

УДК 696.48

Бойчук О.І.
КПІ ім.І.Сікорського**ВИКОРИСТАННЯ НАКОПИЧУВАЛЬНОГО ЕЛЕКТРОВОДОНАГРІВАЧА ДЛЯ
ЗМЕНШЕННЯ ПІКОВОГО ДЕННОГО ЕЛЕКТРОСПОЖИВАННЯ ТА УСУНЕННЯ
ПРОВАЛУ НІЧНОГО ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ**

У статті представлені результати досліджень використання накопичувального електроводонагрівача для зменшення пікового денного електроспоживання та усунення провалу нічного енергопостачання. Електричний водонагрівач є одним з видів регуляторів, встановлення якого дозволить маневрувати електричним навантаженням з метою оптимізації режиму роботи систем електропостачання. В статті виконаний розрахунок щодо визначення економічної доцільності встановлення та термін окупності даного типу устаткування.

Ключові слова: кінцевий споживач, попит на електричну енергію, акумуляційний електроводонагрівач.

The article presents the results of research on the use of storage electric water heater to reduce peak daytime power consumption and eliminate the failure of night power supply. Electric water heater is one of the types of regulators, the installation of which will allow you to maneuver the electrical load in order to optimize the mode of operation of power supply systems. The article calculates the economic feasibility of installation and payback period of this type of equipment.

Keywords: final consumer, demand for electricity, accumulation water heater.

Вступ

Як відомо, в об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України попит на електричну енергію є нерівномірним, що призводить до негативного впливу на формування графіку добового навантаження. Оскільки населення є найбільш суттєвим споживачем електроенергії в країні, тому саме воно має найбільший вплив на управління добовими графіками електричного навантаження. З іншого боку наразі галузь електроенергетики України зазнає подальших ринкових змін та трансформацій. Загалом у сучасному світі спостерігається тенденція переходу до лібералізованих ринків електричної енергії. Таким чином спостерігається новий рівень відносин між споживачами та виробниками, що значно розширює можливості кожного учасника ринку.

Результати досліджень

Важливою специфікою електроенергії як товару є те, що як процес вироблення так і споживання є одночасними. Тому зберігання електроенергії у великих обсягах ускладнено, так як накопичення буде достатньо не вигідним з точки зору капіталовкладення. На ринку електроенергії короткостроковий дисбаланс між попитом і пропозицією може призвести до втрати стійкості ринку і ускладнення режимів електромереж.

При цьому є два варіанти: перевага (збільшення) пропозиції та перевага попиту. У першому відбувається відключення частини енергоблоків, що призводить до збільшення витрат і знижує ефективність діяльності суб'єктів енергоринку. В другому варіанті можливі примусові відключення частини споживачів в умовах дефіциту електроенергії (так звані віялові відключення). Тобто аварійні відключення призведуть лише до зниження споживання, але не попиту. Звідси випливає, що попит на ринку електроенергії не завжди відповідає споживанню, хоча споживання завжди відповідає генерації. На противагу законсервованій структурі встановлених генеруючих потужностей України протягом останніх двох десятиріч

років істотно змінилася структура споживання електроенергії. Головною ознакою стало збільшення в електробалансі частки населення, яке має чітке рознесення пікових ранкових та вечірніх навантажень [1].

Типовий графік електричного навантаження, що відображає добові ритми життя суспільства, наведено на рис. 1. Виділяються три характерні зони: зону мінімального навантаження (нічні години або нічний провал) з потужністю не більше $P_{\min}$, зону середнього або напівпікового навантаження з потужністю $P_{\text{нп}}$ в діапазоні $P_{\min} \leq P_{\text{нп}} \leq P_{\max}$ і зону максимального або пікового навантаження з потужністю не більше $P_{\max}$.

