

УДК 621.317.385

DOI: <http://dx.doi.org/10.20535/2219-3804162017100817>

Лебедь М. В.¹

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

En The main purpose of this work is to improve the measurement accuracy and reliability of data transmission automated system metering. The first step to reduce energy consumption is the organization of strict accounting of the consumed energy. To solve these problems the electricity automated metering systems, that are multi-channel and combine the functionally integrated scale measuring transducers, measuring instruments, devices for data collection and transmission interconnected by lines, are introduced.

The system for collecting and processing power consumption operated by distribution companies is considered in the article. The study found that the existing regulations do not fully take into account changes in voltage, load, frequencies, curves non-harmonicity of current and temperature fluctuations during operation instrument transformers. Thus, current transformers make additional uncertainty to the total measurement error channel, which greatly affects the accounting of electricity. Also it was defined that the reducing of electricity consumption results in lower primary currents in power transformers rated up to several percent, which in turn leads to a significant increase in current, angular errors of its work at small primary currents. In particular, for small primary currents the negative overcurrent error is observed. As a result, energy supplied underestimation and commercial losses of Energy are increased.

Ru Рассмотрены методы повышения точности системы автоматизированного учета электроэнергии путем вычисления корректирующих поправок с заменой традиционной аналоговой измерительной системы цифровой.

¹ НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Вступ

Облік енергетичних ресурсів, зокрема електроенергії, є основою енергозбереження і підвищення енергетичної потужності країни. В умовах, коли відбувається зростання цін на енергоносії, підвищується попит на засоби, за допомогою яких підприємство або організація можуть скоротити втрати або необґрунтоване витрачання енергії, тим самим істотно зменшивши поточні витрати і підвищити ефективність своєї роботи. Першим кроком на шляху до скорочення енерговитрат є організація строгого обліку споживаних енергоресурсів. Для цього необхідні сучасні вимірювальні системи для автоматизованого збору та передачі інформації про спожиту активну та реактивну електроенергію в кожній точці обліку. Для вирішення цих задач впроваджуються системи автоматизованого обліку електроенергії.

Об'єкти та методи дослідження

Автоматизована система обліку електроенергії є багатоканальною вимірювальною системою та являє собою сукупність функціонально об'єднаних масштабних вимірювальних перетворювачів (вимірювальні трансформатори струму та напруги), засобів вимірювальної техніки (лічильники електроенергії з цифровим інтерфейсом), пристроїв збору та передачі даних, з'єднаних між собою лініями зв'язку. Візуальне зняття показників не відповідає сучасним вимогам, з наступних причин:

- фіксація тільки підсумкових результатів вимірів за розрахунковий період;
- облік тільки на межі розділу із постачальником енергоресурсів і тому відсутність можливості оцінити розподіл енерговитрат усередині підприємства;
- невисока точність і достовірність (застарілі засоби і методи обліку, помилка під час списуванні свідчень, неоднчасне знімання інформації із безлічі територіально розподілених приладів, що враховують один вид енергоносія), низька інформативність і значна трудомісткість у силу ручного збору і обробки результатів вимірів.

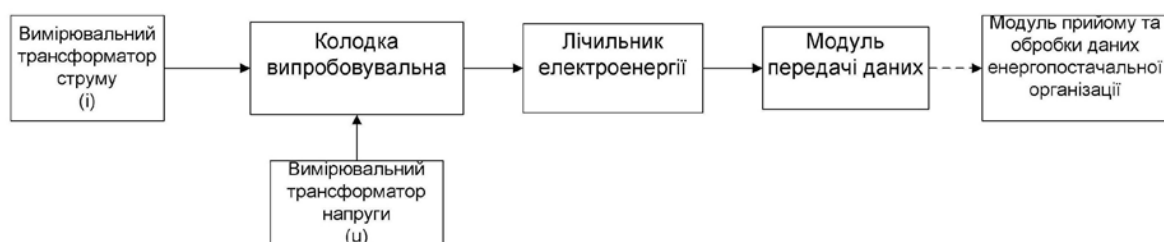


Рис. 1. Структурна схема системи збору та обробки даних споживання електроенергії

Структура системи збору та обробки даних споживання електроенергії побудована як трьохрівнева та включає у себе:

- рівень точок обліку;
- рівень об'єктів обліку;
- локальний рівень.

