ЕЭС»**

**СТО 56947007-
29.240.127-2012**

**Типовой порядок организации и проведения поверки
(калибровки) измерительных трансформаторов тока (ТТ),
трансформаторов напряжения (ТН) на местах их эксплуатации в
ОАО «ФСК ЕЭС»**

Стандарт организации

Дата введения: 30.08.2012

ОАО «ФСК ЕЭС»

2012

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», объекты стандартизации и общие положения при разработке и применении стандартов организаций Российской Федерации - ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения», правила построения, изложения, оформления и обозначения национальных стандартов Российской Федерации, общие требования к их содержанию, а также правила оформления и изложения изменений к национальным стандартам Российской Федерации - ГОСТ Р 1.5-2004.

Сведения о стандарте организации

1 РАЗРАБОТАН: ООО «ЭНЕРГОАНАЛИТИКА».

2 ВНЕСЁН: Департаментом метрологического обеспечения и автоматизированных систем управления технологическими процессами, Департаментом технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС».

3 УТВЕРЖДЁН И ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ:
Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 30.08.2012 № 512.

4 ВВЕДЁН: ВПЕРВЫЕ.

Замечания и предложения по стандарту организации следует направлять в Департамент технологического развития и инноваций ОАО «ФСК ЕЭС» по адресу: 117630, Москва, ул. Ак. Челомея, д. 5А, электронной почтой по адресу vaga-na@fsk-ees.ru; smirnova-sn@fsk-ees.ru.

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведён, тиражирован и распространён в качестве официального издания без разрешения ОАО «ФСК ЕЭС».

Содержание

1	Область распространения	4
2	Нормативные ссылки	4
3	Термины и определения	4
4	Общие положения	7
5	Организация и порядок проведения работ	7
5.1	Требования к Исполнителям, выполняющим работы по поверке (калибровке) ТТ, ТН	7
5.2	Планирование работ по поверке (калибровке) ТТ, ТН	8
5.3	Порядок взаимодействия СП МО и Исполнителя при организации работ по поверке (калибровке) ТТ, ТН	9
5.4	Порядок проведения поверки (калибровки) измерительных ТТ, ТН на месте эксплуатации	10
5.4.1	Требования безопасности	10
5.4.2	Условия проведения поверки (калибровки) ТТ, ТН на месте эксплуатации	11
5.4.3	Подготовка к проведению и проведение поверки (калибровки) ТТ, ТН	12
5.4.4	Оформление результатов поверки (калибровки) ТТ, ТН	12
6	Библиография	13
	Приложение 1	15
	Приложение 2	18
	Приложение 3	20
	Приложение 4	29
	Приложение 5	40
	Приложение 6	42
	Приложение 7	43

1 Область распространения

Настоящий типовой порядок организации и проведения поверки (калибровки) измерительных трансформаторов тока и трансформаторов напряжения на местах их эксплуатации в ОАО «ФСК ЕЭС» (далее – Порядок) устанавливает основные требования к организации и порядку проведения поверки и калибровки на объектах электросетевого хозяйства ОАО «ФСК ЕЭС» (далее – объекты).

Проведение поверки и калибровки трансформаторов тока и напряжения обусловлено необходимостью получения легитимной информации о пригодности трансформаторов тока и напряжения к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие нормативные документы:

1. ГОСТ 1983-2001 Трансформаторы напряжения. Общие технические условия.
2. ГОСТ 7746-2001 Трансформаторы тока. Общие технические условия.
3. ГОСТ 8.216-88 (СТ СЭВ 5645-86) ГСИ Трансформаторы напряжения. Методика поверки.
4. ГОСТ 8.217-2003 ГСИ Трансформаторы тока. Методика поверки.
5. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
6. ГОСТ 12.3.019-80 ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности (с Изменением N 1).

3 Термины и определения

Принятые определения

Единство измерений	Состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.
Исполнитель	Организация, выполняющая услуги по поверке, калибровке измерительных трансформаторов тока и напряжения.
Калибровка средств измерений	Совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученной с помощью данного средства измерений, и

	соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона, с целью определения действительных метрологических характеристик этого средства измерений.
Метрологическое обеспечение	Установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.
Метрологическая служба	Структурное подразделение центрального аппарата федерального органа исполнительной власти и (или) его территориального органа, юридическое лицо или структурное подразделение юридического лица либо объединения юридических лиц, их должностные лица, индивидуальные предприниматели, организующие и (или) выполняющие работы по обеспечению единства измерений и (или) оказывающие услуги по обеспечению единства измерений. Функции метрологической службы в ОАО «ФСК ЕЭС» выполняют структурные подразделения метрологического обеспечения исполнительного аппарата, филиалов.
Нормативный документ	Документ, устанавливающий правила, общие принципы, характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.
Поверка средств измерений	Совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (другими уполномоченными органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным требованиям.
Профильные СП ИА и филиалов	Структурные подразделения исполнительного аппарата и филиалов ОАО «ФСК ЕЭС», организующие деятельность и выполняющие функции по контролю за технологическими процессами и оборудованием на основании результатов измерений, по обслуживанию средств измерений, в том числе информационно-измерительных систем, применяющих средства измерений.
Средство измерений	Техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики. В настоящем документе понятие «средство измерений» распространяется и на технические системы и устройства.
Средства поверки (калибровки)	Эталоны, калибраторы, эталонные приборы, поверочные установки и другие средства измерений, применяемые при поверке (калибровке) в соответствии с установленными правилами.
Стандарт организации (СТО)	Документ по стандартизации для совершенствования производства и обеспечения качества продукции,

	выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований (испытаний), измерений и разработок.
Методика (метод) измерений	Совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.
Метрологическая характеристика	Характеристика одного из свойств средства измерений, влияющая на результат измерений и на его погрешность.

Принятые сокращения

ГРОЕИ	государственное регулирование обеспечения единства измерений
ЕНЭС	единая национальная (общероссийская) электрическая сеть
МИ	методика (метод) измерений
МО	метрологическое обеспечение
МС	метрологическая служба
МЭС	филиал ОАО «ФСК ЕЭС» - магистральные электрические сети
НТД	нормативно-техническая документация
ОРД	организационно-распорядительный документ
ПМЭС	филиал ОАО «ФСК ЕЭС» - Предприятие магистральных электрических сетей
ПС	подстанция
ПТЭ	правила технической эксплуатации электрических станций и сетей
ПУЭ	правила устройства электроустановок
СИ	средство измерений
СП	структурное подразделение
СП МО	структурные подразделения метрологического обеспечения филиалов ОАО «ФСК ЕЭС» - МЭС, ПМЭС
СП МО ИА	структурное подразделение исполнительного аппарата, выполняющее функции метрологического обеспечения.
СП РЗА и ПА	структурное подразделение релейной защиты, автоматики и противоаварийной автоматики филиалов ОАО «ФСК ЕЭС» - МЭС, ПМЭС
СТО	стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС»
ТБ	техника безопасности
ТН	трансформатор напряжения
ТТ	трансформатор тока
Филиалы	филиалы ОАО «ФСК ЕЭС» - МЭС и ПМЭС

4 Общие положения

4.1 Основной целью организации и проведения поверки (калибровки) ТТ, ТН является обеспечение единства и требуемой точности измерений при производстве, передаче и распределении электрической энергии.

4.2 ТТ, ТН, применяемые для измерения параметров, относящихся к сфере ГРОЕИ, должны быть поверены в установленном в сфере обеспечения единства измерений порядке [1], [6], [17] и иметь действующее свидетельство о поверке и протокол поверки.

4.3 Поверке подвергаются измерительные ТТ, ТН, включенные в перечень СИ, подлежащих поверке, составленный в соответствии [16].

4.4 ТТ, ТН применяемые для измерения параметров, не относящихся к сфере ГР, должны быть откалиброваны в порядке, установленном в [7], [10], [17] иметь действующий сертификат о калибровке, протокол калибровки.

4.5 Калибровке подлежат измерительные ТТ, ТН, включенные в перечень СИ, подлежащих калибровке, в соответствии [16].

5 Организация и порядок проведения работ

5.1 Требования к Исполнителям, выполняющим работы по поверке (калибровке) ТТ, ТН

5.1.1 Организации, выполняющие работы по МО на объектах ОАО «ФСК ЕЭС» (далее по тексту – Общество), должны иметь техническую компетентность и право на выполнение соответствующего вида работ.

5.1.2 Поверку ТТ, ТН осуществляют юридические лица и индивидуальные предприниматели, аккредитованные органами Росстандарта (до вступления в силу Постановления Правительства Российской Федерации от 17.10.2011 г. № 845 «О Федеральной службе по аккредитации»), Федеральной службой по аккредитации (после вступления в силу Постановления Правительства Российской Федерации от 17.10.2011 г. № 845 «О Федеральной службе по аккредитации») в области обеспечения единства измерений на право проведения поверочных работ в соответствии с областью аккредитации.

5.1.3 Сотрудники, непосредственно участвующие в проведении поверки, должны быть аттестованы в качестве поверителей в соответствии с [8].

