

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ДВОПАЛИВНОЇ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізована та досліджена теплова схема двопаливної водогрійної котельні для потреб опалення лікарняних та геріатричних закладів. Розроблено математичну модель теплової схеми з використанням матеріальних та теплових балансових рівнянь, виконано дослідження зміни показників теплової схеми котельні при зміні температури навколишнього середовища для двох варіантів організації спалювання палива. Оцінено екологічні показники роботи двох варіантів протягом життєвого циклу.

Ключові слова: опалення, котельня, теплова схема, мережна вода, природний газ, тріска деревини,.

Abstract

The thermal scheme of a dual-fuel water-heating boiler room for the heating needs of hospitals and geriatric institutions was analyzed and researched. A mathematical model of the thermal circuit using material and heat balance equations was developed, a study of changes in the parameters of the thermal circuit of the boiler room with changes in the ambient temperature for two options for the organization of fuel combustion was carried out. The environmental indicators of the operation of two options during the life cycle were evaluated.

Keywords: heating, boiler room, heating scheme, mains water, natural gas, wood chips.

Вступ

За останні роки намітилося відчутне зростання попиту на різні енергоресурси [1, 2] (природний газ, електроенергія, дизельне пально та навіть класичні види твердого палива такі як дрова, брикети, пелети). Тому виникає потреба пошуку альтернативи на заміну дорівартісного джерела теплової енергії. Такою альтернативою нерідко стає тріска деревини.

Тріска деревини – вид твердого палива рослинного походження, яке отримане шляхом дроблення деревини. У якості сировинного джерела деревної тріски може бути: несортована деревина; відходи деревини, отримані в результаті лісозаготівельних робіт; залишки рублення; деревина, яка була у використанні в якості тари і будівельних матеріалів.

Котли на трісці з економічної точки зору вигідний спосіб отримання теплової енергії, оскільки паливна тріска у 2 – 3 рази дешевша у порівнянні із сухими колотими дровами і приблизно у 3 – 4 рази дешевше брикетів або паливних гранул з деревини. Економічна ефективність більш відчутна для котельень більших потужностей ніж для приватних будинків.

У сучасних котельнях все більше розповсюдження набуває використання двох технологій спалювання палива для отримання теплоти, що дозволяє, забезпечити диверсифікацію паливостачання і збільшити надійність системи теплопостачання, особливо для лікувальних та геріатричних закладів; варіюванням палива можливо зменшити експлуатаційні витрати вироблення теплоти, мати можливість мінімізувати собівартість теплової енергії.

Метою роботи є зменшення експлуатаційних витрат на вироблення теплової енергії від двопаливної водогрійної котельні шляхом розроблення математичної моделі показників її теплової схеми та дослідження значень сезонної енергетичної та екологічної ефективності котельні при різних співвідношеннях використаного газового та твердого палива.

Результати дослідження

Досліджувана двопаливна водогрійна котельня оснащена двома твердопаливними котлами потужністю 2,5 МВт кожний та трьома газовими водогрійними котлами потужністю 2 МВт кожний. Дана котельня обслуговує вузол лікарняних та геріатричних закладів у м. Вінниці, тому має сезонний характер роботи і забезпечує лише потреби опалення лікувального комплексу. Сумарна В розрахунковому (максимальному) режимі потужність споживачів складає 8 МВт, а графік температурний графік мережної води – 95/70°C.

За твердопаливними котлами у тепловій схемі котельні встановлено циклони-утилізатори, що забезпечують коефіцієнт корисної дії котлів за паспортом 92%. Робочий тиск в системі 0,3 МПа. Температура відхідних газів за твердопаливними котлами 160 °С.

У тепловій схемі лінії рециркуляції твердопаливних котлів проходять через циклони-утилізатори. Таким чином зворотна мережна вода підігривається перед входом у котел. За паспортними даними заводу-виготовлювача твердопаливного котла температура води в зворотному трубопроводі має бути не менше 60°C, що у даній схемі забезпечується перепуском мережної води із прямого в зворотній трубопровод [3].

