

УДК 681.586:621.31

А. И. ЗАЙКО, А. А. СОРОКИН

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Рассматривается измерительная система и методика повышения точности учета электроэнергии путем коррекции погрешностей измерительных трансформаторов от влияющих факторов. *Измерительная система; учет электроэнергии; коррекция погрешностей*

В настоящее время учет электроэнергии, отпущенной потребителям, и расчет энергетического баланса для конкретных объектов ведется без анализа различных видов погрешностей, которые в реальных условиях эксплуатации могут отличаться от расчетных [1, 2]. К их числу относятся погрешности измерительных трансформаторов (ИТ), возникающие из-за влияющих факторов [3–5]. Условия, в которых эксплуатируются технические средства учета электроэнергии и их техническое состояние далеки от норм, определяемых стандартами и нормативной документацией. В последнее время на объектах учета уменьшилась загрузка трансформаторных мощностей, трансформаторы тока (ТТ) измерительных систем (ИС) учета электроэнергии большую часть времени работают при токах, существенно меньших номинального. По этой причине метрологические характеристики ИТ выходят за пределы класса точности [6]. Отсутствие в ИС технического устройства или методик, позволяющих учитывать эти погрешности, снижает точность системы, что приводит к недостоверной оценке электроэнергии. Таким образом, задача совершенствования существующих и создания новых ИС и методик учета электроэнергии в настоящее время актуальна, имеет важное значение и перспективна в обозримом будущем.

Повышения точности можно достичь путем замены существующих ИТ средствами более высокого класса точности. Но такое решение требует значительных финансовых затрат [7]. Не все предприятия имеют такую возможность. Кроме того, необходимо обеспечение высокоточных ИТ более точными эталонами для периодической поверки. В статье рассматривается решение задачи повышения точности без замены компонентов систе-

мы. Для этого предлагается в ИС учета электроэнергии ввести устройство, компенсирующее погрешности ИТ, путем введения коррекции в результат измерений.

1. ИС КОНТРОЛЯ И УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В основу предлагаемой ИС положена задача создания системы, которая отличалась бы более высокой точностью за счет коррекции погрешностей ИТ. Система реализует методику учета электроэнергии, позволяющую повысить точность измерений путем введения поправок.

Для этого проведены предварительные исследования зависимостей погрешностей ИТ от значений входного сигнала и влияющих факторов. Исследования проводились в процессе периодической поверки ИТ. Полученные зависимости аппроксимированы методом наименьших квадратов. Разработана математическая модель влияния дестабилизирующих факторов на погрешности ИТ и сформирована база данных полученных характеристик.

В процессе эксплуатации ИС постоянно измеряются мгновенные значения входного сигнала и влияющих факторов. На основе имеющейся информации вычисляются значения поправок в соответствии с результатами измерений и полученной зависимости погрешностей ИТ от значений входного сигнала и дестабилизирующих факторов. Измерение и коррекция производятся одновременно и непрерывно по различным каналам.

ИС контроля и учета электроэнергии [8], реализующая разработанную методику учета электроэнергии, позволяющую повысить точность измерений потребляемой мощности путем введения поправок, изображена на рис. 1.



Рис. 1. Схема ИС контроля и учета электроэнергии с коррекцией погрешностей

Для реализации ИС, согласно ГОСТ 8.217-2003 и ГОСТ 8.216-88 на базе передвижной лаборатории для поверки трансформаторов ФГУ «Центр стандартизации, метрологии и сертификации Республики Башкортостан» были проведены экспериментальные исследования зависимостей погрешностей ИТ от факторов, оказывающих наибольшее влияние на их характеристики [4, 5]. Разработанная математическая модель влияния дестабилизирующих факторов на погрешности ИТ включает в себя дополнительные погрешности, не регламентированные в технической документации и зависящие от внешних воздействий.

2. ПРЕИМУЩЕСТВА ПРЕДЛАГАЕМОЙ ИС

Преимущества предлагаемой методики учета и реализующей ее ИС по сравнению с существующими системами учета состоят в том, что разработанная ИС контроля и учета электроэнергии обладает значительным экономическим эффектом, обладает возможностью интеграции в существующую структуру учета и соответствует требованиям нормативной документации при различных условиях эксплуатации.

Это обусловлено тем, что учитываются условия эксплуатации, а также техническое состояние ИТ. Для внедрения предлагаемой методики требуется незначительное техническое переоснащение и малая стоимость дополнительного оборудования. Наибольшие

затраты составляют эталоны для экспериментальных исследований метрологических характеристик ИТ. Но эти исследования совмещены с процедурой периодической поверки и не превышают ее стоимости.

Перечисленные преимущества позволяют вести учет электроэнергии с требуемой точностью при изменении рабочих условий с минимальными затратами на переоборудование.

В результате проведенных экспериментальных исследований ИИС контроля и учета до коррекции (рис. 2) и после коррекции погрешностей (рис. 3) определено достигнутое повышение точности при изменяющихся условиях эксплуатации. До коррекции ИИС контроля и учета электроэнергии не соответствовала требованиям нормативной документации. При коэффициенте мощности 0,4 в области малых значений тока относительная погрешность ИИС составляла 6,3%. После коррекции относительная погрешность ИИС уменьшилась в 4,2 раза и составляет 1,5% при допустимой погрешности 1,6%. При самом критическом режиме работы запас по точности составляет 0,1%.

