

ЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕВЕДЕННЯ ВОДОГРІЙНОЇ КОТЕЛЬНОЇ НА СПАЛЮВАННЯ БІОПАЛИВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження ефективності переведення водогрійної котельні на природному газі на спалювання біопалив, а саме щепи деревини та гранул з лушпиння соняшнику. Визначено собівартість виробництва теплової енергії, а також валові викиди забруднювальних речовин.

Ключові слова: щепи деревини, природний газ, гранули з лушпиння соняшнику, викиди оксидів азоту, вуглекислий газ.

Abstract

A study of the effectiveness of converting a water heating boiler room on natural gas to burning biofuels, namely wood chips and sunflower husk pellets, was conducted. The cost of thermal energy production, as well as the gross emissions of pollutants, were determined.

Keywords: wood chips, natural gas, sunflower husk pellets, emissions of nitrogen oxides, carbon dioxide.

Вступ

Різке подорожчання природного газу, а також можливі перебої в його постачанні, спонукає до використання в котельнях інших видів палива. Серйозною альтернативою використанню природного газу є кам'яне вугілля і низькосортні види твердого палива, такі як буре вугілля, торф, солома, відходи деревообробки, дрова, ошурки, щепи. Використання альтернативного палива вимагає проведення реконструкції діючих або будівництво нових твердопаливних котельень.

Метою роботи є оцінка енергетичної та екологічної ефективності переведення водогрійної котельні на спалювання біопалива.

Результати дослідження

Проведемо дослідження енергетичної, економічної та екологічної ефективності переведення водогрійної котельні з природного газу на біопалива. Потужність системи опалення $Q_{оп}=1600$ кВт, система закрита, графік мережної води 100/80 °С, температура сирої води 5 °С, температура зовнішнього повітря -21 °С, потужність гарячого водопостачання $Q_{гвп}=160$ кВт, температура води на гаряче водопостачання 60 °С. Марки встановлених котлів КСВа-1.0Гн «ВК-22», паливо газ з теплою згорання $Q_n^p = 35,58$ МДж/м³. Склад палива наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Склад деяких видів палива

Паливо	С ^p , %	Н ^p , %	Sp, %	Op, %	N ^p , %	Ap, %	W ^p , %	Q _n ^p , кДж/кг
Гранули з со- ломи	42,7	5,3	0,1	36,9	0,5	4,5	10	15,7
Гранули з лу- шпиння соня- шнику	42,5	4,9	0,16	34,6	0,44	2,4	15	15,43
Щепа деревини	34,6	4,2	0	30,1	0,4	0,7	30	12,3

Показники роботи котельні на різних видах палива наведено в таблиці 2. Для розрахунку котельні використано методику [1]. Ціни на паливо взято з [2].

Таблиця 2 – Показники роботи котельні на різних видах палива

Показник	Розмірність	Котельня на газу	Котельня на гранулах з лушпиння соняшнику	Котельня на гранулах з соломи пшениці	Котельня на щепі деревини
Річна витрата палива	Газ – млн. м ³ /рік Тверде паливо тон/рік	0,55	1367	1342,31	1713,35
Річні витрати на паливо	млн.грн.	8,56	5,34	6,752	7,929
Загальні річні експлуатаційні витрати	млн.грн.	11,042	7,93	9,461	10,738
Річний відпуск теплоти	ГДж/рік	14946	14946	14946	14946
Собівартість виробництва теплової енергії	грн/ГДж	738	530	633	718

Отже, з економічної точки зору, найбільш доцільно встановити в котельні котел на гранулах лушпиння соняшника.

Для розрахунку екологічної ефективності використано методики [3-5]. На рисунку 1 показано валові викиди вуглекислого газу під час спалювання спалювання природного газу, щепи деревини та гранул з лушпиння соняшнику.