Дослідження показників теплової схеми двопаливної водогрійної котельні із встановленими твердопаливними та газовими котлами виконувалося за допомогою розробленої математичної моделі. Математичний опис її складається з теплових та енергетичних балансів [3-6]. Сезонні показники роботи котельні визначалися з врахуванням кліматичних даних за [7]. Розглянуто два варіанти роботи котельні. Варіант 1 передбачає пропорційне зменшення навантаження всіх котлів при зростанні температури навколишнього середовища. У варіанті 2 в першу чергу завантажувалися твердопаливні котли, а газові – за залишковим принципом.

Основні показники роботи двопаливної котельні зведені до табл. 1.

Таблиця 1 – Показники роботи двопаливної водогрійної котельні

Показник	Варіант 1	Варіант 2
Коефіцієнт корисної дії котельні (max / min)	0,866/0,833	0,85/0,818
Річна витрата газоподібного палива, тис. м ³	1234,34	171,92
Річна витрата твердого палива, т	3013,77	6126,57
Річна витрата умовного палива, т	67,3	67,42
Завантаження газових котлів, %	19,31 – 76,57 ¹	0 – 80,27 ¹
Завантаження твердопаливних котлів, %	19,31 – 76,57 ¹	49,47 – 100 ¹

Примітка: 1 – залежність завантаження котлів від температури зовнішнього повітря показано на рис. 1.

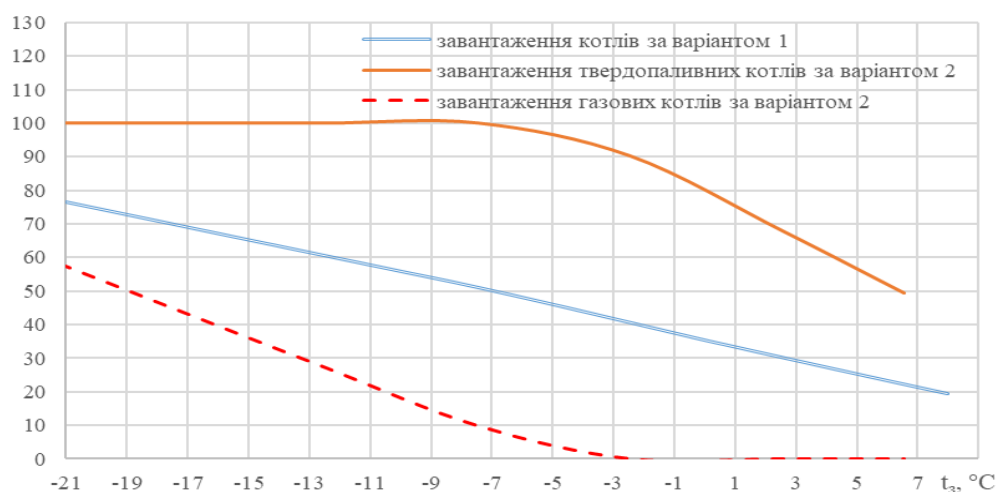


Рисунок 1 – Завантаження котлів залежно від температури навколишнього середовища t_z

Заналізувавши дані з табл. 1 видно, що коефіцієнт корисної дії котельні у варіанті 2 зменшується на 1,8...1,92 % у порівнянні із варіантом 1, а витрата умовного палива на 0,18 % збільшується. Крім

показаних у табл. 1 показників роботи встановлено, що графік зміни ККД має незначний «мінімум» в умовах зовнішньої температури біля -8°C (рис. 2), що можна пояснити одночасною зміною потужності споживачів та переломом температурного графіка.

Як видно із рис. 1 при роботі котельні за варіантом 2, газові котли починають роботу при температурі навколишнього середовища нижче -3°C .

Зважаючи на теперішній стан забруднення навколишнього середовища прийнято рішення оцінити вказані варіанти організації отримання теплоти на даній двопаливній котельні з екологічної точки зору за допомогою програмного продукту SimaPro 9.4.0.2. Результати оцінки екологічних показників протягом життєвого циклу показано на рис. 2.

