

ЕФЕКТИВНІСТЬ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ В ОПАЛЮВАЛЬНІЙ КОТЕЛЬНОЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Було розглянуто основні переваги впровадження сонячних колекторів на базі водогрійної опалювальної котельні. Визначено техніко-економічні показники встановлення сонячних колекторів для покриття потреб в гарячій воді.

Ключові слова: водогрійна котельня, сонячні колектори, котли на біомасі, собівартість теплоти

Abstract

The main advantages of implementing solar collectors at a hot-water heating boiler plant were considered. The technical and economic indicators of installing solar collectors to meet hot water demand were determined.

Keywords: hot-water boiler plant, solar collectors, biomass boilers, cost of heat energy

Вступ. Постановка задачі

Спалювання деревини в комунальних котельнях призводить до значних викидів забруднюючих речовин у атмосферу, особливо в умовах щільної міської забудови. При цьому коефіцієнт корисної дії твердопаливних котлів залишається відносно невисоким, а втрати електроенергії на власні потреби та теплові втрати в мережах є суттєвими. У зв'язку з цим питання підвищення ефективності виробництва теплової енергії в умовах децентралізованого теплопостачання, з урахуванням енергетичних, економічних та екологічних аспектів, набуває особливої актуальності для муніципальної енергетики [1].

Жорсткі екологічні вимоги Європейського Союзу обумовлюють необхідність впровадження більш ефективних і екологічно безпечних технологій виробництва теплоти, що забезпечують високий рівень енергетичної та економічної доцільності. Застосування відновлюваних джерел енергії, зокрема сонячної енергетики на базі водогрійних котельень із значним обсягом гарячого водопостачання, дає можливість скоротити споживання деревного палива, а також зменшити викиди пилу та золи в атмосферу. Наявність підготовленого персоналу на котельні сприяє забезпеченню надійної та ефективної експлуатації геліотермічного обладнання.

Теплова енергія, що виробляється сонячною установкою, може бути інтегрована в теплову схему котельні для підігріву води системи гарячого водопостачання. Це дозволяє знизити собівартість виробництва теплової енергії та скоротити експлуатаційні витрати котельні.

Метою дослідження є визначення ефективності роботи водогрійної котельні на біомасі у випадку впровадження сонячних колекторів для підготовки ГВП.

Результати досліджень

Для моделювання ефективності впровадження різних варіантів підвищення енергоефективності було обрано водогрійну опалювальну котельню м. Вінниця з приєднаним тепловим навантаженням 4,5 МВт. На котельні, розташованій змонтовано чотири водогрійні котли: два твердопаливні котли ARS Navigator KM 2000 потужністю по 2,0 МВт кожен та два резервні газові котли НІСТУ-5 із тепловою продуктивністю 0,5 Гкал/год кожен. Основним видом палива є деревина. Орієнтовна собівартість теплоти 403 грн/ГДж.

У моделюванні використано такі вихідні дані: середньозважена ціна деревини 2 грн/кг, природного газу для двигуна — 20 грн/м³, вартість електроенергії для покриття власних потреб — 10,8 грн/кВт·год.

За середньої температури зовнішнього повітря в опалювальний період на рівні +2°C та температури теплоносія на виході з теплового насоса 65 °C, коефіцієнт перетворення теплового насоса становить 2,25. Для міжопалювального періоду приймаємо, що для забезпечення температурного режиму 65°C коефіцієнт перетворення складатиме 4,5.

Отримані результати дослідження варіантів підвищення енергоефективності котельні наведені в таблиці.

Таблиця – Результати дослідження варіантів підвищення енергоефективності котельні

Найменування величини	Деревина (базовий)	Сонячний колектор на 70 кВт	Теплонасосна установка на 1 МВт	Когенераційна установка на 130 кВт
Наявна теплота палива	13,5 МДж/кг	---	---	34 МДж/м ³
ККД або коефіцієнт перетворення	80%	55%	2,25 взимку 4,5 влітку	36,0% ЕЕ 53% ТЕ
Річна витрата палива	5,975 т	5 952 т	3 8101 т	5 595 т 0,262 млн.м ³
Витрати електроенергії, МВт·год	602	603	2547	---
Капіталовкладення, млн грн.	---	1,5	20	6,0
Собівартість теплоти, грн/ГДж	403,7	404,66	727,10	376,21
Простий термін окупності модернізації		---	---	3,72 років
Термін окупності з врахуванням екологічного ефекту		22,16	---	2,66 років

З таблиці 3.1 випливає, що найнижчу собівартість теплової енергії має варіант із встановленням когенераційної установки. Водночас потреба у шумозахисті та додаткове споживання природного газу ускладнюють його впровадження.

Використання геліосистеми для підготовки гарячого водопостачання сприяє покращенню екологічних характеристик системи.

Запровадження теплонасосної установки супроводжується суттєво вищою собівартістю теплоти порівняно з базовим варіантом на твердопаливних котлах, хоча її екологічні показники значно кращі.

Висновки

Існуючі твердопаливні котли потужністю 2000 кВт не дозволяють досягти високої екологічної та енергетичної ефективності енерговиробництва.

Розглянуто варіанти модернізації котельні, в тому числі із встановленням сонячних колекторів, теплонасосної установки «повітря-вода», когенераційної установки. В результаті розрахунків орієнтовних техніко-економічних показників обраних варіантів виявлено, що найменшу собівартість теплоти має варіант з когенераційною установкою для забезпечення власних потреб в електричній енергії. Варіант із встановленням теплонасосної установки не окуповується в зв'язку із високою ціною електричної енергії. Достатньо раціональним є варіант встановлення геліоустановки потужністю 70 кВт для потреб ГВП. Якщо врахувати зменшення викидів CO₂ такий ріант має окупність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Варламов Г.Б. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії /Г. Б. Варламов, Г. М. Любчик, В. А. Маляренко. – К : Полі-техніка, 2003. 232 с.
2. Степанов Д. В. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності. Монографія / Д. В. Степанов, Л. А. Боднар – Вінниця: ВНТУ, 2011. 148 с.
3. 3. Atienza-Márquez A., Domínguez Muñoz F., Fernández Hernández F., Cejudo López F. Domestic hot water production system in a hospital: Energy audit and evaluation of measures to boost the solar contribution // Energy, 2022, #15, URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544222021600>
4. Кіянчук В. М., Махотіло К. В. Оцінка особливостей ресурсу водонагрівачів для реагування на попит в енергосистемі // Вісник ВПІ, 2025, №2 URL: <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/49781/186829.pdf>
5. Шовкалюк М.М., Кононенко І.В. Дослідження ефективності теплових насосів для енергопостачання багатоквартирних будинків // Енергетика: еко-номіка, технології, екологія, 2024, №2. URL: <https://energy.kpi.ua/article/view/303116/296121>
6. Когенераційні установки GenTec. Технічні характеристики. URL: <https://gentec.cz/en/palivo/natural-gas/?p=p50-999-kwe-en>
7. Степанов, Д.В., Резидент, Н.В. Ефективність газопоршневих когенераційних установок в системах централізованого тепlopостачання. //Вісник Вінницького політехнічного інституту. №2. 2023, с. 36–41.

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@ukr.net

Ткаченко Станіслав Йосипович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stahit6937@gmail.com

Вудвуд Олесь Сергійович, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

Stepanov Dmitry, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovdv@ukr.net

Tkachenko Stanislav, d.t.s, Professor, Department of heat power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stahit6937@gmail.com

Woodward Oles, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University