Рівень точок обліку охоплює всі вимірювальні схеми, що використовуються у точках обліку електричної енергії системи.

До складу вимірювальної схеми входять:

- вимірювальні трансформатори струму та напруги;
- лічильники електричної енергії;
- вимірювальні кола, що забезпечують підключення лічильників до вимірювальних трансформаторів.

У даній роботі облік електроенергії виконується у колах напругою 0,4 кВ. Тому необхідно використовувати комбіновану схему підключення лічильника. Вимірювальна схема зображена на рис. 2.

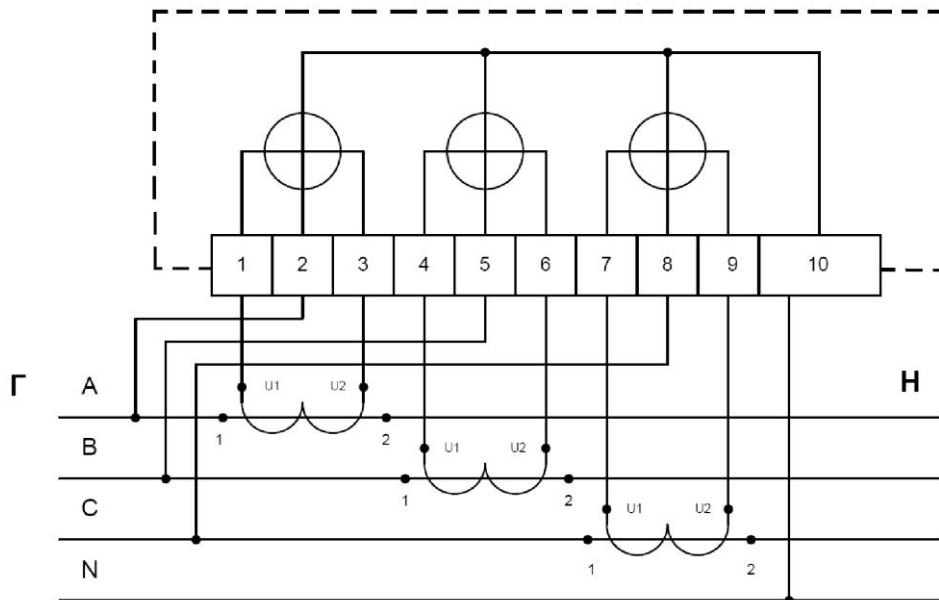


Рис. 2. Комбінована схема підключення лічильника

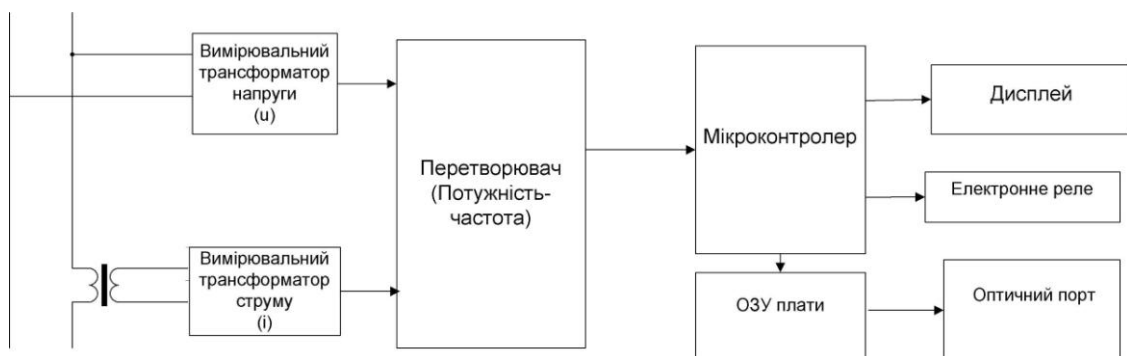


Рис. 3. Структурна схема для роз'яснення принципу дії трифазного лічильника

Рівень об'єктів обліку будується на базі багатофункціональних електронних лічильників, комунікаційних пристроїв передачі даних від лічильників до терміналу по цифрових каналах зв'язку.

Локальний рівень обліку, побудований на базі модему, має інтерфейс передачі даних для роботи у складі автоматичної системи контролю і обліку електроенергії (АСКОЕ) електропостачальної організації.

Структура системи збору та обробки даних споживання електроенергії повинна забезпечити точність, вірогідність й одночасність отримання даних про електроспоживання.

Метрологічні характеристики системи автоматизованого обліку електроенергії визначаються метрологічними характеристиками засобів вимірювальної техніки та параметрами технічних засобів, що входять до складу системи та впливають на результати та похибки вимірів параметрів електроенергії, зокрема потужності.

Під час вирішення поставлених завдань у роботі використано системний підхід до проблеми, методи статистичної обробки даних, аналітичні та експериментальні методи досліджень системи автоматизованого обліку електроенергії. Зокрема виконана класифікація і статистичний аналіз факторів, за ступенем їх впливу на похибки вимірювальних трансформаторів струму.

Постановка завдання

Основною метою даної роботи є підвищення точності вимірювання та достовірності передачі даних автоматизованою системою обліку електроенергії.

Впровадження заходів щодо зменшення впливу похибок трансформаторів струму у системі автоматизованого обліку електроенергії дозволить скоротити витрати енергоресурсів країни.

