

ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРАХУНКУ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖАХ

Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Поліщук А.Л.

Вінницький національний технічний університет

Робота присвячена аналізу особливостей інформаційного забезпечення задачі розрахунку втрат електроенергії в розподільних електричних мережах, а також висвітленню результатів дослідження впливу якості вихідної інформації на адекватність розрахунку технічних втрат з використанням натурального експерименту.

Вступ. Відомо, що за рахунок складності електричних мереж (ЕМ), істотно нерівномірного графіка відпуску електроенергії споживачам, великої кількості перемикачів, що виконуються для підтримання працездатності ЕМ та забезпечення безперервного живлення споживачів визначення втрат електроенергії у таких мережах є достатньо складною задачею [1-3].

У загальному вигляді балансові втрати електроенергії у розподільних електричних мережах можуть бути подані у вигляді двох складових технічної та комерційної [4]. При цьому, технічна складова втрат електроенергії може бути обчислена з контрольованою точністю, що визначається похибкою методів розрахунку (рис. 1), прийнятими припущеннями, а також відповідністю та надійністю інформаційного забезпечення [5]. Обґрунтування припущень та вибір методів розрахунку для розв'язання конкретної задачі виконується, головним чином, виходячи з характеристик наявного інформаційного забезпечення. Таким чином, наявний обсяг і якість даних про стан та режими роботи ЕМ є визначальним фактором для забезпечення належної адекватності результатів розрахунку втрат електроенергії в них.

Комерційна складова втрат, враховуючи її сутність, може бути лише приблизно оцінена. Визначення її з прийнятною точністю можливе з балансу електроенергії, для чого необхідне достатньо точне розрахункове значення технічної складової за звітний період.

Основним призначенням аналізу балансів електроенергії та розрахунку втрат в ЕМ є підвищення ефективності роботи енергетичних підприємств, у тому числі, за рахунок зменшення величини втрат електроенергії у власних мережах. Отже, дослідження, що скеровані на

забезпечення необхідної міри адекватності та точності результатів визначення складових втрат електроенергії в ЕМ є достатньо актуальними.

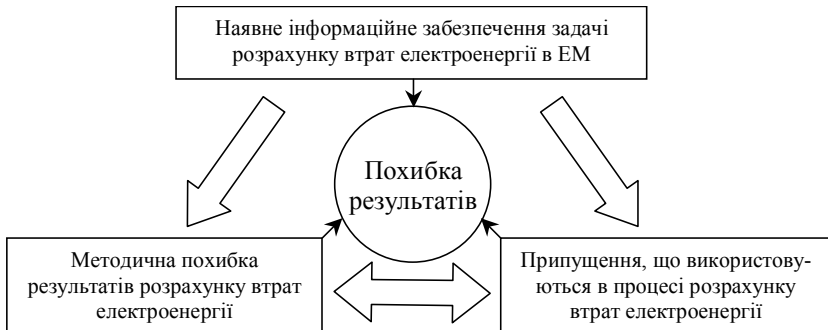


Рисунок 1 – Взаємозв’язок причин неадекватності результатів розрахунку технічних втрат електроенергії у розподільних мережах

Інформаційне забезпечення визначення втрат в ЕМ. Для визначення технічної складової втрат електроенергії у розподільних електричних мережах 10(6) кВ, враховуючи наявний рівень інформаційного забезпечення, доцільним є перехід від статистичних до схемотехнічних методів розрахунку, а саме методу поелементних розрахунків у поєднанні з методом середніх навантажень [5]. Особливістю такого поєднання є широкі можливості залучення додаткової інформації для уточнення результатів визначення втрат, а у випадку зменшення періоду розрахунку, наприклад, до 0,5 години – можливість переходу до методу чисельного інтегрування, що, як буде показано далі є найбільш точним з наявних.

