

УДК 628.93.001

**ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ
ОБЛІКУ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ У ВИСОКОВОЛЬТНИХ
ЕЛЕКТРОМЕРЕЖАХ**

Момот В. В.,

ВАТ “Полтаваобленерго”, м. Полтава, Україна

Розглядається питання щодо стану забезпечення метрологічної надійності систем вимірювання реактивної електроенергії у електромережах напругою понад 1000В. Пропонується ряд рекомендацій для забезпечення метрологічної надійності засобів обліку електроенергії в процесі експлуатації.

Ключові слова: метрологічна надійність, електроенергія, високовольтні мережі, засоби вимірювання

Постановка задачі. На етапі впровадження сучасних засобів вимірювання (ЗВ) для енергокомпаній важливого значення набувають питання поліпшення техніко-економічних показників виробництва [1], зокрема, зменшення питомих витрат електроенергії (ЕЕ) на її передачу в електромережах (ЕМ), що можливо лише за рахунок підвищення метрологічної надійності ЗВ для забезпечення достовірного вимірювання ЕЕ на всіх ділянках і рівнях її виробництва й передачі та за умови дотримання інтересів споживачів ЕЕ.

Як зазначено в [2], метрологічна надійність ЗВ визначається його стабільністю, інтенсивністю та умовами експлуатації, нормативами метрологічної справності, організацією метрологічного обслуговування. В загальному випадку показник метрологічної надійності становить:

$$P \approx F \left\{ \bar{\mu}(t, \xi), \bar{k}, \bar{\Delta}, \bar{T} \right\}, \quad (1)$$

де $\bar{\mu}(t, \xi)$ – вектор інтенсивності дрейфу метрологічних характеристик (МХ) ЗВ;

\bar{k} – вектор умов експлуатації;

$\bar{\Delta}$ – вектор норм точності - меж допустимих значень його МХ;

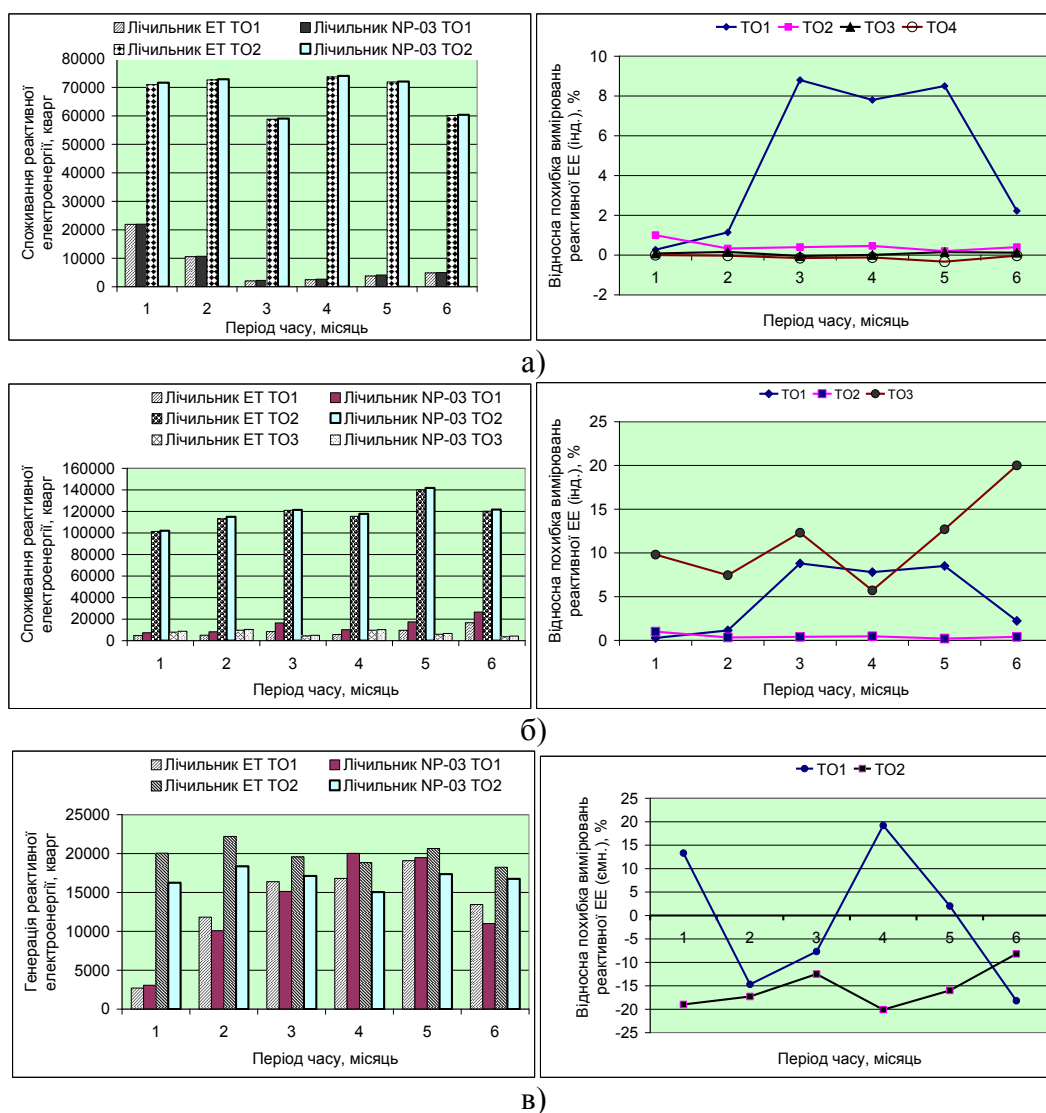
\bar{T} – вектор параметрів метрологічного обслуговування.

