

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОМИСЛОВОЇ ПАРОВОЇ КОТЕЛЬНОЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Було розглянуто основні варіанти підвищення ефективності парової промислової газової котельні. Проведено оцінку можливих заходів модернізації, а саме заміщення газу біомасою, заміщення газу біогазом, отриманим переробкою органічних відходів даного підприємства, встановлення когенераційної газової установки для забезпечення власних електричних потреб, встановлення сонячної електростанції для покриття власних електричних потреб котельні. Визначено техніко-економічні показники різних варіантів модернізації даної котельні.

Ключові слова: парова котельня, заміщення природного газу, спалювання біогазу, собівартість теплоти

Abstract

The main options for improving the efficiency of a steam industrial gas-fired boiler house were considered. An assessment of possible modernization measures was carried out, including replacing natural gas with biomass, substituting gas with biogas produced from the processing of the enterprise's organic waste, installing a gas-fired cogeneration unit to meet the boiler house's own electricity needs, and implementing a solar power plant to cover its internal electrical demand. The technical and economic performance indicators of the considered modernization options were determined.

Keywords: steam boiler house, natural gas substitution, biogas combustion, heat cost

Вступ. Постановка задачі

Парові газові промислові котельні відіграють важливу роль в енергозабезпеченні підприємств, забезпечуючи виробництво пари для технологічних процесів, опалення та інших потреб. Водночас їх експлуатація супроводжується значними витратами паливно-енергетичних ресурсів, що суттєво впливає на собівартість продукції та рівень конкурентоспроможності. У сучасних умовах підвищення цін на природний газ і посилення екологічних вимог зумовлюють необхідність удосконалення роботи котельного обладнання та підвищення його ефективності.

Парові котли залишаються одними з найбільших споживачів енергії у промисловості, оскільки пара широко застосовується як універсальний теплоносіє. Це визначає значний потенціал енергозбереження саме в системах парогенерації. Основні втрати енергії пов'язані з процесами спалювання палива, недосконалим теплообміном у поверхнях нагріву та відведенням теплоти з димовими газами. Недостатньо оптимізовані режими горіння, надлишкове повітря, низький рівень утилізації теплоти відхідних газів і неефективне керування призводять до зниження загального коефіцієнта корисної дії котлів. Одним із перспективних шляхів підвищення ефективності є використання вторинних енергоресурсів, зокрема теплоти димових газів. Додатково впровадження когенераційних установок дає змогу одночасно виробляти електричну та теплову енергію, що підвищує надійність роботи котельні, особливо в умовах нестабільного електропостачання.

Рациональне використання конденсату, модернізація паророзподільчих мереж, усунення втрат пари та впровадження енергоефективних режимів експлуатації обладнання сприяють не лише зменшенню енергоспоживання, але й підвищенню надійності всієї системи. Таким чином, підвищення ефективності роботи парових газових котелень є важливим завданням, спрямованим на зниження витрат енергії, покращення економічних показників підприємств і зменшення негативного впливу на довкілля.

Метою дослідження є визначення способів підвищення ефективності роботи парової газової промислової котельні.

Результати досліджень

Для моделювання різних методів модернізації парової газової промислової котельні обрано промислову котельню одного з провідних підприємств м. Вінниця, на якій встановлено два газові сталеві парові котли паровидатністю 12 т/год. В якості основного палива використовують природний газ. Розрахункова потреба котельні в електроенергії становить 56 кВт. Собівартість теплоти, виробленої котельнею на біомасі, складає 633 грн/ГДж.

Для даного підприємства запропоновані такі чотири варіанти модернізації даної котельні: заміна палива одного з парових котлів на тверду біомасу (біопаливні гранули); встановлення сонячних панелей для покриття власних електричних потреб котельні; заміщення природного газу біогазом на одному з парових котлів даної котельні; встановлення когенераційної установки для покриття власних електричних потреб котельні.

Отримані результати дослідження наведені в таблиці.

Таблиця – Результати дослідження варіантів модернізації парової промислової котельні

Найменування величини	Природний газ (базовий)	Часткове заміщення біогазом 7,9 млн м ³	Сонячна електростанція 300 кВт	Когенераційна установка 60 кВт
Річна витрата палива	9,122 млн.м ³	4,166 млн.м ³ ПГ 7,9 млн.м ³ Б	9,122 млн.м ³	9,170 млн.м ³
Витрати електроенергії, МВт·год	349	349	-	-
Вироблення товарної електроенергії, МВт·год	-	-	50,2	-
Капіталовкладення, млн грн.	---	20,0	9,0	5,0
Собівартість теплоти, грн/ГДж	632,5	516,9	620,4	597,9
Простий термін окупності модернізації, років	---	0,612	2,69	0,511

З аналізу таблиці випливає, що найнижчу собівартість теплової енергії забезпечують варіанти заміщення природного газу біогазом, а також впровадження когенераційної установки для покриття власних електричних потреб.

Варіант із встановленням сонячної електростанції характеризується дещо вищою собівартістю теплоти, проте має відносно короткий термін окупності (близько 2,69 року) та відзначається найбільш значними екологічними перевагами.

Запровадження біогазової установки з подальшим використанням біогазу в котлах забезпечує вагомі екологічні й соціальні ефекти. Зокрема, підвищується культура виробництва, вирішуються питання утилізації органічних відходів, а також створюються умови для отримання якісних органічних добрив.

Висновки

Існуюча газова котельня характеризується високою собівартістю теплової енергії (632 грн/ГДж), значними викидами в атмосферу та недостатньою надійністю роботи, зокрема через дефіцит електроенергії.

Було розглянуто чотири варіанти модернізації котельні: встановлення сонячної електростанції, твердопаливного парового котла, часткове заміщення природного газу біогазом, а також впровадження когенераційної установки.

Для детального техніко-економічного аналізу відібрано три найбільш доцільні варіанти. За результатами розрахунків встановлено, що найнижчу собівартість теплоти забезпечують варіанти із заміщенням частини природного газу біогазом та використанням когенераційної установки для покриття власних електричних потреб.

Варіант із впровадженням сонячної електростанції демонструє дещо нижчу економічну ефективність і потребує значних площ для розміщення обладнання.

Застосування системи виробництва та використання біогазу в котельні забезпечує комплексний ефект, що включає екологічні, енергетичні, економічні та соціальні переваги.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Варламов Г.Б. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії / Г. Б. Варламов, Г. М. Любчик, В. А. Малярєнко. – К : Політехніка, 2003. 232 с.
2. Combustion and Co-combustion of Biomass: Fundamentals, Technologies, and Primary Measures for Emission Reduction. URL: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ef030031q>.
3. Степанов Д. В. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності. Монографія / Д. В. Степанов, Л. А. Боднар – Вінниця: ВНТУ, 2011. 148 с.
4. Solar Energy Engineering. Processes and Systems. URL: <https://www.sciencedirect.com/book/monograph/9780123972705/solar-energy-engineering?via=ihub%3D>
5. Ткаченко С. Й. , Чепурний М. М. , Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання – Вінниця: ВНТУ, 2005. 137с.
6. Когенераційні технології в малій енергетиці: монографія / В. А. Малярєнко, О. Л. Шубенко, С. Ю. Андрєєв, М. Ю. Бабак, О. В. Сенєцький / 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.
7. Степанов, Д.В., Резидент, Н.В. Ефективність газопоршневих когенераційних установок в системах централізованого теплопостачання. //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

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

Онищук Тарас Андрійович, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

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

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

Onyshchuk Taras, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University