5.1.4 Калибровку ТТ, ТН осуществляют юридические лица, аккредитованные в Российской системе калибровки или в Системе калибровки средств измерений в электроэнергетике на право проведения калибровочных работ в соответствии с областью аккредитации.

5.1.5 Калибровка ТТ, ТН может осуществляться метрологической службой Общества в соответствии с областью аккредитации.

5.1.6 Услуги должны оказываться квалифицированным, обученным, персоналом, имеющим опыт производства аналогичных работ.

5.1.7 Эталонное поверочное оборудование, используемое на ПС Общества, должно иметь действующее свидетельство о поверке, выданное

юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем, аккредитованным на право поверки средств измерений, и быть допущено к применению на территории Российской Федерации, а также иметь все необходимые протоколы испытаний и отвечать соответствующим требованиям безопасной эксплуатации.

5.1.8 Операции, выполняемые в соответствии с методиками поверки (калибровки) не должны оказывать побочных отрицательных воздействий на работу поверяемого оборудования и другого оборудования объектах Общества в целом, вызывая его отключения, ложные действия технологических защит, повреждения и т.д.

5.1.9 Допуск персонала Исполнителя и уполномоченных им лиц на ПС Общества для производства поверки, (калибровки), оформления перерывов в работе, а также другие организационные и технические мероприятия проводятся в соответствии с [9], [11], [12], [18] и другими нормативными документами.

5.1.10 Технические механические средства (грузоподъемные механизмы, вышки), используемые при проведении поверки и калибровки ТТ, ТН (вспомогательное оборудование), должны соответствовать требованиям надежности и безопасности в соответствии с [13] и порядком, действующим на объектах Общества.

5.1.11 При проведении работ по поверке (калибровке) ТТ, ТН для целей безопасного проведения работ и исключения самопроизвольного срабатывания устройств РЗА и ПА (если в цепи измерений включены устройства РЗА и ПА) в процедуре по подготовке рабочего места и допуску должен участвовать персонал СП РЗА и ПА. При невозможности участия персонала СП РЗА и ПА в процедуре по подготовке рабочего места и допуска для проведения работ, персоналу СП филиала, ответственного за МО, должен быть проведен в необходимом объеме письменный инструктаж руководством СП РЗА и ПА, обеспечивающий проведение работ по подготовке рабочего места и допуску персонала.

5.2 Планирование работ по поверке (калибровке) ТТ, ТН

5.2.1 СП МО ПМЭС в соответствии с Типовым порядком [16] формируют и актуализируют единый перечень СИ (в том числе измерительных ТТ, ТН), применяемых на объектах Общества.

5.2.2 На основе актуализированного единого перечня СИ СП МО ПМЭС формируют перечни СИ, подлежащих поверке или калибровке. В соответствии с [15] перечни согласовываются с профильными технологическими СП ПМЭС, к сфере ответственности которых принадлежат измеряемые параметры, в отношении правильности отнесения СИ к сфере ГРОЕИ. Перечни утверждаются главным инженером ПМЭС и направляются для контроля в СП МО МЭС.

5.2.3 На основании данных перечней СП МО ПМЭС формируют многолетние графики поверки и калибровки. Многолетние графики корректируются СП МО ПМЭС по результатам выполнения работ по МО СИ.

5.2.4 СП МО ПМЭС на основании многолетних графиков поверки, калибровки СИ формируют годовые графики поверки и калибровки СИ, соответственно.

5.2.5 СП МО ПМЭС формируют предложения в годовой график отключения оборудования для проведения работ по поверке (калибровке) измерительных ТТ, ТН.

5.3 Порядок взаимодействия СП МО и Исполнителя при организации работ по поверке (калибровке) ТТ, ТН

5.3.1 СП МО ПМЭС в соответствии с утвержденными графиками поверки (калибровки) организует своевременную подачу заявок на вывод в ремонт оборудования согласно установленному на объекте Общества порядку.

5.3.2 После получения подтверждения СП МО ПМЭС в срок не позднее, чем за 72 часа в оперативном режиме и не позднее, чем за 24 часа в аварийном режиме, информирует Исполнителя о возможности оказания услуги с предоставлением даты и времени отключения конкретных присоединений, согласно графику выполнения поверочных (калибровочных) работ.

5.3.3 Для организации допуска персонала Исполнителя на объекты Общества для выполнения поверочных (калибровочных) работ Исполнитель не позднее, чем за 5 рабочих дней до начала срока выполнения работ, направляет на объект Общества, на который необходимо осуществить Допуск персонала Исполнителя письмо на имя главного инженера ПМЭС.

5.3.4 Оперативное взаимодействие Исполнителя по вопросам допуска на объекты Общества осуществляется СП МО ПМЭС.

5.3.5 Допуск персонала Исполнителя на объекты Общества осуществляется в соответствии с [18].

5.3.6 Работы непосредственно на объекте осуществляются по согласованным с персоналом ПМЭС программам производства работ.

5.3.7 Программы производства работ, привязанные к конкретным электроустановкам Общества, должны быть разработаны непосредственно перед началом работ Исполнителем и согласованы Заказчиком на основе типовых программ в соответствии с [14] и Типовыми технологическими картами (Приложения 1,2 к настоящему стандарту).

5.3.8 В программе указываются: цель работы, исходная схема, наименование производственных операций по каждому виду работ и исполнители данных операций (представители МЭС, ПМЭС, Исполнителя).

5.3.9 Программа производства работ утверждается главными инженерами ПМЭС в срок не позднее, чем за 24 часа до начала работ.

5.4 Порядок проведения поверки (калибровки) измерительных ТТ, ТН на месте эксплуатации

5.4.1 Требования безопасности

5.4.1.1 При выполнении поверки (калибровки) должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ Р 12.1.019, ГОСТ 12.3.019, [9], также требования безопасности НД на средства поверки (калибровки) и поверяемые (калибруемые) трансформаторы.

5.4.1.2 Поверка (калибровка) ТТ, ТН на месте эксплуатации ТТ, ТН выполняется персоналом Исполнителя. В связи с этим подготовку рабочего места, в том числе вывод измерительных трансформаторов из рабочей схемы и подачу напряжения питания вторичных приборов к месту их установки, осуществляется оперативным персоналом ПМЭС.

5.4.1.3 Прокладка и подсоединение первичных и вторичных проводников поверочной схемы выполняется персоналом Исполнителя в соответствии с выбранной схемой поверки (калибровки) и данными поверяемого (калибруемого) трансформатора.

5.4.1.4 Работы, связанные с подъемом на высоту, должны производиться в зависимости от конкретных условий с использованием изолирующих стремянок, телескопических вышек либо гидropодъемников.

При использовании стремянок не допускается:

- работать с двух верхних ступенек стремянок, не имеющих перил или упоров;
- находиться на ступеньках стремянки более чем одному человеку;
- работать с использованием электрического и пневматического инструмента;
- выполнять газо- и электросварочные работы;
- выполнять натяжение проводов, поддерживание на высоте тяжелых грузов.

5.4.1.5 В процессе выполнения работ по поверке (калибровке) ТТ, ТН следует пользоваться необходимыми защитными средствами.

5.4.1.6 При проведении поверки (калибровки) запрещается подавать ток в первичные обмотки ТТ при разомкнутых выводах вторичных обмоток во избежание появления на них высокого напряжения, опасного для персонала и оборудования.

5.4.1.7 Перед производством любых переключений во вторичных цепях поверочной схемы следует убедиться, что ток в первичной цепи отсутствует, а питание схемы отключено. Отключение питания должно осуществляться коммутационным устройством до регулятора напряжения или непосредственно после него.

5.4.1.8 При определении погрешностей одной из обмоток ТТ с двумя или более вторичными обмотками, каждая из которых намотана на свой

магнитопровод, другие вторичные обмотки должны быть замкнуты на номинальную нагрузку или накоротко.

5.4.2 Условия проведения поверки (калибровки) ТТ, ТН на месте эксплуатации ТТ, ТН

5.4.2.1 При проведении поверки (калибровки) измерительных ТТ должны быть соблюдены 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 (калибровке) трансформаторов тока номинальной частотой свыше 50 Гц или номинальным током более 10 кА — по технической документации на трансформаторы конкретных типов, но не более ± 5 % от номинальной частоты.

5.4.2.2 При проведении поверки (калибровки) измерительных ТН должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от + 10 °С до + 35 °С;
- допускаемые колебания температуры окружающего воздуха в период проведения поверки (калибровки) не более ± 2 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 % при 25 °С;
- поверку (калибровку) трансформаторов на местах эксплуатации допускается проводить при температуре окружающего воздуха от 0 °С до + 40 °С, относительной влажности не более 80 % и отсутствии осадков;
- коэффициент гармоник кривой переменного напряжения высоковольтного источника и сети питания низковольтных средств измерений не более 5 %;
- колебания напряжения высоковольтного источника и сети питания низковольтных средств измерений не более 3 %;
- отклонение частоты высоковольтного источника и сети питания низковольтных средств измерений не более $\pm 0,5$ Гц;

5.4.2.3 Средства поверки (калибровки) подготавливают к работе согласно указаниям, приведенным в эксплуатационной документации на них.

5.4.2.4 Измерительные трансформаторы предъявляют на поверку (калибровку) со свидетельством о предыдущей поверке (сертификатом калибровки), если они выдавались.

