

## ЕКОЛОГІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ПИТАННЯ ПЕРЕВЕДЕННЯ ПРОМИСЛОВОЇ ПАРОВОЇ КОТЕЛЬНІ НА СПАЛЮВАННЯ БІОМАСИ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Встановлено, що вибір оптимального з екологічної та економічної точки зору джерела теплоти для промислової парової котельні є доцільним. Проаналізовано техніко-економічні та екологічні показники котельні при спалюванні у парогенераторі природного газу та біомаси. Обрано найбільш оптимальний варіант джерела теплоти для котельні.*

**Ключові слова:** котельня, біомаса, тріска деревини, природний газ, SimaPro

### *Abstract*

*It has been established that the choice of the optimal source of heat for an industrial steam boiler room from an ecological and economic point of view is expedient. The technical, economic and ecological indicators of the boiler house during combustion in a steam generator of natural gas and biomass were analyzed. The most optimal option of the heat source for the boiler room is selected*

**Keywords:** boiler room, biomass, wood chips, natural gas, SimaPro.

### Вступ

Переведення промислових газових котелень на спалювання біомаси в сучасних умовах має декілька актуальних аспектів, які враховують екологічні, економічні та соціальні вигоди [1, 2]. Ось деякі з ключових аспектів.

Перший – екологічний, що передбачає зменшення викидів шкідливих речовин, оскільки спалювання біомаси може бути більш екологічно дружнім порівняно з традиційними газовими котельнями, особливо якщо біомаса добувається та обробляється в екологічно стійкий спосіб; оскільки є відновлюваним джерелом енергії, і її згорання викидає стільки ж CO<sub>2</sub>, скільки було поглинуто рослинами під час їхнього росту, що робить процес більш збалансованим в екологічному відношенні.

Другий – доступність біомаси: використання біомаси може дозволити використовувати місцеві відходи та біомасу, що може зменшити залежність від імпортованих енергетичних ресурсів.

Третій – економічна ефективність, оскільки в деяких випадках біомаса може бути економічно вигідною, зокрема якщо вона доступна локально або якщо існують сприятливі умови для її вирощування чи виробництва.

Четвертий - підтримка відновлювальної енергетики і може відповідати вимогам сучасних енергетичних політик та стандартів, спрямованих на зменшення викидів та підтримку відновлювальних джерел енергії.

П'ятий – розвиток сектора біомаси може призвести до створення нових робочих місць, особливо в сільських районах, де може вирощуватися біомаса.

У котельнях України використовуються різноманітні види біомаси для виробництва тепла та енергії, а саме: деревина або деревні відходи (тріска), солома, біопаливні гранули, біогаз, енергетичні культури, паливні брикети, лузга соняшника. Найбільшого поширення набуло спалювання тріски деревини в теплогенераторах для отримання теплоти у вигляді пари або гарячої води.

Оскільки біомаса містить в собі різні мінеральні речовини та неорганічні компоненти. Під час горіння біомаса розкладається на газ, твердий залишок (вугілля) та золу.

Мета роботи: вибір екологічно та економічно доцільного варіанту палива для промислової парової котельні.

### Результати дослідження

Використання природного газу в промислових парогенераторах має ряд переваг: відсутність золи при спалюванні, високий коефіцієнт корисної дії, зручність використання, низькі затрати на обслуговування. На ряду із перевагами є і суттєві недоліки, такі як: залежність від постачальника, висока вартість, обмежений резерв. Тому переведення котельні на місцеві види палива є досить актуальним питанням.

Виконаємо порівняння техніко-економічних показників роботи котельні з парогенераторами на газовому паливі та на біомасі. Враховуючи попередній досвід [3], в якості біомаси обираємо тріску деревини. Результати наведені у табл. 1.

Таблиця 1 – Техніко-економічні показники парової промислової котельні

Показник	Паливо	
	Природний газ	Тріска деревини
Річне виробництво теплоти, ГДж	141635	
Річна витрата палива	4716,4 тис. м <sup>3</sup> /рік	15259 т/рік
Річні витрати на паливо, тис. грн./рік	175555	56797
Річні експлуатаційні витрати, млн. грн./рік	199,05	73,17
Собівартість виробництва теплоти	1405,6	516,6

Очевидним висновком із табл. 1 є те, що переведення промислової котельні на спалювання біомаси у вигляді тріски деревини є економічно доцільним.

Розглянемо екологічні питання переведення котельні на спалювання біомаси також у порівнянні із газовою котельнею. За допомогою програмного продукту SimaPro 9.4.0.2 оцінено вплив даних джерел теплоти протягом життєвого циклу на екосистему (Ecosystems), на вичерпання ресурсів (Resources) та на здоров'я людини (Human Health) і загальний вплив. Життєвий цикл прийнято 10 років. Результати представлені на рис. 1.

З рис. 1 видно, що за усіма показниками варіант газової промислової котельні є більш екологічно недоцільним.

