

ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

УДК 620.98

Д. В. Степанов
В. О. Богомаз

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ ВІД ЕЛЕКТРОКОТЕЛЬНІ

Вінницький національний технічний університет

Виконано аналіз доцільності використання електричної котельні для опалення навчального корпусу ВНТУ. Зроблено оцінювання ефективності теплопостачання навчального корпусу від електрокотельні з різними варіантами споживання та обліку електроенергії. Розраховано і співставлено собівартості кожного із варіантів з показниками газової водогрійної котельні. Оцінено необхідний об'єм баків-акумуляторів для ефективного варіанту теплопостачання навчального корпусу від електрокотельні.

Ключові слова: електрична котельня, двозонний лічильник, газова котельня, тризонний лічильник, акумулятори теплоти, енергоресурси, баки-акумулятори.

Вступ. Постановка задачі

В зв'язку із стрімким вичерпанням непоновлюваних енергоресурсів, недостатнім розвитком поновлюваних енерготехнологій [1], високою енергоємністю української промисловості та житлово-комунального сектору особливої актуальності набувають питання обґрунтованого вибору джерел енергії для теплопостачання будівель.

Використання електрокотельень для теплопостачання має ряд переваг та недоліків в порівнянні з котельнями на інших енергоресурсах. Перевагами електрокотельень є: відсутність продуктів згоряння і, відповідно, техногенного впливу на навколишнє середовище в місці теплопостачання; зручність управління процесами теплопостачання; вибухо- та пожежна безпека; відсутність необхідності зберігати паливо та золу; низькі капіталовкладення та простота монтажу [2].

Недоліками електрокотельень є: термодинамічна неефективність; висока вартість електроенергії і потенційне її здорожчання в майбутньому; обмеження по підключенню електричної потужності до мереж.

В Україні активно впроваджуються системи дво- та тризонного обліку спожитої електроенергії. На даний час існують такі тарифні коефіцієнти для зонного обліку [3]: для двозонного – нічний 0,35, денний 1,8; для тризонного – нічний 0,25, напівпіковий 1,02, піковий 1,8.

Використання електроенергії в нічний період доби, крім економічного ефекту, дозволяє зменшити добову нерівномірність споживання електроенергії в районних та міських мережах, вирівняти графік виробництва електроенергії і відповідно зменшити питомі витрати умовного палива на електростанціях і техногенне навантаження на навколишнє середовище [4].

Об'єктом для впровадження електрокотельні обрано навчальний корпус №1 Вінницького національного технічного університету. Розрахункова річна витрата теплоти на теплопостачання корпусу складає 390 Гкал.

Мета даної роботи – оцінювання ефективності теплопостачання навчального корпусу від електрокотельні з акумуляторами теплоти та різними варіантами споживання і обліку електроенергії.

Результати досліджень

В схемі електрокотельні встановлено 6 електричних котлів з комплектами автоматики, два циркуляційні насоси, теплолічильники, розширювальні баки, регулювальна та комутуюча арматура. Обладнання електрокотельні підключається паралельно до ввідів теплоти від базової газової водогрійної котельні (рис. 1).

Для дослідження запропоновано 6 варіантів споживання і обліку електроенергії (таблиця 1).

Базовим варіантом для порівняння є теплопостачання від газової водогрійної котельні за тарифом 1330, 33 грн/Гкал або 317,5 грн/ГДж [5].

