

ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

УДК 621.311.1

П. Д. Лежнюк, д-р техн. наук, проф.;

Н. В. Семенюк

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО РОЗРАХУНКІВ ВТРАТ ПОТУЖНОСТІ І ЕНЕРГІЇ ВІД ТРАНЗИТНИХ ПЕРЕТОКІВ

Розглянуто актуальність визначення транзитних втрат потужності за сучасних вимог до функціонування ОРЕ, проведено аналіз існуючих методів визначення втрат від транзитних перетоків та можливості їх практичного застосування для визначення транзитних втрат та нормування технологічних витрат електроенергії ЕС.

Вступ

Затверджена у 2002 р. Концепція функціонування та розвитку оптового ринку електроенергії (ОРЕ) України [1] поряд з позитивними досягненнями визначила і проблеми, що заважають його подальшому ефективному розвитку. До них, зокрема, віднесено недосконалість тарифікації і ціноутворення та перехресне субсидіювання через оптову ціну на електричну енергію.

Враховуючи набутий досвід, послідовне вдосконалення існуючої моделі енергоринку передбачає врегулювання низки питань правового, організаційного та економічного характеру та поступове введення балансуєчого ринку електроенергії, де двосторонні договори зможуть укладатися безпосередньо між покупцем та продавцем, які будуть мати можливість самостійно вирішувати питання ціноутворення на електричну енергію, ґрунтуючись на аналізі ціноутворюючих факторів. Це, в свою чергу, зумовлює підвищення актуальності розв'язання низки інженерних задач, у тому числі пов'язаних з обчисленням додаткових втрат від транзиту потужності від виробника (постачальника) до споживача та компенсацію цих втрат.

На сьогодні практично застосовують економічний коефіцієнт нормативних технологічних витрат електроенергії [2], введений НКРЕ у 2002 р., який дозволяє грубо оцінити транзитні втрати від передачі електроенергії сусідньому енергопоставнику як частку загальних технологічних втрат в мережі, пропорційну переданому йому обсягу електроенергії. Такий підхід ніяким чином не враховує фізичний маршрут транспортування електроенергії, характер навантажень споживачів, неоднорідність передаючої мережі.

Виникає необхідність практичного використання методів визначення втрат активної потужності в передаючій системі. Оскільки транзитні втрати суттєво впливають на технологічні витрати електроенергії (ТВЕ), то цей показник мав би враховуватися як один із факторів під час нормування рівня ТВЕ.

Матеріали дослідження

Отже, проаналізуємо наявні методи визначення втрат потужності від транзитних перетікань та можливості їх практичного застосування.

Хоча для розрахунків пропонуються різні методики, ціль у них єдина — дослідити вплив споживачів та виробників енергії на рівень втрат потужності у власних та у суміжних мережах. В залежності від використаних припущень та наближень всі доступні методи розподілу втрат від перетікання потужності можна об'єднати у групу таких, що ґрунтуються на: дольовому розподілі, приростах втрат на передачу потужності, пропорційному розподілі, формулі втрат потужності та теорії кіл. Основні їх характеристики зведені у табл. 1, а детальніший розгляд запропоновано у [2].

Використання переважної більшості пропонованих методів пов'язане з низкою суто економічних або математичних припущень, які не мають фізичного підґрунтя, тому їх застосування для практичних розрахунків транзитних втрат або врахування під час розробки нормативних характеристик (НХ) ТВЕ видається малоприйнятним.

Методи розрахунку втрат на передачу електричної потужності

Методи розподілу втрат потужності між суб'єктами енергообміну	Використовуються для обчислення розподілу втрат :	Врахування топології мережі	Фізичне обґрунтування
1. Метод пропорційного розподілу	коефіцієнти розподілу втрат (одинакові для всіх вузлів)	—	— припущення
2. Методи граничного розподілу з використанням коефіцієнтів питомого приросту витрат	нормалізовані коефіцієнти питомого приросту витрат потужності до зміни активного навантаження споживачів	—	— припущення
3. Метод топологічного розподілу додаткових втрат	топологічні коефіцієнти розподілу навантаження/генерування	+	— припущення
4. Методи дольового розподілу, які базуються на адресності активних та реактивних потужностей	коефіцієнти для визначення внеску певного i -го джерела енергії у навантаження та генерацію q об'єднаних вузлів, що живляться від одного джерела енергії	+	(однорідні мережі) — припущення
5. Метод розподілу втрат потужності, що базується на перетоках постійного струму	нормалізовані частки втрат потужності перетоку m (транзакції) у загальні системні втрати активної потужності	+	— припущення
6. Метод визначення системних втрат на базі двосторонніх транзакцій з розподіленням балансуєчим вузлом	внески q -ї транзакції у загальні втрати потужності від кожного балансуєчого вузла	+	— припущення
7. Методи дольового розподілу, основані на використанні еквівалентної мережі	коефіцієнти, що визначаються з результатів розрахунку усталеного режиму реальної електричної мережі та використовуються для визначення перетоків в лініях еквівалентної мережі	+	+
8. Метод визначення втрат потужності від транзитних перетоків за допомогою прямих розрахунків	розрахунки втрат потужності в мережах транзитера за: 1) фактичного транзиту потужності; 2) відсутності транзиту	+	+
9. Методи дольового розподілу, які базуються на використанні кооперативних ігор та формуванні коаліцій	внески еквівалентних двосторонніх перетоків l у перетік потужності в k -й лінії мережі, викликаний генеруванням i -го вузла та споживанням у j -му вузлі P_{GD}	—	—
10. Методи дольового розподілу, використовується матриця вузлових опорів	частки загальносистемних втрат потужності, викликана навантаженням або генеруванням i -го вузла	+	+
11. Метод виділення втрат потужності від взаємних і транзитних перетоків на основі матриці коефіцієнтів розподілу втрат потужності	коефіцієнти T_i , які показують, яку частку в сумарних втратах i -ї вітки викликає протікання по ній потужності до кожного вузла	+	+