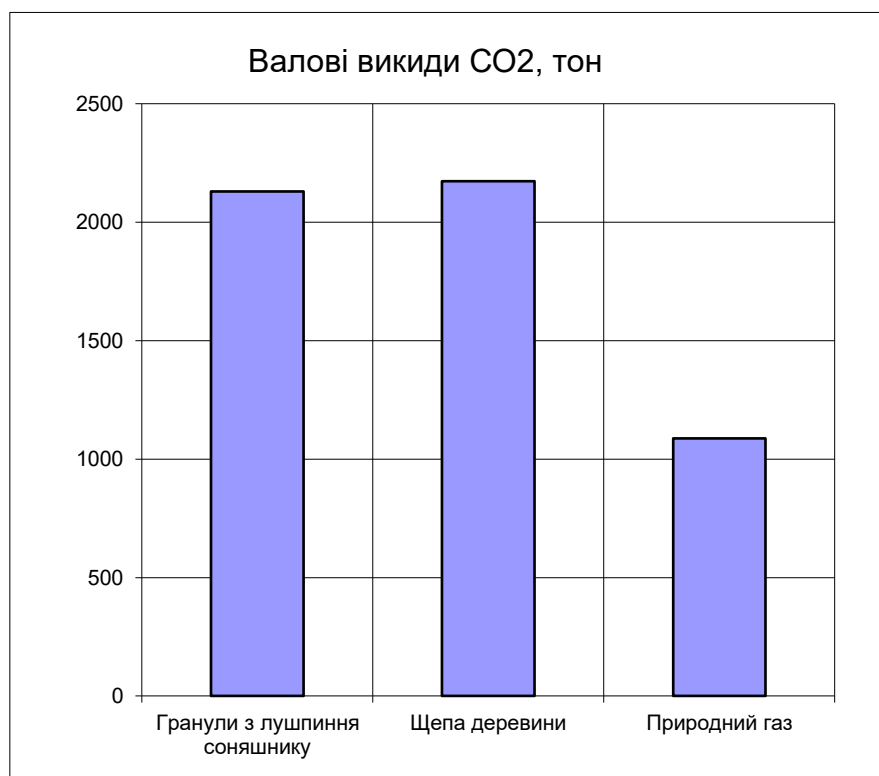


Рис. 1 – Валові викиди вуглекислого газу під час спалювання природного газу, щепи деревини та гранул з лушпиння соняшнику

Як показали результати, найбільше валових викидів вуглекислого газу буде під час спалювання біопалив.

Показники емісії для щепи деревини: $k_{N_2O} = 5$ г/ГДж, $k_{CH_4} = 5$ г/ГДж, $k_{NO_x} = 200$ г/ГДж.

Показники емісії для лушпиння соняшника: $k_{N_2O} = 5$ г/ГДж, $k_{CH_4} = 9$ г/ГДж, $k_{NO_x} = 88$ г/ГДж.

Ефективність золотловлювача взято 95%. На рисунку 2 наведено результати розрахунків валових викидів оксидів азоту, а на рисунку 3 – валові викиди твердих частинок.

