

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

*гр. ЭЭ(б)-2-12. Асан уулу А.,
Куржунбаева Р.Б. к.т.н., доц.*

В рамках обследований осуществляются метрологические проверки энергообъектов. Опыт таких проверок показывает, что состояние с системами учета электроэнергии, как правило, весьма далеко от благополучного. Прежде всего бросается в глаза недоукомплектованность энергообъектов средствами учета электроэнергии – современными измерительными трансформато-

рами тока и напряжения (ТТ и ТН), а также счетчиками электроэнергии.

Практически 95% счётчиков электроэнергии работают без замены по 20-30 лет. Эти индукционные счетчики физически и морально устаревшей конструкции выходят за пределы класса точности уже через 2-3 года после их установки, поэтому повсеместно наблюдается отрица-

тельная погрешность измерений электроэнергии. По оценкам среднее значение погрешности измерений отпускаемой электроэнергии составляет минус 13%. Основной причиной недоучета является преобладающее влияние систематических погрешностей средств учета, входящих в состав измерительных комплексов, в том числе измерительных каналов АСКУЭ (ТТ, ТН, счетчики).

Систематические погрешности со знаком «минус» возникают в следующих случаях:

при перегрузке вторичных цепей ТТ устройствами релейной защиты, автоматики, телеметрии и др. (погрешность ТТ может достигать минус 5-10% и более);

при перегрузке вторичных цепей ТН (погрешность ТН может достигать минус 2-3% и более);

при смещении рабочей точки ТТ и счетчиков в область малых токов из-за использования ТТ одновременно как для измерений электроэнергии, так и для защиты, т.е. с завышенным коэффициентом трансформации ТТ по условиям электродинамической и термической стойкости или защиты шин (погрешность может достигать минус 3-5% и более);

из-за потери напряжения в линиях соединения счетчиков с ТН

(может достигать минус 1-2% и более).

Кроме того, отрицательные систематические погрешности измерений могут возникнуть по следующим причинам:

наличие температурной погрешности счетчиков;

влияние на счетчики постоянного или переменного магнитных и высокочастотного электромагнитного полей;

малое значение коэффициента мощности вторичной нагрузки $\cos \varphi$ (менее 0,5);

неравномерность нагрузки ТТ и ТН по фазам.

Систематические погрешности могут иметь и знак «плюс». Например, недогрузка ТН может приводить к появлению составляющей погрешности до плюс 0,7-1,5%; угловая погрешность ТТ при перегруженной вторичной цепи трансформатора, малом рабочем токе и малом значении $\cos \varphi$ может приводить к возникновению составляющей погрешности до плюс 5-10% и более.[1]

Задачи, которые трудно решить

Из практических и научно-технических задач в области МОИЭ можно выделить следующие:

обновление парка СИ электроэнергии (в основном замена индукционных счетчиков класса точности 2,5 на счетчики класса точности 2,0);

пересмотр ряда устаревших и разработка новых нормативных документов;

создание переносных (в крайнем случае — перевозимых) установок для поверки высоко-

вольтных измерительных ТТ и ТН на местах их эксплуатации;

создание переносных автоматизированных приборов для диагностирования погрешностей высоковольтных ТТ и ТН на местах их эксплуатации;

создание вспомогательных СИ, в том числе портативных приборов для измерений параметров нагрузки вторичных цепей измерительных трансформаторов и портативного автоматизированного вольтамперфазометра;

разработка поверочных схем для СИ показателей качества электроэнергии;

исследования метрологических параметров и характеристик высоковольтных измерительных ТТ классов точности 0,2S и 0,5S в широких диапазонах рабочих условий применения;

испытания счетчиков электроэнергии с целью установления или подтверждения межповерочного интервала, то же применительно к высоковольтным ТТ и ТН.[4]

Как повысить точность измерений

Исходя из общепринятых в метрологии методов повышения точности измерений физических величин, можно отметить два принципиальных, но дополняющих друг друга пути повышения точности измерений и достоверности учета электроэнергии.

Первый путь – технологический, основанный на тщательном выборе средств учета (ТТ, ТН, счетчики, УСПД), обеспечении работы ТТ, ТН и счетчиков в оптимальных по точности диапазонах измерений, освобождении вторичных цепей ТТ и ТН от избыточных нагрузок, защите счетчиков от влияния температурных перепадов, постоянного и переменного магнитных полей и др.

Технологический путь обычно связан с заметными материальными затратами, в ряде случаев затруднен в реализации (например, невозможно отключить от вторичных цепей ТТ и ТН устройства РЗА), однако тем не менее должен применяться в рамках своих возможностей. Второй путь — структурный, основанный на методах автоматической компенсации погрешностей, введении поправок в результаты измерений на действие систематических погрешностей и др.

