УДК 697.1

Г.С. Ратушняк
В.В. Грицик

КОМБІНОВАНА СИСТЕМА ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВЛІ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОВОГО НАСОСА ТА СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто перспективи використання комбінованої системи теплозабезпечення будівлі на основі теплового насоса типу «ґрунт–вода» та сонячних батарей. Обґрунтовано доцільність поєднання відновлюваної теплової енергії ґрунту із сонячною електроенергією для забезпечення потреб будівлі в опаленні та гарячому водопостачанні. Визначено основні етапи проєктування системи й показники для оцінювання її енергетичної та економічної ефективності.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, геотермальна енергія, енергоефективність, комбінована система, тепловий насос, сонячні батареї, теплозабезпечення.

Abstract

The paper examines the potential of a combined building heating system based on a ground-to-water heat pump and solar photovoltaic panels. The integration of ground-source thermal energy with solar electricity is considered as a means of meeting building heating and domestic hot water demands while reducing electricity consumption from the external grid. The main design stages and performance indicators required to assess the energy and economic efficiency of the proposed system are identified.

Keywords: heating system, heat pump, geothermal energy, solar photovoltaic panels, energy efficiency, renewable energy sources.

Вступ

Одним із актуальних напрямів підвищення енергоефективності будівель є впровадження комбінованих систем теплозабезпечення з використанням відновлюваних джерел енергії. Особливого значення це набуває для житлових будинків, які характеризуються значними потребами в тепловій енергії для опалення та гарячого водопостачання. Перспективним рішенням є поєднання теплового насоса типу «ґрунт–вода» із сонячними фотоелектричними панелями, що дає змогу використовувати теплову енергію ґрунту та сонячну електроенергію для забезпечення потреб з теплопостачання будівлі. Такий підхід сприяє зменшенню споживання традиційних енергоресурсів і створює передумови для скорочення витрат енергетичних ресурсів в системах теплозабезпечення [1, 2, 3, 4].

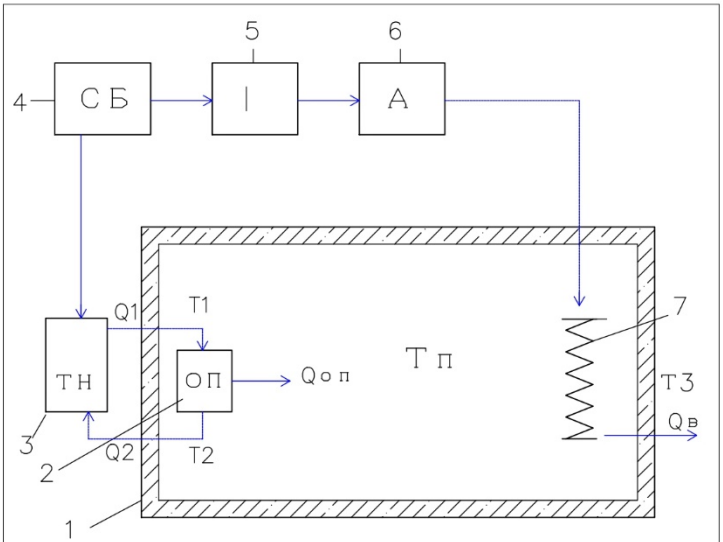
Результати досліджень

Комбінована система теплозабезпечення складається з теплового насоса, ґрунтового теплообмінника, сонячних фотоелектричних панелей, системи опалення, обладнання для та автоматизованої системи керування (рис. 1). Принцип її роботи полягає у використанні низькопотенційної теплоти ґрунту, яку тепловий насос перетворює на теплову енергію з параметрами, необхідними для теплозабезпечення будівлі.

Теплота від ґрунту передається холодоагенту через випарник теплового насоса. Для роботи компресора теплового насоса та циркуляційних насосів потрібна електроенергія, яку можуть забезпечувати сонячні фотоелектричні батареї, перетворюючи сонячне випромінювання на електричну енергію. У періоди недостатньої сонячної генерації електропостачання здійснюється від зовнішньої мережі. За потреби система може бути доповнена акумуляторними батареями для накопичення електроенергії та використання її в електричній системі опалення.

Важливим етапом проєктування є визначення розрахункового теплового навантаження будівлі. Для цього необхідно врахувати тепловтрати через зовнішні стіни (рис. 1), покриття, перекриття, вікна та двері, а також витрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря. На основі отриманих результатів

визначають необхідну теплову потужність насоса з урахуванням режимів роботи системи опалення та потреб у гарячому водопостачанні.



Рисунок– Схематична модель комбінованої системи теплозабезпечення з використанням теплового насоса та сонячної батареї:
1 – огороджувальна конструкція;
2 – панель/теплообмінник;
3 – тепловий насос;
4 – сонячна батарея;
5 – інвертор;
6 – акумулятор електроенергії;
7– електричний споживач.
Т1, Т2, Тп, Т3 – температури теплоносія в подавальному та зворотному трубопроводах між тепловим насосом і опалювальними приладами.
відповідно температури теплоносія від подавального та зворотнього трубопроводах від теплового насоса до опалювальних приладів .
Q1, Q2, Qоп, Q3 – теплові потоки від/до теплового насоса, від опалювальних приладів в приміщення та з приміщення

Для попереднього оцінювання роботи теплового насоса використовують коефіцієнт перетворення COP, який визначається як відношення виробленої теплової потужності до споживаної електричної потужності за формулою:

$$COP = \frac{Q_{HP}}{P_{el}},$$

де Q_{HP} — теплова потужність теплового насоса, Вт; P_{el} — споживана електрична потужність, Вт.

