

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАМІЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ БІОМАСОЮ НА ОПАЛЮВАЛЬНІЙ КОТЕЛЬНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізована та досліджена теплова схема опалювальної котельні. Розроблено математичну модель теплової схеми з використанням матеріальних та теплових балансових рівнянь, виконано дослідження зміни показників теплової схеми та техніко-економічних показників котельні протягом опалювального періоду під час роботи на різних співвідношеннях біомаси і природного газу.

Ключові слова: опалення, котельня, природний газ, теплова схема, біомаса.

Abstract

The thermal scheme of the heating boiler room was analyzed and investigated. A mathematical model of the thermal circuit using material and thermal balance equations was developed, a study of changes in the parameters of the thermal circuit and technical and economic indicators of the boiler room during the heating period during operation at different ratios of biomass and natural gas was performed.

Keywords: heating, boiler room, natural gas, heating scheme, biomass.

Вступ

Останні роки відзначаються значними змінами в енергетичній галузі України, включаючи сфери використання відновлюваних джерел енергії, в тому числі і централізованого тепlopостачання. Питання енергетичної безпеки країни виходять на передні позиції, а також значне місце посідає питання зменшення залежності від імпортованих енергоносіїв, перш за все – природного газу [1].

Найбільш динамічно розвивається використання деревини у вигляді дров, відходів деревообробки, тріски та гранул. Ряд вітчизняних компаній вже освоїли випуск теплогенераторів на біомасі як для побутових, так і промислових споживачів. За дослідженнями авторів [2], обґрунтованим є реконструкція з переведенням на біомасу доцільна для котлів теплової потужністю понад 5 МВт.

Математичне моделювання показників роботи теплової схеми опалювальної котельні дозволяє визначати її ефективність за рідних кліматичних умов протягом опалювального періоду, визначати витрату палива на теплогенератори, оптимізувати паливну складову у собівартості вироблення теплоти опалювальною котельнею.

Поєднання двох паливних технологій на одній котельні дозволяє варіюванням палива зменшити експлуатаційні витрати вироблення теплоти і тим самим мати можливість мінімізувати собівартість теплової енергії.

Метою виконання роботи є зменшення експлуатаційних витрат на вироблення теплової енергії від опалювальної котельні шляхом розроблення математичної моделі показників її теплової схеми та дослідження значень сезонної енергоефективності котельні при різних співвідношеннях використаної біомаси та природного газу

Результати дослідження

Водогрійна котельня обслуговує громадські та житлові будинки у м. Чернівці. Дана котельня забезпечує лише потреби опалення, тому має сезонний характер роботи. Потужність системи опалення споживачів складає 16200 кВт, графік мережної води в розрахунковому режимі 105/70°C.

Котельня оснащена трьома котлами КВГ-6,5, що працюють на природному газу з коефіцієнтом корисної дії $\eta = 0,91$. У тепловій схемі котельні з метою заміщення природного газу передбачено

переведення частину котлів на спалювання біомаси – тріски деревини. Розглянуто такі варіанти модернізованої котельні:

– Варіант 1. Один твердопаливний котел працює із сталим навантаженням 5 МВт, а один або два газові котли включаються за необхідності;

– Варіант 2. Твердопаливні котли працюють зі сталим навантаженням, коли вистачає навантаження – працюють два твердопаливні котли, інакше – працює один твердопаливний котел, при цьому третій котел (газовий) включається з регульованою потужністю по необхідності.

– Варіант 3. Один твердопаливний котел працює із сталим навантаженням 5 МВт, другий твердопаливний котел включається з регульованим по необхідності навантаженням, якщо не вистачає потужності двох твердопаливних котлів – включається третій (газовий) котел з регульованим навантаженням.

Для дослідження показників теплової схеми опалювальної котельні із встановленими твердопаливними та газовими котлами розроблена математична модель. Математичний опис моделі складається з 26 рівнянь теплових та енергетичних балансів [3-5], використовуються внутрішні ітерації та кліматичні дані м. Чернівці за [6].

Результати моделювання показників за трьох варіантів роботи теплової схеми опалювальної показані на рис. 1 – 2.

