

УДК 621.317.7

¹О.О. Ломако
²М.О. Петрище
³А.Є. Шестаков
⁴С.О. Трофименко

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ПЕРВИННОЇ ПОВІРКИ ЛІЧИЛЬНИКІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

¹ЗАТ “Компанія Росток”

²НАУ, кафедра інформаційних технологій

^{3,4}Державне підприємство «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів (Укрметртестстандарт)»
 e-mail: dep25elektro@ukrcsm.kiev.ua

Проаналізовано можливість автоматизації для проведення первинної повірки лічильників електричної енергії. Розраховано зменшення часу повірки при застосуванні спеціалізованого повірочного обладнання. Розроблено спеціалізовану повірочну установку для перевірки відсутності самоходу та порогу чутливості електронних лічильників. Показано ефективність її застосування при проведенні первинної повірки в умовах серійного виробництва лічильників.

Вступ

Наразі в Україні спостерігається стабільне зростання виробництва лічильників електричної енергії. У Києві протягом 2005 р. підприємствами було вироблено більше 700 000 лічильників. Для проведення первинної повірки лічильників такої кількості приладів необхідно застосовувати високотехнологічне обладнання з можливістю одночасної повірки великої кількості лічильників. Крім того, значні обсяги лічильників, що знаходяться в експлуатації, очікують на періодичну повірку. У 2005 р. в Києві було повірено близько 100 000 лічильників.

Повірку лічильників електричної енергії можна виконати лише із застосуванням автоматизованих повірочних установок [1].

Аналіз випробувань

До операцій первинної повірки належать:

- перевірка зовнішнього огляду;
- перевірка електричного опору ізоляції;
- перевірка електричної міцності ізоляції;
- перевірка роботи лічильного механізму;
- визначення основної відносної похибки лічильника, викликаной зміною струму навантаження;
- перевірка роботи без навантаження;
- перевірка порогу чутливості;
- оформлення результатів повірки (складання протоколу повірки та обробка результатів вимірювання).

Під час повірки зовнішнього огляду можливість автоматизації відсутня, оскільки ця операція виконується виключно повірником. Перевірка електричного опору ізоляції та електричної міцності ізоляції потребує специфічного випробувального обладнання, наприклад, мегаомметра ЕСО202/2 та пробійної установки УПУ-0М, відповідної кваліфікації персоналу, організації робочого місця щодо вимог нормативних документів [2; 3].

Ці обставини унеможливають автоматизацію зазначених операцій. Правильність роботи лічильного механізму можна перевірити лише візуально, і для більшості типів лічильників ця операція повірки теж не може бути автоматизованою. При визначенні основної відносної похибки лічильника, викликаной зміною струму навантаження, на повірочному обладнанні встановлюються номінальна напруга та сила струму (від 0,5 до 1000 % від номінальної сили струму) при двох значеннях коефіцієнта потужності (1 та 0,5 індуктивного навантаження) для лічильників класу точності 2 та трьох – для лічильників класу точності 1 (додається 0,8 ємнісного навантаження).

У разі перевірки роботи без навантаження (перевірки відсутності самоходу) та порогу чутливості встановлюється по одному режиму (115% від номінальної напруги для перевірки роботи без навантаження та номінальну напругу і 0,5 % номінальної сили струму для порогу чутливості). Установлення цих параметрів повинно бути точним згідно з вимогами стандартів [4; 5], займати якомога менше часу і бути максимально автоматизованим. Усі перелічені режими можуть бути встановлені на одній повірочній установці і провадитися в автоматичному режимі. Під час цих операцій повірки (визначення основної відносної похибки, повірки роботи без навантаження та порогу чутливості) має бути виконана перевірка щонайменше 10 режимів роботи для однофазних лічильників класу точності 2 (12 – для класу точності 1), що відрізняються між собою струмами навантаження та (або) коефіцієнтами потужності.

Автоматизація цього процесу здійснюється з використанням ПЕОМ, яка керує всіма робочими процедурами (від керування генератором при встановленні параметрів струму до обчислення похибок лічильників і друкування протоколів).

Такі установки знайшли широке застосування при прийнятно-здавальних випробуваннях на приладобудівних підприємствах.

Використання автоматизованих установок дозволило скоротити час повірки та практично позбутися “людського чинника”. Зазначені установки дозволяють успішно вирішити питання автоматизації таких операцій повірки:

- визначення основної відносної похибки лічильника, викликаній зміною струму навантаження;
- перевірка роботи без навантаження (перевірка відсутності самоходу);
- перевірка чутливості та порогу чутливості;
- оформлення результатів повірки (складання протоколу повірки та обробка результатів вимірювання).

