УДК 697.3

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ АЛЬТЕРНАТИВИ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ

Сітало Єлизавета
здобувачка вищої освіти спеціальності 144 Теплоенергетика
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
м. Харків, Україна

Анотація: *у роботі розглянуто питання підвищення енергоефективності систем енергозабезпечення навчальних закладів України шляхом використання сучасних альтернативних технологій — теплових насосів і сонячних колекторів*
Ключові слова: *енергоефективність, теплові насоси, сонячні колектори, альтернативна енергетика, енергоощадність.*

Енергетична система України нині функціонує переважно на основі централізованого теплопостачання, виробництва електроенергії на теплових і гідроелектростанціях, а також розгалужених мереж комунальної інфраструктури. Проте розвиток технологій, підвищення вартості енергоносіїв і глобальні кліматичні виклики вимагають переходу до інноваційних, екологічно безпечних та енергоощадних рішень [1, 2]. Особливу увагу слід приділяти підвищенню енергоефективності у навчальних закладах, де стабільність систем опалення та вентиляції безпосередньо впливає на комфорт і здоров’я учнів. Сучасні технічні рішення дозволяють забезпечити надійну роботу систем навіть за умов змінного енергоспоживання чи перебоїв електропостачання.

Традиційні котельні установки, що працюють на викопному паливі, мають низький коефіцієнт корисної дії, потребують значних витрат на експлуатацію та технічне обслуговування, а також спричиняють значні викиди вуглекислого газу, що суперечить принципам сталого розвитку [3]. Використання енергоефективних систем опалення дає змогу зменшити енергоспоживання, скоротити експлуатаційні витрати, покращити мікроклімат у приміщеннях і підвищити рівень автоматизації процесів. При цьому під час вибору системи опалення важливо враховувати площу будівлі, її архітектурні особливості та реальне теплове навантаження [3].

Серед сучасних альтернативних джерел теплопостачання доцільно розглядати теплові насоси та сонячні колектори. Перевага теплових насосів полягає у високій енергоефективності: на 1 кВт спожитої електроенергії вони виробляють 3–4 кВт теплової енергії. Такі установки ефективно працюють у системах із низькотемпературними радіаторами або теплими підлогами та можуть забезпечувати охолодження приміщень у літній період.

Для умов типового навчального закладу доцільно застосувати теплові насоси типу «повітря – вода» від провідних виробників — Danfoss, Viessmann, Mitsubishi Electric. Їхній робочий діапазон температур сягає –25 °C, коефіцієнт перетворення енергії становить 3,5–4,2. Для школи з тепловим навантаженням

200–250 кВт рекомендовано встановити каскад із двох-трьох насосів потужністю по 80–100 кВт. Орієнтовна вартість одного насоса становить 25 000–30 000 €, що забезпечує гнучкість роботи системи, резервування і стабільне теплопостачання навіть у холодний період року.

Сонячні колектори можуть використовуватись як допоміжне або сезонне джерело енергії. Їх ефективність становить 40–70 % залежно від типу та пори року. Для шкільного об'єкта доцільно застосувати моделі Viessmann Vitosol 200-T, Drazice OKC/VK або Atmosfer SolarMaster VTC58/1800. Оптимальна конфігурація — каскад із 20–25 вакуумних колекторів сумарною потужністю 55–60 кВт та площею близько 70 м². Орієнтовна вартість одного колектора — 800–1000 €, при цьому система може працювати паралельно з тепловими насосами або газовим котлом.

Таблиця 1. – Порівняльну оцінку ефективності та доцільності впровадження

Параметр	Традиційні котельні на викопному паливі	Теплові насоси «повітря – вода»	Сонячні колектори
Технічна ефективність	Стабільне теплопостачання, але низький ККД	Висока ефективність, ККД 3–4	Середня ефективність, 40–70 %, залежно від сезону
Енергозбереження	Низьке	Високе (споживають у 3–4 рази менше електроенергії)	Середнє, залежить від сонячного опромінення
Екологічність	Низька (значні викиди CO_2)	Висока (екологічно безпечні, низькі викиди CO_2)	Висока (немає прямих викидів, чисте джерело енергії)
Економічна доцільність	Високі експлуатаційні витрати	Зменшення витрат на енергію та обслуговування	Витрати на обладнання, але мінімальні експлуатаційні витрати
Автоматизація	Низька, потрібен постійний контроль	Висока, потрібен лише періодичний контроль	Мінімальна, працює додатково до основної системи
Гнучкість та резервування	Обмежена	Можливість каскадного підключення насосів для стабільності	Працює паралельно з основним опаленням
Сезонність використання	Працює весь опалювальний сезон	Працює весь опалювальний сезон, також може охолоджувати влітку	Найефективніше у сонячний період, як допоміжне джерело
Вплив на комфорт і здоров'я учнів	Можливі перепади температур, сухе повітря	Стабільна температура, комфортний мікроклімат	Підтримує тепловий баланс, покращує енергонезалежність
Рекомендації для навчальних закладів	Не рекомендується через високі витрати та викиди	Оптимальне рішення для нових та модернізованих будівель	Доцільно як додаткове джерело для економії енергії

Порівняльний аналіз показує, що найефективнішим для навчальних закладів є використання теплового насоса типу «повітря – вода». Така система забезпечує безперервне теплопостачання протягом усього опалювального сезону, характеризується високим коефіцієнтом корисної дії, екологічною безпечністю та економічною доцільністю. Теплові насоси споживають у 3–4 рази менше електроенергії порівняно з традиційними електричними котлами, не потребують природного газу або твердого палива, що усуває ризик вибухів і утворення чадного газу. Високий рівень автоматизації системи дає змогу обмежитися періодичним контролем, що особливо зручно для шкільних будівель. Крім того, впровадження таких технологій сприяє зменшенню викидів вуглекислого газу у 3–5 разів і створює передумови для поєднання з існуючими системами опалення, які можуть виконувати роль резервного або допоміжного джерела тепла [2]. Таким чином, впровадження енергоефективних систем опалення, зокрема теплових насосів та сонячних колекторів, у навчальних закладах України є технічно, економічно й екологічно обґрунтованим рішенням, що відповідає сучасним вимогам енергозбереження та сталого розвитку.

Для навчальних закладів оптимальним є впровадження теплових насосів «повітря – вода» як основного джерела тепла, доповненого сонячними колекторами для підвищення енергоефективності та економії. Традиційні котельні на викопному паливі в сучасних умовах не є ефективним і екологічно безпечним рішенням.

Список використаних джерел:

1. Іваненко І. П., Ковальчук С. О. Енергоефективні технології у системах теплопостачання будівель / І. П. Іваненко, С. О. Ковальчук // Вісник НТУ «ХПІ». – 2020. – №35. – С. 44–50.
2. Ткаченко В. І. Теплові насоси у системах опалення будівель / В. І. Ткаченко // Промислова теплотехніка. – 2019. – №3. – С. 28–33.
3. The Commercia Group. The Ultimate Guide to Energy-Efficient Heating Systems for Schools. 2024. URL: https://thecommerciagroup.co.uk/

Abstract. *The article examines the improvement of heating efficiency in educational institutions of Ukraine through the implementation of modern alternative technologies — heat pumps and solar collectors. A comparative analysis of conventional and innovative heating systems was conducted, considering their technical, economic, and environmental characteristics.*

Keywords: *energy efficiency, heat pumps, solar collectors, school heating, renewable energy, energy saving.*

Науковий керівник:
Єгорова О.Ю.,
канд., техн. наук, доцент
кафедри теплотехніки та енергоефективних технологій
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»