В области номинальных значений тока относительная погрешность ИИС уменьшилась в 1,6 раза и составляет 1,35%. Запас по точности составляет 0,25%. После коррекции погрешности ИИС в любых условиях эксплуатации не превышают допустимую погрешность 1,6%.

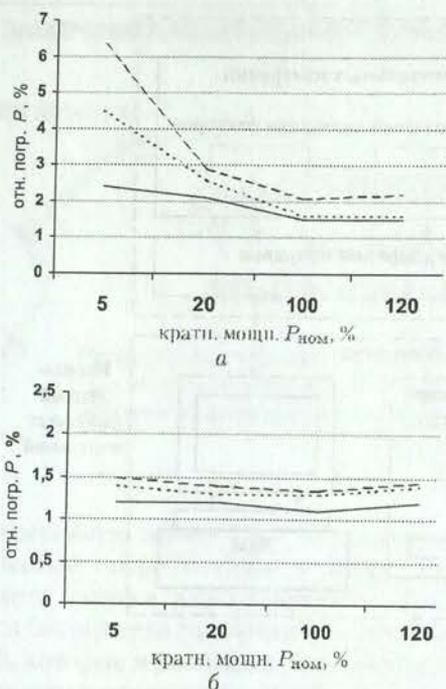


Рис. 2. Погрешности измерения мощности до (а) и после (б) коррекции для $\cos \varphi = 1$ (сплошная), 0,8 (пунктирная) и 0,4 (штриховая линия)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, применение предлагаемой методики учета электроэнергии и реализующей ее ИС с коррекцией погрешностей позволит получить достоверную информацию потребления электроэнергии предприятием, а также обеспечить требуемую точность учета без замены компонентов системы дорогостоящим оборудованием. Так, при коэффициенте мощности 0,4 в области малых значений тока относительная погрешность ИИС после коррекции уменьшилась в 4,2 раза и составляет 1,5% при допустимой погрешности 1,6%.

Открываются дальнейшие перспективы использования предлагаемой методики в создании интеллектуальных датчиков тока и напряжения. Исследование конкретного экземпляра ИТ при поверке и внесение характеристик в паспорт и в индивидуальную калибровку датчиков позволит реализовать предлагаемую методику на любом объекте учета без замены на ИТ более высокого класса точности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов, В. П. Состояние и задачи метрологического обеспечения измерительных систем / В. П. Кузнецов, И. М. Тронева // Измерительная техника. 2004. № 4. С. 21.

2. Миролюк, Н. Е. О методике выполнения измерений электрической энергии / Н. Е. Миролюк // Измерительная техника. 2006. № 4. С. 64.
3. Загорский, Я. Т. Влияние угловых погрешностей измерительных трансформаторов тока и напряжения на погрешность измерений электроэнергии / Я. Т. Загорский, Р. Ф. Раскулов // Метрология. 2004. № 10. С. 9.
4. Раскулов, Р. Ф. Влияние вторичной нагрузки на погрешности трансформаторов тока / Р. Ф. Раскулов // Электрические станции. 2003. № 7. С. 43.
5. Раскулов, Р. Ф. О коррекции погрешностей измерительного комплекса / Р. Ф. Раскулов // Метрология электрических измерений в электроэнергетике: сб. докл. 10-й науч.-практ. конф. М.: ДиалогЭлектрo, 2007. С. 108.
6. Нагорный, П. Д. Передвижная лаборатория для поверки трансформаторов тока и напряжения / П. Д. Нагорный, С. В. Рябчук // Измерительная техника. 2007. № 1. С. 68.
7. Сопьяник, В. Х. Погрешности измерительных трансформаторов тока / В. Х. Сопьяник // Новости электротехники. 2004. № 6. С. 65.
8. Заико, А. И. Пат. на полезн. модель 45535 РФ, МПК7 G01 R22/00. Комплекс измерительно-вычислительный для контроля и учета электроэнергии / А. И. Заико, А. А. Сорокин (RU). № 2004136688/22; Заявл. 14.12.04; Оpubл. 10.05.05; Бюл. 13. 2 с.
9. РД 34.11.321-96. Нормы погрешности измерений технологических параметров электростанций и подстанций.

ОБ АВТОРАХ



Заико Александр Иванович, проф. каф. теор. основ электротехн. Дипл. инж. электрон. тех-ки (УАИ, 1970). Д-р техн. наук по информ.-измер. системам (ЛЭТИ, 1990). Засл. изобретатель РБ и РФ. Иссл. в обл. метрол. обеспечения, анализа и синтеза информ.-измер. систем.



Сорокин Алексей Андреевич, вед. инж. Центра стандартизации, метрологии и сертификации РБ. Дипл. инж. радиосвязи, радиовещания и телевидения (ЛЭТИ, 1993). Иссл. в обл. инф.-изм. систем учета электроэнергии.