

3. Виллегас Х.Т. Вопросы энергосбережения в освещении // Светотехника. – 2007. – № 4. – С.45-49.

4. Иванов В.П., Панфилов Д.Н. Микросхемы управления импульсными стабилизаторами фирмы Motorola // Chip news. – 1998. – №1. – С.24-28.

*Отримано 11.02.2008*

УДК 628.93.001

**В.В.МОМОТ**

*ВАТ «Полтаваобленерго»*

**В.Ф.РОЙ**, д-р фіз.-матем. наук, **В.М.ГАРЯЖА**

*Харківська національна академія міського господарства*

### **РЕОРГАНІЗАЦІЯ ТОЧОК ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, СПОЖИТОЇ НА ВЛАСНІ ПОТРЕБИ ПІДСТАНЦІЙ У СКЛАДІ СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО УПРАВЛІННЯ**

Розглядається питання можливості застосування багатофункціональних електронних лічильників обліку електроенергії трипровідної мережі високої напруги 10(6) кВ для контролю за параметрами електроенергії, що споживається на власні потреби підстанцій 110(35)/10(6) кВ по стороні 0,4(0,23) кВ. Пропонуються шляхи вирішення даного питання в технічному аспекті та аналіз факторів, які впливають на достовірність вимірювальної інформації.

Відповідно до [1], облік електричної енергії, спожитої на власні потреби підстанцій (ПС), повинен здійснюватися окремими приладами обліку. На даний час актуальність впровадження на ПС автоматизованих систем обліку електроенергії (АСОЕ) відповідно до концепції [2] в складі автоматизованих систем диспетчерського управління (АСДУ) передбачає використання сучасних багатофункціональних електронних лічильників електроенергії замість індукційних. При впровадженні АСДУ, що містить у своєму складі мікропроцесорні засоби вимірювальної техніки (ЗВТ) у вигляді електронних лічильників обліку електроенергії трипровідної мережі високої напруги, виникає питання можливості використання даних лічильників також і для обліку електроенергії, спожитої на власні потреби ПС на напрузі 0,4(0,23) кВ, та оперативного контролю її параметрів [3].

При цьому АСДУ та АСОЕ є взаємодіючими в частині оперативного контролю за електроспоживанням та потужністю. В [4] відмічено, що автоматизована система на кожному рівні передбачає використання широкого спектру уніфікованих програмно-технічних засобів із застосуванням мікропроцесорних технологій. Однак не дослідженим залишається питання можливості застосування та уніфікації типів лічильників з однаковими технічними параметрами на локальному рівні ПС (як ЗВТ у складі АСДУ) при наявності приєднань різного класу

напруги: високовольтних фідерів 35/10(6) кВ та приєднань власних потреб 0,4(0,23) кВ.

Сучасні багатофункціональні лічильники електричної енергії (наприклад, SL7000 Smart фірми "Astaris", ZMD400AR/CR – ZFD400AR/CR фірми "Landis+Gyr Dialog") є електронними приладами, що програмуються, і мають гнучку вимірювальну систему, яка налаштовується під час параметризації за допомогою програмних засобів для роботи в три- або чотирипровідній мережі високої або низької напруги, при прямому чи трансформаторному ввімкненні, для використання у складі автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії. Однак їх використання як ЗВТ у складі АСДУ не завжди є можливим чи доцільним, беручи до уваги їх відносно велику вартість. Тому для організації високовольтного обліку використовуються однотипні багатофункціональні електронні лічильники для трипровідної мережі високої напруги без рухомої вимірювальної системи (наприклад, NP-03 ADD-ED0.3-U) з однаковими технічними характеристиками, параметрами та спільним протоколом обміну інформацією, кола напруги яких розраховані на номінальну вторинну напругу  $3 \times 57,7/100$  В. Відповідно постає питання дослідження можливості їх застосування для обліку електроенергії в цілому по ПС, спожитої як високовольтними фідерами, так і на власні потреби ПС на низькій стороні. В цьому аспекті основна мета полягає в можливості вирішення даного завдання в технічному плані та, у випадку його вирішення, дослідженні достовірності обліку електроенергії (потужності), спожитої на власні потреби на стороні 0,4(0,23) кВ трансформатора власних потреб (ТВП) 10(6)/0,4(0,23) кВ, із врахуванням відповідного розрахункового коефіцієнта.

Для дослідження цього питання лічильники NP-03 ADD-ED0.3-U встановлювались не тільки по стороні високої напруги, а й в точках обліку власних потреб на стороні 0,4(0,23) кВ. Використання зазначених трьохелементних електронних лічильників замість двохелементних індукційних, про необхідність якого зазначалося в роботі [5], дозволило дослідити облік не тільки в трипровідній мережі 0,23 кВ, а і в чотирипровідній мережі 0,4 кВ власних потреб, де облік споживання електроенергії повинен проводитися за кожною фазою окремо. При реорганізації точок обліку власних потреб, на кола напруги лічильників NP-03 подавалася вторинна напруга 100В від ТН, при чому фазування проводилося так, щоб вектор вторинної лінійної напруги ТН співпадав з вектором відповідної лінійної напруги 0,4(0,23) кВ від ТВП. Що стосується кіл струму, то для трипровідної мережі напругою 0,23 кВ власних потреб, де використовуються два ТС, відповідно до [6]

вмикання трьохелементних лічильників у схему обліку здійснювалося шляхом приєднання кола струму середнього елемента лічильника на суму струмів фаз "А" та "С" зі зворотною полярністю.

Після встановлення на стороні 0,4(0,23) кВ ТВП точок обліку електроенергії, що споживається на власні потреби ПС, з цифрових інтерфейсів лічильників НР-03, задіяних у даних схемах обліку, за допомогою відповідного програмного забезпечення були зняті деякі параметри електричної мережі з метою оцінки достовірності роботи вимірювальної системи обліку в цілому. Аналіз отриманих даних показав, що струм навантаження деяких приймачів містить реактивну складову. При споживанні електроенергії для власних потреб ПС лінійною напругою 0,4(0,23) кВ часто виникає ситуація, коли навантаження має несиметричний характер і підключається тільки до двох (однієї – для чотирипровідної мережі) фаз. При цьому для мережі 0,23 кВ, у разі відсутності струму навантаження в одній з фаз, у нульовому проводі протікає струм небалансу [7], тому спотворюється векторна діаграма струмів і сумарна активна потужність електромережі (як і реактивна) стає недостовірною.

Для загального аналізу роботи реорганізованих точок обліку в якості зовнішніх вимірювальних пристроїв у складі АСДУ "SKADA IMS" були зчитані електричні параметри, отримані на нижньому рівні ПС районних електромереж від інтерфейсів RS-485 лічильників, через вихідний буфер RTU-560 за допомогою протоколу обміну інформацією Modbus. У даному випадку після реорганізації точок обліку власних потреб по стороні 0,4(0,23) кВ необхідно враховувати, що замість номінальної напруги  $U_{\text{ном}} = 400(230)$ , В власних потреб лічильники підключені до вторинної напруги  $U_2 = 100$ , В від ТН, а номінальні параметри низьковольтних трансформаторів струму, відповідно і коефіцієнт трансформації, в електромережі власних потреб не змінилися. Тому для отримання первинних значень параметрів необхідно використовувати розрахунковий коефіцієнт:

$$K_p = \frac{U_1''}{U_2} \times \frac{I_1}{I_2} = K_U'' K_I, \quad (1)$$

де  $U_1''$  – номінальна напруга ТВП по низькій стороні, В;  $U_2$  – номінальна напруга вторинної обмотки ТН, В;  $I_1, I_2$  – номінальний струм первинної та вторинної обмоток ТС відповідно, А;  $K_U'', K_I$  – коефіцієнти трансформації ТН і ТС.

З метою порівняльного аналізу отриманих в оперативному режимі від АСДУ даних та реальних параметрів електромережі були проведені

розрахунки відповідно до формули наведеної в [8], яка визначає активну потужність трифазної мережі при несиметричному навантаженні з урахуванням розрахункового коефіцієнту при  $\cos\varphi=1$  та  $U_\phi=U_a=U_b=U_c$ :

$$P = K_p (P_a+P_b+P_c) = K_p (U_a I_a K_l \cos\varphi_a + U_b I_b K_l \cos\varphi_b + U_c I_c K_l \cos\varphi_c) = \\ = K_U U_\phi (I_a + I_b + I_c), \quad (2)$$

де  $K_U$  – коефіцієнт, що враховує застосування ЗВТ напругою  $3 \times 57,7/100$  В у мережі напругою 400(230) В;  $U_\phi$  – фазна напруга, на яку ввімкнений лічильник, В;  $I_a, I_b, I_c$  – первинні значення струмів (з урахуванням коефіцієнта трансформації ТС) для кожної фази відповідно, А.

