

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В БУДІВНИЦТВІ

УДК 697

**ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ ВНТУ**

Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, А. О. Буянов

Визначено розрахункову потужність системи теплопостачання навчального корпусу ВНТУ, проведено багатоваріантний аналіз джерел теплопостачання, виконано техніко-економічне порівняння п'яти варіантів джерел теплопостачання на базі непоновлюваних енергоресурсів, виявлено найбільш економічне джерело теплоти. Для зменшення витрат первинних енергоносіїв розглянуто варіанти комбінованого використання первинних та поновлюваних джерел енергії. Оцінка термінів окупності варіантів дозволила вибрати раціональну комбіновану систему теплопостачання із задовільними техніко-економічними показниками. Така система складається з електрокотлів з зонним обліком електроенергії, баків-акумуляторів та геліоколекторів.

Ключові слова: опалення, теплопостачання, енергія, електрокотли.

**ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
НАВЧАЛЬНОГО КОРПУСУ ВНТУ**

Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, А. О. Буянов

Определена расчетная мощность системы теплоснабжения учебного корпуса ВНТУ, проведен многовариантный анализ источников теплоснабжения, выполнено технико-экономическое сравнение пяти вариантов источников теплоснабжения на базе невозобновляемых энергоресурсов, выявлен наиболее экономичный источник теплоты. Для уменьшения затрат первичных энергоносителей рассмотрены варианты комбинированного использования первичных и возобновляемых источников энергии. Оценка сроков окупаемости вариантов позволила выбрать рациональную комбинированную систему теплоснабжения с удовлетворительными технико-экономическими показателями. Такая система состоит из электрокотлов с зонным учетом электроэнергии, баков-аккумуляторов и солнечных коллекторов.

Ключевые слова: отопление, теплоснабжения, энергия, электрокотлы.

**GROUND OF RATIONAL HEAT SUPPLY SOURCE
OF VNTU EDUCATIONAL CORPS**

D. Stepanov, N. Stepanova, A. Bujanov

Determining the design capacity of heating system of educational building VNTU conducted, multivariate analysis of sources of heat supply is conducted, the technical and economic comparison of the five options of heat supply sources based on renewable energy is made, the most economical source of heat is found. To reduce the cost of primary energy the options of a combined use of primary and renewable energy sources is considered. Evaluation of the payback period of the options allowed to choose rational combination heating system with a satisfactory technical and economic indicators. This system consists of the electric boilers with zone metering, accumulator tank and solar collectors.

Keywords: heating, heating, energy, electric boilers.

Вступ. Постановка задачі

Раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів – одна з глобальних світових проблем, успішне вирішення якої матиме визначальне значення не лише для подальшого розвитку світової спільноти, але і для збереження місця його існування. Однією з перспективних шляхів вирішення цієї проблеми є впровадження нових енергозберігаючих технологій, що дозволяють

зменшити витрати первинних енергоресурсів.

На даний час недостатньо уваги приділяють системам, що працюють з використанням зонного обліку електроенергії [1]. Впровадження таких систем дозволить проводити вирівнювання графіків добового електроспоживання у великих масштабах. Такі процеси дозволять значно зменшити питомі витрати умовного палива енергії на виробництво електроенергії, техногенне навантаження на навколишнє середовище, спростити та зробити безпечнішою експлуатацію енергоблоків ТЕС та АЕС.

Мета роботи: зниження ресурсоемності і техногенного навантаження на навколишнє середовище системи теплопостачання навчального корпусу Вінницького національного технічного університету за обґрунтованого вибору джерела теплопостачання з використанням енергозберігаючих технологій та поновлюваних джерел енергії.

Обґрунтування вибору джерела теплопостачання

Третій навчальний корпус ВНТУ має загальну площу 8322 м², в ньому навчаються біля 500 студентів. Розрахункова потужність опалення складає 366 кВт, середня 188 кВт. Орієнтовна потужність системи гарячого водопостачання складає 30 кВт [2]. Для обґрунтованого вибору раціонального джерела теплопостачання розглянемо найбільш розповсюджені варіанти.