Значення COP залежить від температури джерела теплоти, температури теплоносія в системі опалення та характеристик обладнання. Для оцінювання сезонної роботи комбінованої системи теплозабезпечення доцільно використовувати сезонний коефіцієнт ефективності, який враховує зміну режимів експлуатації протягом року.

Після визначення теплового навантаження будівлі розраховують параметри теплообмінника для теплового насоса. При цьому враховують теплофізичні властивості носія низькопотенційної енергії, його температурний режим, доступну площу ділянки, глибину розміщення теплообмінника та допустиме теплове навантаження на джерело енергії. Тип і розміри теплообмінника визначаються відповідно до необхідної потужності системи теплозабезпечення та результатів інженерно-геологічних досліджень.

Наступним етапом є підбір сонячних фотоелектричних батарей. Необхідну встановлену потужність фотоелектричної системи визначають з урахуванням річного споживання електроенергії тепловим насосом та допоміжним обладнанням, інтенсивності сонячного випромінювання, орієнтації панелей, кута їх нахилу й можливого затінення. Водночас слід враховувати сезонну невідповідність між генерацією сонячної електроенергії та потребою будівлі в опаленні: у холодний період теплове навантаження зростає, тоді як сонячна генерація зазвичай зменшується.

Ефективність комбінованої системи визначається не лише характеристиками окремого обладнання, а й узгодженістю його роботи. Застосування автоматизованого керування дає змогу оптимізувати режими роботи теплового насоса відповідно до поточних теплових потреб будівлі та доступності сонячної електроенергії.

Для обґрунтування доцільності впровадження комбінованої системи теплозабезпечення необхідно виконати річний енергетичний баланс, оцінити частку власного споживання сонячної електроенергії, експлуатаційні витрати та капітальні вкладення. Порівняння з традиційною системою теплозабезпечення дозволяє визначити потенціал енергозбереження та економічну ефективність запропонованого технічного рішення. Комбінована система теплозабезпечення з використанням теплового насоса та сонячних батарей.

Висновки

Поєднання теплового насоса типу «ґрунт–вода» із сонячними фотоелектричними батареями є перспективним напрямом удосконалення систем теплозабезпечення будівель. Використання низькопотенційної теплової енергії та сонячної електроенергії створює можливості для скорочення споживання електроенергії із зовнішньої мережі й зменшення залежності від традиційних енергоресурсів. Водночас ефективність комбінованої системи залежить від правильного визначення теплового навантаження будівлі, параметрів теплообмінника, потужності фотоелектричних панелей та алгоритмів керування. Остаточне підтвердження енергетичної й економічної доцільності запропонованої комбінованої системи теплозабезпечення потребує розрахунку річного енергетичного балансу та порівняння з альтернативними системами теплозабезпечення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. International Energy Agency. The Future of Heat Pumps. Paris: IEA, 2022. URL: https://www.iea.org/reports/the-future-of-heat-pumps.
2. European Commission. Heat pumps. URL: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/heat-pumps_en.
3. Редько А. О. Низькопотенційна енергетика. Редько А. О., Редько О. Ф., Безродний М. К., Хмельнюк М. Г., Загорученко М. В., Ратушняк Г. С. Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид», 2016. 418 с.
4. *Ратушняк Г.С., Кирилюк О.С.*. ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОГО БУДИНКУ. Ратушняк Г. С. Використання альтернативних джерел енергії для системи опалення індивідуального будинку [Електронний ресурс] / Г. С. Ратушняк, О. С. Кирилюк // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Енергоефективність в галузях економіки України», Вінниця, 21-23 листопада 2023 р. – Електрон. текст. дані. – 2023. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2023/paper/viewFile/19225.
5. *Ратушняк Г.С., Дацюк В. І., Іванюк М. М.*. Джерела енергії комбінованих систем теплопостачання індивідуальних будівель. Ратушняк Г. С. Джерела енергії комбінованих систем теплопостачання індивідуальних будівель [Електронний ресурс] / Г. С. Ратушняк, В. І. Дацюк, М. М. Іванюк / ММатеріали LI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 31 травня 2022 р. – Електрон. текст. дані. – 2022. – Режим доступу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15062.

Ратушняк Георгій Сергійович - к.т.н, професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: ratusnakg@gmail.com

Грицик Вероніка - студентка, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: veronikagrithyk@gmail.com

Ratushnyak Georgy Serhiyovych - Ph.D., professor, head of the department of engineering systems in construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ratusnakg@gmail.com

Grytsyk Veronika - student, Faculty of Construction of Heat Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: veronikagrithyk@gmail.com