При серійному виробництві лічильників нерентабельно проводити перевірку роботи без навантаження (перевірка відсутності самоходу) та порогу чутливості на тих самих автоматизованих повірочних установках, на яких проводиться визначення основної відносної лічильника, викликаній зміною струму навантаження.

Мета статті – обґрунтування необхідності розробки спеціалізованого повірочного обладнання для повірки роботи без навантаження (перевірка відсутності самоходу), повірки чутливості та порогу чутливості лічильника.

Постановка завдання – необхідно оцінити виґраш у часі під час проведення первинної повірки лічильників при застосуванні спеціалізованого обладнання та запропонувати установку для повірки роботи без навантаження (перевірка відсутності самоходу) і повірки порогу чутливості.

За умови визначення основної похибки, повірки відсутності самоходу та повірки порогу чутливості на одній автоматизованій установці загальний час випробувань t_{v1} становить

$$t_{v1} = t_i + t_{ch} + t_{\bar{n}} + t_{t1},$$

де t_o , t_{ch} , t_c , t_{t1} – час визначення основної похибки, повірки порогу чутливості, повірки відсутності самоходу, час на виконання технологічної операції (встановлення та зняття лічильників з автоматизованої установки) відповідно.

Під час повірки відсутності самоходу та порогу чутливості на іншому обладнанні загальний час випробувань t_{v2} становить

$$t_{v2} = t_{ch} + t_c + t_{t2}, \quad (1)$$

де t_{t2} – час технологічних операцій (транспортування лічильників та встановлення і зняття лічильників зі спеціалізованого метрологічного обладнання).

Формула (1) справедлива за умови

$$t_{ch} + t_c + t_{t2} \geq t_o + t_{t1}.$$

Виґраш у часі δ_i і відповідно в кількості перевірених лічильників при використанні додаткового обладнання визначають за формулою

$$\delta = (1 - t_{v2} / t_{v1}) \cdot 100.$$

Використання додаткового обладнання доцільно лише за умови, якщо обсяг лічильників, що планується перевірити за час t_{v1} , більший за кількість місць на автоматизованій установці. Інакше всі випробування доцільно проводити на одній автоматизованій установці.

При цьому, якщо обсяг лічильників, що планується перевірити за час $t_o + t_{t1}$, більший за кількість місць на автоматизованій установці, потрібна ще одна автоматизована установка.

Установка для повірки відсутності самоходу та порогу чутливості

Основними принципами під час розробки установки з повірки відсутності самоходу та порогу чутливості є простота та невисока собівартість (рис. 1).

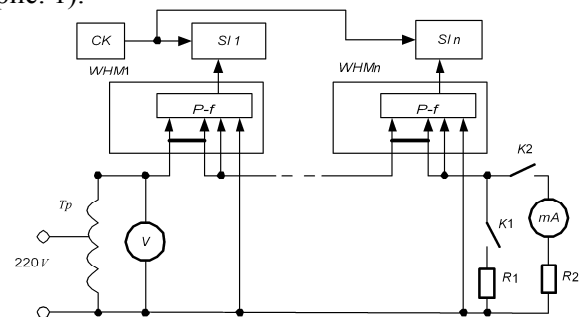


Рис. 1. Установка для повірки роботи без навантаження та порогу чутливості лічильників електроенергії:

$P-f$ – вимірювальні виходи лічильників

Автотрансформатор T_r (ЛАТР) призначений для регулювання напруги, що подається у кола напруги лічильників електричної енергії $WHMI$ – $WHMn$. Установлення напруги контролюється вольтметром V . Перемикач K_2 призначений для встановлення режиму повірки порогу чутливості (замкнений стан) або роботи без навантаження (розімкнений стан). При замкненому перемикачі K_2 в колах струму лічильників тече струм I_{ch} (перевірка порогу чутливості), який контролюється міліамперметром mA . Опір R_2 підбирається таким чином, щоб забезпечити потрібне значення I_{ch} при номінальній напрузі U_n .

Для лічильників з $U_n = 220$ В і порогом чутливості 12,5 мА значення опору R_2 дорівнює

$$R_2 = \frac{U_n}{I_{ch}}; R_2 = \frac{220}{12,5 \cdot 10^{-3}} = 17,6 \text{ кОм.}$$

Для повірки лічильників з різними порогоми чутливості опір R_2 доцільно виконати змінним.