Структурный путь требует предварительных исследований: диагностирование погрешностей и других метрологических характеристик ТТ, ТН и счетчиков (определение математического ожидания систематических погрешностей, законов их изменения и др.). После этого он позволяет эффективнее (в 5-10 раз), чем технологический путь, добиться повышения точности измерений и достоверности учета электроэнергии. Структурный путь повышения точности средств электрических измерений широко применяется во всем мире, однако в электроэнергетике России при учете электроэнергии он до сих пор не нашел

своего применения. Необходимо обратить внимание на следующее. Для оформления паспорта измерительного комплекса подготовки к энергетическим обследованиям энергопредприятий, для разработки и аттестации методик выполнения измерений электроэнергии и мощности, для определения погрешностей высоковольтных трансформаторов и в других случаях необходимо выполнять измерения параметров нагрузок вторичных цепей трансформаторов тока и напряжения на местах эксплуатации, определять правильность подключения счетчиков.[3] В этом неосценимую пользу могли бы принести переносные компьютеризированные приборы с автономным питанием:

- вольтамперфазометр класса точности 1;
- прибор для измерений сопротивления нагрузки ТТ;
- прибор для измерений мощности нагрузки ТН;
- измеритель потерь напряжения в цепи напряжения счетчика;
- прибор для диагностирования погрешности ТТ и ТН.
- Данные СИ являются специализированными, т.е. область их применения сугубо энергетическая. Следовательно, разработка данных СИ должна беспокоить в первую очередь специалистов в области электроэнергетики

Класс точности зависит от нагрузки

Мощность вторичной нагрузки измерительных трансформаторов состоит из мощности измерительного прибора плюс мощность проводов: $R_{изм} = R_{приб} + R_{пров}$, где $R_{изм}$ - нагрузка измерительного трансформатора; $R_{приб}$ - нагрузка измерительного прибора; $R_{пров}$ - нагрузка проводов.

Для измерительных трансформаторов нагрузка по ГОСТ должна составлять от 25 до 100% номинальной. Только тогда они работают в своем классе точности. Если нагрузка вторичной цепи выходит за пределы этого интервала, то необходима соответствующая корректировка. Рассмотрим наиболее часто встречающиеся случаи, требующие корректировки мощности нагрузки[2]

Вопрос цены или цена вопроса

Из всего вышесказанного становится ясно, что указанные методы (а в большинстве это замена старых измерительных трансформаторов на современные, соответствующие нагрузкам в обмотках) позволяют устранить многие негативные факторы, влияющие на точность измерений. И самое время поговорить о цене вопроса. К сожалению, на подавляющем большинстве предприятий измерительные трансформаторы выпускаются со стандартными параметрами, не позволяющими учитывать запросы потребителя в каждом конкретном случае. В западных странах от этого давно ушли: современные технологии дают возможность производить низковольтные

измерительные трансформаторы любой нагрузки, в зависимости от требований клиента, по одной и той же цене.

Стандартный российский трансформатор типа ТШП 0,66 стоит порядка 5-10 долларов США, западный – около 30 долларов. Но он будет сделан под конкретные условия. Специалисты подсчитали, что убытки от погрешности одного неправильно подключенного или неправильно используемого измерительного трансформатора могут достигать 1000 долларов в год. Стоит ли единовременная экономия в 20-25 долларов таких потерь в последствии? **В заключение следует отметить, что необходимость и целесообразность проведения периодической проверки измерительных трансформаторов напряжения и тока, используемых для коммерческого учета электроэнергии, представляются совершенно очевидными. Поэтому для решения этой проблемы необходима активизация усилий всех заинтересованных сторон[1]**

В Заключение о важности МОИЭ

Предварительно можно отметить, что МОИЭ во многом способствует:

повышению достоверности учета электроэнергии ее производителями и потребителями; упорядочению финансовых расчетов за поставленную (проданную) и полученную (купленную) электроэнергию;

более полному обеспечению договорных интересов субъектов рынка электроэнергии;

повышению достоверности при определении технической обоснованности затрат на производство, передачу, распределение и потребление электроэнергии;

созданию стимулов, обеспечивающих использование энергосберегающих технологий в производственных процессах как производителей, так и потребителей электроэнергии;

устранению (недопущению) нарушений установленных правил и норм учета электроэнергии при ее производстве, передаче, распределении и потреблении;

защите законных интересов производителей и потребителей от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений электроэнергии.

Если МОИЭ играет столь значительную роль в решении различных задач (производственных, коммерческих, социальных и других) на всех этапах, начиная от производства электроэнергии, включая передачу, распределение, вплоть до ее потребления, можно ли считать МОИЭ ничтожной проблемой в электроэнергетике? Ответ может быть только однозначным: - МОИЭ является одной из приоритетных проблем в электроэнергетике, которую необходимо решать в первую очередь.

Литература

1. Загорский Я. Т. Является ли ничтожной проблема метрологического обеспечения измерений для учета электроэнергии в электроэнергетике? // 2-я научно-практическая конференция «Метрология электрических измерений в электроэнергетике»: Информационные материалы / Москва, 15-19 апреля 2002 г. - М., 2002.
2. Берсенев А. П. Состояние и проблемы метрологического обеспечения учета электроэнергии в электроэнергетической отрасли России / А. П. Берсенев, Я. Т. Загорский // 2-й научно-технический семинар «Метрологическое обеспечение электрических измерений в электроэнергетике»: Информационные материалы / Москва, 22-26 апреля 1998 г. - М., 1998.
3. Киселев В. В. Результаты диагностики характеристик измерительных трансформаторов напряжения на местах их эксплуатации / В. В. Киселев, Н. А. Боярин, А. П. Старцев, К. К. Романов // 2-я научно-практическая конференция «Метрология электрических измерений в электроэнергетике»: Информационные материалы / Москва, 15-19 апреля 2002 г. - М., 2002.
4. Зубков И. П. Проблемы поверки трансформаторов тока и напряжения в эксплуатации // 2-й научно-технический семинар «Метрологическое обеспечение электрических измерений в электроэнергетике»: Информационные материалы / Москва, 22-26 апреля 1998 г. - М., 1998.