

УДК 621.317

**ОЦЕНИВАНИЕ ТОЧНОСТИ УЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В
ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СХЕМЫ**

Мартыненко А.С., Петрище Н.А., Братченко Г.Д.
Одесская академия технического регулирования и качества

UDC 621.317

**ESTIMATION OF ACCURACY OF THE ACCOUNT OF ELECTRIC
POWER DEPENDING ON THE MEASURING CIRCUIT**

Martynenko A.S., Petryshche N.A., Bratchenko G.D.
Odessa Academy of technical regulation and quality

Рассмотрены требования нормативных документов (НД) относительно нормирования и определения метрологических характеристик (МХ) измерительных комплексов электрической энергии. Указаны основные недостатки действующих НД в части определения МХ и пути для их устранения.

Ключевые слова: погрешность измерения, средства учета, средства измерительной техники.

The normative documents on standardization and definition of metrological characteristics (MC) measuring complexes of electric energy. Shown are the main drawbacks of the MC in determining the content and ways to eliminate them. Keywords: measurement error, metering, measuring devices.

Введение.

Определение электрической энергии как товарной продукции определяет то, что измерение и учет электроэнергии является приоритетной задачей энергопоставщиков. Результаты таких измерений являются базой для коммерческих расчетов. В усовершенствовании учета электрической энергии заинтересованы также конечные потребители электроэнергии, учитывая тенденцию к увеличению удельного веса ее стоимости в себестоимости товаров или услуг. Повышение точности измерения электроэнергии способствует уменьшению экономических потерь производителей, поставщиков и потребителей электрической энергии.

Повышение точности и достоверности учета электрической энергии продолжает оставаться актуальным вопросом, что подтверждается разработкой и внедрением нормативных документов (НД) общенационального уровня принятия в этой области.

Целью работы является усовершенствование норм и правил в части повышения точности и достоверности измерения электрической энергии существующими измерительными комплексами.

Основные материалы для работы.

Ряд НД прямо или косвенно устанавливают требования к точности измерения электрической энергии. «Інструкція про порядок комерційного обліку електричної енергії», РД 34.11.325-90, РД 34.11.333-97, РД 153-34.0-11.209-99, МВУ 031/08-2007 устанавливают правила расчета погрешности измерения количества электрической энергии.

Общим недостатком всех перечисленных НД является то, что ни в одном из них не учитываются особенности схемы подключения средств учета.

В соответствии с РМГ-29 измерение электрической энергии является косвенным. В соответствии с теорией погрешности [1-2] для оценивания точности косвенных измерений используется разложение в ряд Тейлора, в котором пренебрегают членами второго и более высоких порядков. В этом случае абсолютное значение суммарной погрешности определяется по формуле

$$\Delta = \sum_{i=1}^m \left| \frac{df}{dx_i} \right| \Delta_i, \quad (1)$$

где m – количество аргументов; f – функция измерения; x_i – фиксированное значение i -го аргумента, Δ_i – пределы абсолютной погрешности i -го аргумента.

В этом случае суммарные погрешности измерительных каналов $\delta_{ИК}$ в относительной форме принимают следующий вид

$$\delta_{ИК} = \frac{1,96}{\sqrt{3}} \sqrt{\delta_{СЧ}^2 + \sum_{i=1}^3 \left(\frac{1}{3} \delta_{Лi}\right)^2 + \sum_{j=1}^l \delta_j^2 + \sum_{i=1}^3 \left(\frac{1}{3} \delta_{ТТi}\right)^2 + \sum_{i=1}^3 \left(\frac{1}{3} \delta_{ТНi}\right)^2 + \sum_{i=1}^3 \left(\frac{1}{3} \cdot 100 \cdot \Theta_{ТТi} \operatorname{tg} \varphi\right)^2 + \sum_{i=1}^3 \left(\frac{1}{3} \cdot 100 \cdot \Theta_{ТНi} \operatorname{tg} \varphi\right)^2} \quad (2)$$

для четырехпроводной схемы учета и

$$\delta_{ИК} = \frac{1,96}{\sqrt{3}} \sqrt{\delta_{СЧ}^2 + \sum_{i=1}^2 \left(\frac{1}{2} \delta_{Лi}\right)^2 + \sum_{j=1}^l \delta_j^2 + (\delta_{ТТ} + \delta_{ТН})^2 \left(\frac{1}{6} \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi + \frac{1}{2}\right) + (100 \cdot (\Theta_{ТТ} + \Theta_{ТН}))^2 \left(\frac{1}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 \varphi + \frac{1}{6}\right)} \quad (3)$$

для трехпроводной,

где $\delta_{СЧ}$, $\delta_{ТТ}$, $\delta_{ТН}$, $\Theta_{ТТ}$, $\Theta_{ТН}$, $\delta_{Л}$, $\delta_{ЛЕj}$ – пределы основной относительной погрешности счетчика электрической энергии (СЧ), %; токовой погрешности трансформатора тока (ТТ), %; погрешности напряжения трансформатора напряжения (ТН), %; угловых погрешностей трансформаторов тока и напряжения, радианы; допустимых потерь напряжения в цепях ТН и дополнительных погрешностей счетчика; %; i – номер фазы; j – номер дополнительной погрешности СЧ; l – количество дополнительных погрешностей СЧ.

Полученные выражения имеют существенные различия, и соответственно различные результаты при одинаковых метрологических характеристиках средств учета.

Для сравнения методов рассчитана суммарная погрешность с доверительной вероятностью $P = 0,95$ для трех- и четырехпроводных схем учета использовании средств учета различных классов точности при следующих условиях: нормальные условия применения СЧ, рабочие – для ТН и ТТ; симметричный режим нагрузки; загрузка соответствует диапазону ТТ с наилучшими метрологическими характеристиками; параметры качества электрической энергии соответствуют требованиям действующих НД; потери

напряжения во вторичных цепях ТН учтены. Результаты приведены в табл.1 и проиллюстрированы на рис.1. Для сравнения показаны данные полученные в соответствии с действующими НД.

Таблица 1

Суммарная погрешность для различных схем учета

Классы точности средств учета			Угол сдвига фаз, градусы	Основная относительная погрешность, %		
ТН	ТТ	СЧ		$\delta_{4\text{-пров}}$	$\delta_{3\text{-пров}}$	$\delta_{\text{НД}}$
0,2	0,2	0,2	0	0,28	0,36	0,38
0,2	0,2	0,2	21	0,30	0,39	0,42
0,2	0,2	0,2	47	0,40	0,52	0,62
0,5	0,5	0,2	0	0,50	0,70	0,81
0,5	0,5	0,2	43	0,70	1,42	1,17
0,5	0,5	0,5	0	0,71	0,86	0,95
0,5	0,5	0,5	40	0,83	1,05	1,22

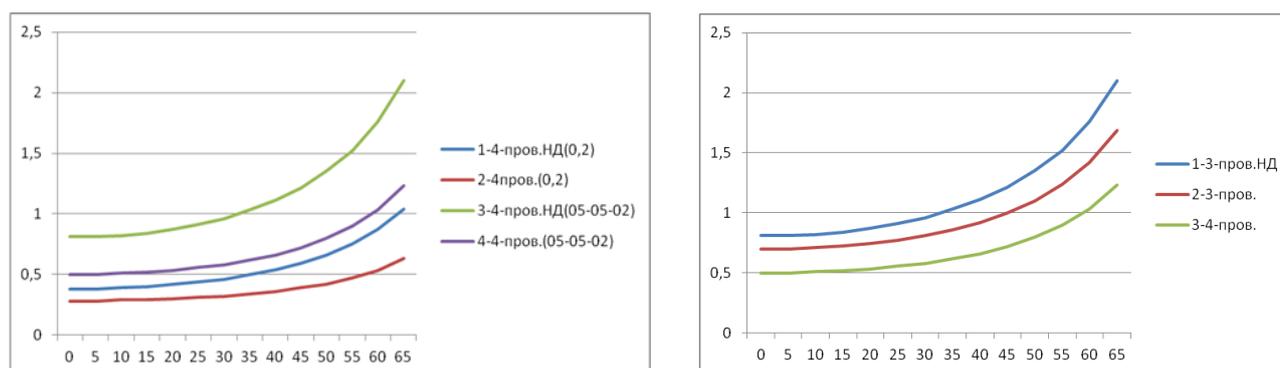


Рис.1 – Суммарная погрешность для трех- (справа) и четырехпроводной (слева) схем учета в зависимости от угла сдвига фаз

Выводы.

Соотношения для оценивания суммарной погрешности в трех- и четырехпроводных измерительных схемах имеют существенные различия. При одинаковых средствах учета суммарная погрешность меньше при измерении электрической энергии по четырехпроводной схеме.

Литература

1. Ціделко В.Д. Невизначеність вимірювання. Обробка даних і подання результату вимірювання: Монографія / В.Д. Ціделко, Н.А. Яремчук – К.: ІВЦ «Видавництво Політехніка», 2002. – 176 с.
2. Орнатский П.П. Теоретические основы информационно-измерительной техники. / П.П. Орнатский – К.: Вища школа, 1983. – 455 с.

Сведения об авторах:

Мартыненко Александр Сергеевич – студент Одесской академии технического регулирования и качества

Петрище Николай Александрович – к.т.н., старший преподаватель Одесской академии технического регулирования и качества

Братченко Геннадий Дмитриевич – д.т.н., проф., проректор по научной работе Одесской академии технического регулирования и качества