УДК 697.32

Н. Д. Степанова
М. В. Храмцов

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕВЕДЕННЯ ВОДОГРІЙНОЇ ОПАЛЮВАЛЬНОЇ КОТЕЛЬНІ НА СПАЛЮВАННЯ БІОМАСИ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розглянуто шляхи зниження споживання викопного палива в тепловій схемі водогрійної котельні для потреб теплопостачання. Проаналізовані варіанти заміни газових котлів на твердопаливні, що працюватимуть на паливних гранулах з деревини. Визначено зміну коефіцієнту корисної дії котельні за різних варіантів модернізації протягом опалювального періоду. Виявлено найбільш економічно доцільний варіант.

Ключові слова: водогрійна котельня, природний газ, біомаса, паливні гранули з деревини.

Abstract

Ways to reduce fossil fuel consumption in the thermal scheme of a hot water boiler house for heat supply are considered. The options for replacing gas boilers with solid fuel boilers operating on wood pellets are analysed. The change in the boiler house efficiency under different modernisation options during the heating period is determined. The most economically feasible option was identified..

Keywords: hot water boiler, natural gas, biomass, wood pellets.

Вступ

Сучасні тенденції розвитку енергетики спрямовані на підвищення ефективності використання палива та зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Одним із перспективних напрямів у цій сфері є переведення водогрійних опалювальних котелень на спалювання біомаси, зокрема паливних гранул із деревини.

Деревні пелети є екологічно чистим та економічно вигідним паливом, що забезпечує високий коефіцієнт корисної дії (ККД) котельного обладнання, стабільність горіння та мінімальний рівень викидів шкідливих речовин. Використання цього виду біопалива дозволяє зменшити викиди парникових газів, скоротити витрати на опалення та сприяє розвитку локальної відновлюваної енергетики.

Перехід на біомасу як основне паливо потребує ретельного аналізу техніко-економічних показників, вибору оптимальних технологічних рішень та оцінки потенційної енергоефективності.

Метою роботи є зменшення споживання викопного палива для потреб теплопостачання шляхом впровадження технологій спалювання біопалива на опалювальній водогрійній котельні.

.

Основна частина

Існуюча котельна призначена для потреб централізованого теплопостачання та гарячого водопостачання побутового і інженерно-лабораторного корпусів машинобудівного заводу. В котельному залі встановлено 2 котли потужністю 305 кВт кожен та 1 водогрійний котел потужністю 50 кВт, що призначений для гарячого водопостачання в літній період. Усі наведені теплогенератори працюють на природному газі.

З метою зменшення споживання викопного палива на котельні планується впровадження технології спалювання біомаси у вигляді паливних гранул з деревини. Що передбачає заміну одного або двох газових котлів на твердопаливні.

Для дослідження показників теплової схеми двопаливної водогрійної котельні із встановленими твердопаливними та газовими котлами розроблена математична модель [1, 2].

Проведені дослідження для існуючої теплової схеми, що працює на природному газі та для чотирьох варіантів роботи модернізованої котельні, а саме:

– Варіант 1. Один твердопаливний котел працює із сталим навантаженням 350 кВт, а один або два газові котли (305 кВт і 50 кВт) включаються за необхідності;

– Варіант 2. Один твердопаливний котел працює із сталим навантаженням 50 кВт, а один або

два газові котли (305 кВт і 305 кВт) включаються за необхідності;

– Варіант 3. Один твердопаливний котел працює із сталим навантаженням 50 кВт у літній період і за необхідності у опалювальний період, а один або два газові котли (305 кВт і 305 кВт) включаються за необхідності;

– Варіант 4. Два твердопаливних котли працюють із сталим навантаженням 350 кВт та 50 кВт, а один газовий котли (305 кВт) включаються за необхідності.

Результати математичного моделювання показали, що із впровадженням варіанту 3 витрата природного газу у опалювальний період зменшується на 59,8 …99,1%, а у міжопалювальний – на 94,9%.

Крім того, досліджено зміну розрахункового коефіцієнту корисної дії котельні протягом опалювального періоду і показано на рис. 1.