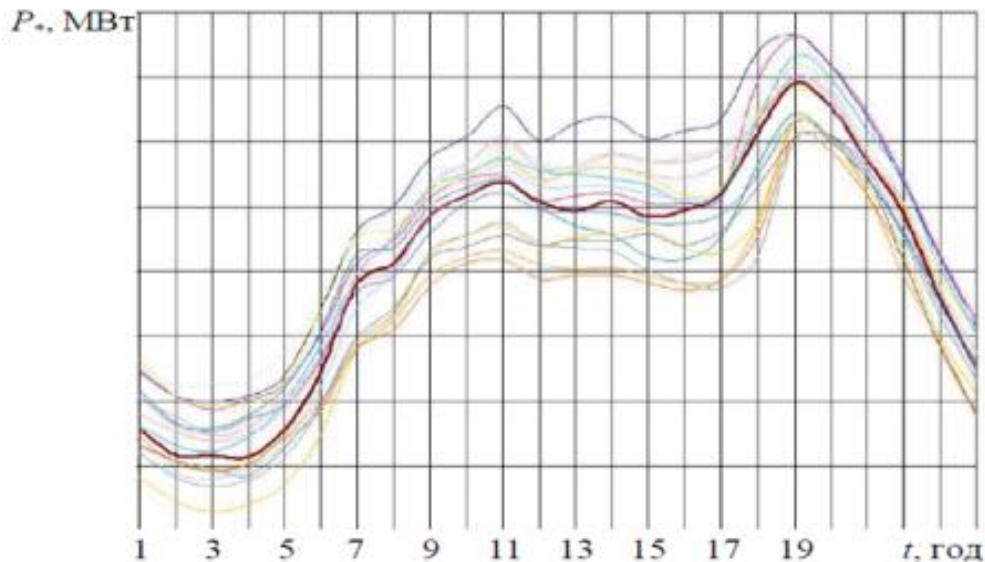


Рис.1 – Типовий добовий графік електричного навантаження

Напівпікова зона характеризується значним одноразовим протягом доби зростанням навантаження у ранкові години і її глибоким спадом в кінці доби, а пікова – підйомами (до рівня максимального навантаження) і спаданням (до рівня напівпікової зони) навантаження.

Зазвичай присутній один або два максимуми споживання електроенергії: ранковий і вечірній [2].

Перспектива управління попитом на електричну енергію відзначена в Енергетичній стратегії України до 2035 року, в якій загальний потенціал енергозбереження, що може бути досягнутий в результаті застосування методів управління навантаженням споживачів, оцінюється в 1263 млн. кВт-годин. Перспективна модель ринку електроенергії передбачає активну участь у режимах роботи енергосистеми так званих кваліфікованих споживачів, що здатні реалізувати концепцію управління попитом на енергію, брати участь у регулюванні частоти та напруги ОЕС [1].

Увесь склад споживачів-регуляторів можна розділити на дві категорії. До першої належать ті, для яких регулювальні заходи мають на меті зниження максимальних електричних навантажень. Це промислові, найчастіше потужні електроустановки (цементні млини, електрозварювальне і електротермічне обладнання тощо). До другої групи входять споживачі-регулятори, які спеціально створюються для використання їх у нічні години, зокрема теплові установки із системою акумулювання теплоти, що можуть використовуватися для опалення й нагрівання технічної і побутової води. Розглянемо електроводонагрівач як один із видів регуляторів, його встановлення дасть змогу маневрувати енергоспоживанням [3].

При управлінні споживачами-регуляторами, а саме електричним водонагрівачем, з метою вирівнювання ГЕН маєтись на увазі включення в роботу даних споживачів в зоні

«провалу» споживання потужності в енергосистемі за алгоритмом зображеним на рис. 2.



Рис.2 – Алгоритм управління електроводонагрівачем накопичувального типу

Принцип роботи такого електроводонагрівача заснований на конвективному пересуванні більш гарячого водяного потоку вгору, в той час коли холодна вода з більш високою густиною займає нижню частину баку. Таким чином, холодна вода просто витісняє гарячу воду до водозабірної точки. В цей же час ТЕН підігріває холодну воду, яка, досягнувши заданої температури, знову виштовхується вгору до водозабірної точки. Завдяки такій конструкції забезпечується безперервна подача гарячої води. При слабкому напорі холодної води, що надходить в бак, стабільне отримання гарячої води викликає труднощі.

Згідно статистики найбільш поширеним типом електричних водонагрівачів, що продаються, є водонагрівачі об'ємом 50 л. Потужність таких установок за даними виробників складає 1,5 кВт, тривалість циклу нагріву – 2 години 30 хвилини. Таким чином, в Україні встановлена потужність електричних водонагрівачів накопичувального типу складає оцінково 1,5 ГВт і ці водонагрівачі, за умови програмування в нічний час для акумулювання теплової енергії для потреб гарячого водопостачання, можна розглядати як ресурс для регулювання режимів ОЕС України. Статистика продажів побутових електричних водонагрівачів накопичувального типу зображена на рис. 3 [4].

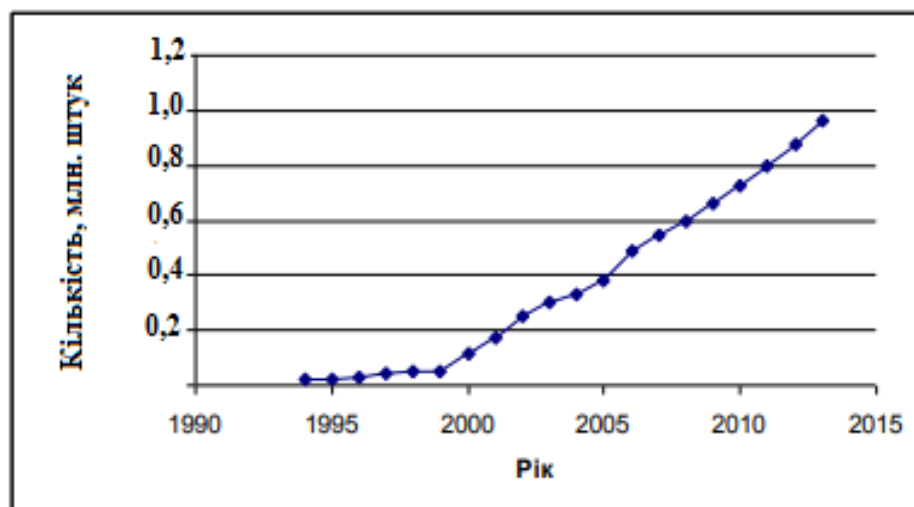


Рис. 3 – Статистика продажів побутових електричних водонагрівачів накопичувального типу

