

ПРИСТРІЙ ЖИВЛЕННЯ ОБМОТКИ НАПРУГИ ОДНОФАЗНОГО ІНДУКЦІЙНОГО ЛІЧИЛЬНИКА

Сотнік О. В.¹, Лисиченко М. Л.¹, Балахонов О. М.¹, Вітренко М. М.¹, Стрижак В. Д.²¹Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка,²Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського

Запропоновано пристрій для вимірювання повної енергії в мережах однофазного струму на основі індукційного лічильника.

Постановка проблеми. Облік електричної енергії здійснюється електричними лічильниками. Перший запатентований лічильник був винайдений американським інженером Семюелем Гардинером у 1872 році [1]. З того часу електролічильники зазнали гігантську еволюцію від простих електромеханічних приладів до сучасних електронних приладів і автоматизованих систем, що дозволяють реєстрацію, обробку, управління, прогнозування та оплату електроспоживання.

Нарівні із впровадженням електронних лічильників відбувається удосконалення і модернізація індукційних лічильників.

Перспектива використання електронних лічильників ні в кого не викликає сумніву, однак, ймовірність широкого впровадження коштовних електронних лічильників в сферу побутового електроспоживання залишається предметом дискусії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сімдесяти роки минулого сторіччя у Європі були створені електронні лічильники. Передумовою для розвитку такого виду лічильників був не тільки розвиток електротехніки, а і необхідність реалізації більш складних функцій, ніж накопичувальний облік електроенергії у зв'язку із зростання вартості енергоносіїв [2]. Але електронні лічильники на ряду з їх перевагами мають і ряд недоліків: слабкий рівень захисту від комутаційних і грозових перепадів напруги не дозволяє використовувати їх в неякісних мережах, наприклад, в сільських мережах; відсутність сервісних центрів; відсутність вітчизняної статистики, яка показує реальний термін безвідмовної роботи лічильників.

Тому, перехід обліку електричної енергії повністю на електронні лічильники – процес суперечливий і пов'язаний з великою кількістю як технічних так, і економічних проблем.

Мета статті. Розширення функціональних можливостей індукційних однофазних лічильників.

Основні матеріали дослідження. Для обліку позірної енергії в однофазних колах запропонований пристрій. Обертаючий момент лічильника індукційної системи визначається за формулою [3]:

$$M = c f \Phi_I \Phi_U \sin \psi, \quad (1)$$

де c – стала, що залежить від конструктивних параметрів лічильника;

f – частота змінного струму мережі;

Φ_I – магнітний потік магнітопроводу послідовної обмотки;

Φ_U – магнітний потік магнітопроводу паралельної обмотки;

ψ – кут між векторами магнітних потоків.

Для того, щоб показ лічильника не залежав від коефіцієнта потужності навантаження, а залежав лише від величини струму навантаження, необхідно щоб кут ψ залишився сталим [4]. Щоб збільшити чутливість пристрою і одержати зсув за фазою між магнітними потоками $\Phi_I \Phi_U$ в пристрої запропонований блок живлення паралельної обмотки лічильника [5].

На рис. 1 показана схема блоку живлення паралельної обмотки лічильника.

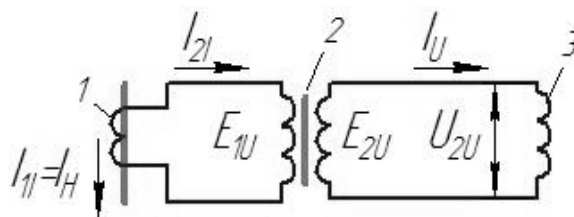


Рисунок 1 – Схема блоку живлення паралельної обмотки пристрою:

1 – трансформатор струму; 2 – трансформатор напруги; 3 – паралельна обмотка лічильника (навантаження блоку)

Робочий процес трансформатора напруги визначається тими же основними рівняннями що і трансформатора струму:

$$\underline{U}_{1U} = \underline{E}_{1U} - \underline{I}_{1U} (R_{1U} + jX_{1U}), \quad (2)$$

$$\underline{U}_{2U} = \underline{E}_{2U} - \underline{I}_{2U} (R_{2U} + jX_{2U}), \quad (3)$$

де E_{1U} , E_{2U} – первинна і вторинна е.р.с. трансформатора напруги;

I_{1U} , I_{2U} – первинний і вторинний струм трансформатора напруги;

R_{1U} , X_{1U} – активний і реактивний опори первинної обмотки трансформатора напруги;

R_{2U} , X_{2U} – активний і реактивний опори вторинної обмотки трансформатора напруги.

Струм I_{2U} вторинної обмотки трансформатора напруги:

$$\underline{I}_U = \frac{\underline{U}_{2U}}{R_U + jX_U} \quad (4)$$

де R_U - активний опір паралельної обмотки лічильника;

X_U - індуктивний опір паралельної обмотки лічильника.