Газова котельня має беззаперечні переваги: простота експлуатації, технологічне паливо і високий ККД його спалювання, невисокі шкідливі викиди. Основними недоліками такого джерела є стрімке зростання ціни на природний газ, високі вимоги до розташування котельні, димової труби та до приміщення, де встановлене обладнання. Твердопаливна котельня може працювати на дровах, рослинних відходах, торфі, вугіллі, паливних брикетах, пелетах. Основною перевагою біомаси як джерела енергії є її екологічність, а недоліком – технологічна складність її спалювання, необхідність транспортування та завантаження палива. Котельня з електрокотлами найдешевша у створенні, надійна та проста в обслуговуванні, при роботі не виділяє шкідливих речовин у місці встановлення, відповідно непотрібна димова труба, немає особливих вимог до приміщення котельні. Основні недоліки – велика встановлена електрична потужність, висока ціна електроенергії.

Електрокотельня може компонуватись баками-акумуляторами, що дозволяє використовувати електроенергію найнижчої ціни - нічний тариф тризонного лічильника, який складає 40% від звичайного тарифу, але встановлення акумуляторів і автоматики підвищує капіталовкладення і значно збільшує габаритні розміри котельні [3]. Теплонасосні технології теплопостачання не отримали поки що значного розповсюдження через великі капіталовкладення [4].

Для вибору найбільш доцільних джерел теплопостачання проведено техніко-економічне порівняння таких варіантів: котельня на пелетах з біомаси, котельня на торфовому паливі, газова котельня, електрична котельня та котельня з електрокотлами та баками-акумуляторами. Основні результати розрахунків техніко-економічних показників зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків техніко-економічних показників різних джерел теплопостачання навчального корпусу ВНТУ

Показники	Котельня на пелетах з біомаси	Котельня на природному газі	Котельня на торфовому паливі	Електро-котельня	Електрокотельня з баками-акумуляторами
Капітальні витрати К, млн.грн.	2,30	1,815	2,50	0,8	1,10
Річні експлуатаційні витрати С _{річний} , млн. грн/рік	1,233	1,716	1,123	2,382	1,060
Собівартість теплової енергії СВ, грн/ГДж	314,1	437	313,7	606,9	271,2

Отже, з табл. 1 видно, що використання електрокотлів в схемі з баками-акумуляторами має найкращий показник собівартості при невеликих капіталовкладеннях.

З використанням створеної математичної моделі визначення техніко-економічних показників різних джерел тепlopостачання проведені числові дослідження для виявлення меж економічної доцільності вибору того чи іншого варіанту. Результати досліджень впливу підвищення ціни електроенергії на собівартість виробленої теплоти для різних джерел тепlopостачання показані на рис. 1.