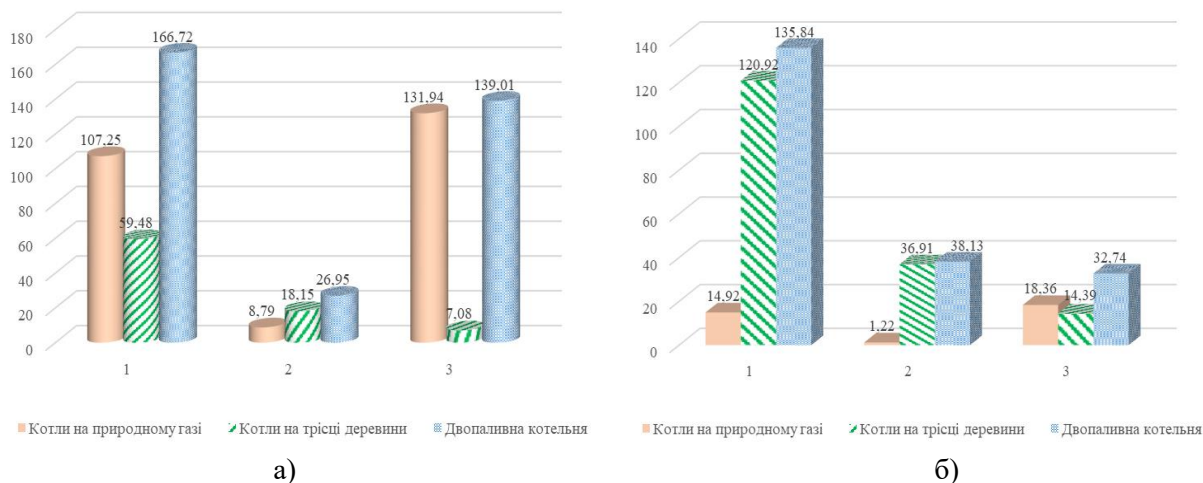


Рисунок 2 - Показники впливу варіантів організації спалювання палива для отримання теплоти на навколишнє середовище протягом життєвого циклу у екобалах (kpt): а – для варіанту 1; б – для варіанту 2; 1 – вплив на здоров'я людини; 2 – вплив на екосистему; 3 – вплив на вичерпання ресурсів

Як видно із рис.2, найменший сумарний вплив на екосистему має варіант 1, а найменший вплив на вичерпання ресурсів та здоров'я людини – варіант 2. Аналізуючи сумарний показник впливу на довкілля встановлено, що кращим є варіант 2 (206,71 kpt), тоді як варіант 1 має сумарний показник 332,68 kpt.

Висновки

В даній роботі проведено аналіз та дослідження теплової схеми двопаливної водогрійної котельні з потужністю споживачів в максимальному режимі 8 МВт.

Розроблено математичну модель теплової схеми з використанням матеріальних та теплових балансових рівнянь.

З використанням математичної моделі виконано дослідження зміни показників теплової схеми котельні при зміні температури навколишнього середовища для двох варіантів організації спалювання: з пропорційним зменшення навантаження всіх котлів при зростанні температури навколишнього середовища та з першочерговим максимальним навантаженням твердопаливних котлів. Виявлено, що варіант із пропорційним навантаженням має 1,8...1,92% вищий коефіцієнт корисної дії та на 0,18% меншу річну витрату умовного палива у порівнянні із іншим варіантом. Перевагою варіанту 2 є зменшення річного споживання природного газу на 86%.

Аналіз екологічних показників роботи котельні за двома варіантами організації спалювання палива в котельні показав, що найменший вплив на довкілля за сумарним показником є першочергове максимальне навантаження твердопаливних котлів.

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. Степанова Н. Д. Обґрунтування вибору джерела теплоти для водогрійної котельні / Н. Д. Степанова, І. О. Коломієць // Матеріали XLIX Науково-технічної конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2020). – 2020. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9175/7523>
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 котелень. Курсове проектування / Под. ред. Боженко М. Ф. – Київ: - Вища школа, 1992. 280с.
5. Попырин Л.С. Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических установок. Москва : Энергия, 1978. 416 с.
6. Радченко С.Г. Математичне моделювання і оптимізація технологічних систем. Київ : Вища школа, 2001. 315 с.
7. 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

Древинський Максим Валентинович, студент групи ТЕ-21м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Глеба Ярослав Олександрович, студент групи ТЕ-21мс, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yaroslavg@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

Drevynskiy Maksym V., student of TE-21m group Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Hleba Yaroslav O., student of TE-21ms group, Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yaroslavg@gmail.com