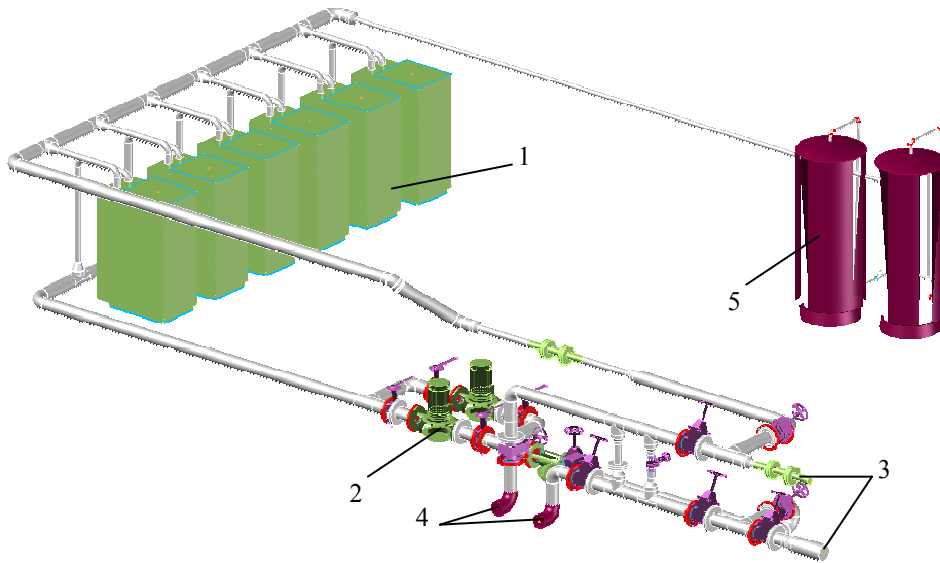


Рисунок 1 – Схема електричної котельні для теплопостачання навчального корпусу:
 1 – електричні котли; 2 – циркуляційні насоси; 3 – приєднання до системи опалення корпусу;
 4 – приєднання до газової котельні; 5 – розширювальні баки

Таблиця 1

Варіанти використання електрокотельні

Варіант	Частина доби для використання обліку електроенергії		
	<i>нічний час (8 год)</i>		<i>денний час (16 год)</i>
<i>двобонний облік</i>			
<i>тризонний облік</i>	<i>нічний час (7 год)</i>	<i>напівпіковий час (11 год)</i>	<i>піковий час (6 год)</i>
1	цілодобово 1,68 грн/(кВт·год)		
2	електрокотли 0,59 грн/(кВт·год)	газова котельня	
3	електрокотли 0,42 грн/(кВт·год)	електрокотли 1,71 грн/(кВт·год)	газова котельня
4	електрокотли 0,42 грн/(кВт·год)	газова котельня	
5	електрокотли 0,42 грн/(кВт·год)	баки-акумулятори електричної котельні	
6	електрокотли 0,42 грн/(кВт·год)	електрокотли 1,71 грн/(кВт·год)	баки-акумулятори електричної котельні

Для варіанта №5 передбачено встановлення акумуляторів теплоти, які заряджаються в нічний час (7 год), а в інший час (17 год) віддають теплоту в систему теплопостачання корпусу. Впровадження такої схеми вимагає значних додаткових капіталовкладень в порівнянні з попередніми варіантами, відведення значної території для розміщення важких та габаритних акумуляторів теплоти і можливості приєднання значної електричної потужності.

А для варіанту №6 передбачається використання електрокотлів в нічний час (7 год) та в час напівпіку (11 год), а в піковий час (6 год) – відпуск теплоти від баків-акумуляторів. Такий варіант дозволяє значно зменшити масу і габарити баків-акумуляторів та приєднану потужність котельні в порівнянні з варіантом №5.

На техніко-економічні показники електрокотельні з акумуляванням теплоти в значній мірі впливає об'єм баків-акумуляторів [6]. Аналіз відомої нам інформації показує, що залежності, розроблені для твердопаливних котельень з акумуляторами теплоти [7] не можуть бути адекватно використані для електрокотельні, тому для розрахунку баку застосоване рівняння збереження енергії (1)

$$V_{\text{б.а.}} = \frac{Q_k \cdot \tau}{C_p \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot \eta}, \quad (1)$$

де $V_{\text{б.а.}}$ – об'єм бака акумулятора, м³; $Q_{\text{оп}}$ – потужність системи опалення, кВт; C_p – теплоємність води, кДж/(кг·К); ρ – густина води, кг/м³; Δt – різниця температур води в баці, °С; τ – час роботи системи опалення від баку-акумулятора, с.

Розрахункові результати об'єму акумуляторів теплоти наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати розрахунку об'єму бака-акумулятора та максимальної споживаної електричної потужності в залежності від часу роботи системи опалення від баків акумуляторів

Час роботи τ , год	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Об'єм бака-акумулятора $V_{\text{б.а.}}$, м ³	47,9	54,7	61,6	68,4	75,3	82,1	89,0	95,8	102	109	116
Максимальна споживана електрична потужність, кВт	310,5	330	352	377,1	406,2	440	480	528	586,7	660	754,3

При проведенні числових досліджень прийнято, що котельню обслуговує один працівник з мінімальним фондом заробітної плати, норма амортизації – 7,5%, електрична потужність циркуляційного насоса 3 кВт.

Як видно з результатів дослідження (рис. 2) електрокотельня без зонного обліку (варіант №1) має набагато вищу собівартість теплоти, ніж для газової котельні.

Варіант із двозонним обліком і роботою котельні тільки вночі має дещо меншу собівартість теплоти, ніж показник базового варіанту, але простий термін окупності капіталовкладень сягає 16 сезонів.

Варіант №3 із тризонним обліком електроенергії і роботою електрокотельні протягом 18 годин (нічний час та період напівпіку), а решту доби – підключення до газової котельні не окупується.

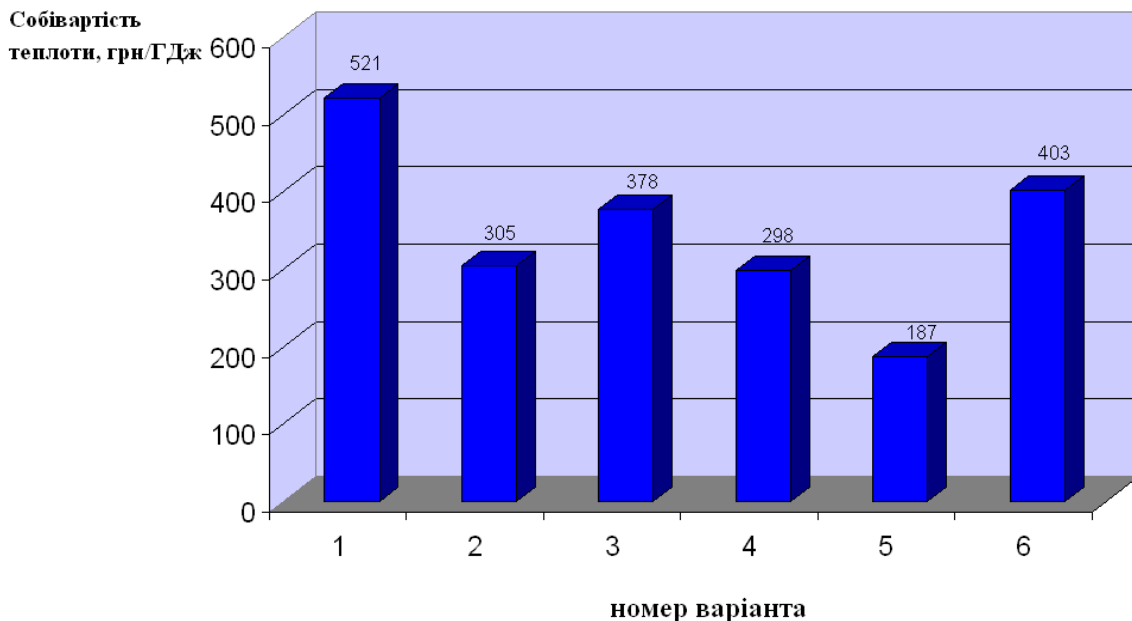


Рисунок 2 – Результати досліджень показників ефективності варіантів (табл.1) роботи електрокотельні

Для варіанта №4 – за умов теплопостачання від електрокотельні 7 годин (нічний час), решту часу від газової котельні – простий термін окупності складає 7,5 років.

Найбільш економічно доцільним є варіант №5 із тризонним обліком, роботою електрокотельні в нічний час і баками-акумуляторами для теплопостачання протягом решти доби. Термін

окупності такого варіанту складає менше 3 років, але необхідна електрична потужність сягає 754 кВт, крім того значна маса та об'єм баків-акумуляторів вимагає додаткової території для розміщення обладнання.

Варіант №6 із 2,5 рази меншими розмірами баків-акумуляторів і приєднаною електричною потужністю котельні не окуповується.

Варіювання кількістю годин роботи електродвигунів в період напівпікових навантажень (між варіантами №5 та №6) а також врахування особливостей роботи навчального корпусу дозволить отримати, на нашу думку, задовільне значення терміну окупності обладнання та приєднаної електричної потужності.

Висновки

Порівняння різних варіантів використання електродвигунів для теплопостачання навчального корпусу показало, що можна досягти економічної ефективності в порівнянні із теплозабезпеченням від газової котельні. Термін окупності для різних варіантів коливається в межах 3...16 років.

Оцінка об'ємів акумуляторів теплоти для електричної котельні показала, що розміри баків коливаються в межах 47,9...116 м³. Їх використання вимагає значних територій для встановлення та великої приєднаної електричної потужності котельні, але такий варіант дозволить отримати прийнятний економічний результат.

Крім того, впровадження електродвигунів з зонним обліком електроенергії має низку додаткових переваг: постачання енергоресурсів є надійним; немає необхідності у створенні запасу палива; зменшуються екологічні проблеми безпосередньо на території університету та прилеглих територіях, адже університет розташований у густонаселеному мікрорайоні; досягається зменшення нерівномірності споживання електроенергії в районних та міських мережах; вирівнюється графік виробництва електроенергії і відповідно зменшуються питомі витрати умовного палива і техногенне навантаження на навколишнє середовище.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Развитие теплоэнергетики и гидроэнергетики [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://energetika.in.ua/tu/books/book-3>.
2. Степанов Д. В. Обґрунтування джерела теплопостачання навчального корпусу ВНТУ / Д. В. Степанов, А. О. Буянов // Електронне наукове видання матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН – 2015)» (23-26 квітня 2015 р., Вінниця).
3. Нові тарифи на електроенергію 2017 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.teploline.com.ua/statti/47-aktualni-taryfy-na-elektroenerhiyu.html>.
4. Степанов Д. В. Обґрунтування раціонального джерела теплопостачання навчального корпусу ВНТУ / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, А. О. Буянов // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві. – 2016. – №1. – С. 123-127.
5. Тарифи на гарячу воду і опалення у м. Вінниця 2016-2017р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.vinnitsa.info/news/tarifi-na-garyachu-vodu-i-opalennya-zrosli-vdvichi-skilki-vinnichani-platitmut-z-1-lipnya.html>.
6. Степанов Д. В. Обґрунтування електродвигунів для теплопостачання навчального корпусу ВНТУ / Д. В. Степанов, В. О. Богомаз // Електронне наукове видання матеріалів XLVI Науково-технічної конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2017). Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/2786/2751>.
7. Что такое буферная емкость? Правильный расчет буферной емкости [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.pegasltd.com.ua/articles/chto-takoe-buferная-emkost-pravilnyj-raschet-bufernoj-emkosti/>.

Степанов Дмитро Вікторович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет.

Богомаз Вадим Олегович – студент, Вінницький національний технічний університет.

D. Stepanov

V. Bogomaz

THE EFFICIENCY OF HEATING OF THE ACADEMIC BUILDING BY ELECTRIC BOILER

Vinnitsia National Technical University

The analysis of the feasibility of using electric boiler for heating of educational buildings VNTU. Made evaluation of energy efficiency in educational buildings from electric boilers with various options of consumption and metering of electricity. Calculated and compared costs of each option with indicators gas fired boiler. Estimated required volume of storage tanks for efficient ways to heating the academic building from the electric boiler.

Keywords: Electric boiler, dual counter, gas boiler, three-zone counter, heat accumulator, energy, accumulator tanks.

Stepanov Dmitry – candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnitsia National Technical University.

Bogomaz Vadim – Department of construction, heat power engineering and gas supplying, Vinnitsia national technical University.

Д. Степанов

В. Богомаз

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТОПЛЕНИЯ УЧЕБНОГО КОРПУСА ОТ ЭЛЕКТРОКОТЕЛЬНИ

Винницкий национальный технический университет

Анализ целесообразности использования электрического котла для отопления учебных зданий ВНТУ. Сделана оценка энергоэффективности в учебных зданиях от электрических котлов с различными вариантами потребления и учета электроэнергии. Расчетные и сравнительные затраты по каждому варианту с индикаторами газового котла. Расчетный требуемый объем резервуаров для хранения эффективных путей для обучения академическому зданию от электрического бойлера.

Ключевые слова: электрический котел, двойной счетчик, газовый котел, трехзонный счетчик, теплоаккумулятор, энергия, аккумуляторы.

Степанов Дмитрий – кандидат технических наук, доцент кафедры теплоэнергетики, Винницкий национальный технический университет.

Богомаз Вадим – студент, Винницкий национальный технический университет.