У відповідності з цим для забезпечення достатньої адекватності результатів складання структури балансів, необхідно виконати наступні етапи формування інформаційного забезпечення (рис. 2):

- формування базового інформаційного забезпечення передбачає підготовку баз даних основного обладнання, формування пофідерних нормальних схем, та фіксацію комутаційних апаратів, що виконують коригування ЕМ у нормальних та аварійних режимах;

- вдосконалення інформаційного забезпечення шляхом встановлення електронних лічильників та реєстраторів дозволяє періодично уточнювати схеми ЕМ, їх параметри, а також інформацію про поточне надходження та відпуск електроенергії в ЕМ 10(6) кВ;

- формування телеінформаційної системи з заданою дискретністю

опитування пристроїв телевимірювань дозволяє перейти від періодичних розрахунків втрат електроенергії в ЕМ до оперативного моніторингу режимів розподільних мереж та втрат у них.



Рисунок 2 – Етапи формування інформаційного забезпечення задачі розрахунку втрат електроенергії в ЕМ
Натурний експеримент з визначення балансових втрат. Для

фрагменту електричної мережі 10 кВ (рис. 3), що містить 5 трансформаторних підстанцій (ТП) 10/0,4 кВ було проведено натурний експеримент з метою визначення балансових втрат електроенергії для цілком спостережної ЕМ та порівняння їх з розрахунковими значеннями.

На головній ділянці фідера 165 підстанції "Західна" та на шинах 0,4 кВ всіх трансформаторів 10/0,4 кВ, що отримують електроенергію по даному фідеру було встановлено засоби обліку (клас точності 0.1), що забезпечують фіксацію як величини, так і півгодинного графіку надходження-відпуску електроенергії за період Т (у даному випадку оброблено покази за 11 діб).

ПС 110/10 кВ "Західна" Ф-165

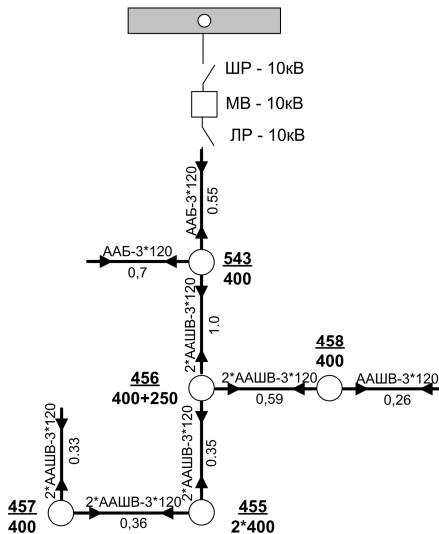


Рисунок 3 – Фрагмент кабельних мереж 10 кВ

Протягом часу проведення експерименту лічильником на головній ділянці фідера зафіксовано наступний графік надходження електроенергії (рис. 4). З наведеного видно, що добові графіки надходження електроенергії великою мірою повторюються, що підтверджує можливість застосування для визначення втрат методу середніх навантажень.

Надходження електроенергії

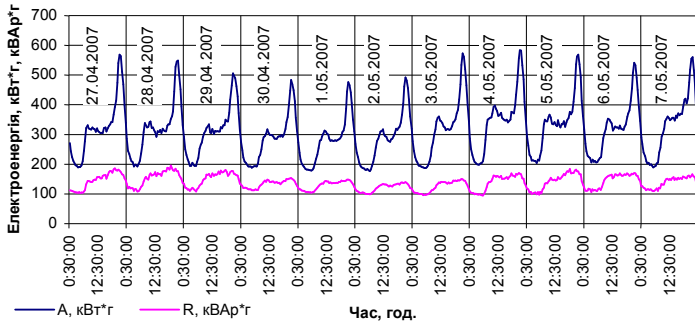


Рисунок 4 – Графік надходження електроенергії з ТП 110/10 кВ

В результаті балансування півгодинних показів усіх лічильників, що встановлені на ТП 10/0,4 кВ визначено графік відпуску електроенергії у ЕМ 0,4 кВ та півгодинний графік балансових втрат активної та реактивної енергії у цілком спостережній ЕМ (рис. 5).