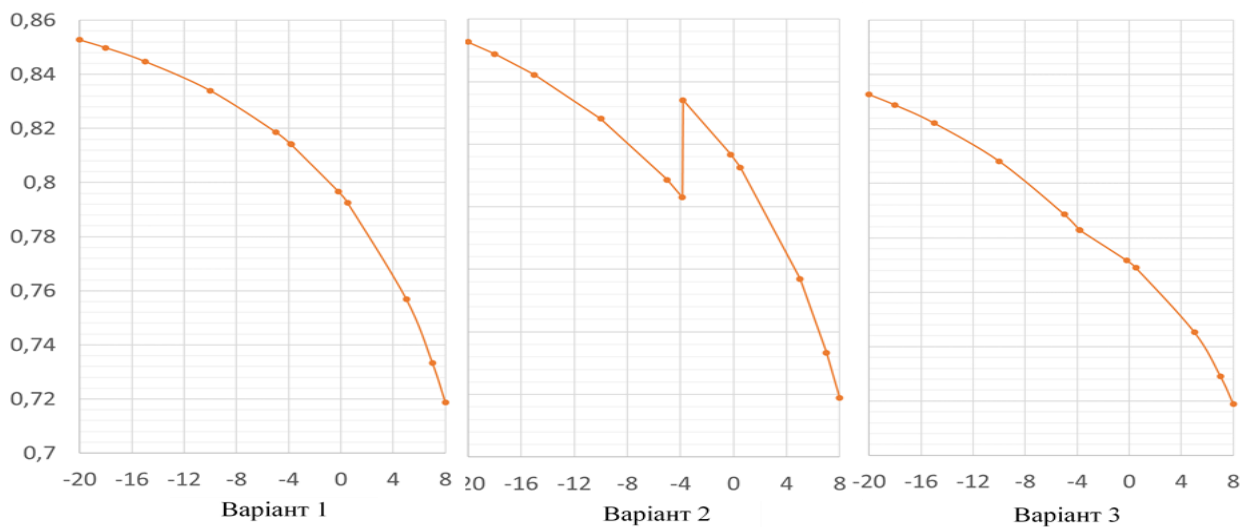


Рисунок 1 – Розрахунковий ККД котельні для різних температур зовнішнього повітря

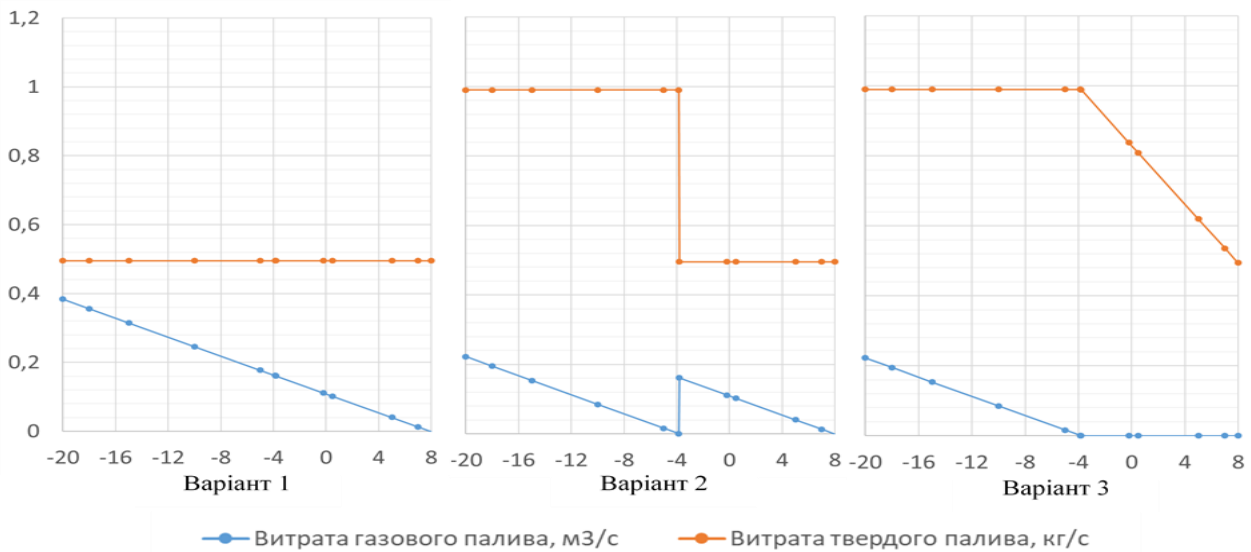


Рисунок 2 – Вплив температури зовнішнього повітря на витрату газового і твердого палива

В результаті моделювання встановлено, що для Варіанту 2 (коли твердопаливні котли працюють на повне навантаження) відбувається різке підвищення потужності газового котла при переході з двох котлів на один. Таким режим, на нашу думку важче реалізувати на практиці.