Для перевірки відсутності самоходу перемикач $K2$ необхідно розімкнути та встановити на виході Tr напругу $1,15 U_n$. Реєстратори імпульсів $SII - SIn$ призначені для створення візуальної інформації про появу першого та другого імпульсів на випробувальних виходах лічильників. Реєстратори імпульсів пропонується реалізувати на двох тригерах: лічильному T -тригері та тригері затримки D -тригеру. Зазначену структуру реєстраторів імпульсів показано на рис. 2.

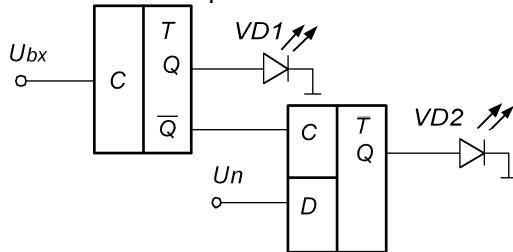


Рис. 2. Реєстратор імпульсів:

U_n – постійна напруга на D -вході; U_{bx} – електричний сигнал з випробувального виходу лічильника

Під час перевірки порогу чутливості достатнім критерієм нормальної роботи лічильників є індикація перших індикаторів SI ($VD1$). Нормальною роботою лічильника вважається, якщо після випробування, на його виході за встановлений в технічних умовах час з'явилося не менше одного імпульсу, тобто наявна індикація проходження першого імпульсу на індикаторі. Схема керування призначена для примусового скидання в початковий стан індикаторів перед початком випробувань нової партії лічильників. Перемикач $K1$ та опір $R2$ призначені для швидкої перевірки функціонування лічильників та правильності з'єднання випробувальних лічильників з входами SI . При замкненому перемикачі $K1$ забезпечується струм, при якому на випробувальному виході лічильників імпульси з'являються через 1–2 с, тобто через 2–4 с всі SI мають зафіксувати по два імпульси. Індикація обох індикаторів означає, що можна починати випробування.

Розглянутий принцип перевірки покладено в основу розробленої на ЗАТ “Компанія Рісток” установки ПЕ-2906, яка використовується при приймально-здавальних випробуваннях однофазних

лічильників СОЕ-5028. Результати експлуатації підтверджують розрахунки економії часу.

Принцип роботи установки для перевірки відсутності самоходу та порогу чутливості трифазних лічильників суттєво не відрізняється від установки для однофазних. Така установка (ЦТ 5003М) розроблена на ЗАТ “Компанія Рісток” і використовується при приймально-здавальних випробуваннях та первинній повірці лічильників СА4Е-5030.

Висновки

1. Показано недоцільність використання складних і дорогих автоматизованих установок типу ЦТ 5004М для перевірки роботи без навантаження (перевірки відсутності самоходу) та перевірки порогу чутливості.
2. З метою розвантаження такого обладнання від непродуктивного використання запропоновано просту повірочну установку для проведення зазначених операцій, використання якої дозволяє зекономити до 40% часу при первинній повірці лічильників.
3. Ефективність використання такої установки підтверджено під час проведення приймально-здавальних випробувань та первинної перевірки лічильників на ЗАТ “Компанія Рісток”.

Література

1. Трофименко С.О. Використання високоточного автоматизованого обладнання для метрологічного контролю засобів обліку електроенергії//Матеріали V наук.-практ. конф. “Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії в Україні”. 17–18 трав. 2005 р. – К.:АВЕГА. – С. 136–139.
2. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К.: Основа, 1998. – 380 с.
3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – К.: Основа, 1999. – 205 с.
4. ГОСТ 30207–94. Статические счетчики ватт-часов активной энергии переменного тока (классы точности 1 и 2). – К.: Госстандарт Украины. – 1994. – 52 с.
5. ДСТУ ІЕС 61036:2001. Лічильники активної енергії змінного струму статичні (класи точності 1 та 2). К.: Держспоживстандарт України. – 2004. – 39 с.

Стаття надійшла до редакції 21.02.06.

Проаналізовано можливості автоматизації для проведення первинної поверки счетчиков электрической энергии. Рассчитано уменьшение времени поверки при использовании специализированного поверочного оборудования. Разработана специализированная поверочная установка для проверки отсутствия самохода и порога чувствительности электронных счетчиков. Показана эффективность ее применения при проведении первичной поверки в условиях серийного производства.

The analysis of an opportunity of automation for carrying out of primary verification of watt-hour meters is lead. Reduction of verification time is theoretically calculated while using specialized verification equipment. Specialized verification installation is developed for carrying out of the absence of a self-feed and a threshold of sensitivity of watt-hour meters. Efficiency of its application is shown at carrying out of primary verification in conditions of a batch production.