

УДК 621.311

Шрам О.А.¹, Братковська К.О.²¹ канд. техн. наук., доц. НУ «Запорізька політехніка»² канд. екон. наук., доц. НУ «Запорізька політехніка»

МАНЕВРУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯМ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗАДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ВАРТОСТІ СПОЖИТОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Необхідність забезпечення енергетичної безпеки України, а також перехід до низьковуглецевої енергетики неминуче призводить до постійного зростання частки відновлювальних джерел енергії в об'єднаній енергетичній системі України. Національною радою з відновлення України від наслідків війни був розроблений "Проектом плану відновлення України", згідно з яким до 2032 року в Україні планується збудувати нові об'єкти ВДЕ потужністю понад 10 ГВт [1]. Для цього потрібно буде залучити інвестицій понад 11 млрд. дол. США.

Але в той же час, необхідно зазначити, що обсяги генерації електроенергії об'єктами ВДЕ суттєво залежать від погодних умов, у зв'язку з чим погіршуються технічні можливості інтеграції сонячних та вітрових електростанцій в енергосистему країни [2]. Крім стохастичного характеру генерації, відбуваються також періодичні обмеження щодо залучення потужності сонячних та вітрових електростанцій в об'єднану енергосистему через різку зміну навантаження в останній в наслідок ракетних обстрілів об'єктів енергетичної інфраструктури.

Таким чином зростання генерації ВДЕ, невідповідність заявленого споживання фактичному, певна його стохастичність призводять до суттєвих розбіжностей між погодинними заявленими обсягами продажу та купівлі електроенергії на ринку на добу наперед (РДН). Це в свою чергу призводить до необхідності врегулювання зазначених невідповідностей (небалансів) на балансуєчому ринку, що вимагає додаткових фінансових витрат.

Для споживачів, які відносяться до групи «А» (обладнані системами АСКОВ/АСЗД), фактична вартість електроенергії визначається за цінами РДН на поточні обсяги споживання ними електроенергії та іншими складовими формули комерційної пропозиції постачальника:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n \left[W_i \cdot (C_{РДН i} + C_{ОСП} + C_{ОСР} + C_{ПОСТ}) + W_{НБ i} \cdot C_{НБ i} \right]}{W_{факт}}, \quad (1)$$

де p - кількість годин у місяці; $W_{\text{факт}}$ - фактичне споживання електроенергії за місяць, кВт·год; W_i - погодинне споживання електроенергії, кВт·год; WNB_i - погодинний небаланс електроенергії, кВт·год; $CPDN_i$ - погодинна ціна за електроенергію на РНД, грн/кВт·год; $COSP$ - тариф на послуги з передачі електричної енергії, грн/кВт·год; $COSP$ - тариф на послуги з розподілу електричної енергії, грн/кВт·год; $CPOST$ - маржа постачальника, грн/кВт·год; CNB_i - погодинна ціна за небаланс, грн/кВт·год.

На промислових підприємствах є багато споживачів електричної енергії, які мають можливість обмежувати тривалість своєї роботи чи переносити її на інші години впродовж доби. Такі споживачі можуть збільшувати власне споживання електроенергії у години мінімального навантаження та зменшувати його у пікові години без суттєвого впливу на технологічний процес. Таким чином, використовуючи споживачі-регулятори для маневрування навантаженням підприємство може не тільки покращити форму добового графіка, але й зменшити небаланс електроенергії, які викликані з зазначених вище причин. В результаті можна суттєво зменшити витрати за спожиту підприємством електричну енергію. Можливості підприємства щодо маневрування навантаженням залежать від багатьох факторів, а саме: від характеру технологічних процесів, потужності та кількості споживачів-регуляторів тощо. Необхідно зазначити, що мова йдеться не про обмеження роботи споживачів електроенергії, а про методологію/методику визначення споживачів-регуляторів, які можуть бути використані для маневрування навантаженням без порушення технологічного процесу.

В результаті залучення споживачів-регуляторів до маневрування електричним навантаженням промислового підприємства м. Запоріжжя вартість небалансу зменшилася на 29%, що призвело до зменшення вартості добового споживання електроенергії на 1,94%. Ця величина може суттєво відрізнитися в залежності від ступеню співпадіння вихідного профілю навантаження підприємства з погодинними цінами на РНД, застосування його маневрових можливостей щодо запропонованого підходу

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. “Проект Плану відновлення України” Національна рада з відновлення України від наслідків війни. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/recoveryrada/ua/energy-security.pdf> (Дата звернення 11.03.2024).
2. S. Sun, M. Dong and B. Liang, Distributed Real-Time Power Balancing in Renewable-Integrated Power Grids With Storage and Flexible Loads, IEEE

Transactions on Smart Grid. Sept. 2016. Vol. 7. No. 5. Pp. 2337-2349. DOI: 10.1109/TSG.2015.2445794.