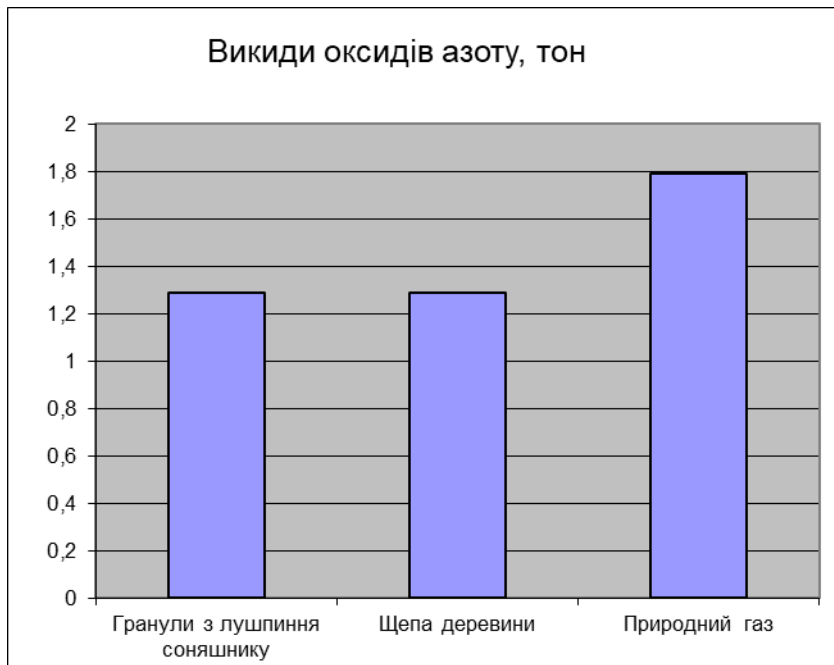


Рисунок 2 – Валові викиди оксидів азоту під час спалювання природного газу, щепи деревини та гранул з лушпиння соняшнику

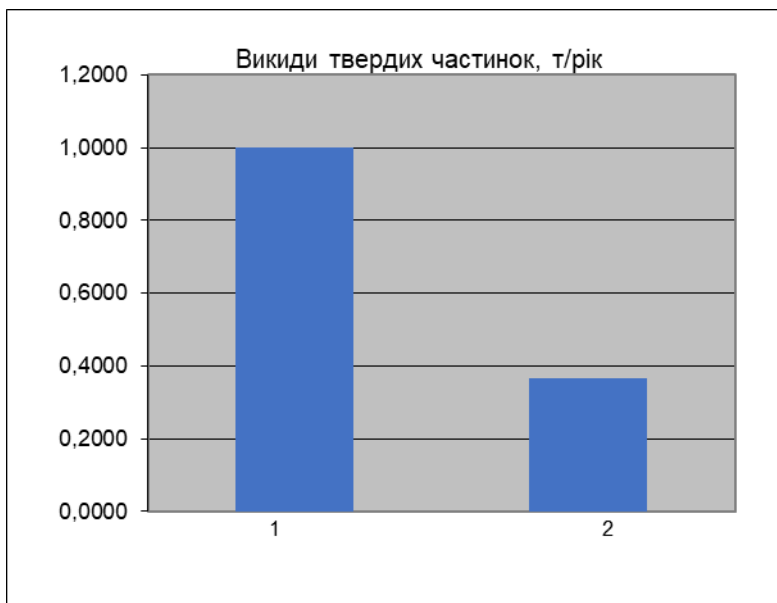


Рисунок 3 – Валові викиди твердих частинок під час спалювання щепи деревини та гранул з лушпиння соняшнику, 1 – гранули з лушпиння соняшнику, 2 – щепа деревини.

Оскільки зольність лушпиння становить 2,4 %, а щепи деревини 0,7 %, то відповідно, викиди твердих частинок для гранул з лушпиння соняшнику більші.

На рисунку 4 визначено сумарні викиди парникових газів для порівнюваних видів палив.

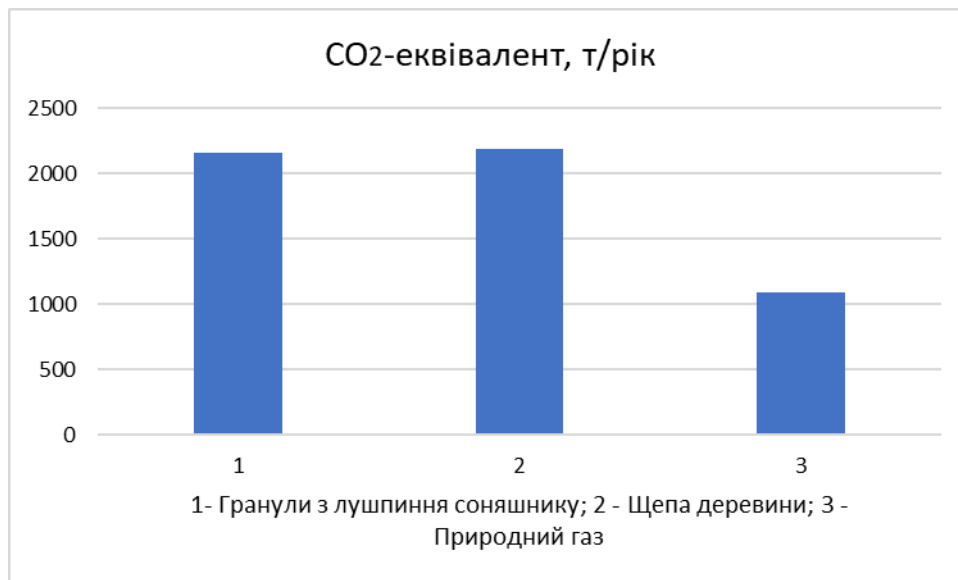


Рисунок 4 – Валові викиди оксидів азоту під час спалювання природного газу, щепи деревини та гранул з лушпиння соняшнику

Як видно з рисунку 2.4, CO₂-екв майже в 2 рази більший для біопалив, ніж для природного газу.

Слід зазначити, що за викиди CO₂ підприємства сплачують екологічний податок [6]. З 1 січня 2019 року ставка податку зросла у 24 рази до 10 грн за тону викидів CO₂. Під оподаткування підпадають підприємства, які спалюють біомасу, хоча вона вважається вуглецевонейтральним паливом і у світі не оподатковується. Україна має зобов'язання гармонізувати своє законодавство з директивою ЄС 2003/96/ЄС про реструктуризацію оподаткування електроенергії і перенести базу оподаткування викидів CO₂ на викопне паливо.

Це дасть можливість охопити податком усі потенційні викиди CO₂ і стимулювати перехід на відновлювані джерела енергії, оскільки вони не підпадають під оподаткування.

Висновки

Проведено дослідження ефективності переведення водогрійної котельні на природному газі на спалювання біопалив. Визначено, що собівартість виробництва теплової енергії на природному газі становить 738 грн/ГДж. Собівартість виробництва теплової енергії в разі переведення на спалювання гранул з лушпиння соняшника суттєво менша і становить 530 грн/ГДж.

Як показали результати досліджень, найбільше валових викидів забруднювальних речовин буде під час спалювання твердого палива (гранул з лушпиння соняшнику, щепи деревини). Зокрема, CO₂-екв майже в 2 рази більший для біопалив, ніж для природного газу. Це пояснюється тим, що теплота згорання природного газу більша, ніж у гранул з лушпиння соняшнику, тому для забезпечення необхідної теплової потужності, потрібно більше спалити твердого палива. Оскільки біопалива вважаються CO₂-нейтральними, то їх використання є перспективним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С. Й., Чепурний М. М., Степанов Д. В. Розрахунки теплових схем і основи проектування джерел теплопостачання. Вінниця : ВНТУ, 2005. 137 с.
2. Prozorro Market. URL: [23. Аналіз цін у Prozorro Market - Ціни товарів \(завершені закупівлі із одним предметом лота\) | Лист - Qlik Sense \(дата звернення 16.04.2024 р\)](#) (дата звернення 01.04.2024 р).
3. ГКД 34.02.305–2002. Викиди забруднювальних речовин у атмосферу від енергетичних установок. Методика визначення. 40 с.

4. Левицька О. Г. Порівняльний аналіз викидів шкідливих речовин при застосуванні альтернативних природному газу біопалив / О. Г. Левицька, О. В. Січевий // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – 2019. №20. С. 90 - 95. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh_2019_20_15

5. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Перша редакція. Т. І. Донецьк : Український науковий центр технічної екології, 2004. 184 с.

6. Механізми зменшення викидів CO₂. URL: <https://www.epravda.com.ua/projects/ekonomika-bez-vykydiv/2021/03/31/672462/> (дата звернення 06.05.2024 р).

Боднар Лілія Анатоліївна, к.т.н., доцент кафедри теплоенергетики ВНТУ, <https://orcid.org/0000-0001-9497-214X>, e-mail: Bodnar06@ukr.net

Куленко Олександр Олексійович, студент, e-mail: sasha.kulenko@gmail.com

Вакалюк Роман Юрійович, студент, vakalukroma619@ukr.net

Bodnar Lilia, Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.

Kylenko Olexandr, student, e-mail: sasha.kulenko@gmail.com

Vakalyuk Roman, student, vakalukroma619@ukr.net