

ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В ОБЛАСТІ НИЗЬКИХ НАВАНТАЖЕНЬ

*Василець К.С., аспірантка, 9275195@stud.nau.edu.ua;
Квасніков В.П., докт. техн. наук, професор
Національний авіаційний університет, Київ, Україна*

Застосування у складі вузлів обліку електроенергії вимірювальних трансформаторів струму дає змогу розширити діапазон вимірювання. Під час вибору таких трансформаторів беруть до уваги напругу установки, робочий струм, вторинне навантаження тощо.

Проте функціонування споживача електроенергії в режимі зниженого навантаження, коли останнє становить декілька відсотків від номіналу, може призвести до суттєвих похибок при обліку спожитої електроенергії. Такий режим виникає при тимчасових простоїв виробничих потужностей або в нічний час. Також суттєве зниження енергоспоживання спостерігається на фоні пандемії COVID-19 [1]. Від'ємна похибка обліку електроенергії, що супроводжує режим зниженого навантаження, призводить до суттєвих втрат енергопостачальних компаній [2].

Попередніми дослідженнями встановлено, що в режимі зниженого навантаження похибка функціонування вимірювальних трансформаторів струму збільшується [3].

Мета роботи – дослідження похибки обліку активної електричної енергії в умовах зниженого навантаження.

Лабораторні дослідження точності обліку електроенергії в умовах зниженого навантаження проводилися в рамках науково-дослідної теми №4-778 «Вимірювання та облік електричної енергії із застосуванням вимірювальних трансформаторів струму в умовах зниженого навантаження» (замовник – ПрАТ «Рівнеобленерго»).

Вузол обліку електроенергії під час лабораторних досліджень був укомплектований наступним обладнанням: лічильник трансформаторного підключення типу NIK2307 ART T.1600.M2.21 (позначення PI1); лічильник прямого підключення типу NIK2307 ARP3 T.1600.M2.21 (PI2); вимірювальні трансформатори струму Т-0,66-300/5 та Т-0,66-600/5. Клас точності всіх приладів 0,5s. В якості навантаження використовувалися лампи розжарення різної потужності, що керувалися з комп'ютера.

План дослідів передбачав проведення 46 дослідів тривалістю 4 години кожен. В досліді №1-23 використовувалися вимірювальні трансформатори струму 300/5. В досліді №1 підключалося трифазне навантаження 300 Вт. В кожному наступному досліді навантаження збільшувалося на 100 Вт, досягнувши 2700 Вт в досліді №23. Відповідно, розрахунковий вторинний струм кожного трансформатора струму змінюється від 7,6 мА в досліді №1 до 68,3 мА в досліді №23. Аналогічним чином формувалося навантаження в

дослідах №№ 24-46, де передбачено використовувати вимірювальні трансформатори струму 600/5. Відповідно, розрахунковий вторинний струм кожного трансформатора струму змінювався від 3,8 мА в досліді №24 до 34,2 мА в досліді №46. В ході проведення кожного досліді початкові та кінцеві показники лічильників фіксувалися у протоколі.

Вважаючи величину W_{PI2} спожитої протягом досліді активної енергії за показами лічильника PI2 прямого включення дійсним значенням (максимально точним, в умовах експерименту, наближенням до істинного значення спожитої активної енергії), відносна похибка δW вимірювання лічильником трансформаторного включення спожитої протягом досліді активної енергії визначалася наступним чином:

$$\delta W = (\Delta W / W_{PI2}) \cdot 100\%, \quad (1)$$

де $\Delta W = W_{PI1} - W_{PI2}$ – абсолютна похибка вимірювання спожитої протягом досліді активної енергії.

На графіку (рис. 1) позначені вибіркові емпіричні значення відносної похибки δW залежно від відносної величини первинного струму вимірювальних трансформаторів струму $\bar{I}_p^*$. Аналіз розподілу точок дозволяє встановити наявність суттєвих похибок під час обліку електроенергії при значеннях $\bar{I}_p^*$ до 0,25% як для трансформаторів струму 300/5, так і 600/5.

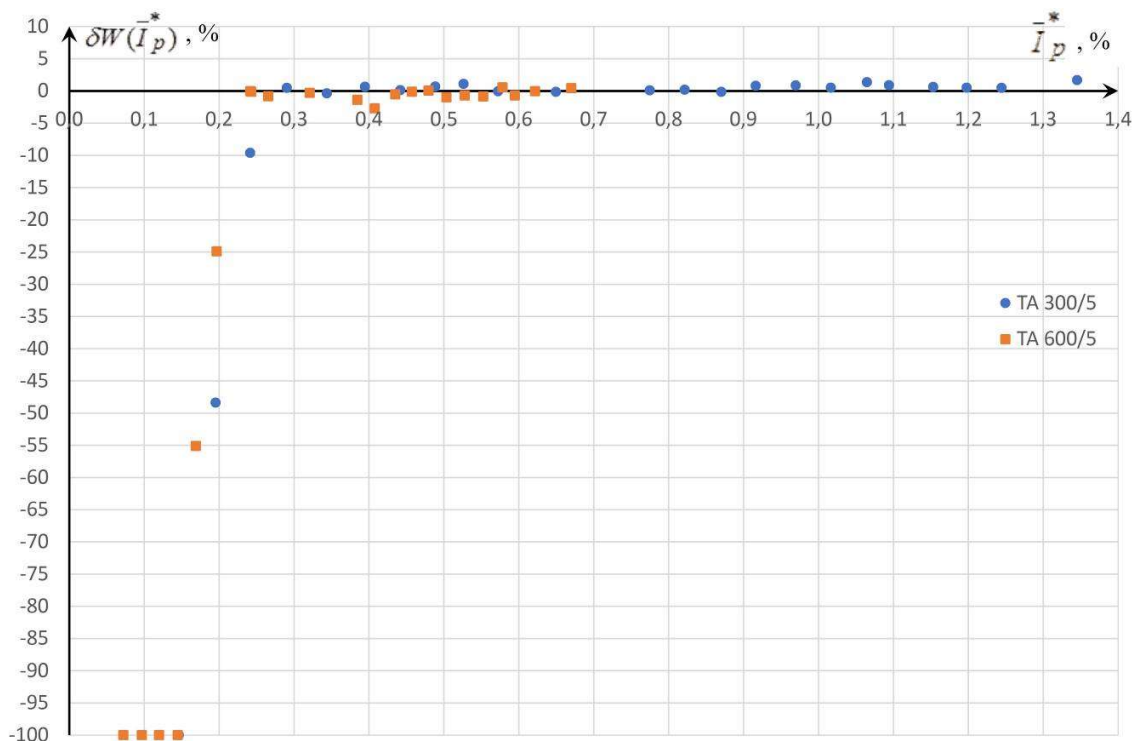


Рисунок 1. Експериментальні точки залежності відносної похибки обліку електроенергії δW , %, від відносної величини первинного струму вимірювальних трансформаторів струму, отримані в лабораторних умовах

З аналізу результатів дослідів можна зробити висновок, що суттєва похибка при вимірюванні активної енергії лічильником NIK2307 ART T.1600.M2.21 трансформаторного включення в області низьких навантажень суттєвим чином обумовлена чутливістю лічильника за струмом. Для екземпляра лічильника, що використовувався, поріг чутливості за струмом для кожної фази був визначений на рівні 10 мА.

Для підвищення точності обліку електроенергії можна рекомендувати обирати трансформатори струму відповідно до навантаження, з урахуванням роботи споживача в мінімальному режимі.

Література

1. Javier Lo'pez Prol, Sungmin O. Impact of COVID-19 Measures on Short-Term Electricity Consumption in the Most Affected EU Countries and USA States. iScience 23, 101639, October 23, 2020. DOI: 10.1016/j.isci.2020.101639.
2. Приведенний С. А., Рой В. Ф. Вплив похибок вимірювальних трансформаторів на точність обліку електроенергії. Світлотехніка та електроенергетика. № 1'2009. 2009. С. 73-76. URL: <http://eprints.kname.edu.ua/11667/1/73-76.pdf>
3. Заико А. И., Сорокин А. А. Измерительная система контроля и учета электроэнергии. Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. Т. 9, №6 (24). Уфа: УГАТУ, 2007. С. 210–212.

Анотація

Представлені результати експериментального дослідження залежності похибки обліку електроенергії від рівня навантаження при використанні цифрових трифазних лічильників та вимірювальних трансформаторів струму класу точності 0,5s. Встановлена суттєва похибка обліку в області низьких навантажень, що призводить до недообліку електроенергії та фінансових втрат енергопостачальних компаній.

Ключові слова: трансформатор струму, вимірювання, похибка, навантаження, комерційний облік, лічильник електроенергії.

Аннотация

Представлены результаты экспериментального исследования зависимости погрешности учета электроэнергии от уровня нагрузки при использовании цифровых трехфазных счетчиков и измерительных трансформаторов тока класса точности 0,5s. Установлена существенная ошибка учета в области низких нагрузок, которая приводит к недоучету электроэнергии и финансовым потерям энергоснабжающих компаний.

Ключевые слова: трансформатор тока, измерение, погрешность, нагрузка, коммерческий учет, счетчик электроэнергии.

Abstract

The results of an experimental study are represented, which focus on the dependence of the electricity metering error on the load level while the digital three-phase meters and measuring current transformers of accuracy class 0.5s are used. A significant accounting error in the area of low loads has been established, which leads to an underestimation of electricity and financial losses of power supply companies.

Keywords: current transformer, measurement, error, load, commercial accounting, electricity meter.