Згідно [3], забезпечення заданого рівня метрологічної надійності ЗВ в процесі проектування може бути досягнуто підвищенням стабільності його МХ та плануванням відновлювальних заходів (повірок, калібрування) на етапі експлуатації. Оскільки дрейф МХ не є монотонним, математичною моделлю дрейфу МХ є випадковий процес, що диференціюється із певною ймовірністю [2]. Відповідно, відкритим залишається питання щодо стану забезпечення метрологічної надійності ЗВ на етапі експлуатації до проведення повірок та калібрування, що підтверджується результатами, наведеними в [4, 5].

На відміну від поширених індукційних лічильників електроенергії (ЛЕ), сучасні багатофункціональні статичні (електронні) ЛЕ мають гнучку

вимірювальну систему, яка налаштовується під час параметризації. Зазначені ЛЕ, в порівнянні між собою та з індукційними ЛЕ, мають різний алгоритм вимірювання ЕЕ, різні схеми підключення. Відповідно, постає завдання щодо дослідження стану забезпечення метрологічної надійності в процесі експлуатації ЗВ ЕЕ та достовірності представлення вимірювальної інформації щодо даної величини у високовольтних ЕМ, що є досить актуальним в частині забезпечення захисту інтересів споживачів під час розрахунків за ЕЕ.

Основна частина. Для виконання поставленого завдання, розпочато в [6], була проведена робота у розрізі двох напрямків: дослідження обліку реактивної ЕЕ індуктивного та ємнісного характеру на приєднаннях високої напруги (ВН) підстанцій (ПС) електронними 3-елементними ЛЕ різного типу та аналогічне дослідження для 2- і 3-елементних ЛЕ. Результати проведених досліджень на приєднаннях ВН ПС-110/10 кВ наведені у вигляді графіків на рис.1.



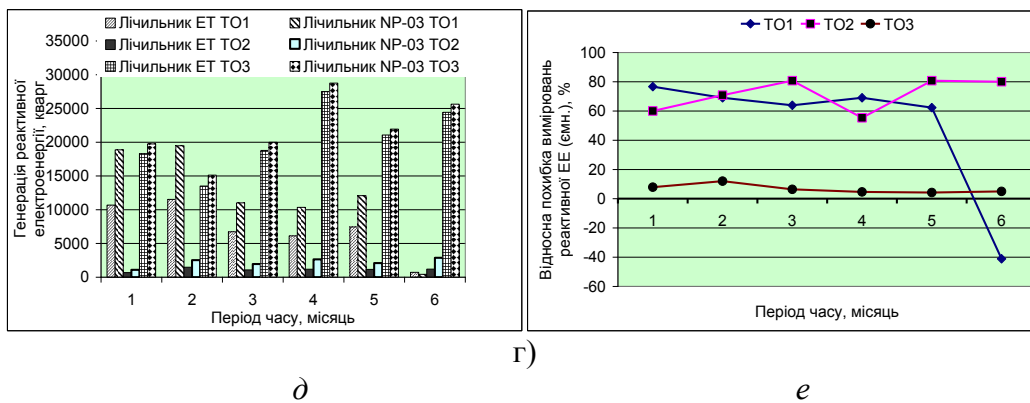


Рис. 1. Порівняльна характеристика (абсолютна та відносна похибки) вимірювання реактивної ЕЕ 3-елементними ЛЕ (а) і 2-та 3-елементними ЛЕ (б) за індуктивного характеру навантаження та за ємнісного характеру навантаження (в) і (г) відповідно

Як видно з графіка, зображеного на рис.1,а, для різних типів електронних ЛЕ в мережах ВН за індуктивного характеру навантаження значення похибки виходить за встановлені межі по одній точці обліку (ТО), а по іншим досліджуваним ТО похибка не виходить за допустимі межі $\pm 2,0\%$, що відповідає класу точності 2,0 для 3-елементних ЛЕ типу ЕТ та NP-03. За ємнісного характеру навантаження для зазначених ЛЕ (рис.1, в) спостерігається більш значна різниця показів. Похибка вимірювань реактивної ЕЕ ємнісного характеру для ТО-1 є змінною та коливається в межах $\pm 20\%$, що значно перевищує допустимі межі для ЗВТ класу точності 2,0. Якщо прийняти за основу один з ЛЕ, як зразковий, похибка вимірювань є нестабільною під час вимірювання реактивної ЕЕ індуктивного характеру та значно виходить за допустимі межі під час вимірювання реактивної ЕЕ ємнісного характеру.