На рис. 1 видно, що при переведенні двох котлів на тверде паливо майже вдвічі зменшується витрата природного газу. Але з іншого боку, переведення котла КВГ-6,5 на спалювання твердого палива призводить до зменшення його теплової потужності з 7,56 МВт до 5 МВт.

І якщо існуюча газова котельня майже весь рік (до температури $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$) може мати резервний газовий котел, то при переведенні одного котла на тверде паливо резервний котел працює при температурі зовнішнього повітря нижче $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

На рис. 2 показаний результат моделювання ККД котельні по відпуску теплоти. В існуючій котельні ККД по відпуску знаходиться в межах 0,779...0,874.

Але при роботі котельні з одним переведеним на тверде паливо котлом з сталою продуктивністю ККД зменшується до 0,719...0,852. Тобто на 2,2...6%.

Якщо перевести на тверде паливо два котли і максимальних завантажити протягом року то ККД подає до 0,719...0,832. Тобто на 4,2...6%.

Таким чином, при переведенні одного або двох котлів КВГ-6,5 на тверде паливо відбувається економія природного газу, але зменшується ККД котельні по відпуску теплоти.

Оцінювання економічних показників показала найнижчу собівартість виробництва теплової енергії у Варіанті 3 (446,2 грн./ГДж), а найвищий у Варіанті 1 (471,9 грн./ГДж).

Сумісний аналіз технічних та економічних показників дає можливість стверджувати, що Варіант 1 є найбільш доцільним, оскільки регулювання потужності газовими котлами простіше і хоча такий варіант модернізації не найкращий з економічної точки зору, все ж у порівнянні з існуючою котельнею собівартість відпущеної теплоти зменшується на 5,9 % . Також Варіант 1 має найнижчий із трьох розглянутих варіантів модернізації простий термін окупності – 2,83 роки.

Висновки

В даній роботі проведено аналіз та дослідження теплової схеми опалювальної котельні «в місті Чернівці з приєднаною розрахунковою потужністю споживачів 16,2 МВт.

Розроблено математичну модель теплової схеми на основі матеріальних та теплових балансових рівнянь.

З використанням математичної моделі виконано дослідження впливу зміни температури навколишнього середовища на показники теплової схеми котельні як існуючої так і для трьох варіантів модернізації шляхом переведення водогрійних котлів на спалювання тріски деревини.

Зміни основних показників котельні впливають на витрату газового та твердого сипучого палива, ККД котельні та споживання електроенергії 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 (2,83 роки) у Варіанту 1 – переведення одного котла на тверде паливо і його робота на повному навантаженні протягом опалювального періоду.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гелетуха Г. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні. Практичний посібник. Київ, 2015. 71с.
2. Чернявський М. В., Мірошніченко С. С., Провалов О. Ю. Переведення котлів малої та середньої потужності зі щільним шаром на спалювання твердої біомаси. Енерготехнології та ресурсозбереження. 2021. №1. С. 71 – 80.
3. Ткаченко С. Й. , Чепурний М. М. , Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання – Вінниця: ВНТУ, 2005. 137с.
4. Основи проектування промислових та опалювальних котельень. Курсове проектування / Под. ред. Боженко М. Ф. – Київ: - Вища школа, 1992. 280с.
5. Радченко С.Г. Математичне моделювання і оптимізація технологічних систем. Київ : Вища школа, 2001. 315 с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27.2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 2011-11-01]. Київ: ДП «Укрархбудінформ», 2011. 123 с. (Національний стандарт України).

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

Лавус Вадим Романович, студент групи ТЕ-22мз, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Чернівці.

Степанов Олексій Дмитрович, студент групи 2КІ-22м, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

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

Lavus Vadym R., student of TE-21mz group Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnitsia National Technical University, Chernivtsi.

Stepanov Oleksii D., student of 2KI-22m group, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia