

Л.В. ЕГИАЗАРЯН, Л.О. КАРАХАНИЯН, Т.П. АСАТРЯН

ПОГРЕШНОСТИ ИНДУКЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОСЧЕТЧИКОВ В РЕАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ, ТОКА И КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

Проведен анализ результатов экспериментального определения погрешности измерения однофазных индукционных счетчиков в различных режимах работы. Получены зависимости погрешности от напряжения сети, тока нагрузки при заданном значении коэффициента мощности. Приведены графики, выражающие вышеуказанные зависимости.

Ключевые слова: погрешность измерения, класс точности, ток нагрузки, коэффициент мощности, нагрузочная кривая.

В условиях рыночных отношений между электроснабжающей организацией и потребителем коммерческий учет электроэнергии имеет важное значение, поэтому вопросы определения погрешностей измерения средств учета, а также метрологического обеспечения измерений электроэнергии являются весьма актуальными.

Определение пределов погрешности измерений количества электроэнергии важно для оценки инструментальной составляющей коммерческих потерь электроэнергии при ее поставке потребителям, в том числе бытовым. В бытовом секторе большое распространение имеют однофазные индукционные электросчетчики.

Для выяснения объективной картины качества находящихся в эксплуатации индукционных счетчиков нами проведены метрологические исследования нескольких типов индукционных счетчиков (СО-2, СО-5, СО-5У, СО-И446М) класса точности 2,5.

Основная погрешность и перегрузочная способность счетчиков определены в 10 режимах нагрузки (от 10 до 300% номинального значения тока) при номинальном напряжении и его отклонениях от номинального в диапазоне (20% при значениях коэффициента мощности 0,8, 0,9 и 1.

Испытания однофазных счетчиков проводились на стенде электрических счетчиков ЗАО "Энергачап" (г.Абовян). В качестве образцового был использован микропроцессорный счетчик электроэнергии типа ЕвроАЛЬФА класса точности 0,2. Его показание принято в качестве действительного значения измеренной электроэнергии, которое индукционный счетчик должен был бы учесть при правильной работе [1,2].

Относительная погрешность испытуемого индукционного счетчика определена согласно ГОСТ 8.259-2004 как отношение разности между фактически учтенным значением измеряемой энергии $W_{изм}$ и показанием электронного счетчика $W_{дейс}$ к действительному значению $W_{дейс}$:

$$\delta = \frac{W_{\text{изм}} - W_{\text{дейс}}}{W_{\text{дейс}}} 100\%, \quad (1)$$

где $W_{\text{изм}} = C_c N_c$; C_c – постоянная поверяемого счетчика; N_c – число импульсов, формируемых устройством считывания оборотов диска ротора поверяемого счетчика, соответствующее числу оборотов диска ротора пс.

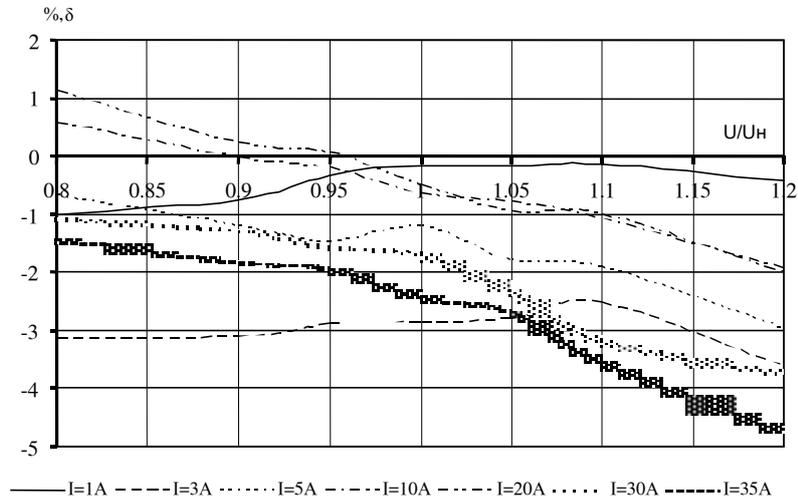


Рис. 1. Зависимость погрешности счетчика СО-5 от напряжения (относительно номинального) при $\cos\varphi=1$

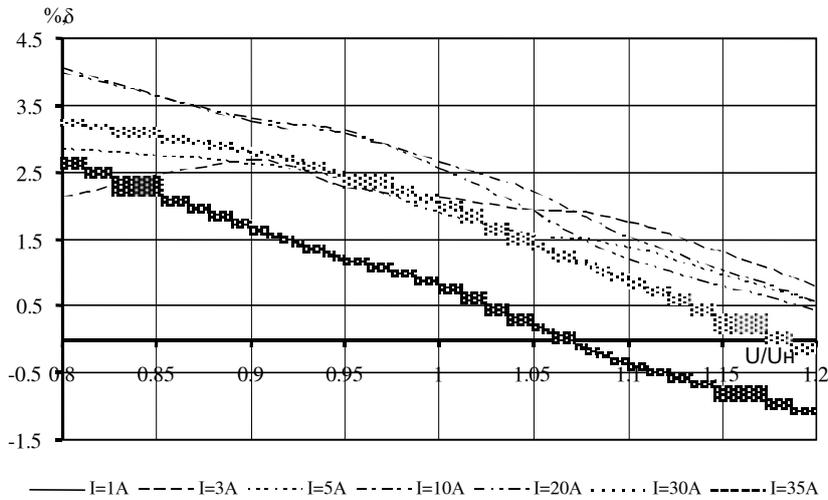


Рис. 2. Зависимость погрешности счетчика СО-5У от напряжения при $\cos\varphi=0,9$

По результатам испытаний определены зависимости их погрешности от напряжения сети и тока нагрузки при данном значении коэффициента мощности нагрузки.

На рис. 1-3 представлены семейства зависимостей погрешности δ от напряжения при различных значениях тока нагрузки счетчиков СО-2 и СО-5У, а на рис. 4-6 - графики зависимости (от тока нагрузки (нагрузочные кривые) при различных значениях напряжения сети и коэффициента мощности $\cos(\phi)$ для счетчиков СО-5, СО-5У.

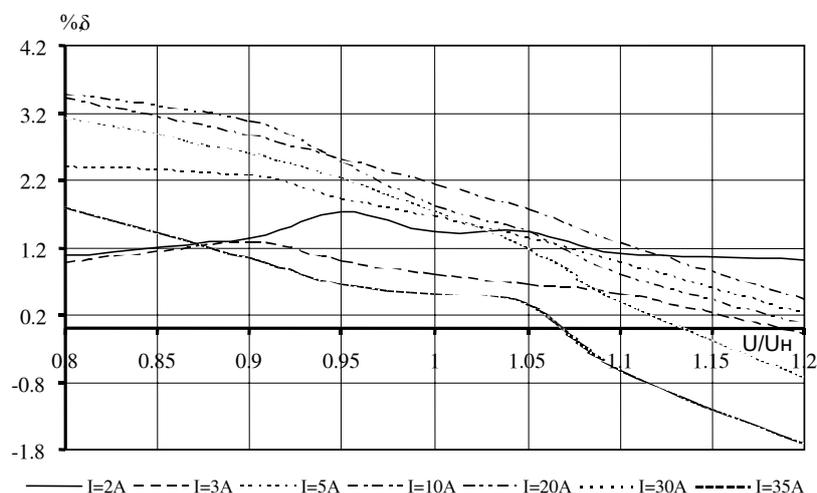


Рис. 3. Зависимость погрешности счетчика СО-5У от напряжения при $\cos\phi = 0,8$

Из графиков рис. 1-3 следует, что при уменьшении напряжения сети от номинального на 20% погрешность счетчиков увеличивается и при напряжениях, превышающих номинальное, становится отрицательной.

Зависимость δ от напряжения обусловлена наличием момента собственного торможения рабочим магнитным потоком параллельной цепи (цепи напряжения). При уменьшении напряжения момент самоторможения уменьшается быстрее, чем основной вращающий момент, что и приводит к появлению дополнительной положительной погрешности.

Анализ кривых рис. 4-6 показывает, что при малых токовых нагрузках погрешность индукционных счетчиков имеет отрицательный знак при всех значениях $\cos(\phi)$. При значениях тока, близких к номинальному, погрешность положительна и имеет минимальную величину при $\cos\phi=1$. Такая закономерность повторяется во всем диапазоне изменения напряжения сети.

Представленные на рис. 4-6 нагрузочные кривые подтверждают, что в области малых нагрузок появляется отрицательная погрешность, обусловленная нелинейной зависимостью между током и рабочим магнитным потоком последовательной цепи счетчика [2]. Вводимый компенсационный момент счетчика полностью компенсировать эту погрешность не может, и в результате характер нагрузочной кривой в этой области изменения тока определяется

теми погрешностями, которые имеет счетчик при отсутствии компенсационного момента.

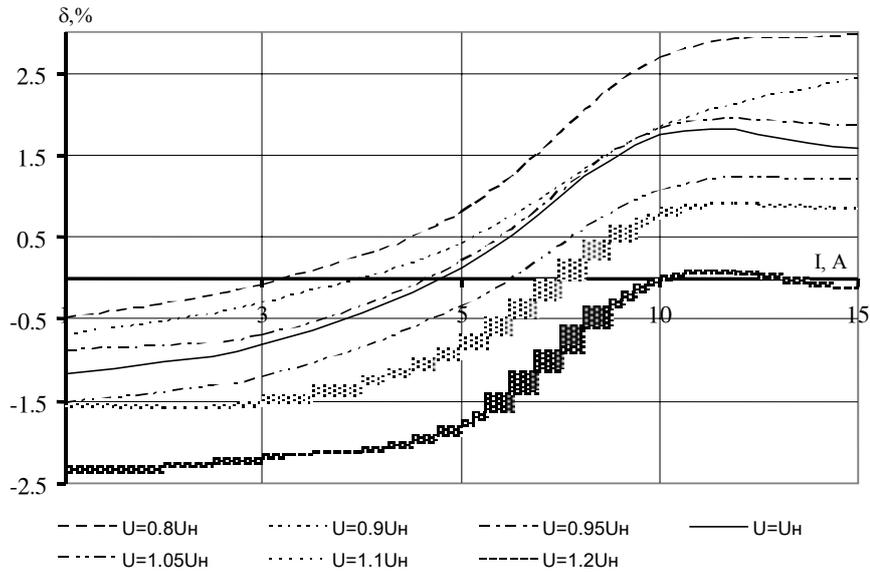


Рис. 4. Зависимость погрешности счетчика СО-2 от тока нагрузки при $\cos\varphi=0,8$ и различных относительных напряжениях сети

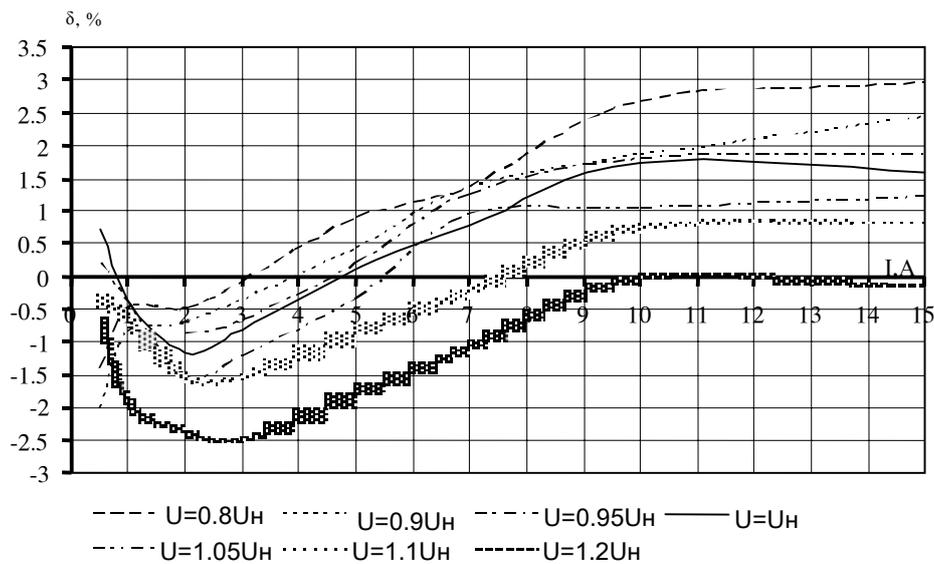


Рис. 5. Зависимость погрешности счетчика СО-2 от тока нагрузки при $\cos\varphi=1$ и различных значениях напряжения сети

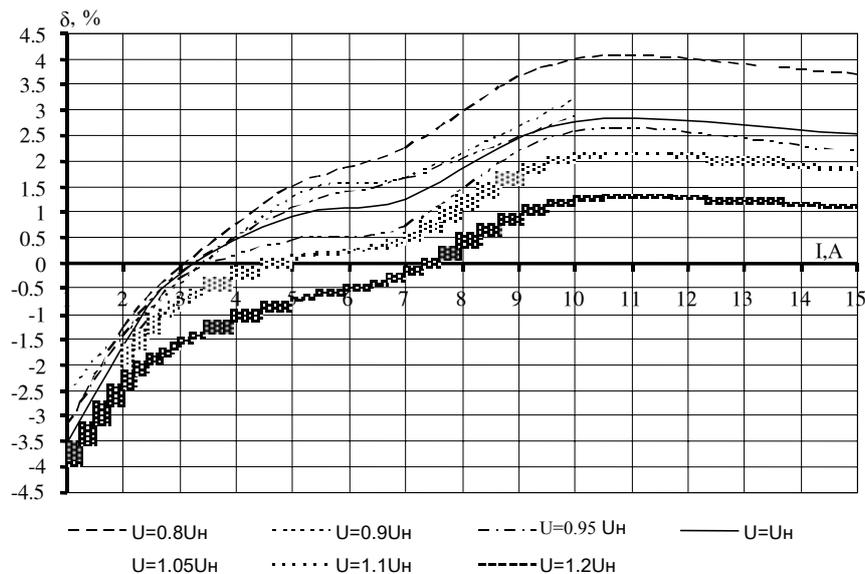


Рис. 6. Зависимость погрешности счетчика СО-5 от тока нагрузки при $\cos\varphi=0,9$ и различных значениях напряжения сети

