

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Андрей Ахмеев¹⁾, Александр Шабуров²⁾

1) УНИИМ, 620000, Россия, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, д. 4
e-mails: ¹⁾lab262@bk.ru, ²⁾shaburov79@yandex.ru

Резюме: В докладе приведены нормативные документы в соответствии с которыми осуществляется метрологическое обеспечение измерительных трансформаторов тока. Рассматривается передача размера единицы от государственного первичного эталона в соответствии с поверочной схемой с помощью эталонов к рабочим средствам измерений. Показана оснащенность эталонным оборудованием в Российской Федерации.

Ключевые слова: поверка, эталон, измерительные трансформаторы тока, масштабное преобразование синусоидального тока, погрешность.

Введение

Как известно, осуществление учета энергии при реализации задач энергообеспечения и энергосбережения не может быть реализовано без точных измерений значений тока.

Объем производства электрической энергии в РФ, по данным Росстата, составляет порядка 10^{12} кВт·ч в год. Доля промышленного потребления электрической энергии составляет около 60 %, потери в сетях приблизительно 12 % (рис. 1). Технически это электрическая энергия переменного тока.



Рис. 1. Структура потребления электроэнергии в РФ

В Российской Федерации в эксплуатации находятся около 100 млн. единиц трансформаторного оборудования. Из них значительная часть приходится на измерительные трансформаторы тока. В частности, измерительные трансформаторы тока применяют в различных автоматизированных системах, обеспечивающих учет количества электрической энергии, контроль показателей ее качества, а также выполняющих функции управления энергообъектами и защиты от аварийных ситуаций. На (рис. 2) показано распределение видов измерений между ведущими метрологическими институтами в области изме-

рения электрической энергии в промышленной энергетике.

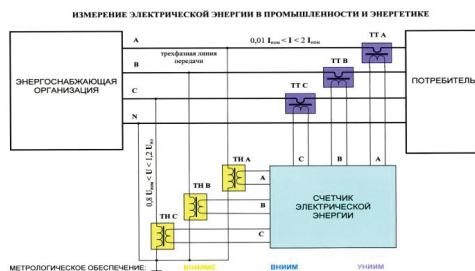


Рис. 2. Измерение электрической энергии в промышленной энергетике

На сегодняшний день в России насчитывается более 800 энергоблоков общей мощностью 220 ГВт. В течение ближайших 10 лет планируется создание и ввод в эксплуатацию примерно такого же количества новых мощностей, что повлечет значительное увеличение количества трансформаторного оборудования, которое должно быть метрологически обеспечено.

1. Правовые основания

В настоящее время в России существует Федеральный закон РФ от 26 июня 2008 года № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [1] согласно которому средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации - периодической поверке.

Поверка средств измерений – это совокупность операций, выполняемых в целях

подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям. Применяющие средства измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны своевременно представлять эти средства измерений на поверку.

2. Нормативная документация в соответствии с которой осуществляется поверка

Поверка распространяется на измерительные трансформаторы тока в соответствии с нормативными документами (ГОСТ 7746-2001 [2] распространяет свое действие на трансформаторы тока, используемые в качестве рабочих средств измерений, ГОСТ 23624-2001 [3] распространяет свое действие на трансформаторы, применяемые в качестве рабочих эталонов первого и второго разрядов, ГОСТ 8.217-2003 [4] методы и средства поверки трансформаторов тока при выпуске из производства и эксплуатации, ГОСТ Р 8.859-2013 [5] передача единиц коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока).

В данной области измерений главную роль играет Государственный эталон единиц коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока ГЭТ 152-2011 и поверочная схема в соответствии с ГОСТ Р 8.859-2013 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока».

3. Передача размера единицы

Передача размера единицы от государственного первичного эталона в соответствии с поверочной схемой с помощью эталонов к рабочим средствам измерений представлена (рис.3).

Передача единиц от первичного эталона вторичным эталонам (рабочим эталонам) осуществляется сличением при помощи прибора сравнения. Рабочий эталон применяют для передачи единиц коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока эталонам первого разряда, второго разряда и рабочим средствам измерений (классы точности 0,01 и 0,02 по ГОСТ 23624) осуществляется сличением при помощи прибора сравнения (в соответствии с ГОСТ 8.217).

В качестве эталонов первого и второго разряда применяют масштабные преобразователи

тока (каскады из них) с диапазоном номинальных значений первичного тока $0,5 - 5 \cdot 10^4$ А и номинальными значениями вторичного тока 1 А и 5 А. Эталоны первого разряда применяют для передачи размера единиц коэффициента и угла МПСТ эталонам второго разряда и поверке рабочих СИ (классы точности от 0,02 до 0,1 по ГОСТ 23624 и 0,1 по ГОСТ 7746) сличением (в соответствии с ГОСТ 8.217).

