

СЕЗОННА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДВОПАЛИВНОЇ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ

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.

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

Abstract

The thermal scheme of a two-fuel water heating boiler for the heating needs of medical and geriatric institutions is analyzed and researched. The mathematical model of the thermal scheme with use of material and thermal balance equations is developed, research of change of indicators of the thermal scheme of a boiler room at change of ambient temperature is executed

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

Вступ

На сьогоднішній день особливої актуальності набуває задача комфортного екологічно чистого та енергоефективного забезпечення населення тепловою енергією.

Використання викопних органічних палив призводить до виснаження запасів цих енергоресурсів і збільшення їх вартості. Перспективними є технології часткового або повного заміщення природного газу місцевими або відновлюваними енергоресурсами [1, 2].

Математичне моделювання показників роботи теплової схеми водогрійної котельні дозволяє визначити її ефективність за умов різної температури навколишнього середовища, визначити поточну і річну витрату палива на котли, оптимізувати паливну складову у собівартості вироблення теплоти водогрійною котельнею.

Поєднання двох паливних технологій на одній котельні дозволяє, по-перше, забезпечити диверсифікацію паливостачання і збільшити надійність системи теплопостачання, особливо для лікувальних та геріатричних закладів. По друге, варіюванням палива можливо зменшити експлуатаційні витрати вироблення теплоти, мати можливість мінімізувати собівартість теплової енергії.

Метою виконання 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 енергоефективності котельні при різних співвідношеннях використаного газового та твердого палива

Результати дослідження

Водогрійна котельня обслуговує вузол лікарняних та геріатричних закладів у м. Вінниці. Особливістю котельні є сезонний характер її роботи, оскільки забезпечує лише потреби опалення. Сумарна потужність споживачів складає 8 МВт, графік мережної води в розрахунковому режимі 95/70°C.

Котельня призначена для роботи з закритими системами водяного опалення. Котельня оснащена двома твердопаливними котлами потужністю 2,5 МВт кожний та трьома газовими водогрійними котлами потужністю 2 МВт кожний. ККД котлів за паспортом 92% за умови встановлення циклонів утилізаторів. Робочий тиск в системі 0,3 МПа. Температура теплоносія 95°C. Температура продуктів

згорання за твердопаливними котлами 160 °С.

Кожен твердопаливний котел, що працює на трісці деревини, обладнаний циркуляційними насосами для відбору води з бака-акумулятора. Біля твердопаливних котлів лінії рециркуляції проходять через циклони-теплоутилізатори, нагріваючи при цьому мережну воду перед зворотний трубопроводом. Теплова схема передбачає постійну витрату води через котел і підтримання температури в зворотному трубопроводі не менше заданої (60°C). Задана температура підтримується перепуском мережної води із прямого в зворотній трубопровід [3].

Для дослідження показників теплової схеми двопаливної водогрійної котельні із встановленими твердопаливними та газовими котлами розроблена математична модель. Її математичний опис складається з 25 рівнянь теплових та енергетичних балансів, використовуються внутрішні ітерації для визначення показників роботи ліній рециркуляції твердопаливних котлів, рівнянь для визначення витрати газового та твердого палива. Основні рівняння, що використані в математичному описі моделі наведені в [3-6] з врахуванням кліматичних даних за [7]. Задано пропорційне зменшення навантаження всіх котлів при зростанні температури навколишнього середовища.

Результати моделювання показників роботи теплової схеми двопаливної водогрійної котельні показані на рис. 1 – 2.

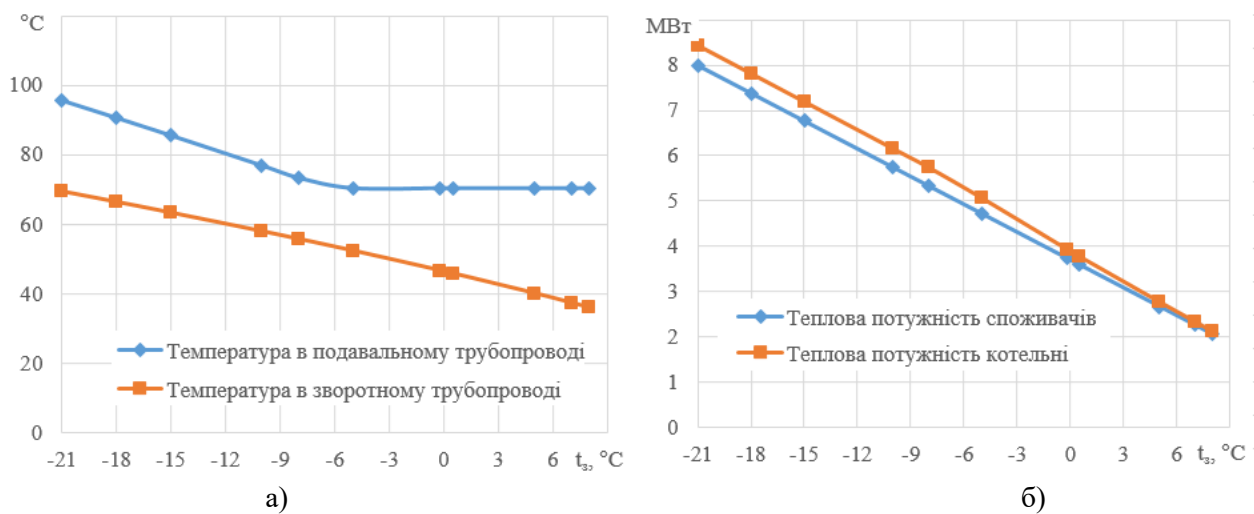


Рисунок 1 – Вплив температури зовнішнього повітря на температуру в подавальному і зворотному трубопроводах (а) та на теплову потужність споживачів і котельні (б)

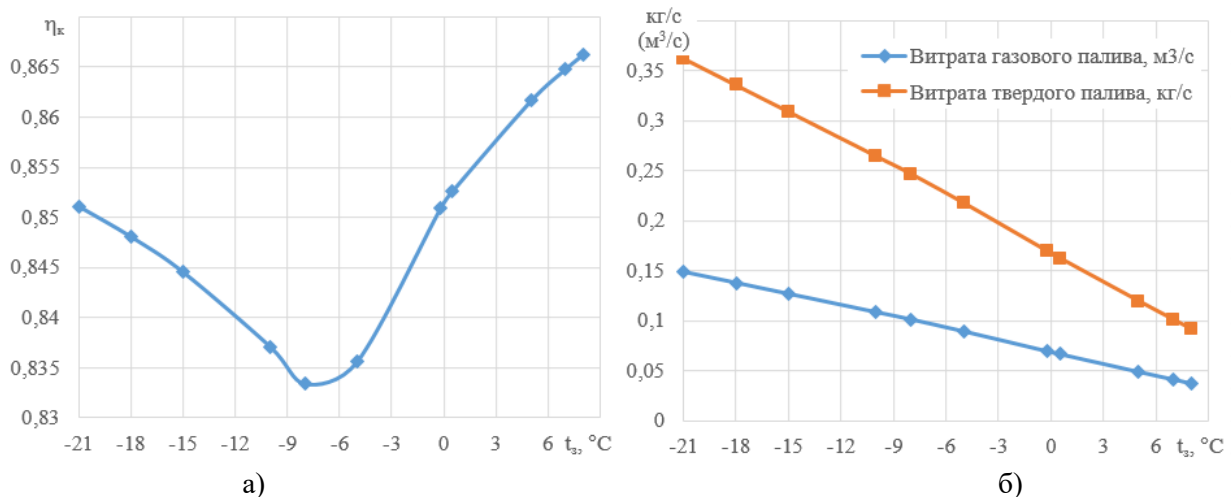


Рисунок 2 – Вплив температури зовнішнього повітря на коефіцієнт корисної дії котельні (а) та на витрату газового і твердого палива (б)

В результаті моделювання встановлено, що із зменшенням температури навколишнього повітря зростають втрати теплоти в тепловій схемі котельні, що пов'язано із збільшенням витрат теплоти на

нагрів підживлювальної води.

На рис. 1 видно злом температурного графіка тепломережі при температурі навколишнього середовища в межах -6°C . Це пов'язано із складністю забезпечення температури мережної води на вході в газові та твердопаливні котли. В розрахунку таку температуру прийнято 60°C .

Невелика відмінність нахилу кривих зміни витрати рециркуляційної води для газових та твердопаливних котлів пов'язана із впливом циклонів-теплоутилізаторів.

Виявлено, що: температура води в циклонах-теплоутилізаторах змінюється незначно, що пояснюється великою витратою рециркуляційної води для забезпечення необхідної температури на вході в котел; максимальні навантаження на рециркуляційний насос відбуваються в діапазоні зовнішніх температур $-1 \dots -6^{\circ}\text{C}$.

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.

Висновки

В даній роботі проведено аналіз та дослідження теплової схеми двопаливної водогрійної котельні розрахунковою потужністю споживачів 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. Виявлено, що потужність котельні змінюється від 8,4 МВт до 2,12 МВт. При цьому температурний графік знижується від 95/70 до 70/36,5 $^{\circ}\text{C}$.

Такі зміни основних показників котельні впливають на витрату газового та твердого сипучого палива, ККД котельні та витрати води в лінії рециркуляції.

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. Коломісць // 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 «Укразбудінформ», 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: yaroslavvg@gmail.com .

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

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

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