

ЕФЕКТИВНІСТЬ КОГЕНЕРАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ НА БАЗІ ТВЕРДОПАЛИВНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Було розглянуто основні переваги впровадження когенераційних систем на базі водогрійних твердопаливних котелень на біомасі. Проведено оцінку можливого скорочення споживання умовного палива порівняно з окремим виробленням теплової та електричної енергії. Визначено техніко-економічні показники встановлення когенераційної установки для покриття потреб котельні на біомасі.

Ключові слова: водогрійна котельня, когенераційна установка, котли на біомасі, собівартість теплоти

Abstract

The main advantages of implementing cogeneration systems at biomass-fired hot-water boiler plants were analyzed. An assessment of the potential reduction in equivalent fuel consumption compared to the separate production of heat and electricity was carried out. The technical and economic indicators of installing a cogeneration unit to meet the needs of a biomass boiler plant were determined.

Keywords: hot water boiler room, cogeneration plant, biomass boilers, cost of heat

Вступ. Постановка задачі

В сучасних умовах розвитку енергетики питання підвищення енергетичної та екологічної ефективності теплогенеруючих установок набуває особливої актуальності. Це зумовлено зростанням вартості традиційних енергоресурсів, необхідністю зменшення залежності від імпортованих енергоносіїв, а також посиленням вимог до охорони навколишнього середовища.

Біопаливні котельні дозволяють ефективно використовувати місцеві ресурси, такі як деревина, відходи сільського господарства та інші види біомаси.

Важливим аспектом є екологічна складова роботи біопаливних котелень. Хоча біомаса вважається умовно вуглецево-нейтральним паливом, процеси її спалювання супроводжуються викидами твердих частинок, оксидів азоту, оксиду вуглецю та інших шкідливих речовин [1].

Крім того, важливим завданням є забезпечення стійкості роботи біопаливних котелень. Це передбачає стабільне функціонування обладнання при змінних навантаженнях, надійне паливо- та електропостачання. Підвищення стійкості роботи котелень дозволяє зменшити кількість аварійних ситуацій, підвищити надійність теплопостачання та знизити експлуатаційні витрати.

Таким чином, підвищення енергетичної та екологічної ефективності біопаливних котелень, а також забезпечення їх стійкої роботи є актуальним науково-технічним завданням. Його вирішення сприятиме раціональному використанню енергетичних ресурсів, зменшенню негативного впливу на довкілля та підвищенню ефективності функціонування систем теплопостачання в цілому.

Метою дослідження є визначення ефективності роботи водогрійної котельні на біомасі у випадку впровадження когенераційної установки, яка працює на двигуні внутрішнього згорання.

Результати досліджень

Для моделювання ефективності впровадження когенераційної установки було обрано водогрійну опалювальну котельню м. Вінниця, на якій встановлено три сталевих водогрійних котли BRS 2000 Comfort LM з механізованою подачею палива потужністю 1,98 МВт кожен для спалювання біомаси. В якості основного палива використовують відходи деревини. Розрахункова потреба котельні в електроенергії становить 105 кВт. Собівартість теплоти, виробленої котельнею на біомасі, складає 335 грн/ГДж.

У зв'язку з необхідністю підвищення ефективності та надійності роботи котельні виникла потреба у пошуку альтернативних напрямів її модернізації.

З цією метою запропоновано такі варіанти:

1. Встановлення сонячної електростанції для забезпечення власних електричних потреб.
2. Впровадження ORC-системи для генерації електроенергії.
3. Монтаж теплонасосної установки типу «грунт–вода».
4. Встановлення когенераційної газопоршневої установки.

Отримані результати дослідження наведені в таблиці.

Таблиця – Результати дослідження варіантів підвищення енергоефективності та стійкості біопаливної водогрійної котельні

Найменування величини	Базовий варіант	Сонячна електростанція	ORC-система	Когенераційна установка
Додаткове вироблення електроенергії, МВт·год	---	148,3	---	361,9
Економічний ефект від вироблення електроенергії, млн. грн	---	1,16	---	3,91
Витрата палива	6 568 тис.т	6 568 тис.т	6 568 тис.т	6 142 тис.т 0,284 млн.м ³
Капіталовкладення, млн грн.	---	18	12,6	6,6
Експлуатаційні витрати, млн.грн/рік	25,77	20,60	19,62	24,63
Собівартість виробництва теплоти, грн/(ГДж)	334,6	252,45	254,73	268,97
Простий термін окупності модернізації, років	---	2,84	2,05	1,306

З таблиці випливає, що найнижчу собівартість теплової енергії забезпечує варіант із встановленням газопоршневої когенераційної установки. Водночас необхідність шумозахисту та значне споживання природного газу ускладнюють реалізацію цього рішення.

Встановлення геліосистеми потужністю 600 кВт потребує значних площ для розміщення, проте дозволяє істотно покращити екологічні характеристики системи.

ORC-система демонструє прийнятні техніко-економічні показники та високий рівень екологічності, однак її обмежене поширення ускладнює впровадження та експлуатацію.

Висновки

Існуючі твердопаливні котли на біомасі не забезпечують належного рівня екологічної та енергетичної ефективності, а також потребують підвищення енергетичної стійкості системи.

Було проаналізовано кілька варіантів модернізації котельні, зокрема встановлення сонячної електростанції, теплонасосної установки типу «грунт-вода», ORC-системи та когенераційної установки. Результати розрахунків показали, що найкоротший термін окупності має варіант із встановленням газопоршневої когенераційної установки, яка дозволяє покривати власні потреби в електроенергії та реалізовувати її надлишок. За капіталовкладень у розмірі 6,6 млн грн термін окупності становить близько 1,3 року.

Варіант із застосуванням ORC-системи, що використовує теплоту відхідних газів, потребує інвестицій на рівні 12,6 млн грн і має термін окупності приблизно 2,05 року. Водночас його впровадження

ускладнюється через недостатній рівень практичного застосування таких технологій.

Сонячна електростанція, здатна забезпечити власні потреби в електроенергії у зимовий період, потребує значних площ розміщення (близько 3000 м²) та інвестицій у розмірі близько 18 млн грн. Незважаючи на термін окупності на рівні приблизно 3 років, реалізація цього варіанту потребує пошуку споживачів надлишкової електроенергії (550–600 кВт) у літній період.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Combustion and Co-combustion of Biomass: Fundamentals, Technologies, and Primary Measures for Emission Reduction. URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ef030031q>.
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. Solar Energy Engineering. Processes and Systems. URL: <https://www.sciencedirect.com/book/monograph/9780123972705/solar-energy-engineering?via=ihub%3D>
4. Степанов, Д.В., Резидент, Н.В. Ефективність газопоршневих когенераційних установок в системах централізованого теплопостачання. //Вісник Вінницького політехнічного інституту. №2. 2023, с. 36–41.
5. Renewables 2023. Analysis and forecasts to 2028. URL: <https://www.iea.org/reports/renewables-2023>
6. Когенераційні технології в малій енергетиці : монографія / В. А. Маляренко, О. Л. Шубенко, С. Ю. Андрєєв, М. Ю. Бабак, О. В. Сенецький / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова, Ін-т проблем машинобуд. ім. А. М. Підгорного. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 454 с.

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

Резидент Наталія Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, RezidentNV1@ukr.net

Судець Руслан Володимирович, 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

Rezident Nataliia Volodymyrivna, PhD in Engineering, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, RezidentNV1@ukr.net

Sudets Ruslan, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University