5.4.3 Подготовка к проведению и проведение поверки (калибровки) ТТ, ТН

5.4.3.1 Поверка (калибровка) ТТ, ТН производится в соответствии с нормативными документами, регламентирующими проведение поверочных (калибровочных) работ [3], [6], [7], [10].

5.4.3.2 При выполнении работ по поверке (калибровке) ТТ, ТН определяются погрешности всех вторичных обмоток ТТ, ТН.

При этом, в случае наличия вторичной обмотки, используемой для коммерческого учета электроэнергии, все вторичные обмотки подлежат поверке. В остальных случаях все вторичные обмотки ТТ, ТН (в том числе используемые для технического учета электроэнергии) подлежат калибровке.

5.4.3.3 Поверка (калибровка) средств измерений осуществляется физическим лицом, аттестованным на право проведения поверочных (калибровочных) работ в установленном порядке [8].

5.4.3.4 ТТ, ТН, представляемые на поверку (калибровку) должны быть очищены от грязи, пыли и наружной смазки. Табличка с маркировкой должна быть четко определяема.

5.4.3.5 Выбор методов и средств поверки (калибровки) зависит от условий проведения работ. Требования к технологии и порядок проведения работ по поверке (калибровке) представлен в приложениях 3,4 в соответствии с ГОСТ 8.216, ГОСТ 8.217, [4], [5].

5.4.4 Оформление результатов поверки (калибровки) ТТ, ТН

5.4.4.1 Измерительный ТТ считается прошедшим поверку (калибровку), если значения погрешностей, определенные при поверке (калибровке), не превышают допустимых погрешностей, соответствующих их классу точности, установленных в ГОСТ 7746, а результаты внешнего осмотра соответствуют требованиям ГОСТ 8.217.

5.4.4.2 Измерительный ТН считается прошедшим поверку (калибровку), если значения погрешностей, определенные при поверке (калибровке), не превышают допустимых погрешностей, соответствующих их классу точности, установленных в ГОСТ 1983, а результаты внешнего осмотра соответствуют требованиям ГОСТ 8.216.

5.4.4.3 По результатам поверки составляется протокол (приложения 5, 6) и при положительных результатах свидетельство о поверке.

5.4.4.4 Если по результатам поверки ТТ, ТН признан непригодным для применения, выписывается извещение о непригодности с указанием причины непригодности.

5.4.4.5 Результаты калибровки ТТ, ТН удостоверяются сертификатом о калибровке, оформлением протокола, записью в паспорте.

Форма сертификата о калибровке приведена в приложении 7.

5.4.4.6 Если средство измерений по результатам калибровки признано непригодным к применению, сертификат о калибровке аннулируется, делаются соответствующие записи в паспорте и средство измерений направляется в ремонт.

5.4.4.7 Протоколы с результатами калибровки хранятся не менее срока периодичности калибровки, установленного для данного средства измерений.

6 Библиография

1. Федеральный закон от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ « Об обеспечении единства измерений».
2. Федеральный закон от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ « О техническом регулировании».
3. РМГ 51-2002 ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения.
4. МИ 2925-2005 ГСИ. Измерительные трансформаторы напряжения 35...330/√3 кВ. Методика поверки на месте эксплуатации с помощью эталонного делителя.
5. МИ 3123-2008 ГСИ. Трансформаторы тока. Экспериментально-расчётная методика поверки измерительных трансформаторов тока на местах их эксплуатации.
6. ПР 50.2.006-94 ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений.
7. ПР 50.2.016-94 ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ.
8. ПР 50.2.012-94 ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений.
9. РД 153-34.0-03.150-00 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
10. РД 34.11.412-96 Методические указания. Калибровка средств измерений на энергопредприятиях электроэнергетики. Организация и порядок проведения.
11. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. (Утверждены Приказом Минэнерго России от 19.06.2003 N 229)
12. Правила устройства электроустановок (7-ое издание, Утверждены Приказом Минэнерго России от 9 апреля 2003 г. N 150)
13. ПБ 10-256-98 Правила устройства и безопасной эксплуатации подъемников (вышек).
14. РД 153-34.0-20.608-2003 Методические указания. Проект производства работ для ремонта энергетического оборудования электростанций. Требования к составу, содержанию и оформлению.
15. Порядок взаимодействия структурных подразделений исполнительного аппарата, филиалов и ДЗО ОАО «ФСК ЕЭС» по метрологическому обеспечению в ЕНЭС. Введён распоряжением ОАО «ФСК ЕЭС» от 13.04.2010 № 193р.
16. Типовой порядок по формированию перечней и графиков метрологического контроля средств измерений, применяемых на объектах ОАО «ФСК ЕЭС». Введён распоряжением ОАО «ФСК ЕЭС» от 02.08.2010 № 472р.
17. СТО 56947007-29.240.024-2009 Положение по организации и обеспечению представления средств измерений на испытания в целях утверждения типа, а также на поверку и калибровку.

18. ПОТ Р М-016-2001 Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок. (Утверждены Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 05.01.2001 г. N 3).

УТВЕРЖДАЮ
 Главный инженер
 ПМЭС

« » 20 г.

ТИПОВАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
на поверку трансформатора тока

СОСТАВ БРИГАДЫ – 3 человека		УСЛОВИЯ ТРУДА И МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ		ТРУДОЗАТРАТЫ	
1. Инженер-метролог – руководитель работ – 5 группа по электробезопасности	1 человек	В соответствии с требованиями Межотраслевых правил по охране труда (правил безопасности) при эксплуатации электроустановок, ГОСТ Р 24258-88, ГОСТ Р 28012-89.		1. Основные работы – _____ ч/час	
2. Инженер-метролог – производитель работ - 4 – 5 группа по электробезопасности	1 человек				
3. Член бригады - 2- 5 группа по электробезопасности	1 человек				
ИНСТРУМЕНТ		ПРИБОРЫ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И ЗАЩИТНЫЕ СРЕДСТВА		ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ОПЕРАЦИЙ	
				Описание выполняемой работы	Исполнители
1. Набор гаечных ключей двухсторонних от 10 до 22 мм.	1 комплект	1. Грузоподъемный механизм, вышка, лестница.	1 шт.	1. Вывести в ремонт ТТ присоединения (по типовому бланку переключений).	Оперативный персонал
2. Плоскогубцы комбинированные длиной 200 мм.		2. Комплект поверочного оборудования (удовлетворяющий условиям ГОСТ 8.217-2003 и МИ 3123-2008).	1 комплект	2. По наряду начальника подстанции, произвести допуск бригады к поверке ТТ. В отдельных указаниях наряда предусмотреть возможность отключения заземляющих ножей (ЗН) шинного разъединителя присоединения в сторону выключателя ЗН линейного разъединителя присоединения в сторону выключателя на время выполнения измерений (для исключения заземления ТТ с обеих сторон), при поверке встроенных ТТ выключатель должен быть включен.	Оперативный персонал, Персонал Исполнителя.
3. Комплект трубчатых ключей от 10 до 22 мм.	1 комплект	3. Парма-ВАФ.	1 шт.		
4. Закоротки сечением 2,5 мм ² .	10 шт.	4. Спецдежда.	3 шт.		
5. Отвёртки слесарно-монтажные.	1 комплект	5. Каски защитные.	3 шт.		
6. Напильники разные (набор).	1 шт.	6. Пояс монтерский.	1 шт.		
7. Молоток	1 шт.	7. Аптечка.	1 шт.		
(комплект инструментов сформирован в соответствии с «Типовыми технологическими картами на капитальный и текущий ремонт электрооборудования		8. Канат верёвочный (длина по месту).	1 шт.		

распределительных устройств электростанций и подстанций на напряжение 6-500 кВ. Выпуск 2. - М.: СПО Союзтехэнерго, 1989)						
		МАТЕРИАЛЫ И ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ		3. Открыть клеммную крышку коробки выводов ТТ, проверить отсутствие напряжения на выводах. 4. Проверить маркировку проводов в коробке выводов ТТ. При нечеткой маркировке, промаркировать дополнительными знаками подключенные провода, согласно маркировке выводов ТТ. Сфотографировать и (или) заэскизировать положение проводов. 5. Отсоединить провода (не нарушая знаков маркирования) от выводов обмотки, предназначенной для учета; 6. Установить закорачивающие перемычки на остальные обмотки выводов вторичных цепей трансформатора тока, специальной закороткой с сечением провода не менее 2,5 мм ² .	Персонал ПС	
			1. Ветошь обтирочная, кг			0,5

		<p>14. Отключить источник тока и эталонный трансформатор от выводов первичной обмотки ТТ фазы А (при проверке встроенных ТТ – от выводов полюсов выключателя).</p> <p>15. Отключить вторичную обмотку ядра измерений ТТ фазы А от прибора сравнения; Присоединить провода (не нарушая знаков маркирования) к выводам ТТ, предназначенным для учёта.</p>	Персонал Исполнителя
		<p>16. Снять установленные на время проверки закорачивающие перемычки с выводов вторичных цепей ТТ. Протянуть на выводах в местах подключения закорачивающих перемычек вторичные цепи ТТ.</p> <p>17. Проверить целостность вторичных токовых цепей с помощью омметра, сфотографировать и (или) заэскизировать все концы токовых цепей отключенных на клеммной коробке ТТ.</p> <p>18. Повторить операции по п. 3 – 17 для фаз В и С ТТ.</p>	Персонал ПС
		19. Закрыть наряд.	Оперативный персонал, персонал Исполнителя
		20. Ввести в работу ТТ (по типовому бланку переключений).	Оперативный персонал
		21. После включения под нагрузку ТТ убедиться в правильности сборки вторичных цепей как обмоток измерения, так и обмоток РЗ, путём проверки обтекания и замера величины фазных токов, отсутствия тока в нуле звезды на кабеле в сторону ОПУ в шкафу ТТ на ОРУ.	Персонал ПС
		22. Сделать запись в релейном журнале ПС о проведении проверки ТТ.	Персонал Исполнителя
<p>Начальник ПС _____</p>			<p>_____</p> <p>ФИО</p>

Методика поверки (калибровки) измерительного трансформатора тока

1 Операции поверки (калибровки)

1.1 При проведении поверки (калибровки) в соответствии должны быть выполнены следующие операции:

1.1.1 Внешний осмотр.