Для того, щоб магнітний потік, створений струмом паралельної обмотки лічильника, був сталий, необхідно, щоб напруга U_{2U} була сталою. Це можливо за умови, що E_{2U} також стала. Е.р.с., що індукується у вторинній обмотці, визначається за формулою:

$$E_{2U} = 4,44 f \Phi_{2m} W_{2U}, \quad (5)$$

де Φ_{2m} - магнітний потік осердя трансформатора напруги;

f - частота струму мережі;

W_{2U} - кількість витків вторинної обмотки трансформатора напруги.

У формулі (5) із двох змінних величин Φ_{2m} і f сталою можна зробити Φ_{2m} . Виходячи із цієї умови осердя трансформатора напруги необхідно виготовити із феромагнітного матеріалу з великою початковою магнітною проникністю і відносно невеликою індукцією насичення, наприклад, з пермалою.

Параметри блоку живлення паралельної обмотки лічильника підібрані так, щоб режим роботи осердя, виготовленого з пермалою, відповідав насиченню при всіх струмах навантаження, починаючи із струму чутливості $I_{1чут}$. При струмові навантаження $I_{1н} \geq I_{1чут}$ намагнічуюча сила осердя $I_U W_U = I'_U W'_U$, тобто магнітний потік Φ_U , починаючи із струму чутливості, буде Φ_{2m} сталим при усіх струмах навантаження.

Магнітний потік Φ_U осердя паралельної обмотки лічильника при цьому буде сталим, і не буде залежати від струму навантаження.

На рис. 2 показана схема вмикання пристрою для обліку ампер-годин в однофазних мережах змінного струму.

На рис. 3 показана векторна діаграма блоку живлення паралельної обмотки лічильника пристрою. Основним режимом роботи трансформатора струму є режим близький до режиму короткого замикання. Будемо вважати в подальшому, що оскільки опір трансформатора струму складає досить малу частку загаль-

ного кола, в яке він увімкнений, зміна його вхідного опору не впливає на величину первинного струму, тобто трансформатор струму працює в умовах заданого первинного струму, величина якого визначається споживачем електроенергії і практично не залежить від опору вторинного кола трансформатора струму. Звідси виходить, що основним параметром струму, який визначає його роботу, є намагнічуюча сила первинної обмотки, виражена в ампер-витках. Намагнічуюча сила вторинної обмотки чинить розмагнічуючу дію на осердя, внаслідок чого магнітний потік в осерді створюється намагнічуючою силою, яка дорівнює геометричній сумі намагнічуючих сил обох обмоток трансформатора струму:

$$\underline{I}_1 W_{1I} + \underline{I}_2 W_{2I} = \underline{I}_0 W_{1I} \quad (6)$$

де $\underline{I}_0 W_{1I}$ - частка намагнічуючої сили обмотки, некомпенсована намагнічуючою силою вторинної обмотки. Ця намагнічуюча сила називається повною намагнічуючою силою трансформатора.

Одержане рівняння (6) є основним для трансформатора струму, воно виражає умову його магнітної рівноваги.

За допомогою основних рівнянь побудована векторна діаграма блоку живлення паралельної обмотки лічильника пристрою.

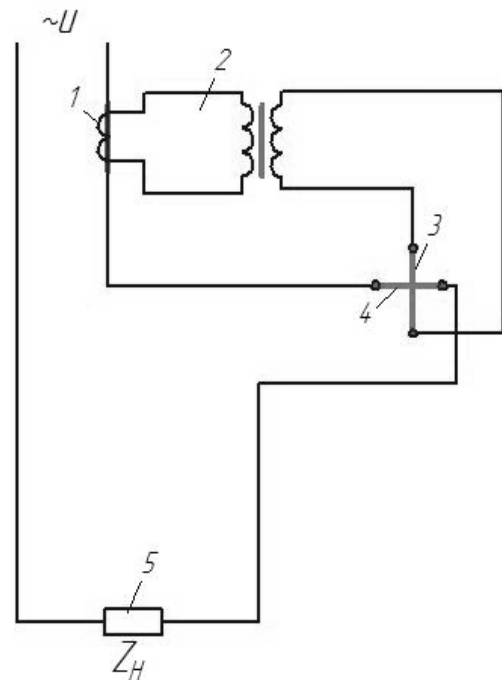


Рисунок 2 – Схема вмикання пристрою для обліку ампер-годин в однофазних мережах змінного струму:
1 – трансформатор струму; 2 – трансформатор напруги; 3 – паралельна обмотка лічильника;
4 – послідовна обмотка лічильника;
5 – навантаження

Конструктивним виконанням (установлення різних втрат в осердях електромагнітів лічильника при-

строю) для збільшення обертового моменту лічильника домагаємося того, щоб кут α_{UL} перевищував α_{1L} .