По результатам экспериментального исследования индукционных счетчиков СО-2, СО-5, СО-5У, СО-И446М можно сделать следующие выводы:

1. Погрешность индукционных счетчиков при токах $I \geq I_{\text{ном}}$ имеет положительный знак и по абсолютному значению максимальна при $\cos\varphi=0,8$ и минимальна при $\cos\varphi=1$.
2. При токах, меньших номинального, погрешность счетчиков имеет отрицательный знак и по абсолютному значению меньше значения, соответствующего классу точности 2,5.
3. Если ток нагрузки больше номинального, то колебания напряжения сети в диапазоне ($20\%U_{\text{ном}}$ приводят к увеличению погрешности при напряжениях $U < U_{\text{ном}}$.
4. В условиях, когда ток нагрузки меньше номинального, превышение напряжения номинального значения приводит к увеличению абсолютного значения отрицательной погрешности (недоучет). Это противоречит бытующему у потребителей мнению о том, что “напряжение в сети намеренно повышается для увеличения измеряемого счетчиком значения энергии”. Наоборот, исследованиями установлено, что при повышенном напряжении погрешность счетчика уменьшается.
5. В недогруженном режиме ($I \leq I_{\text{ном}}$) отрицательная погрешность счетчика при напряжениях сети, превышающих номинальное, больше, чем при $U_{\text{ном}}$.
6. В режимах, когда ток нагрузки больше номинального, превышение напряжения номинального значения $U_{\text{ном}}$ приводит к уменьшению положительной погрешности по сравнению с погрешностью при $U=U_{\text{ном}}$.
7. Влияние коэффициента мощности на погрешность счетчиков однозначно не выражается. Однако при прочих равных условиях (U, I) возрастание

cosφ приводит к уменьшению погрешности. Следует отметить, что погрешность счетчика нормируется при cosφ=1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гумовский Ю.Н., Воронков О.А., Варенью А.В. О поверке индукционных счетчиков// Метрология электрических измерений в электроэнергетике. – М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2002. - С.1-3.
2. Илюкович А.М. Электрические счетчики.- М., - Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 384с.

ЗАО “НИИ энергетики”. Материал поступил в редакцию 25.02.2006.

Լ.Վ. ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ, Լ.Հ. ԿԱՐԱԽԱՆՅԱՆ, Թ.Պ. ԱՍԱՏՐՅԱՆ

ԻՆԴՈՒԿՑԻՈՆ ԷԼԵԿՏՐԱԿՆԻՍՏՐԱԿՏԻՆԵՐԻ ՄԽԱԼԱՆՔՆԵՐԸ ՑԱՆՑԻ ԼԱՐՄԱՆ, ԲԵՌԻ ՀՈՍԱՆՔԻ ԵՎ ՀՋՈՐՈՒԹՅԱՆ ԳՈՐԾԱԿՑԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ԻՐԱԿԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Մի քանի տիպի ինդուկցիոն էլեկտրահաշվիչների վրա իրականացվել են ստուգաչափումներ՝ ցանցի լարման, բեռի հոսանքի և հզորության գործակցի տարբեր արժեքների դեպքում: Բերվում են նշված մեծություններից հաշվիչների սխալանքի կախումն արտահայտող գրաֆիկները և կատարվում է վերլուծություն: Արվում են եզրակացություններ փորձարկված հաշվիչների չափազիտական բնութագրերի վերաբերյալ:

Առանցքային բառեր. չափման սխալանք, ճշգրտության դաս, բեռնվածքի հոսանք, հզորության գործակից, բեռնավորման կոր:

L.V. YEGHIAZARYAN, L.H. KARAKHANYAN, T.P. ASATRYAN

ERRORS OF INDUCTION METERS IN REAL CONDITIONS OF GRID VOLTAGE, LOAD CURRENT AND POWER COEFFICIENT CHANGES

Testing of several types of induction meters is carried out in different magnitudes of grid voltage, load current and power coefficients. The curves depicting the meter error dependence on the mentioned magnitudes are given and analyzed. Conclusions on metrological characteristics of tested meters are put forth.

Keywords: error of dimension, accuracy class, load current, power coefficient, loading curve.