1.1.2 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов (только при выпуске из производства и ремонта).

1.1.3 Размагничивание.

1.1.4 Определение погрешности.

2 Требования к точности измерений

2.1 Точность измерения определяемых характеристик (погрешностей) определяется классом примененных средств измерений. Соотношение погрешностей примененных образцовых средств измерений и калибруемых трансформаторов тока в области применения настоящего документа соответствует ГОСТ 8.550.

3 Средства поверки (калибровки)

3.1 В качестве средств поверки (калибровки) могут использоваться средства измерения и дополнительное оборудование, перечисленные в таблице 1:

Таблица 1

Наименование средства поверки (калибровки) и его основные характеристики	Номер пункта настоящей методики
Мегаомметр с характеристиками по ГОСТ 7746 или ГОСТ 23624	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 (калибровки) по 9.4	9.5

4 Метод измерений

4.1 Погрешности поверяемого (калибруемого) трансформатора определяются по ГОСТ 8.217 дифференциально-нулевым методом путем сличения с образцовым ТТ.

5 Требования безопасности

5.1 Требования безопасности в соответствии с п. 5.4.1 настоящего стандарта

6 Требования к квалификации персонала

6.1 К выполнению поверки (калибровки) может быть допущен персонал, подготовленный в соответствии с требованиями п. 5.1, знакомый с основами электротехники, конструкцией и особенностями эксплуатации поверяемых ТТ, методами и средствами измерения электрических величин, настоящей Инструкцией, имеющий право производства специальных работ в электроустановках и поверочных работ.

6.2 Работы по поверке (калибровке) ТТ на месте эксплуатации выполняются по наряду, в лабораторных условиях - по распоряжению бригадой в составе не менее 2 человек: производитель работ - группа по электробезопасности IV, член бригады - группа по электробезопасности III.

7 Условия проведения поверки (калибровки) и определения погрешностей

7.1 При проведении поверки (калибровки) должны быть соблюдены условия в соответствии с п. 5.4.2.1 настоящего стандарта:

7.2 Погрешности трансформаторов тока определяются при увеличении тока.

7.3 Погрешности трансформаторов тока с номинальной частотой 60 Гц допускается определять на частоте 50 Гц при отсутствии специальных требований в технической документации на поверяемые трансформаторы тока.

7.4 Значения первичного тока и вторичной нагрузки при определении погрешностей должны соответствовать данным таблицы 2

Таблица 2

Наименование стандарта	Класс точности	Значение первичного тока I_1 , % от $I_{1ном}$	Значение вторичной нагрузки S_2 , % от $S_{2ном}$
ГОСТ 7746	от 0,2 до 1	5	100
		20	
		100	

		120	25
	От 3 до 10	50	100
		100	50, но не менее нижнего предела вторичной нагрузки, установленного для соответствующего класса точности
		120	
	5P и 10P	100	100

7.5 Погрешности трансформаторов тока, у которых 25 % номинального значения нагрузки более 15 ВА, определяют при значениях нагрузки 15 ВА и 100 % номинального значения.

7.6 Для трансформаторов с номинальными вторичными нагрузками 1; 2; 2,5; 3; 5 и 10 ВА нижний предел вторичных нагрузок - 0,8; 1,25; 1,5; 1,75; 3,75 и 3,75 ВА соответственно.

8 Подготовка к проведению поверки (калибровки)

8.1 При подготовке к выполнению поверки (калибровки) необходимо произвести следующие работы:

8.1.2 Выполнить организационные и технические мероприятия по обеспечению безопасности в соответствии с разделом 5.4.1 настоящего стандарта.

8.1.3 Установить средства поверки (калибровки) и поверяемый (калибруемый) трансформатор в рабочее положение в соответствии с НД и схемой поверки.

8.1.4 Проверить уровень масла в трансформаторах с масляной изоляцией.

9 Проведение поверки (калибровки)

9.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого (калибруемого) трансформатора следующим требованиям:

9.1.1 Контактные зажимы или выводы первичной и вторичной обмоток должны быть исправны.

9.1.2 Отдельные части трансформатора должны быть прочно закреплены.

9.1.3 Болт для заземления, если он предусмотрен конструкцией, должен иметь обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 21130.

9.1.4 Бак для масла не должен иметь дефектов, приводящих к течи масла.

9.1.5 Короткозамыкатель, если он предусмотрен конструкцией, должен быть исправен.

9.1.6 На табличке трансформатора должны быть четко указаны его паспортные данные.

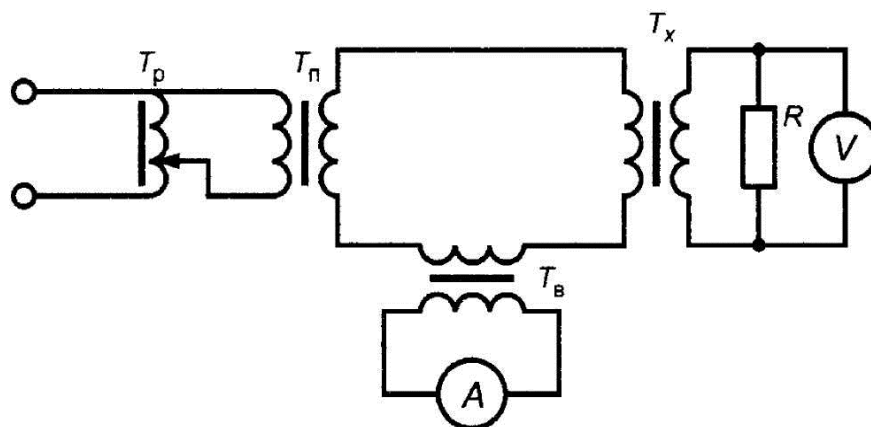
9.2 Проверка сопротивления изоляции

9.2.1 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 вторичных и промежуточных обмоток трансформаторов тока всех классов напряжения, а также для первичных обмоток трансформаторов тока на класс напряжения менее 1 кВ и мегомметра на 2500 В — для первичных обмоток трансформаторов тока классов напряжения 1 кВ и выше.

9.2.2 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 вторичными 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 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

$$R = \frac{250}{I_{ном}^2},$$

где $I_{ном}$ — номинальный вторичный ток поверяемого трансформатора тока, А

Если поверяемый трансформатор тока 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;

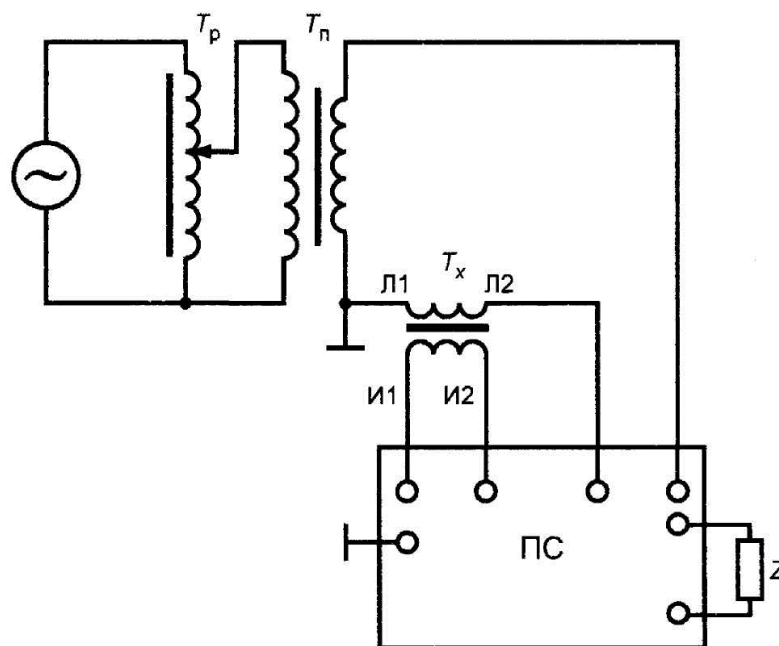
Второй способ. Через первичную обмотку трансформатора тока при разомкнутой вторичной обмотке пропускают ток, равный 10 % от номинального значения первичного тока, затем плавно снижают его до значения, не превышающего 0,2 % от номинального;

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.