Економічна доцільність встановлення електроводонагрівача та термін окупності.

Наведемо порівняльні розрахунки для використання централізованого гаряче водопостачання (ГВП) та електричного бойлера. Для розрахунку візьмемо двокімнатну квартиру, в якій проживає троє людей, усереднений обсяг гарячої води для покриття всіх потреб людини - 7 куб. м. в місяць.

Випадок 1: Використання ГВП.

У Києві централізоване постачання гарячої води коштує 97,89 гривні за 1 кубометр (постановою від 23 квітня 2020 р., №363). Отже, загальна сума витрат на гаряче водопостачання становить:

$$P = 7 \text{ куб. м.} \times 97,89 \text{ грн/куб.м.} = 685,23 \text{ грн.}$$

Випадок 2: Використання електроводонагрівача.

Ціни на водонагрівачі коливаються в досить широкому діапазоні (залежно від потужності, обсягу, типу керування тощо). Вартість електроводонагрівача разом із встановленням - 3500-4000 гривень. Обираємо бойлер BOSCH Tronic 1000 TR1000T (об'єм - 100 літрів, потужність — 1500 Вт, ціна 3200 грн). Бойлер цього типу і об'єму при постійному включенні в місяць споживає близько 210 кВт·год. Відтак у нашому дослідженні будемо відштовхуватися саме від цього значення.

У Києві вартість холодного водопостачання для власників квартир в багатоквартирних будинках становить 11,544 грн. / куб. м (постановою від 22.11.2019 №2468). Вартість електроенергії для населення : 0,90 грн. / кВт·год за обсяг, спожитий до 100 кВт·год електроенергії на місяць (включно) та 1,68 грн. / кВт·год за обсяг, спожитий понад 100 кВт·год електроенергії за місяць.

Звідси вартість гарячої води, нагрітої за допомогою бойлера, становить :

$$P = (7 \text{ куб. м} \times 11,544 \text{ грн. / куб. м}) + (100 \text{ кВт·год} \times 0,90 \text{ грн. / кВт·год}) + (110 \text{ кВт·год} \times 1,68 \text{ грн. / кВт·год}) = 355,6 \text{ грн.}$$

Отже, різниця складає 330 гривень на місяць (або 3 960 гривень на рік), термін окупності складе 1 рік.

Випадок 3: Використання електроводонагрівача з використанням диференційованих приладів обліку електричної енергії

Для більшої економії використаємо двозонний лічильник:

$$P = (7 \text{ куб. м} \times 11,544 \text{ грн. / куб.м}) + ((70 \text{ кВт·год} \times 0,90 \text{ грн. / кВт·год}) + (140 \text{ кВт·год} \times 1,68 \text{ грн. / кВт·год})) = 380 \text{ грн.}$$

З використанням електричного бойлера та двозонного тарифу можна зекономити 380 гривень за місяць (або 4 560 гривень за рік) і термін окупності складе 8 місяців.

Висновки

1. В результаті аналізу встановлено, що електричні водонагрівачі є великим резервом в системах керування електричним навантаженням з метою оптимізації режиму роботи систем електропостачання.

2. Обґрунтовано доцільність їх встановлення та визначено, що найбільш економічним є електроводонагрівач з використанням диференційованих приладів обліку електричної енергії

Бібліографічний список:

5. Економічні механізми управління попитом на ринку електроенергії / В. Лір, О. Биконя // Економіст. - 2015. - № 2. - С. 9-13. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/econ_2015_2_3

6. Нерівномірність графіка навантаження енергосистеми і способи його вирівнювання / В. А. Малярєнко, І. Д. Колотило, І. Є. Нечмоглод. // Харківська національна академія міського господарства, м.Харків. – 2011.

7. Підвищення робочого ресурсу ТЕС з використанням системних електротеплових споживачів-регуляторів / С.В. Дубовський // Проблеми загальної енергетики. – 2012. – Вип. 3(30). – С. 5-11.
8. Оцінка потенціалу кінцевого енергоспоживання теплової та електричної енергії населенням /Б.І.Басок, О.М.Лисенко, Ю.А. Веремійчук //Енергетика: економіка, технології, екологія . – 68-75. – 2017.