Балансові втрати електроенергії

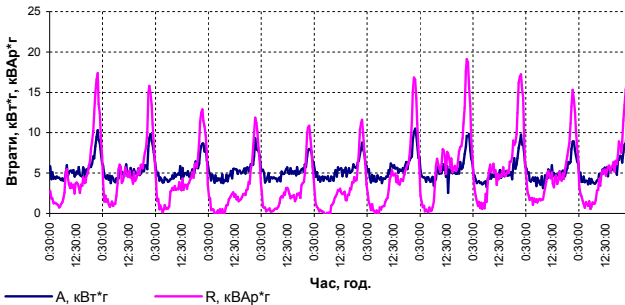


Рисунок 5 – Півгодинний графік зміни втрат електроенергії у ЕМ

Таким чином, експериментально встановлено, що для даного фрагменту ЕМ балансові втрати коливаються у межах 1,5-2,5%. Враховуючи, що комерційна складова втрат за рахунок встановлення електронних лічильників та повірених вимірювальних трансформаторів з мінімальним класом точності 0,5, була фактично виключена, то отримані таким чином балансові втрати можна з великою мірою віро-

гідності віднести до технічних і використовувати як еталонне значення для перевірки методів визначення технічних втрат, що буде зроблено далі.

В процесі обробки результатів експерименту було виявлено ряд особливостей кабельних мереж, які мають враховуватися під час розрахунку втрат електроенергії та розробки заходів з їх зменшення. Так, встановлено, що в процесі розрахунку режимів кабельних мереж 10 кВ, а також під час складання балансів реактивної потужності обов'язковим є врахування ємнісної генерації кабельних ЛЕП (що для наведеного прикладу щогодини становить, у середньому, 12,5 кВАр·год), оскільки без цього балансові втрати реактивної енергії можуть бути істотно неточними.

Аналіз ефективності методів визначення втрат електроенергії.

Найбільш слабкими місцями схемотехнічних методів визначення втрат електроенергії, наприклад, на основі методу середніх навантажень, є визначення втрат потужності у режимі середніх навантажень, та розрахунок коефіцієнту форми графіка відпуску електроенергії, оскільки ці параметри істотно залежать від наявного інформаційного забезпечення. Приймаючи експериментальні балансові втрати за умовно-точне значення технічних втрат електроенергії для заданої ЕМ досліджено вплив недосконалості вихідної інформації на результати розрахунку втрат (табл. 1) та намічено шляхи підвищення їх точності.

З наведених результатів видно, що у випадку виконання розрахунку за методом середніх навантажень не маючи інформації про графік надходження електроенергії (прийнято типовий для комунально-побутових споживачів) та коефіцієнтів завантаження трансформаторів ТП 10/0,4 кВ (прийнято пропорційний розподіл), спостерігається істотне зниження розрахункових втрат (біля 17%). Уточнення коефіцієнтів завантаження трансформаторів ТП 10/0,4 кВ дозволяє неістотно підвищити адекватність результатів розрахунку, оскільки реальні коефіцієнти завантаження змінюються у вузьких межах $K_3=0,2-0,5$. Уточнення завантаження трансформаторів за рахунок фіксації величини відпущеної з ТП 10/0,4 кВ електроенергії фактично еквівалентне фіксації середніх коефіцієнтів завантаження. Істотне покращення результатів дає уточнення графіка надходження електроенергії шляхом фіксації максимальних і мінімальних струмів в голові фідера, що використовуються для обчислення коефіцієнтів форми графіка (похибка зменшилася до 3%).

Але, очевидно, що найкращі результати дає зменшення періоду розрахунків до 30 хвилин з переходом до чисельного інтегрування, який навіть без уточнення коефіцієнтів завантаження дає, для даного

прикладу, припустиму похибку 2%, а після уточнення розподілу навантаження між ТП 10/0,4 результати розрахунку втрат фактично збігаються з експериментальними даними.