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, индуктируемое (9.3.3, второй способ) или прикладываемое к вторичной обмотке (9.3.3, третий способ), не превышает указанного.

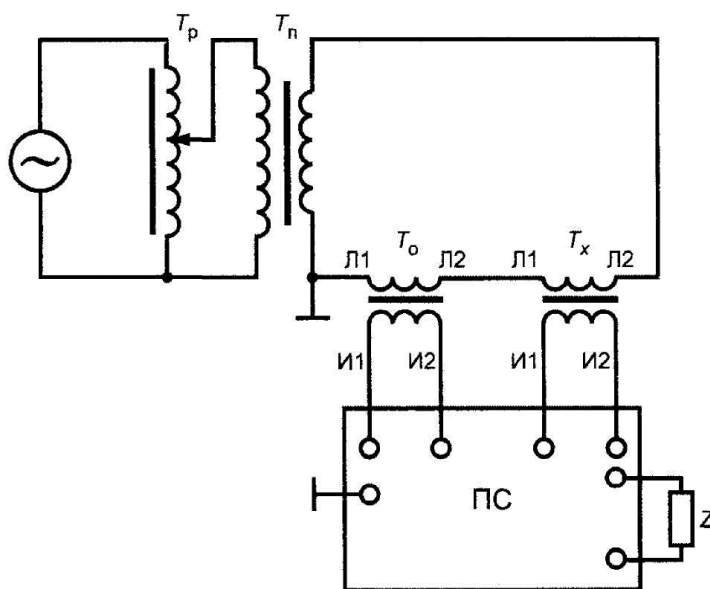
9.4 Проверка правильности обозначения контактных зажимов и выводов

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



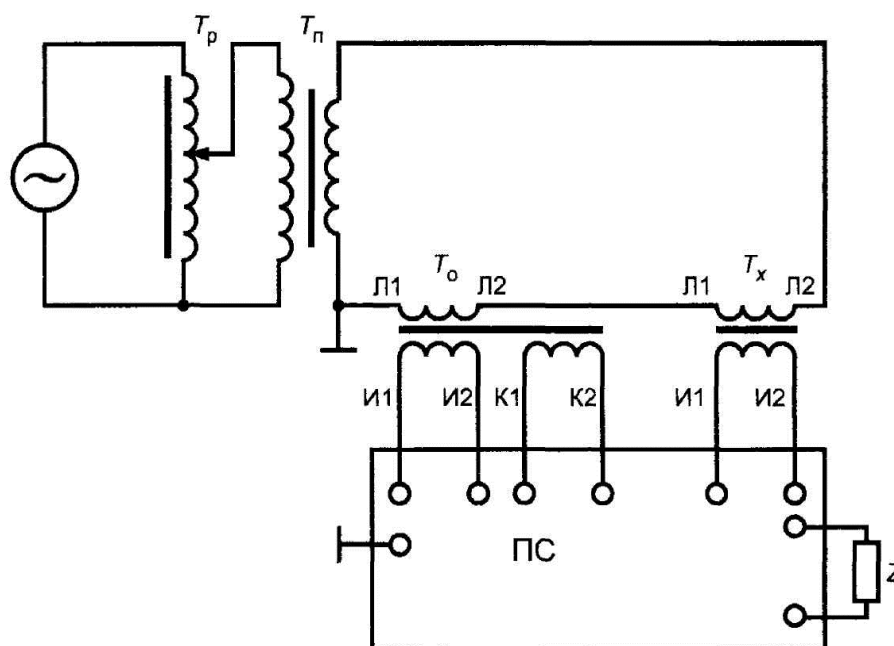
\sim — сеть (генератор); T_p — регулирующее устройство (автотрансформатор);
 T_n — понижающий силовой трансформатор; T_x — проверяемый трансформатор тока;
 L_1, L_2 — контактные зажимы первичной обмотки, I_1, I_2 — контактные зажимы
 вторичной обмотки; Z — нагрузка; ПС — прибор сравнения

Рисунок 2 – Схема поверки (калибровки) с использованием компаратора первичного и вторичного токов



\sim — сеть (генератор); T_p — регулирующее устройство (автотрансформатор);
 T_n — понижающий силовой трансформатор; T_o — рабочий эталон;
 T_x — проверяемый трансформатор тока; L_1, L_2 — контактные зажимы первичной обмотки;
 I_1, I_2 — контактные зажимы вторичной обмотки; Z — нагрузка; ПС — прибор сравнения

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



\sim — сеть (генератор); T_p — регулирующее устройство (автотрансформатор);
 T_n — понижающий силовой трансформатор; T_o — рабочий эталон;
 T_x — поверяемый трансформатор тока; L_1, L_2 — контактные зажимы первичной обмотки;
 I_1, I_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 (калибровки) 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 (калибровки) (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 (калибровке) не подлежит и к применению не допускается.

Примечание — Допускается проводить проверку правильности обозначения выводов другими методами (например, метод с использованием гальванометра и источника постоянного напряжения).

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 ГОСТ 7746, 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 0,1 до 1, выпускаемых по ГОСТ 7746, — 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 по ГОСТ 7746;

в) для трансформаторов тока классов точности от 3 до 10, выпускаемых по ГОСТ 7746, — 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 ГОСТ 7746, 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.

9.5.4 Погрешности шинных, втулочных, встроенных и разъемных трансформаторов тока в первичном токоведущем контуре определяют в соответствии с ГОСТ 7746. Расстояния между осями проводников соседних фаз

трансформатора тока до места ближайшего изгиба проводника, служащего первичной обмоткой трансформатора тока, должны быть выбраны в соответствии с указанными в эксплуатационной документации на конкретный тип трансформатора тока.

Погрешности встроенных и шинных трансформаторов тока допускается определять с первичной обмоткой, которую создают пропуская витки 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;

- для секционированных трансформаторов, у которых изменение коэффициента трансформации достигается последовательно-параллельным соединением секций обмоток без изменения ампервитков — при любом коэффициенте трансформации (но для каждой секции).

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 (калибровки)

10.1 Трансформатор считается прошедшим поверку (калибровку), если значения погрешностей, определенные при поверке, не превышают допустимых погрешностей, соответствующих их классу точности, установленных в ГОСТ 7746, а результаты внешнего осмотра соответствуют требованиям ГОСТ 8.217.

10.2 По результатам поверки и калибровки оформляются документы в соответствии с п.5.4.4 настоящего стандарта.

Методика поверки (калибровки) измерительного трансформатора напряжения

1 Операции поверки (калибровки)

1.1 При проведении поверки (калибровки) в соответствии с ГОСТ 8.216 должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр;
- проверка правильности обозначения выводов и групп соединения обмоток;
- определение погрешностей.

2 Внешний осмотр

2.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого (калибруемого) трансформатора требованиям:

2.1.1 Выводы первичной и вторичной обмоток должны быть исправными и иметь маркировку, соответствующую ГОСТ 1983;

2.1.2 Заземляющий зажим (если он предусмотрен в НТД на поверяемый трансформатор) должен иметь соответствующее обозначение;

2.1.3 Отдельные части трансформатора должны быть прочно закреплены;

2.1.4 Наружные поверхности трансформатора не должны иметь дефектов покрытий, загрязнений;

2.1.5 Должно быть предусмотрено место для клеймения и (или) пломбирования;

2.1.6 Трансформатор должен быть снабжен табличкой с маркировкой по ГОСТ 1983.

3 Проверку правильности обозначений выводов и групп соединений обмоток трансформатора проводят методом постоянного тока в соответствии с ГОСТ 3484.

Если в приборе сравнения есть устройство сигнализации неправильного включения, то проверку правильности обозначений выводов и групп соединений обмоток поверяемого трансформатора проводят одновременно с проверкой правильности подключения образцового и поверяемого трансформаторов к прибору сравнения при собранной схеме поверки непосредственно перед операцией определения погрешностей.

4 Трансформаторы с отрицательными результатами проверок по пп. 2 и 3 к дальнейшей поверке не допускают.

5 Определение погрешностей

5.1 Определение погрешностей поверяемого (калибруемого) трансформатора проводят одним из методов:

- 1) методом сличения поверяемого трансформатора с образцовым трансформатором при помощи прибора сравнения;
- 2) методом компарирования токов с использованием электромагнитного компаратора токов (ЭМКТ) и двух измерительных конденсаторов;
- 3) методом непосредственного измерения первичного и вторичного напряжений.

5.2. Погрешности трансформаторов напряжения определяют:

- при значениях первичного напряжения, равных 20, 80, 100 и 120 % номинального значения для трансформаторов по ГОСТ 1983;
- при значениях полной мощности, отдаваемой поверяемым трансформатором в цепь нагрузки вторичных обмоток, равных:

$$0,25 \cdot S_{ном} \left(\frac{U_1}{U_{1ном}} \right)^2 \quad \text{и} \quad S_{ном} \left(\frac{U_1}{U_{1ном}} \right)^2$$

(при номинальном коэффициенте мощности), для каждого значения напряжения,

где $S_{ном}$ – номинальное значение мощности трансформатора, В·А;

U_1 – значение первичного напряжения, подведенного к трансформатору, В;

$U_{1ном}$ – номинальное значение первичного напряжения трансформатора, В.

5.3 Погрешности электромагнитных трансформаторов определяют при номинальном значении частоты поверяемого трансформатора.

5.4 Погрешности емкостных трансформаторов, предназначенных для работы в электрических цепях переменного тока частоты 50 Гц, определяют при значениях частот 49,5 и 50,5 Гц. Погрешности емкостных трансформаторов, предназначенных для работы в электрических цепях переменного тока частоты 60 Гц, определяют при значениях частот 59,5 и 60,5 Гц.

5.5 Погрешности трехфазных трансформаторов напряжения определяют при прямом порядке чередования фаз, значениях напряжений, указанных в п. 5.2 и номинальной частоте.

Погрешности трехфазных трансформаторов определяют отдельно для каждой из основных вторичных обмоток при значениях полной мощности, отдаваемой поверяемым трансформатором в цепи нагрузки вторичных обмоток, равных $0,25 \cdot S_{номj}$ и $S_{номj}$, где $S_{номj}$ – номинальные значения мощностей нагрузок основных вторичных обмоток, указанные в НТД на поверяемый трехфазный трансформатор.

Для трехфазных трехобмоточных трансформаторов наряду с погрешностями основных обмоток определяют напряжение на выводах разомкнутого треугольника, образованного дополнительными вторичными обмотками, при номинальном значении мощности, отдаваемой трансформатором в цепь нагрузки дополнительных вторичных обмоток и номинальном первичном напряжении.

5.6 Погрешности трехобмоточных однофазных трансформаторов определяют отдельно для основной и дополнительной обмоток. При этом нагрузку с значениями мощностей по п. 5.2 подключают к той обмотке (основной или дополнительной), которую используют при измерениях. Свободная во время измерений обмотка должна быть разомкнута. Угловую погрешность дополнительной обмотки не определяют.

5.7 Погрешности много диапазонных трансформаторов определяют для всех значений коэффициента трансформации.

5.8 Погрешности электромагнитных трансформаторов, имеющих несколько классов точности в зависимости от номинальной мощности, допускается определять при нагрузке, соответствующей наиболее высокому классу точности. Погрешности емкостных трансформаторов определяют при нагрузках, соответствующих всем классам точности.

5.9 Погрешности трансформаторов определяют либо при увеличении, либо при уменьшении напряжения. Погрешности трансформаторов классов точности 0,2 и более точных определяют дважды: при увеличении и при уменьшении напряжения. Разность значений погрешностей при этом не должна превышать 0,1 предела допускаемых погрешностей поверяемого трансформатора.

5.10 При первичной поверке электромагнитных трансформаторов допускается с разрешения головной организации по виду измерений Росстандарта по результатам государственных приемочных испытаний проводить поверку указанных трансформаторов при меньшем числе значений напряжений и нагрузок, чем это указано в настоящем стандарте.

5.11 Поверку электромагнитных трансформаторов, предназначенных для работы на частоте 60 Гц, допускается проводить при частоте 50 Гц, если такое указание имеется в НТД на поверяемый трансформатор.

5.12 Трансформаторы считают прошедшими поверку, если значения погрешностей, определенные при поверке, не превышают допускаемых погрешностей, соответствующих их классу точности, установленных в ГОСТ 1983.

5.13 Определение погрешностей однофазных трансформаторов методом сличения с образцовым трансформатором проводят в последовательности:

- 1) собирают схему согласно рисунку 1;

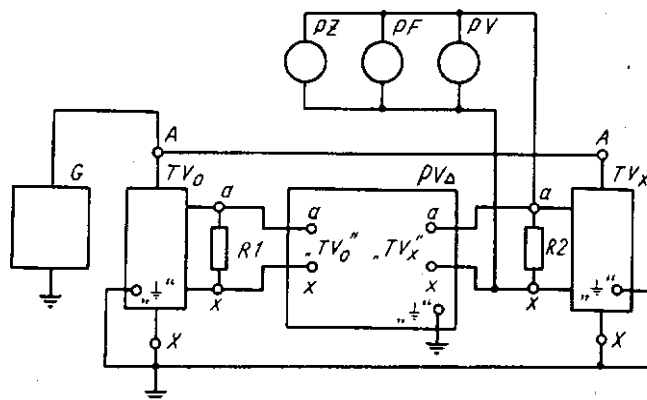


Рисунок 1. Схема поверки однофазного трансформатора методом сличения с образцовым трансформатором, где:

G – источник высокого напряжения, мощностью $25 \text{ кВ}\cdot\text{А}$; TV_0 – образцовый трансформатор; $R1$ – нагрузочное устройство образцового трансформатора; PZ – измеритель нелинейных искажений; PF – частотомер; PV – вольтметр с пределом измерения 150 В (подключается при отсутствии встроенного вольтметра в приборе сравнения); PV_{Δ} – прибор сравнения; $R2$ – нагрузочное устройство поверяемого трансформатора; TV_x – поверяемый трансформатор.

2) образцовый трансформатор подключают к прибору сравнения проводниками сопротивлением не более $0,015 \text{ Ом}$ при поверке трансформаторов класса точности $0,1$, $0,2$ и $0,06 \text{ Ом}$ – при поверке трансформаторов класса точности $0,5$ и менее точных.

3) если в приборе сравнения имеется сигнализация неправильного включения, проводят проверку правильности подключения трансформаторов к прибору сравнения в соответствии с его руководством по эксплуатации. Если схема уравнивается, то это свидетельствует о правильности подключения трансформаторов к прибору сравнения и, соответственно, о правильности обозначения выводов и групп соединения обмоток поверяемого трансформатора. Если срабатывает сигнализация неправильного включения, то нужно поменять местами провода на выводах вторичной обмотки поверяемого трансформатора. Если схема при этом уравнивается, то это свидетельствует о неправильном обозначении выводов и групп соединений обмоток поверяемого трансформатора. В этом случае дальнейшую поверку не проводят;

4) если поверку проводят с учетом погрешностей образцового трансформатора и нагрузка, создаваемая прибором сравнения меньше нагрузки, при которой определены погрешности образцового трансформатора, то образцовый трансформатор дополнительно нагружают на нагрузочное устройство $R1$, на котором устанавливают необходимое значение мощности нагрузки;

5) устанавливают на нагрузочном устройстве $R2$ поверяемого трансформатора значение мощности, равное $0,25 S_{ном}$;

6) подготавливают средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации;

7) включают источник высокого напряжения G , устанавливают на его выходе значения напряжений U_1 в соответствии с п. 5.2, которые контролируют вольтметром PV , показание вольтметра при этом должно быть равно

$$U_2 = \frac{U_1}{K_{ном}},$$

где $K_{ном}$ – номинальный коэффициент трансформации поверяемого трансформатора.

8) контроль частоты осуществляют частотомером PF , формы кривой напряжения — измерителем нелинейных искажений PZ ;

9) проводят измерения в соответствии с руководством по эксплуатации прибора сравнения; устанавливают на нагрузочном устройстве поверяемого трансформатора значение мощности нагрузки, равное $S_{ном}$;

10) выполняют все указанные выше операции;

11) вычисляют погрешность напряжения поверяемого трансформатора ($\Delta f_{нов}$) в процентах и его угловую погрешность ($\Delta \delta_{нов}$) в минутах (радианах) при учете значений погрешностей образцового трансформатора по формулам:

$$\begin{aligned}\Delta f_{нов} &= \Delta f_{изм} + \Delta f_{обр} \\ \Delta \delta_{нов} &= \Delta \delta_{изм} + \Delta \delta_{обр},\end{aligned}$$

где $\Delta f_{изм}$ – отсчет по шкале погрешности напряжения прибора сравнения, полученный только при увеличении или только при уменьшении напряжения, или среднее арифметическое значение отсчетов, полученных при увеличении и уменьшении напряжения, %;

$\Delta \delta_{изм}$ – отсчет по шкале угловой погрешности прибора сравнения, полученный только при увеличении или только при уменьшении напряжения, или среднее арифметическое значение отсчетов, полученных при увеличении и уменьшении напряжения, мин (рад);

$\Delta f_{обр}$, $\Delta \delta_{обр}$ – значения погрешности напряжения в процентах и угловой погрешности в минутах (радианах) образцового трансформатора, указанные в свидетельстве о его поверке.

Если погрешности образцового трансформатора не учитывают, то погрешности поверяемого трансформатора принимают равными:

$$\begin{aligned}\Delta f_{нов} &= \Delta f_{изм} \\ \Delta \delta_{нов} &= \Delta \delta_{изм}\end{aligned}$$

5.14 Определение погрешностей однофазных трансформаторов методом компарирования токов проводят в результате двух этапов измерений. Измерения на первом этапе проводят в последовательности: собирают схему согласно рис. 2а;

– подготавливают средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации;

- включают источник напряжения $G1$, повышают напряжение на его выходе до значения 1000 В, контролируя напряжение по вольтметру $PV1$;
- проводят уравнивание ЭМКТ согласно его руководству по эксплуатации, в результате чего определяют отношение токов K_1 , протекающих в обмотках ЭМКТ, и фазовый угол между ними δ_1 в минутах (радианах); снижают напряжение на выходе $G1$ до минимального значения и выключают его.

На втором этапе измерений собирают схему согласно рис. 2б; устанавливают на нагрузочном устройстве R значение мощности нагрузки, равное $0,25 S_{ном}$;

- включают источник высокого напряжения $G2$, устанавливают на его выходе значения напряжений $U1$, которые контролируют вольтметром $PV2$, показание вольтметра при этом должно быть равно значению $U2$, определяемому по формуле (1). Контроль частоты осуществляют частотомером pf , формы кривой - измерителем нелинейных искажений PZ ;
- при каждом из значений установленных напряжений проводят уравнивание ЭМКТ, в результате чего определяют новые значения отношений токов $K2$, протекающих в обмотках ЭМКТ, и фазового угла между ними δ_2 в минутах (радианах);
- снижают напряжение на выходе источника высокого напряжения до минимума и отключают его;
- устанавливают на нагрузочном устройстве R значение мощности нагрузки, равное $S_{ном}$ и повторяют все операции второго этапа измерений;
- определяют погрешность напряжения (Δf) поверяемого трансформатора в процентах и его угловую погрешность ($\Delta \delta$) в минутах (радианах) для каждого из установленных значений напряжений и нагрузок по формулам:

$$\Delta_f = \left(1 - \frac{K_1}{K_2 \cdot K_{ном}} \right) \cdot 100$$

$$\Delta_\delta = \delta_1 - \delta_2.$$

При проверке трансформаторов класса точности 0,2 и более точных значения K_2 и δ_2 определяют дважды: при увеличении и уменьшении напряжения, вычисляют средние арифметические значения K_2 и δ_2 . Погрешности поверяемого трансформатора определяют по формулам, приведенным выше, в этом случае K_2 и δ_2 – средние арифметические значения отсчетов, полученных по шкалам компаратора токов при увеличении и уменьшении напряжения.

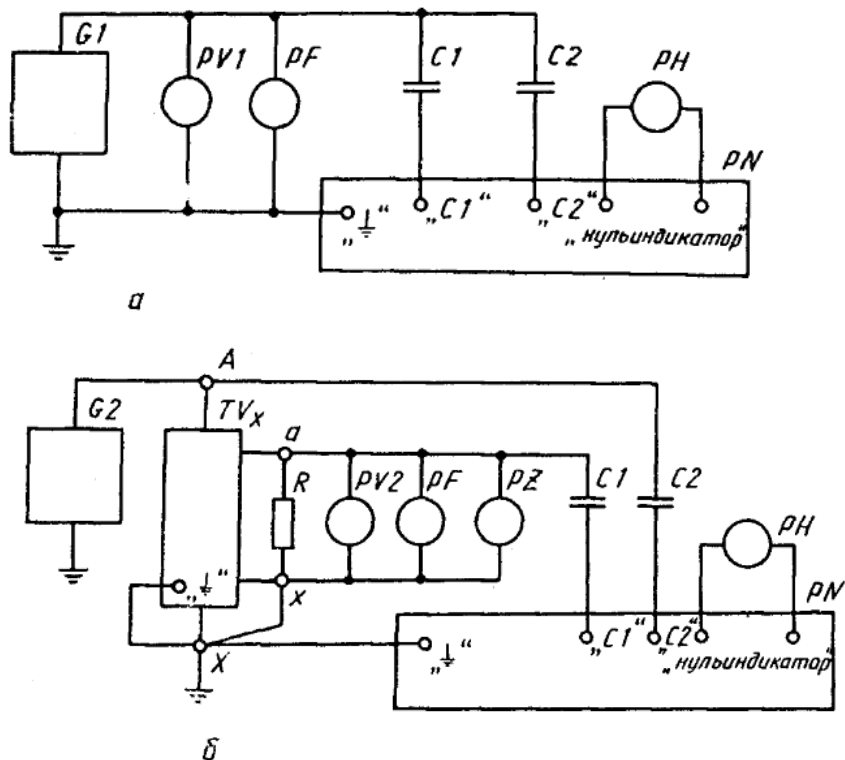


Рисунок 2 - Схема проверки однофазного трансформатора методом компарирования токов, где:

$G1$ — источник напряжения, 1000 В, 500 ВА; $PV1$ — вольтметр с пределом измерения 1500 В; PF — частотомер; $C1$ — образцовый конденсатор с рабочим напряжением не менее $1,2U_1$; $C2$ — образцовый конденсатор с рабочим напряжением не менее 1000 В; PH — нульиндикатор; PN — электромагнитный компаратор токов; $G2$ — источник высокого напряжения, 25 кВА; TVx — проверяемый трансформатор; R — нагрузочное устройство проверяемого трансформатора; PZ — измеритель нелинейных искажений; $PV2$ — вольтметр с пределом измерения 150 В.

5.15 Определение погрешностей проверяемого однофазного трансформатора методом непосредственного измерения первичного и вторичного напряжений.

Метод непосредственного измерения первичного и вторичного напряжений допускается применять при определении погрешности трансформатора класса точности 3,0, а также при определении погрешности дополнительной обмотки трехобмоточного трансформатора.

Собирают схему согласно рисунку 3.

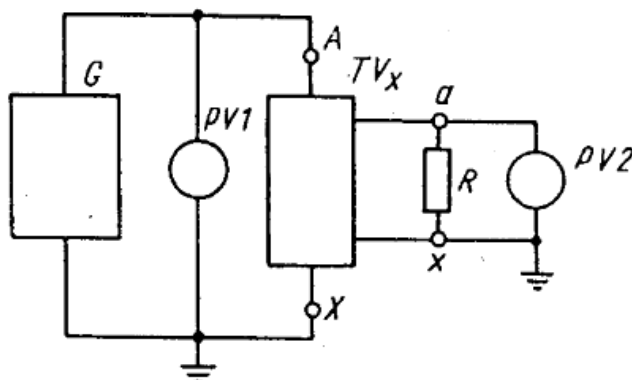


Рисунок 3 - Схема поверки однофазного трансформатора методом непосредственного измерения первичного и вторичного напряжений, где

G – источник высокого напряжения; TV_x – поверяемый трансформатор; $PV1, PV2$ — образцовые вольтметры; R — нагрузочное устройство.

Показания вольтметров должны быть в пределах 66–100 % верхнего предела измерения, погрешности напряжения в процентах вычисляют по формуле

$$\Delta_f = \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot K_{ном} - 1 \right) \cdot 100$$

где α_1 – показания образцового вольтметра $PV1$, В; α_2 – показания образцового вольтметра $PV2$, В; $K_{ном}$ – номинальный коэффициент трансформации поверяемого трансформатора.

При отсутствии образцового вольтметра $PV1$ с требуемым пределом измерения применяют вольтметр с пределом измерения до 150 В совместно с образцовым трансформатором класса точности 0,2 или более точным.

Собирают схему согласно рисунку 4.

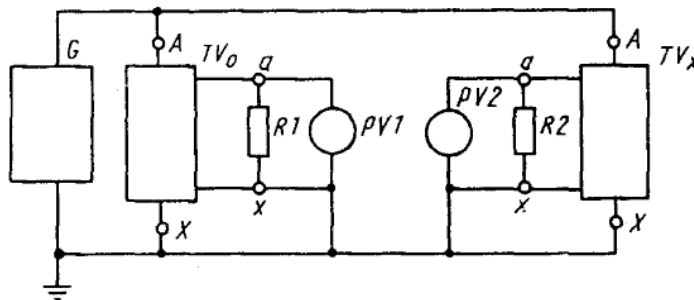


Рисунок 4 - Схема поверки однофазного трансформатора методом непосредственного измерения первичного и вторичного напряжений с использованием образцового трансформатора, где:

G – источник высокого напряжения; TV_0 – образцовый трансформатор; TV_x – поверяемый трансформатор; $R1, R2$ – нагрузочные устройства образцового и поверяемого трансформаторов; $PV1, PV2$ – образцовые вольтметры.

Погрешность напряжения (Δ_f) в процентах вычисляют по формуле:

$$\Delta_f = \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \cdot \frac{K_{ном}}{K_{номобр}} - 1 \right) \cdot 100$$

где $K_{номобр}$ – номинальный коэффициент трансформации образцового трансформатора.

5.16 Определение погрешностей трехфазных трансформаторов проводят методом сличения с образцовым однофазным незаземляемым трансформатором в последовательности:

– собирают схему согласно рисунку 5;

- на нагрузочных устройствах R_{ab} , R_{bc} и R_{ca} устанавливают значения мощностей нагрузок $0,25 S_{ном ab}$, $0,25 S_{ном bc}$ и $0,25 S_{ном ca}$, где $S_{ном ab}$, $S_{ном bc}$ и $S_{ном ca}$ – номинальные значения мощностей нагрузок основных вторичных обмоток на выводах a и b , b и c , c и a ;
- подготавливают средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации;
- включают источник трехфазной системы напряжений, при наличии в приборе сравнения сигнализации неправильного включения проверяют правильность обозначений выводов и групп соединений обмоток поверяемого трансформатора аналогично п. 4.13, измеряют коэффициент обратной последовательности напряжений источника измерителем несимметрии $PВ$;

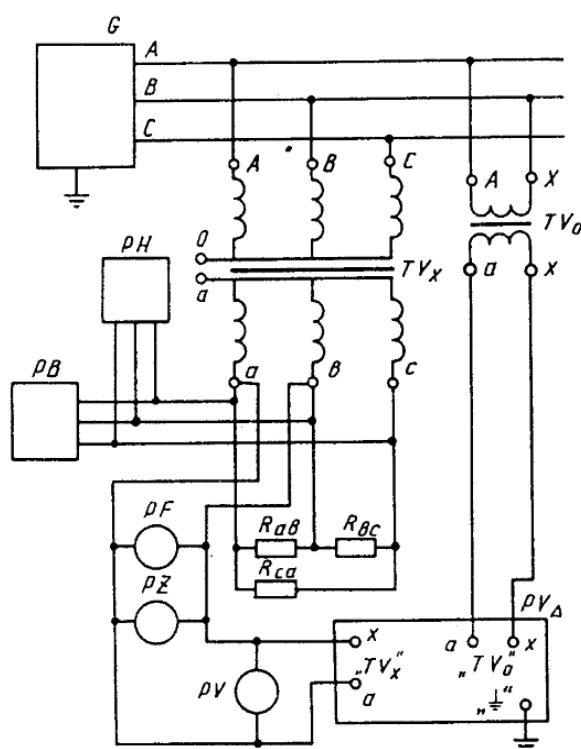


Рисунок 5 - Схема поверки трехфазного трансформатора методом сличения с образцовым однофазным трансформатором, где:

G – источник трехфазной системы напряжений; TV_x – поверяемый трансформатор; TV_0 – образцовый трансформатор; PH – фазоуказатель; $PВ$ – измеритель несимметрии; PZ – измеритель нелинейных искажений; PF – частотомер; PV – вольтметр с пределом измерений 150 В (подключается в случае отсутствия встроенного вольтметра в приборе сравнения); R_{ab} , R_{bc} и R_{ca} – нагрузочные устройства поверяемого трансформатора; PV_{Δ} – прибор сравнения.

- проверяют порядок чередования фаз фазоуказателем PH и отключают его;
- повышают напряжение на выходе источника до значения $0,8 U_1$ ном. Значение линейного напряжения при этом контролируют по показателям вольтметра PV , которые должны быть равны значениям U_2 ;

- контроль частоты осуществляют частотомером PF , формы кривой – измерителем нелинейных искажений PZ ;
- проводят измерения в соответствии с руководством по эксплуатации прибора сравнения; устанавливают на источнике симметричной системы трехфазных напряжений значения напряжений U_l ном и $1,2U_l$ ном и проводят измерения;
- устанавливают на нагрузочных устройствах R_{ab} , R_{bc} , R_{ca} значения мощности нагрузок $S_{ном ab}$, $S_{ном bc}$ и $S_{ном ca}$ и повторяют все предыдущие операции;
- переключают прибор сравнения с выводов a и b на выводы b и c трансформатора, а образцовый трансформатор с линейного напряжения U_{AB} на линейное напряжение U_{BC} и повторяют измерения;
- переключают прибор сравнения с выводов b и c на выводы c и a трансформатора, а образцовый трансформатор с линейного напряжения U_{BC} на линейное напряжение U_{CA} и повторяют измерения;
- вычисляют погрешности напряжения (Δfi) в процентах и угловые погрешности (Δdi) в минутах (раданах) для всех перечисленных режимов работы трансформатора при учете значений погрешностей образцового трансформатора.
- собирают схему согласно рисунку 6;

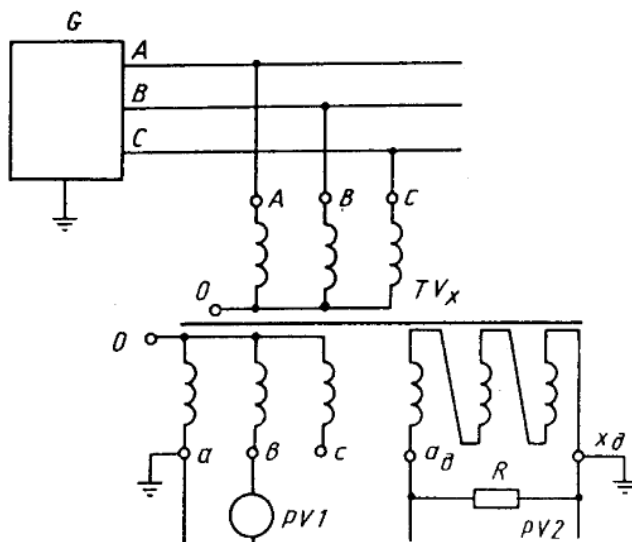


Рисунок 6 - Схема определения напряжения на дополнительной обмотке трехфазного трансформатора

TV_x – поверяемый трансформатор; G – источник трехфазной системы напряжений; $PV1$ – вольтметр с пределом измерения 150 В; $PV2$ – вольтметр с пределом измерения 5–7 В; R – нагрузочное устройство дополнительной обмотки.

- устанавливают необходимое значение мощности нагрузки;

- устанавливают номинальное значение первичного напряжения поверяемого трансформатора, контролируя его по вольтметру *PV1*;
- по вольтметру *PV2* определяют напряжение на выводах разомкнутого треугольника, образованного дополнительными вторичными обмотками, значение которого не должно превышать 3В.

5.17 При проведении поверки трансформаторов ведут протокол поверки, форма которого приведена в приложении 6.

6 Оформление результатов поверки трансформатора напряжения

6.1 По результатам поверки и калибровки оформляются документы в соответствии с п.5.4.4 настоящего стандарта.

Форма протокола поверки (калибровки) трансформатора тока

ПРОТОКОЛ №

Трансформатор тока типа _____, класс точности _____

Заводской № _____

Год выпуска _____

Номинальный первичный ток _____

Номинальный вторичный ток _____

Номинальная частота (диапазон) _____

Предприятие-изготовитель _____

Принадлежит _____

наименование организации, представившей трансформатор на поверку

Эталонные средства измерений:

Рабочий эталон — трансформатор тока (магнитный компаратор):

Наименование _____, тип _____, № _____

Класс точности (погрешность) _____

Прибор сравнения:

Наименование _____, тип _____, № _____

Дата предыдущей поверки _____

1) Результат внешнего осмотра _____

соответствует, не соответствует

2) Результат поверки сопротивления изоляции _____

соответствует, не соответствует

3) Результат проверки правильности маркировки выводов _____

соответствует, не соответствует

4) Результаты определения погрешностей

Частота, Гц	Номинальный первичный ток, А	Нагрузка поверяемого трансформатора тока, В·А; при $\cos \varphi = \dots$	Значение первичного тока, % от номинального значения	Погрешность поверяемого трансформатора	
				$\delta_f, \%$	$\Delta\delta, \dots'$

Заключение _____

годен, не годен

Поверку провел _____

подпись

расшифровка подписи

Дата поверки _____

Форма протокола поверки (калибровки) трансформатора напряжения

ПРОТОКОЛ №

Трансформатор напряжения _____

Класс точности _____

Заводской № _____

Год выпуска _____

Номинальное первичное напряжение, В _____

Номинальное вторичное напряжение, В _____

Номинальная частота, Гц _____

Предприятие-изготовитель _____

Образцовые средства измерений _____
наименование, тип, №

Принадлежит _____

Место установки _____

Фаза	Первичное напряжение, % номинального значения	Значение мощности, отдаваемой трансформатором во вторичную цепь, ВА	Отсчетные данные прибора сравнения		Погрешности образцового трансформатора		Погрешности поверяемого трансформатора с учетом (без учета) погрешности образцового трансформатора	
			$\Delta f_{изм}, \%$	$\Delta \delta_{изм},$ МИН	$\Delta f_{обр}, \%$	$\Delta \delta_{обр},$ МИН	$\Delta f_{пов}, \%$	$\Delta \delta_{пов},$ МИН

Заключение _____

Поверитель _____

Дата поверки _____

Форма сертификата калибровки измерительного ТТ, ТН

наименование аккредитующего органа

наименование аккредитованной калибровочной лаборатории

юридический адрес

СЕРТИФИКАТ О КАЛИБРОВКЕ № _____

I. Наименование, тип, заводской номер СИ _____

II. Дата поступления на калибровку _____

III. Наименование и адрес заказчика _____

IV. Место проведения калибровки _____

V. Дата проведения калибровки _____

VI. Методика калибровки (наименование, номер, кем утверждена) _____

VII. Результаты калибровки (действительные значения метрологических характеристик)

VIII. Условия проведения калибровки _____

* IX. Неопределенность (погрешность) оценки метрологических характеристик

X. Доказательства прослеживаемости измерений
(сведения об используемых при калибровке эталонах) _____

* XI. Приложения к Сертификату о калибровке (протоколы - указывается количество страниц) _____

Должность, Ф.И.О. лица,
проводившего калибровку _____
подпись

оттиск калибровочного клейма

* Должность, Ф.И.О. лица,
утверждающего Сертификат
о калибровке _____
подпись

* - указывается при необходимости