УДК 621.316.13

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОБОВОГО РОЗПОДІЛУ ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ СЕРЕД ПОБУТОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Л. Віхрова, кандидат технічних наук, професор
С. Дубенко, викладач
Центральноукраїнський національний технічний університет

Ефективність функціонування систем передачі та розподілу електричної енергії значною мірою визначається рівнем технологічних втрат у мережевій інфраструктурі. Їх величина формується під впливом режимів роботи ліній електропередачі різного типу, а також трансформаторних підстанцій класу напруги 10/0,4 кВ. Вказані режими, своєю чергою, безпосередньо залежать від характеру добових змін електроспоживання.

Отримані на основі статистичного аналізу залежності базових складових навантаження трансформаторних підстанцій дозволяють із достатньою точністю прогнозувати обсяги споживання електроенергії у будь-який момент часу. Крім того, це дає змогу визначати усереднені коефіцієнти завантаження трансформаторів. Така інформаційна база створює передумови для розроблення ефективних стратегій керування так званими керованими споживачами - групою навантажень, здатних змінювати рівень споживаної потужності відповідно до заданих алгоритмів.

Формалізація задачі оптимізації представлена виразом 1:

$$\Delta P_i = \sum_{m=1}^{M} \left(\Delta P_{\text{кз},m} \cdot \left(\frac{\sqrt{P_{2i}^2 + Q_{2i}^2}}{S_{\text{ном},m}} \right)^2 + \Delta P_{\text{хх},m} \right) \quad (1)$$

де ΔPi — втрати активної потужності на і-му часовому інтервалі;

$\Delta P_{кз}$, $\Delta P_{хх}$- втрати у режимі короткого замикання та холостого ходу m-го трансформатора;

$S_{\text{ном.т}}$ - величина номінальної потужності m-того трансформатору;

$P^2_i + Q^2_i$ - сумарна потужність споживачів, які живляться від даної трансформаторної підстанції;

M - загальна кількість трансформаторів підстанції.

Втрати активної потужності в трансформаторі на окремому часовому інтервалі визначаються залежністю, що враховує складові втрат у режимах холостого ходу та короткого замикання, а також фактичне навантаження підстанції

Економічна складова задачі описується витратами на електроенергію, спожиту керованими навантаженнями протягом відповідних часових інтервалів із урахуванням тарифної диференціації.

Задача оптимізації полягає у знаходженні такого закону керування потужністю, за якого мінімізується узагальнена цільова функція. Вона включає дві ключові компоненти: технічну - пов’язану зі зниженням втрат у мережі; економічну - що відображає витрати на оплату електроенергії.

Сформована модель оптимізації відповідає класу задач керування навантаженням і базується на критерії мінімізації сукупних енергетичних та фінансових витрат.

Застосування керованих споживачів дає можливість задіяти наявні резерви пропускної здатності трансформаторних підстанцій, підвищити ступінь їх завантаження протягом доби та зменшити нерівномірність графіка навантаження. Узагальнена структура системи керування передбачає координацію різних типів навантажень із урахуванням їх динамічних

характеристик.

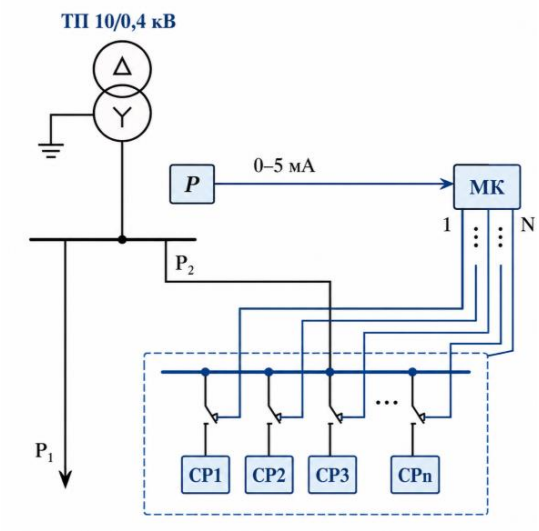


Рисунок 1 – Структурна модель системи керування електроспоживанням керованих навантажень

Проведений аналіз показав, що зміщення частини електроспоживання у часі дозволяє суттєво вирівняти добовий графік навантаження. Це, у свою чергу, знижує пікові значення потужності та зменшує необхідну встановлену потужність споживачів.

Інтеграція керованих споживачів у структуру міських електричних мереж сприяє більш ефективному використанню їх елементів, зокрема трансформаторів і кабельних ліній. Досягнутий ефект обумовлений підвищенням мінімальних рівнів навантаження в нічні та денні періоди, а також покращенням якості регулювання режимів роботи системи.

На основі обробки статистичних даних та результатів моделювання встановлено, що впровадження керованих навантажень дозволяє скоротити втрати електричної енергії в трансформаторах приблизно на 9 % у розрахунку на одиницю відпущеної електроенергії порівняно з традиційними режимами експлуатації. Це підтверджує доцільність застосування таких підходів як з технічної, так і з економічної точки зору.

Список літератури

1. Лежнюк П.Д. Електроощадні технології в електричних мережах енергосистем / Любов Наумівна Добровольська, Володимир Володимирович Кулик, Петро Дем'янович Лежнюк // Під редакцією Лежнюка П.Д. − Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2018. − 328 с.

2. Плєшков П.Г. Дослідження режимів роботи розподільчих мереж 0,4-10 кВ у житловому секторі. Наукові праці Центральноукраїнського національного технічного університету. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. Вип. 40. С. 75-81.

3. Міненерго України. Звіт про режими електроспоживання у побутовому секторі. Київ, 2023. 54 с.