Таблиця 1 – Оцінка похибок результатів розрахунку втрат в ЕМ

Метод визначення втрат електроенергії	Надходження, кВт-год	Втрати dW, кВт-год	Втрати dW, %	Похибка, кВт-год	Похибка, %
Натурний експеримент (балансові втрати)	165915	2833,82	1,708	-	-
Метод середніх навантажень (без уточнювальних даних)	165917	2346,80	1,414	487,02	17,19
Метод середніх навантажень (уточнено Кз ТП 10/0,4)	165920	2484,48	1,497	349,34	12,33
Метод середніх навантажень (уточнено відпуск електроенергії по ТП 10/0,4)	165919	2501,52	1,508	332,3	11,73
Метод середніх навантажень (уточнено Кз та графік надходження електроенергії)	165918	2731,20	1,646	102,62	3,62
Метод чисельного інтегрування за графіком надходження електроенергії	165915	2776,80	1,674	57,02	2,01
Метод чисельного інтегрування за графіком надходження електроенергії (уточнено Кз ТП 10/0,4)	165915	2845,70	1,715	11,88	0,42

Висновки

1. Метод визначення втрат за середніми навантаженнями характеризується істотною похибкою 15-20%, що співрозмірна з похибкою статистичних методів та еквівалентування. Але її істотне зменшення є можливим за рахунок уточнення графіка надходження електроенергії по ТП 110/10 кВ та коефіцієнтів завантаження ТП 10/0,4 кВ з використанням наявних технічних засобів обліку.

2. Найбільш точним методом розрахунку втрат електроенергії є метод чисельного інтегрування за графіками надходження електроенергії, що фіксуються електронними лічильниками на вводах 10 кВ живильних підстанцій. Такий підхід у поєднанні з уточненням коефіцієнтів завантаження ТП 10/0,4 кВ дозволяє забезпечити рівень адекватності аналізу балансів електроенергії, що є достатнім для розв'язання як технічних, так і більшості комерційних задач.

Список використаних джерел

1. Пейзель В.М., Степанов А.С. Расчеты технических потерь энергии в распределительных электрических сетях с использованием информации АСКУЭ и АСДУ // Электричество. – 2002. – №3. – С.10–15.
2. Сподин О.И. Анализ возможных решений усовершенствования учета электроэнергии и обслуживания бытовых потребителей, снижения операционных затрат. Предложения оптимального решения // Электрические сети и системы. – 2006. – №3. – С.65–73.
3. Праховник А.В., Коцар О.В., Прокопеч В.І. Сучасні принципи побудови АСКОЕ суб'єктів ОРЕ та АСКОЕ споживачів в умовах енергоринку України // Енергетика та електрифікація. – 2006. – №4. – С. 2-7.
4. Методика складання структури балансу електроенергії в електричних мережах 0.38-150 кВ, аналізу його складових і нормування технологічних витрат електроенергії. ГНД 34.09.104-2003– К.: ГРІФРЕ, 2004. – 164 с.
5. Кулик В.В., Пискляров Д.С. Оцінка вірогідності результатів аналізу витрат електроенергії в розподільних електричних мережах засобами АСКОЕ // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2006. – Вип. 43. т. 1. – С. 40–49.

Аннотация

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Лежнюк П.Д., Кулик В.В., Полищук А.Л.

В работе анализируются особенности информационного обеспечения расчета потерь электроэнергии в распределительных электрических сетях, а также приводятся результаты исследования влияния качества исходной информации на адекватность расчета технических потерь с использованием натурального эксперимента.

Annotation

INFORMATIVE PROVIDING OF ELECTRIC POWER LOSSES CALCULATION IN ELECTRIC DISTRIBUTIVE NETWORKS

Lezhnyuk P.D., Kulyk V.V., Polischuk A.L.

In the article the features of the informative providing of electric power losses calculation are analysed in distributive electric networks, and also results over of research quality influencing of initial information are brought on adequacy of technical losses calculation with the use of model experiment.