Згідно з отриманими від декількох ПС в АСДУ даними, для електромережі власних потреб напругою 0,4(0,23) кВ навантаження має несиметричний характер. При цьому усереднені протягом певного проміжку часу дані (як по струму, так і по потужності) суттєво не відрізняються від миттєвих значень, тобто маємо рівномірний графік навантаження для електрообладнання власних потреб. В основному, отримані від АСДУ дані трифазної потужності електромережі близькі до розрахункових значень: найбільша різниця складає  $1 \div 2$  кВт. Для однієї з ПС було отримано недостовірне значення активної потужності, причиною чого може бути недотримання розглянутих вище умов, забезпечення достовірності вимірних даних при правильній реорганізації точок обліку електроенергії, що споживається на власні потреби ПС.

На основі вищевикладених результатів дослідження, можна зробити такі висновки:

- організація обліку електроенергії власних потреб по стороні 0,4(0,23) кВ шляхом включення в схему обліку електронних лічильників з номінальною напругою 100 В можлива виключно з метою оперативного контролю параметрів активної електроенергії при використанні даних лічильників як мікропроцесорних ЗВТ для вимірювання, збору, накопичення даних в АСДУ, коли застосування лічильників з гнучкою системою вимірювання неможливе або недоцільне;
- для визначення реальних значень параметрів електроенергії необхідно застосовувати коефіцієнт, що враховує факт використання лічильників на напругу 100 В у мережі напругою 400(230) В;
- реорганізація точок обліку власних потреб шляхом використання електронних лічильників з номінальною напругою 100 В по стороні 0,4(0,23)кВ неможлива у випадку, коли облік електроенергії, що

споживається на власні потреби підстанцій, проводиться лічильниками прямого вмикання;

- у розглянутому випадку у схемі обліку власних потреб по стороні 0,4(0,23) кВ як ЗВТ для АСДУ необхідно використовувати тільки трьохелементні багатofункціональні електронні лічильники;

1.ГНД 34.09.205-2004. Витрати електричної енергії на власні та господарські потреби електричних станцій та мереж. – К., 2004. – 18 с.

2.Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку. Затв. спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ №3228 від 17.0.4.2000 р.

3.Дегтярев А.Ф. Внедрение и эксплуатация автоматизированной системы коммерческого учета электроэнергии, автоматизированной системы диспетчерского управления: опыт и новые требования // Электрические сети и системы. – 2006. – №4. – С.56-63.

4.Титов Н.Н., Прохвятилов В.Ю., Левенец Н.Ю., Телепнев А.В. Опыт внедрения автоматизированных систем учета электроэнергии (АСУЭ) локального уровня // Электрические сети и системы. – 2007. – №1. – С.79-83.

5.Момот В.В., Довгалюк О.М., Рой В.Ф. Особливості обліку активної електроенергії індукційними лічильниками в електроустановках напругою понад 1000 В при використанні засобів компенсації реактивної потужності // Вестник Нац. ун-та «ХПИ». – 2007. – №11. – С.3-7.

6.Рощин В.А. Схемы включения счетчиков электрической энергии. – М.: НЦ ЭНАС, 2002. – 62 с.

7.Справочник по наладке вторичных цепей электростанций и подстанций. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 384 с.

8.Вольнский Б.А., Зейн Е.Н., Шатерников В.Е. Электротехника. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 525 с.

*Отримано 15.02.2008*

УДК 621.314.6

Ю.В.РОЙ, В.М.ПОЛІЩУК, канд. техн. наук

*Харківська національна академія міського господарства*

### **СТАБІЛІЗОВАНЕ ДЖЕРЕЛО З КОРЕКЦІЄЮ ФОРМИ ЖИВИЛЬНОГО СТРУМУ**

Пропонується схема стабілізованого джерела живлення з корекцією форми живильного струму, що дозволяє підвищити ефективність використання електричної енергії в освітлювальних установках.

Робота розрядних ламп (РЛ) з електронними баластами (ЕлБ) у більшості розповсюджених схемотехнічних рішеннях у вигляді інверторів частоти і ланцюга постійного струму характеризується викривленням форми споживаного струму, внаслідок чого відношення активної потужності РЛ до повної завжди менше одиниці. Таким чином, по відношенню до живильної мережі система ЕлБ-РЛ є джерелом значної реактивної енергії і має коефіцієнт потужності (КП) менше одиниці. Викривлення форми споживаного системою ЕлБ-РЛ струму збільшує