Графік, зображений на рис.1,б, показує, що в результаті вимірювання реактивної ЕЕ індуктивного характеру по двох ТО похибка вимірювань значно виходить за допустимі межі для 2- та 3-елементних ЛЕ різного типу (клас точності 2,0). Аналогічна ситуація спостерігається в результаті вимірювання реактивної ЕЕ ємнісного характеру по усіх ТО (рис. 1,г), причому похибка має ще більше значення в порівнянні з індуктивним режимом навантаження.

Як показують результати проведеного дослідження, використання електронних багатофункціональних ЛЕ різного типу (в т.ч. 2- та 3-елементних) для вимірювання реактивної ЕЕ відчутно впливає на єдність вимірювання реактивної ЕЕ та достовірність отриманих результатів, що підтверджує сумніви щодо можливості забезпечення метрологічної надійності ЗВ, які входять до складу систем обліку ЕЕ в мережах ВН. До причин виникнення подібної ситуації можна віднести факт використання різних алгоритмів та принципів вимірювання ЕЕ (потужності) для функціонування різноманітних типів індукційних і електронних (статичних) ЛЕ та наявність у високовольтних ЕМ нерівномірного (несиметричного) навантаження, в т.ч. із-за використання споживачами пристроїв для компенсації перетоків реактивної ЕЕ.

Висновки. Таким чином, для створення можливості забезпечення метрологічної надійності систем обліку ЕЕ у високовольтних ЕМ доцільно:

- застосовувати ЛЕ виключно однакового типу у разі встановлення на приєднанні основних та дублюючих електронних ЛЕ;
- застосовувати, у випадку використання на приєднаннях основних та дублюючих ЛЕ різного типу, такі дублюючі електронні ЛЕ, які в процесі обліку реактивної ЕЕ використовують формули та принципи обчислення реактивної потужності, що застосовуються в основних ЛЕ;
- уніфікувати підхід до принципів вимірювання (обчислення) реактивної потужності електронними ЛЕ на основі чітких визначень поняття реактивної потужності та ЕЕ;
- розглянути можливість розрахунків на основі вимірювання повної ЕЕ.

Література

1. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. Мінпаливенерго України. – К.: Галузевий резервно-інвестиційний фонд розвитку енергетики, 2003, 628 с.
2. Фридман А. Э. Теория метрологической надежности средств измерений/ А.Э. Фридман // Измерительная техника. – 1991. - №11. – С.3-10.
3. Кемпинский М. М. Точность и надежность измерительных приборов /М. М. Кемпинский. – Л.: Машиностроение, 1972. – 264 с.
4. О некоторых проблемах обеспечения единства измерений электрической энергии при несимметричной и нелинейной нагрузке / Аникин В. В., Давыдов А. С., Попенака А. Н., Прокопенко С. В. // Метрологічне забезпечення обліку електричної енергії: V наук.-практ. конф., 25-27 трав. 2005р.: тези доп. – К.: АВЕГА, 2005. – С.26–30.
5. Давыдов А. С. Особенности измерения полной та реактивной мощности та энергии в электрических сетях / Давыдов А. С, Попенака А. Н., Анікін В. В. // Український метрологічний журнал. – 2009. – №2. – С.11–15.
6. Момот В. В. Точність обліку реактивної електроенергії електронними лічильниками різного типу в електроустановках напругою понад 1000 В / В. В. Момот, В. Ф. Рой // Коммунальное хозяйство городов: научно-технический сборник. – Киев: Техніка, 2006. – №72. – С.223–226.

Момот В. В.

К ОБЕСПЕЧЕНИЮ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ УЧЕТА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРОСЕТЯХ

Рассматриваются вопросы состояния обеспечения метрологической надежности систем измерения реактивной электроэнергии в электросетях напряжением свыше 1000В. Предлагается ряд рекомендаций для обеспечения метрологической надежности средств учета электроэнергии в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: метрологическая надежность, электроэнергия, высоковольтные сети, средства измерения.

Momot V. V.

TO MAINTENANCE OF METROLOGICAL RELIABILITY OF SYSTEMS OF THE ACCOUNT OF THE ELECTRIC POWER IN HIGH-VOLTAGE ELECTRIC SYSTEMS

Questions of a condition of maintenance of metrological reliability of systems of measurement of the jet electric power in electric systems by pressure from above 1000B are considered. A number of recommendations for maintenance of metrological reliability of means of the account of the electric power while in service is offered.

Key words: metrological reliability, the electric power, high-voltage networks, gauges.