Як правило, для застосування зазначених методів необхідне проведення розрахунку режиму та виділення можливих транзитів, що виконується без ускладнень, якщо кожна мережа територіально та електрично зосереджена (рис. а). Розглянемо фрагментовану електричну мережу напругою 110 кВ (рис. б), де балансуєчий вузол № 6 відіграє роль суміжного з деякою профіцитною енергосистемою, таким чином, явно виділяється транзит через мережу енергосистеми «А». В реальних умовах диверсифікації електропостачання та зростаючої кількості ліцензіатів ОРЕ (до прикладу, у мережах Донбаського регіону працюють сім! енергопостачальних компаній) маємо справу з територіально та електрично розпорощеними майновими володіннями, коли не лише підстанції однієї ЕК знаходяться у мережах іншої, а навіть лінії електропередач можуть мати кількох господарів.

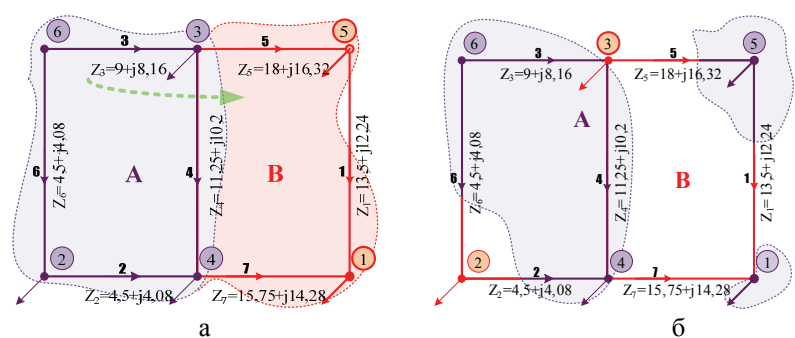


Схема електричної мережі:

а) територіально та електрично цілісні ЕМ; б) фрагментовані ЕМ

В реальних умовах це стрімко збільшує кількість взаємних перетоків, які необхідно враховувати в процесі розв'язання класичної задачі визначення втрат в мережах ліцензіатів, викликаних транзитом потужності в мережі інших та визначення балансу втрат між ними. Тому є сенс під час розрахунку втрат від перетоків перейти від аналізу власне транзитів до розгляду впливу навантажень.

Відповідно до запропонованого у [3] підходу, втрати потужності в електричних мережах А та В розраховуються від транзиту її до кожного окремого споживача за відомими навантаженнями вузлів та параметрами мережі з виділенням оптимальної частки втрат та додаткової складової втрат активної потужності, викликаної неоднорідністю схеми електричної мережі. Отримані результати зведені у табл. 2.

Таблиця 2

Структура транзитних втрат неоднорідної мережі 110 кВ

№ вузла	1	2	3	4	5
$P_{\text{нав.}} + jQ_{\text{нав.}}$	$15 + j7,26$	$30 + j14,53$	$15 + j7,26$	$10 + j4,84$	$20 + j9,68$
$\Delta P_{\text{мін}}$, МВт	0,71	0,642	0,328	0,28	0,96
$\delta P_{\text{дод.}}$, МВт	0,0108	0,0178	0,0085	0,0076	0,014

Висновки

Такий метод розподілу втрат має ефективний і фізично обґрунтований алгоритм оцінки міри використання мережі користувачем, та відповідно може слугувати базою для чесних і прозорих правил оплати за транзит, як технічно доступний для практичної реалізації і достатньо зрозумілий для споживачів. $\Delta P_{\text{мін}}$ варто було б розглядати в контексті ТВЕ як величину, що характеризує найбільш економічний розподіл електроенергії по мережі, тоді звітні характеристики ТВЕ повинні перебільшувати нормативні не більше ніж на деяке обґрунтовано визначене значення $\delta P_{\text{дод.}}$. Усереднені показники втрат можна враховувати в якості ціноутворювального фактора під час укладання двосторонніх договорів на балансуєчому ринку для ще більшої лібералізації ринку електроенергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Концепції функціонування та розвитку ОРЕ України : Постанова Кабінету Міністрів України від 16.11.2002 р. № 1789 // Офіційний вісник України. — 2002. — № 47 (06. 12. 2002). — Ст. 2164.
2. Лежнюк П. Д. Взаємовплив електричних мереж і систем в процесі оптимального керування їх режимами : моногр. / П. Д. Лежнюк, В. В. Кулик, О. Б. Бурикін. — Вінниця : УНІВЕРСУМ—Вінниця, 2008. — 123 с.
3. Лежнюк П. Д. Інформаційне забезпечення розрахунків втрат потужності й електроенергії від транзитних перетоків / П. Д. Лежнюк, Н. В. Семенюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2012. — № 1. — С. 66—69.

Рекомендована кафедрою електричних станцій та систем

Стаття надійшла до редакції 15.10.2013
Рекомендована до друку 11.11. 2013

Лежнюк Петро Дем'янович — завідувач кафедри електричних станцій та систем.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Семенюк Надія Віталіївна — інженер 1 категорії сектору технологічних розрахунків.

Відокремлений структурний підрозділ ДП НЕК «Укренерго» Донбаська ЕС, СРЗА