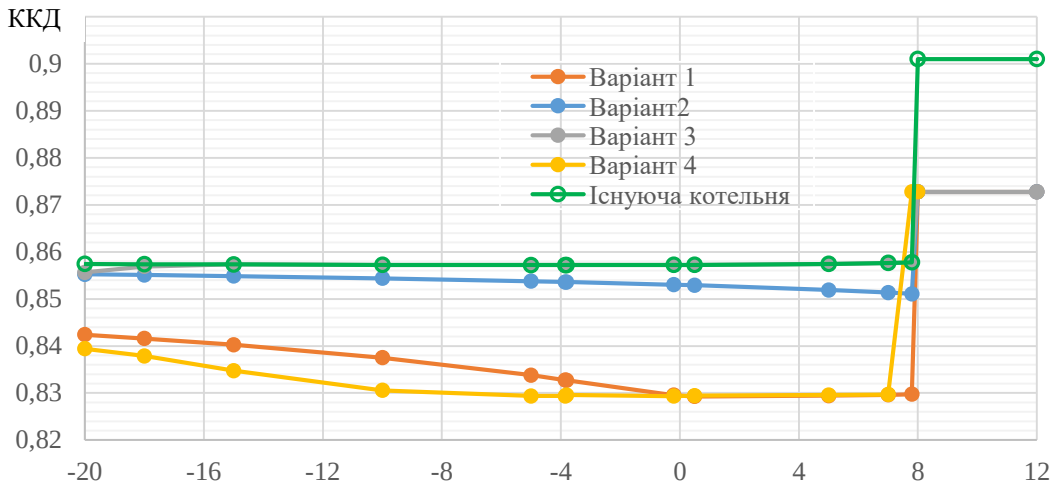


Рисунок 1 – Залежність розрахункового коефіцієнта корисної дії (ККД) котельні від температур зовнішнього повітря протягом опалювального періоду

В існуючій котельні ККД по відпуску знаходиться в межах 0,857…0,858 у опаювальний перод і 0,901 – у міжопалювальний. Але при роботі котельні з одним переведеним на тверде паливо котлом з сталою продуктивністю ККД зменшується до 0,829…0,842 у опалювальний період і 0,872 – у міжопалювальний. Тобто на 1,75…3,27% у опалювальний період і 3,13% - у міжопалювальний. Якщо перевести на тверде паливо два котли і максимально їх завантажити протягом року то ККД подає до 0,83…0,84 у опалювальний період і 0,873 – у міжопалювальний. Тобто на 2,0…3,28% у опалювальний період і на 3,13% у міжопалювальний. Таким чином, заміні одного або двох газових котлів на тверде паливо відбувається економія природного газу, але зменшується ККД котельні по відпуску теплоти.

Виконано техніко-економічний розрахунок [3] існуючої котельні і варіантів модернізації, результати якого наведено у табл. 1. Під час даних розрахунків прийняті наступні ціни на енергоносії: природний газ – 19,2 грн./м^3; паливні гранули з деревини – 6,2 грн./кг; електроенергія – 8 грн./кВт·год.

Таблиця 1 – Техніко-економічні показники варіантів переведення котельні на біомасу

Показник	Розмірність	Існуюча котельня	Варіант 1	Варіант 2	Варіант 3	Варіант 4
Річна витрата природного газу	тис. м^3/рік	222,64	29,22	173,27	199,1	20,17
Річна витрата паливних гранул з деревини	т/рік	-	369,1	95,57	45,21	388,85
Загальні експлуатаційні витрати на виробництво теплоти	млн. грн. /рік	6,17	5,369	5,957	6,137	5,462
Собівартість виробництва теплоти	грн./ГДж	1059,3	921,8	1022,8	1053,7	937,8
Термін окупності інвестицій в модернізацію,	років	-	3,74	7,05	46	6,4

Як видно з таблиці всі варіанти модернізації, окрім варіанту 3, раціональні, але найменший термін окупності має варіант переведення на тверде паливо одного відносно потужного котла (варіант 1).

Висновки

В роботі проведено дослідження теплової схеми водогрійної котельні для потреб централізованого теплопостачання та гарячого водопостачання побутового і інженерно-лабораторного корпусів машинобудівного заводу з метою зменшення споживання викопного палива.

З використанням розробленої математичної моделі виконано дослідження впливу зміни температури навколишнього середовища на показники теплової схеми котельні як існуючої так і для чотирьох варіантів модернізації шляхом заміни газових водогрійних котлів на твердопаливні із спалюванням паливних гранул з деревини.

Такі зміни основних показників котельні впливають на витрату газового та твердого сипучого палива, ККД котельні та споживання елетроенергії на власні потреби котельні. Чим більше завантажені твердопаливні котли, тим більше економія природного газу, але при цьому менше ККД котельні по відпуску теплоти і менше можливість резерву потужності.

Проведено розрахунок техніко-економічних показників існуючої та модернізованої котельні. Найменший термін окупності капіталовкладень (3,74 роки) у варіанту 1 – заміна одного газового котла на твердопаливний і його робота на повному навантаженні до температури навколишнього середовища до 0 °С, а при подальшому зростанні зовнішньої температури, пропорційного зниження його продуктивності до 13,15% у міжопалювальний період.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С. Й. , Чепурний М. М. , Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання : навч. посіб. Вінниця: ВНТУ, 2005. 137с.

2. Степанов Д. В., Степанова Н. Д. Математичні методи і моделі теплоенергетичного обладнання: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2017. 81 с.

3. Лялюк О. Г., Ратушняк О. Г. Економічне обґрунтування інноваційних рішень в теплоенергетиці : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2020. 93 с.

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua

Храмцов Максим Володимирович, студент групи ТЕ-24м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: laun7758@gmail.com .

.

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovand@i.ua

Khramtsov Maksym V., student of TE-24m group, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: laun7758@gmail.com .