Пределы допускаемых относительной токовой $\Delta_{\text{от}}$ и абсолютной угловой $\Delta_{\text{д}}$ погрешностей эталонов первого разряда составляют от $5 \cdot 10^{-5}$ до $8 \cdot 10^{-4}$ и от $5 \cdot 10^{-5}$ до $1,5 \cdot 10^{-3}$ рад. Соотношение суммы предела допускаемой погрешности эталона первого разряда и предела допускаемой погрешности прибора сравнения для каждого значения тока, при котором проводится поверка, с пределом допускаемой погрешности поверяемых эталонов второго разряда или рабочих СИ должно быть не более 1/3.

Пределы допускаемых относительной токовой $\Delta_{\text{от}}$ и абсолютной угловой $\Delta_{\text{д}}$ погрешностей эталонов второго разряда составляют от $3 \cdot 10^{-4}$ до $8 \cdot 10^{-3}$ и от $4 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-2}$ рад. Эталоны второго разряда применяют для поверки рабочих средств измерений (классы точности от 0,1 до 10 по ГОСТ 7746) сличением при помощи прибора сравнения (в соответствии с ГОСТ 8.217) и методом косвенных измерений. Соотношение суммы предела допускаемой погрешности эталона второго разряда и предела допускаемой погрешности прибора сравнения для каждого значения тока, при котором проводится поверка, с пределом погрешности поверяемого рабочего СИ должно быть не более 1/3.

4. Оснащенность эталонным оборудованием

Число государственных региональных центров метрологии, в настоящее время оснащенных эталонами - 81 (из 85 субъектов Российской Федерации) (рис.3), большинство из которых в настоящее время оснащены установками для поверки трансформаторов тока класса точности 0,05 и менее точных с первичными номинальными токами до 5000 А. В качестве эталонных средств измерений используются трансформаторы тока первого разряда ИТТ-3000.5 (рис.4).

По информации, предоставленной предприятием, выпускающим данное метрологическое оборудование, было произведено примерно 300 трансформаторов первого разряда ИТТ-3000.5,

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПОВЕРОЧНАЯ СХЕМА ДЛЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ КОЭФФИЦИЕНТА И УГЛА МАСШТАБНОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА

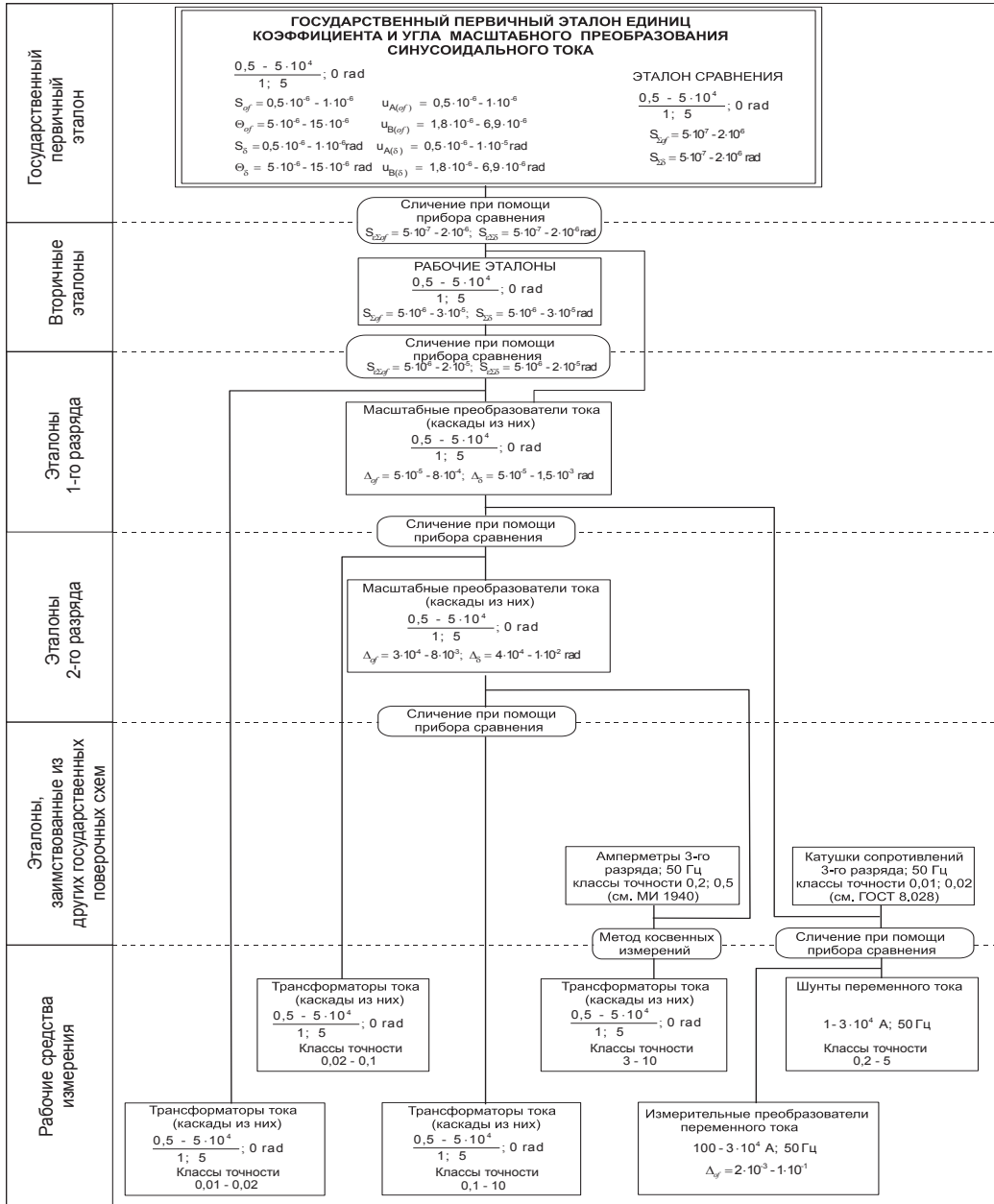


Рис. 3. Государственная поверочная схема РФ для средств измерений коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока

около 400 штук приборов сравнения типа КТ-01 и КНТ-03 (рис.5).



Рис. 4. Схема размещения эталонов на территории Российской Федерации



Рис. 5. Основное метрологическое оборудование используемое государственными региональными центрами метрологии

Основными потребителями данного оборудования (около 60 %) являются государственные региональные центры метрологии. В результате появления данного оборудования появилась возможность проведения поверки измерительных трансформаторов тока на месте эксплуатации без демонтажа и транспортирования в распоряжение метрологических служб.

Перспективы

Количество трансформаторов тока на энергообъектах составляет более 6000000 единиц и в ближайшее время эта цифра еще увеличится, что приведет к еще большему объему поверок и, соответственно, к увеличению загрузки государственного эталона.

Литература

- [1] Федеральный закон № 102-ФЗ Об обеспечении единства измерений
- [2] ГОСТ 7746–2001. Трансформаторы тока. Общие технические условия.
- [3] ГОСТ 23624–2001. Трансформаторы тока измерительные лабораторные. Общие технические условия.
- [4] ГОСТ 8.217-2003 ГСИ. Трансформаторы тока. Методика поверки
- [5] ГОСТ Р 8.859–2013. ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений коэффициента и угла масштабного преобразования синусоидального тока.

Сведения об авторах

Ахмеев Андрей Александрович.

Уральский научно-исследовательский институт метрологии, лаборатория метрологии электромагнетизма (1997). Исполняющий обязанностями заведующего лабораторией метрологии электромагнетизма (2014); Научные интересы: метрологическое обеспечение электроэнергетики, измерение электрических и магнитных величин.

Шабуров Александр Михайлович.

Уральский научно-исследовательский институт метрологии, лаборатория метрологии электромагнетизма (2004). Ведущий инженер (2007). Научные интересы: метрологическое обеспечение электроэнергетики, измерение электрических величин.

METROLOGICAL ASSURANCE OF MEASURING CURRENT TRANSFORMERS IN THE RUSSIAN FEDERATION

*Andrey Akhmejev*¹⁾, *Alexander Shaburov*²⁾

¹⁾²⁾ UMRI, 4 Krasnoarmeyskaya str., Ekaterinburg, Russia 620000

e-mail: 1) lab262@bk.ru, 2) shaburov79@yandex.ru

Abstract: The report indicates regulatory documents which provide necessary guidance for metrological assurance of measuring current transformers. Transfer of measurements from national primary standards in accordance with measurement chain to working measuring instruments is considered. Availability of reference standard equipment in the Russian Federation is shown.

Keywords: verification, standard, measuring current transformers, scaling of sinusoidal current, error.

References

[1] Federal'nyy zakon № 102-FZ Ob obespechenii yedinstva izmereniy.

[2] GOST 7746–2001. Transformatory toka. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya.

[3] GOST 23624–2001. Transformatory toka izmeritel'nyye laboratornyye. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya.

[4] GOST 8.217–2003. GSI Transformatory toka. Metodika poverki.

[5] GOST R 8.859–2013. GSI. Gosudarstvennaya poverochnaya skhema dlya sredstv izmereniy koefitsiyenta i ugla masshtabnogo preobrazovaniya sinusoidal'nogo toka.

МЕТРОЛОГИЧНО ОСИГУРЯВАНЕ НА ИЗМЕРВАТЕЛНИ ТОКОВИ ТРАНСФОРМАТОРИ В РУСКАТА ФЕДЕРАЦИЯ

*Андрей Ахмеев*¹⁾, *Александр Шабуров*²⁾

¹⁾²⁾ УНИИМ, 620000, Русия, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, д. 4,

e-mails: 1)lab262@bk.ru, 2) shaburov79@yandex.ru

Резюме: Настоящият доклад представя нормативните документи, в съответствие с които се реализира метрологичното осигуряване на измервателни токови трансформатори. Разглежда се предаването на размера на единица на държавния първичен еталон в съответствие с проверочната схема с помощта на еталони към работните средства за измерване. Посочено е оборудването с еталони в Руската федерация.

Ключови думи: проверка, еталон, токови измервателни трансформатори, машабно преобразуване на синусоидален ток, грешка.