

УДК 621.311

Дьяченко В.В.¹, Сіра В.А.²

¹ канд. техн. наук., доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. Е-111 НУ «Запорізька політехніка»

СКЛАДОВІ ВТРАТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В ЕЛЕМЕНТАХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Однією з умов раціонального енергоспоживання є забезпечення технологічних і виробничих процесів з мінімальними втратами електричної енергії (ВЕЕ). Для цього необхідно на початку виконати аналіз основних складових ВЕЕ в елементах системи електропостачання (СЕП) й представити їхню класифікацію, яка може проводитися за різними категоріями: характером втрат (постійні, змінні), класами напруги, групами елементів, виробничими підрозділами. Це дасть можливість зосередити увагу на найбільш ефективних підходах по зменшенню цих втрат.

Однією з характерних особливостей функціонування електричних систем є те, що кількість виробленої енергії завжди дорівнює кількості спожитої, тобто в кожен момент часу існує точний баланс для активної та реактивної енергії й потужності. Транспортування і перетворення електричної енергії завжди відбувається з витратами самої енергії. Внаслідок цього деяка її частина витрачається на транспортування по лініях електропередачі й перетворення в трансформаторах. Для більш чіткого

розуміння фізичних явищ, що відбуваються в електричних мережах, поряд з виразом «втрати електричної енергії», широко вживається термін «витрати електричної енергії в електричних мережах на її транспортування», «транспортні витрати електроенергії» або «технологічні витрати електроенергії».

Рівень цих втрат визначається кількістю переданої енергії, параметрами проводів і трансформаторів, рівнями напруг у центрах живлення, наявністю пристроїв компенсації реактивної потужності – тобто технічним станом мереж і рівнем їх експлуатації. Цей вид втрат зазвичай називається технічними втратами і означає витрати електричної енергії в елементах мереж при її передачі, розподіленні і перетворенні.

Технічні втрати електроенергії включають втрати холостого ходу в трансформаторах, у батарей статичних конденсаторів і компенсаторах, у шунтуючих реакторах, синхронних компенсаторах (умовно-постійні втрати), а також навантажувальні втрати на нагрів дротів при передачі по ним енергії (умовно-змінні втрати). До технічних також відносять втрати на корону в лініях. Рівень технічних втрат залежить від режиму роботи, складу працюючого обладнання і зміни його технічного стану в процесі експлуатації, а також кліматичних умов.

Інша частина втрат, зумовлена станом комерційного обліку електроенергії, називається комерційними втратами. Це врахована з похибкою (додатною чи від'ємною) частина корисно відпущеної електроенергії. Похибка є наслідком точності вимірювання електроенергії і розрахунків зі споживачами. Комерційні втрати електроенергії на практиці включають наступні складові:

$$\Delta W_{KB} = \Delta W_{HB} + \Delta W_{TB} + \Delta W_{ПР},$$

де ΔW_{HB} – втрати за рахунок експлуатаційної недостовірності вимірювань; ΔW_{TB} – втрати за рахунок точності вимірювань; $\Delta W_{ПР}$ – втрати за рахунок прямих розкрадань.

Величина ΔW_{HB} залежить від рівня і організації експлуатації систем вимірювання. До цієї складової можна віднести втрати, викликані відміною режимів роботи кін. вимірювальних трансформаторів від нормативних, помилками при зйомці та передаванні інформації та ін.

Втрати за рахунок точності вимірювань (ΔW_{TB}) обумовлені виконанням вимірювань приладами і системами, точність вимірювань яких за паспортними даними не відповідає потрібним регламентам. Наприклад, втрати, обумовлені невідповідністю класу точності трансформаторів струму, напруги електролічильників вимогам ПУЕ, державним і галузевим нормам і стандартам та ін.

Втрати за рахунок прямих розкрань ($\Delta W_{\text{пр}}$) обумовлені навмисними змінами в колах вимірювальних трансформаторів струму, напруги, вимірювальних колах і електролічильників; підключенням приймачів електроенергії в обхід електролічильників, а також зміна даних в інформаційних системах з метою перекручення величини вимірювання. Ця складова може бути обумовлена відсутністю організації і контролю несанкціонованого доступу до вимірювальних та інформаційних систем обліку обсягів електроенергії. Кожний з цих видів втрат – технічних і комерційних – має свій обґрунтований рівень.

Наприклад, у діючих мережах обґрунтований рівень технічних втрат – це їх відносне значення, розраховане для визначеного часу по існуючих навантаженнях відповідно до схем і параметрів мережі, які відповідають реалізації всіх економічно обґрунтованих технічних і організаційних заходів по зниженню втрат електроенергії. Тобто ця величина дорівнює різниці між фактичними технічними втратами в мережі і загальним ефектом від впровадження всіх техніко-економічно обґрунтованих заходів зі зниження втрат.

Для аналізу звітних втрат слід застосовувати економічні критерії. Втрачена гривня залишається втраченою незалежно від того, з якої причини і де він втрачений. Але ж для того, щоб прийняти найбільш ефективні заходи щодо зниження втрат, необхідно знати, де і з яких причин вони відбуваються. У зв'язку з цим основною задачею розрахунку і аналізу втрат є визначення їх детальної структури, виявлення конкретних місць втрат у мережі та оцінка можливостей їх зниження до економічно виправданих значень.

Для СЕП металургійного заводу річні втрати електроенергії у СЕП складають 6400,6 МВт·год/рік. При річному споживанні активної електроенергії на комбінаті - 217201,6 МВт·год/рік, втрати дорівнюють 2,9 %. Але ж така, якби незначна величина ВЕЕ, відповідає грошовому еквіваленту – 43,9 млн.грн/рік. Аналіз структури втрат СЕП показав, що найбільш її значення приходять на цехові електричні мережі (38 %), наступні за ними – цехові трансформаторні підстанції (29%), що разом назбирує – 67 % від сумарних ВЕЕ.

Для СЕП механічного заводу втрати дорівнюють 326,6 МВт·год/рік, що складає 1,3 % від річного споживання активної електроенергії й відповідає грошовому еквіваленту – 2,2 млн.грн/рік. Аналіз структури втрат СЕП показав, що найбільш її значення на відміну від СЕП металургійного комбінату приходять на цехові трансформаторні підстанції (71 %), наступні за ними – цехові електричні мережі (23%), що разом назбирує – 94 % від сумарних ВЕЕ.

Заміна провідників у цілому по СЕП металургійного заводу сприятиме зниженню ВЕЕ на 796,3 МВт·год/рік (на 21,8%), що потребує залучення

капіталовкладень у розмірі – 24,8 млн.грн, але простий строк окупності при цьому складе – 4,5 роки. Зниження же ВЕЕ для СЕП механічного заводу у цілому при застосуванні вказаної заміни в обсязі – 52,2 МВт·год/рік (на 16,3%) потребує 3,617 млн.грн, які окупляться за 10,1 роки, що порівняно з металургійним заводом не є економічно доцільним.

Ці результати вказують, що ця неоднозначність в одному й тому же самому енергозберігаючому заході дуже залежить від енергетичних характеристик підприємств. Тому якісний аналіз втрат електричної енергії у СЕП дозволить ретельно підійти до складання програм енергозбереження на підприємствах у електропостачанні.