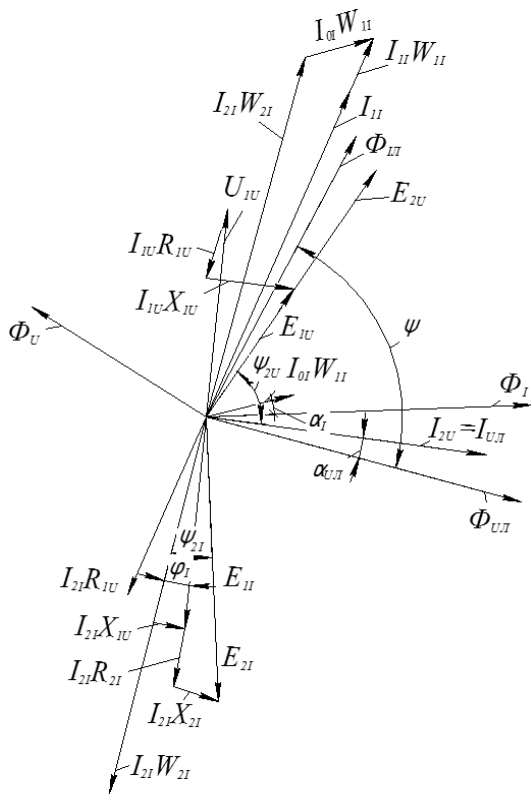


Рисунок 3 – Векторна діаграма блоку живлення паралельної обмотки лічильника пристрою

Обертаючий момент лічильника пристрою:

$$M = f c \Phi_{1L} \Phi_{UL} \sin \psi, \quad (7)$$

де f - частота змінного струму мережі;
 c – коефіцієнт пропорційності;

Φ_{1L} , Φ_{UL} - магнітні потоки осердя лічильника;

ψ - кут між магнітними потоками.

Магнітний потік Φ_{1L} створюється струмом навантаження I_{1n} , магнітний потік Φ_{UL} створюється трансформованим струмом навантаження $I_{UL} = I_{2U}$. Магнітні потоки залежать від одного і того ж струму, струму навантаження, то кут ψ між магнітними потоками сталий і від коефіцієнта потужності навантаження не залежить:

$$\sin \psi = const = K \quad (8)$$

Магнітний потік $\Phi_{UL} = const = n$, а магнітний потік Φ_{1L} пропорційний струмові навантаження I , тобто $\Phi_{1L} = mI$. Тоді:

$$M = cknmI = BI, \quad (9)$$

тобто обертаючий момент лічильника пропорційний струмові навантаження і від коефіцієнта потужності навантаження не залежить.

Визначивши дослідним шляхом сталу лічильника B можна користуватися ним для обліку споживаної позірної енергії в колах змінного струму.

Висновки. Створено пристрій для обліку ампер годин в однофазних мережах змінного струму.

Пристрій реагує на активний і реактивний характер навантаження, що актуально зараз для комунально-побутового електроспоживання. Пристрій має власне електроспоживання тільки при увімкненому навантаженні, що значно підвищує їх енергетичні характеристики.

Список використаних джерел

1. Электросчетчики. Развитие рынка на примере популярного прибора.– М.: Консалтинг Центр "Шаг", 2005. – 15 с.
2. Акимов Е. Г. Индукционные и электронные счётчики - что лучше? [Электронный ресурс] / Е. Г. Акимов, А. И. Шулешко // Электронный журнал "Электросчетчики", 2010. - №3. - Режим доступа до журн.: <http://lemz.spb.ru/customers/3>
3. Илюкович А. М. Электрические счетчики / А. М. Илюкович – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 384 с.
4. Вострокнутов Н. Г. Испытание электрических счетчиков / Н. Г. Вострокнутов – М.: Госэнергоиздат, 1961. – 208 с.
5. Висн. про декл. пат. Україна, МПК G01R 11/54 (2006/01). Пристрій живлення обмотки напруги однофазного індукційного лічильника / В. Д. Стрижак, О. В. Сотнік, О. О. Кучерук; замовник Кременчуцький державний політехнічний університет ім. М. Остроградського. - № у 2010 15401; замов. 04.05.2011.

Аннотація

УСТРОЙСТВО ПИТАНИЯ ОБМОТКИ НАПРЯЖЕНИЯ ОДНОФАЗНОГО ИНДУКЦИОННОГО СЧЕТЧИКА

Сотник О. В., Лисиченко Н. Л., Балахонов А. М., Витренко Н. М., Стрижак В. Д.

Предложено устройство для измерения полной энергии в сетях однофазного тока с помощью индукционного счётчика.

Abstract

DEVISE OF THE MEAL WINDING OF A VOLTAGE POWER BY THE INDUCTION COUNTER

O. Sotnik, N. Lysychenko, O. Balachonov, N. Vitrenko, V. Strizhak

The device for measurement of complete energy in networks of a single-phase current, with the induction counter is offered.