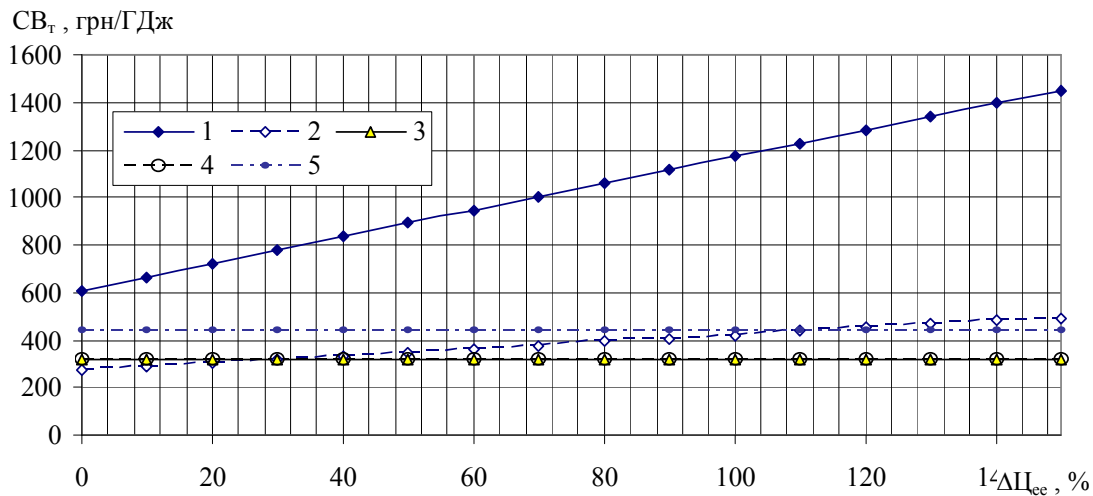


Рисунок 1 – Залежність собівартості теплоти від підвищення ціни на електроенергію для різних варіантів джерел тепlopостачання: 1 – електрокотельня; 2 – електрокотельня з баками-акумуляторами; 3 – котельня на пелетах з біомаси; 4 – котельня на торфовому паливі; 5 – котельня на природному газі

З графіка на рис. 1 видно, що якщо ціна на електроенергію зростає на 20%, то собівартість теплової енергії, виробленої в тепlopункті з електрокотлами та баками-акумуляторами буде такою ж, як собівартість енергії, виробленої твердопаливною котельнею. Якщо ціна на електроенергію зростає на 120 %, то собівартість теплоти, виробленої на природному газі, і в схемі з електрокотлами та баками-акумуляторами зрівняються.

На рис. 2 показана залежність впливу збільшення ціни на природний газ на собівартість теплоти від різних джерел.

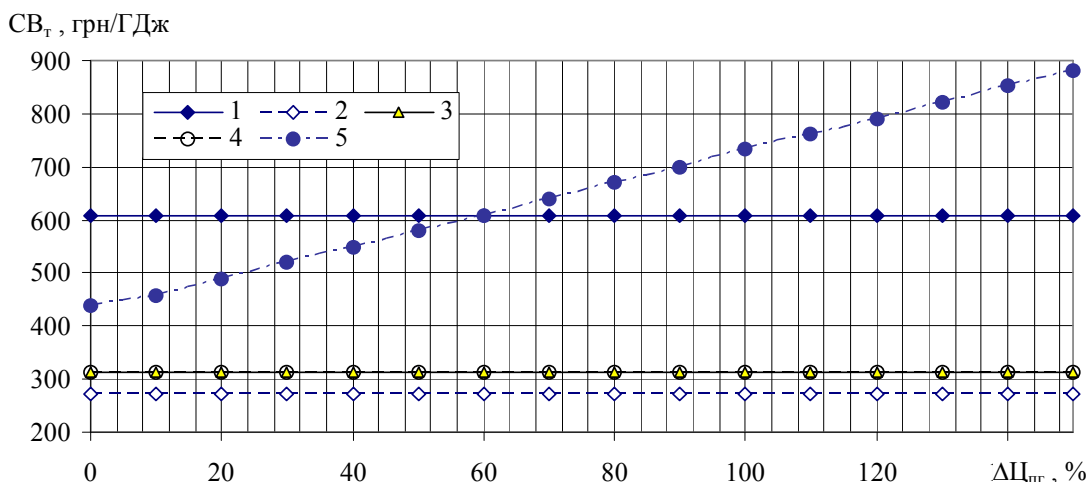


Рисунок 2 – Залежність собівартості теплоти від підвищення ціни на природний газ для різних варіантів джерел тепlopостачання: 1 – електрокотельня; 2 – електрокотельня з баками-акумуляторами; 3 – котельня на пелетах з біомаси; 4 – котельня на торфовому паливі; 5 – котельня на природному газі

З графіка, наведеного на рис. 2 видно, що при збільшенні ціни на природний газ на 60 % собівартість теплоти, виробленої на природному газі досягає собівартості теплоти, виробленої електрокотлами.

Проведені числові дослідження показують, що економічно раціональним варіантом є

котельня з електрокотлами, баками-акумуляторами та зонним обліком електроенергії. Крім того, такий варіант має низку переваг:

- постачання енергоресурсів для такого варіанту є найбільш надійним;
- немає необхідності у створенні запасу палива;
- немає екологічних проблем безпосередньо на території університету та прилеглих територіях, адже ВНТУ розташований у густонаселеному мікрорайоні;
- досягається зменшення нерівномірності споживання електроенергії в районних та міських електромережах;
- вирівнюється графік виробництва електроенергії і відповідно зменшуються питомі витрати умовного палива і техногенне навантаження на навколишнє середовище.

З метою зменшення встановленої електричної потужності джерела теплопостачання та для зменшення використання первинних енергоносіїв розглянуто варіанти поєднання вищенаведеної системи з обладнанням, що працює на поновлюваних джерелах енергії.

Найбільш доцільним варіантом для нашого випадку обрано систему геліоколекторів [5], яка виробляє екологічно чисту теплоту, дозволяє зменшити витрати електроенергії, необхідну електричну потужність обладнання та об'єм баків-акумуляторів.

Для пошуку найбільш ефективного рішення розглянуто два варіанти потужності встановленої геліосистеми – з площею 110,2 м² та 175,4 м². Перший варіант дозволяє забезпечити систему ГВП в теплий період року, а другий – систему ГВП протягом всього року. Окремо системи сонячного теплопостачання на даний момент не є економічно доцільними, оскільки терміни окупності таких двох варіантів в порівнянні з газовою котельнею складають 14 та 18 років.

Проведені техніко-економічні розрахунки поєднання електрокотельні з баками акумуляторами та системи геліоколекторів. Результати показали, що розрахунковий термін окупності такої комбінованої джерел енергії складає 6,1 року для геліоколекторів площею 110,2 м² і 8,4 року – для 175,4 м². Такі показники можна вважати задовільними для систем з поновлюваними джерелами енергії.

Висновки

- Для теплопостачання навчального корпусу ВНТУ запропоноване раціональне джерело теплоти на основі комбінації електрокотельні з баками-акумуляторами і зонним обліком електроенергії та геліоколекторів.
- Техніко-економічний аналіз показав, що електрокотельня із баками-акумуляторами і використанням зонного обліку електроенергії має найкращий показник собівартості теплоти серед інших систем, що працюють на непоновлюваних джерелах енергії (котельні на природному газі, пеллетах, торфових брикетах, електрокотельні). В результаті числових досліджень техніко-економічних показників з використанням розробленої моделі виявилось, що в перспективі електрокотельні з теплоакумуляторами і зонним обліком будуть залишатись раціональним джерелом теплопостачання.
- Поєднання такого джерела теплоти із сонячними системами теплопостачання дозволить зменшити встановлену електричну потужність комбінованої системи, масогабаритні показники та використання непоновлюваних джерел енергії. Розрахункові терміни окупності такої комбінації джерел теплоти склали 6,1 – 8,4 року. Крім того, обраний варіант буде мати низку додаткових переваг: постачання енергоресурсів є найбільш надійним; немає необхідності у створенні запасу палива; немає екологічних проблем 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.

Використана література

1. Постанова НКРЕКП про внесення змін до Порядку застосування тарифів на електроенергію. Зареєстрована 02.02.2015. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0236-15>.
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. Степанов Д. В. Акумулявання теплоти в схемі ефективної системи теплохолодопостачання житлової будівлі / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О. А. Гайдейчук // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2015. – №2.
 4. Патент України на корисну модель № 101178, МПК⁷ F24D11/02. Система теплохолодопостачання / Степанов Д. В., Степанова Н. Д., Буянов А. О. // Промислова власність. – К. : Український інститут промислової власності. – 2015, бюл. № 16, опубл. 28.08.2015 р.
 5. Степанова Н. Д. Економічний та екологічний аспекти тепlopостачання на базі геліоустановок / Н. Д. Степанова, Т. І. Пилипенко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2013. – №5. – С. 65-68.

Степанов Дмитро Вікторович – к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет.

Степанова Наталя Дмитрівівна – к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет.

Степанов Дмитрій Вікторович – к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет.

Степанова Наталія Дмитрівівна – к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет.

Stepanov Dmitry – Ph.D., assistant professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University.

Natalia Stepanova – Ph.D., assistant professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University.