Результати і їх обговорення

У роботі розглянуті системи збору та обробки даних споживання електроенергії, що експлуатуються енергопостачальними компаніями. Підкреслені переваги автоматизованої системи збору та обробки даних споживання електроенергії, яка дозволяє автоматизовано збирати та обробляти інформацію про споживання активної та реактивної електроенергії, передавати дані до вузла збору інформації. Також система дозволяє автоматизовано контролювати техніко-економічні показники роботи електричних мереж і технічний стан засобів обліку електроенергії. Таким чином знижуються витрати і людські ресурси на збір та обробку даних.

Проаналізовані сучасні технології із передачі інформації про спожиту активну та реактивну електроенергію у кожній точці обліку:

- передача даних за допомогою силової мережі (*PLC*);
- передача даних за допомогою дротяних послідовних інтерфейсів, зокрема *RS-485*;
- передача даних за допомогою технології *TCP - IP* (обчислювальні мережі);
- передача даних за допомогою *GSM* - мережі.

Так як устаткування буде розміщуватись на території м. Києва, у приміщеннях, що вже експлуатуються, вибрана технологія передачі даних за допомогою *GSM* - мережі. Так як прокладання додаткових кабелів зв'язку потребує додаткових фінансових витрат та узгодження із різними місцевими організаціями.

У ході дослідження виявлено, що у діючих нормативних документах не повністю враховуються зміни напруги, навантаження, частоти струму, несинусоїдальність кривих струму та коливання температури під час експлуатації вимірювальних трансформаторів. Таким чином, вимірювальні трансформатори струму вносять додаткову похибку у сумарну похибку вимірювального каналу, що у значній мірі впливає на облік електроенергії.

Також виявлено, що зменшення споживання електричної енергії призводить до зниження первинних струмів у вимірювальному трансформаторі струму до декількох відсотків номінального, що у свою чергу веде до значного збільшення струмових, кутових похибок його роботи у разі малих первинних струмах. Зокрема, за малих первинних струмах спостерігається негативна струмова похибка. У результаті збільшуються недооблік відпущеної енергії і комерційні втрати енергетиків.

Також на похибку вимірювального каналу впливає передача аналогового сигналу від вимірювального трансформатора струму до лічильника.

Одним із ефективних способів підвищення точності вимірювання є введення до вимірюваних значень поправок, які виключають систематичні похибки вимірювальних трансформаторів струму. Пропонується враховувати ці поправки під час програмування електронних лічильників у кожній точці обліку. Це дозволить зменшити сумарну похибку вимірювального каналу до величин, що відповідають вимогам міжнародних стандартів. Така корекція зробить зайвими вимоги у частині підвищення класу точності вимірювальних трансформаторів струму. Таким чином може бути отриманий значний економічний ефект як за рахунок підвищення точності автоматизованої системи обліку електроенергії, так і за рахунок того, що відпадає необхідність міняти наявні трансформатори струму на апарати із підвищеним класом точності.

Інформацію про похибки трансформатора струму, які необхідно знати для визначення коригувальних поправок, можна отримати такими засобами:

- експериментальне визначення похибок трансформаторів струму за умови реального навантаження;

- розрахунок похибки трансформатору струму за умови реального вторинного навантаження за індивідуальними метрологічними характеристиками, встановленими за результатами їхньої метрологічної атестації;
- розрахунок похибок трансформаторів струму за його параметрами, включаючи і характеристику намагнічування, за умови реального вторинного навантаження.

Пропонується також застосовувати трансформатори струму із магнітопроводом із нанокристалічних сплавів та коригувати до достовірних результати обліку електроенергії на основі розробленої математичної моделі результуючої похибки вимірювального кола.

Також пропонується переводити вимірювальні трансформатори струму із розряду аналогових приладів у розряд цифрових, шляхом встановлення мікропроцесорного АЦП у безпосередній близькості до трансформатору струму.

Висновок

У результаті впровадження автоматизованої системи обліку електроенергії індукційні лічильники будуть замінені на електронні – типу НІК2303 та подібні, що входять до затвердженого реєстру приладів обліку, споживана потужність яких у два рази менше – 2 Вт. У цьому випадку коефіцієнт навантаження трансформатора струму знижується у два рази до значення 1,1 і за рахунок цього знижується похибка трансформатора струму із 1,15% до 0,5%. Виконані розрахунки складових частин системи, обрано обладнання вітчизняного виробництва, на їх основі було обраховано похибки вимірювального каналу. Облік струмових похибок трансформаторів струму і напруги у автоматизованій системі обліку електроенергії дає економічний ефект.

Впровадження технічних та математичних методів зменшення впливу похибок вимірювального трансформатору струму у системі автоматизованого обліку електроенергії дозволяє розробити заходи для зменшення або уникнення випадкових і систематичних похибок та скоригувати отримані результати технічного обліку, підвищивши їх достовірність. Зниження похибки системи автоматизованого обліку електроенергії приведе до підвищення точності обліку відпущеної споживачам електроенергії, що забезпечить економічний ефект.

Список використаної літератури

1. Трансформатори струму. Програма та методика державної метрологічної атестації. МДУ 001/08-2000.– К.: Укрметртестстандарт, 2000.
2. Концепція побудови автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії в умовах енергоринку затверджена спільним наказом Мін-

- паливеноерго, НКРЕ. Держкоменергозбереження, Держстандарту, Держбуду, Держпромполітики № 32/28 / 28/ 276 /75/54 від 17 квітня 2000 р.
3. Правила улаштування електроустановок ПУЕ: 2016 р.
 4. *Варський Г. М.* Корекція похибок вимірювальних каналів струму в засобах моніторингу нормального режиму енергосистеми / Г. М. Варський, М. Ф. Сопель, Є. М. Танкевич, І. В. Яковлева // Технічна електродинаміка. – 2014. – №5. – С. 71-73.