Незважаючи на вищенаведені екологічні та економічні переваги переведення котельні на спалювання біомаси існує і недолік – необхідність очищення відхідних газів після парогенератора від золи. Широко відомі методи електростатичного осадження пилу, фільтрації тканинними та рукавними фільтрами з використанням зносостійких матеріалів та методів самоочищення. Але одним з поширених методів очищення повітря та газів у подібних технологічних процесах є використання різноманітних фільтрів циклонного типу [4]. У штучно створеному у межах такого апарату вихровому потоці повітря та газу (циклони) завдяки дії на тверді та рідкі частки відцентрових сил інерції відбувається їх відокремлення від основного потоку та утилізація у спеціальних бункерах. Ступінь очищення газів може досягати 95%, що вважають досить ефективним з точки зору екологічної безпеки виробництва. Ефективність очищення газу в циклонах в основному визначається дисперсним складом і щільністю частинок пилу, що вловлюється, а також в'язкістю газу, яка залежить від його температури.

Враховуючи витрату димових газів після парогенератора для даної котельні обрано груповий циклон ЦН-15-900х2УП [5].

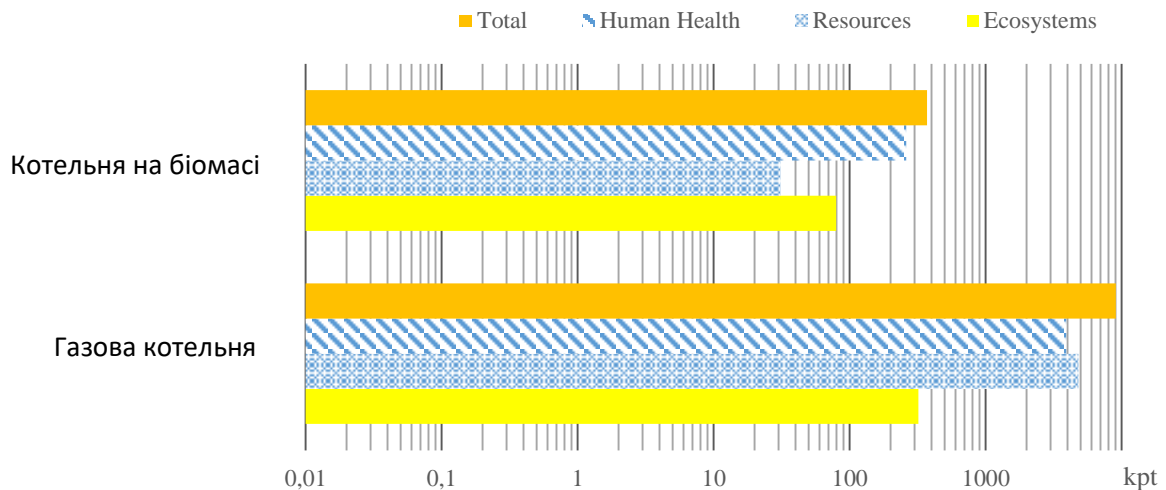


Рис. 1. Показники впливу методів отримання теплоти для технологічних потреб на навколишнє середовище протягом життєвого циклу у екобалах (pt)

### Висновки

В результаті аналізу ключових аспектів заміщення природного газу встановлено, що є вибір екологічно та економічно доцільного варіанту палива для промислової парової котельні є актуальним.

Для природного газу та біомаси у вигляді тріски деревини проаналізовані техніко-економічні та екологічні показники котельні. Встановлено, що найбільш економічно доцільно використовувати як джерело теплоти тріску деревини з твердих порід, оскільки у такому варіанті нижча у порівнянні із газовою котельнею собівартість виробництва теплоти.

Аналогічну картину показала екологічна оцінка за допомогою програмного продукту SimaPro 9.4.0.2, тобто найменший вплив на якість екосистеми, вичерпання ресурсів та здоров'я людини має варіант спалювання тріски деревини із твердих порід.

Тобто з екологічної та економічної точки зору оптимальним варіантом є твердопаливна котельні на трісці деревини із твердих порід, що потребує встановлення системи очищення димових газів від золи.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Перспективи розвитку ринку біомаси в ЄС і Україні. Вплив використання біомаси на зміну клімату. URL: <https://uabio.org/materials/328/>. (дата звернення 18.11.2023 р.)
2. Гелетуха Г. Підготовка та впровадження проектів заміщення природного газу біомасою при виробництві теплової енергії в Україні : практичний посібник. Київ, 2015. 71с.
3. Степанова Н.Д. Екологічні та економічні аспекти вибору джерела теплоти для котельні / Н. Д. Степанова, Є. С. Ранда, К. П. Ільчук // Доповідь на міжнародній науково-технічній конференції "Інноваційні технології в будівництві", Вінниця, 2022. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/paper/viewFile/16695/13863> (дата звернення 18.11.2023 р.)
4. Ляшеник А. В. Обґрунтування конструкції циклона для очищення повітря на підприємствах деревообробної галузі / А. В. Ляшеник, Л. О. Тисовський, Л. М. Дорундяк, Ю. Р. Дадак // Науковий вісник НЛТУ України. 2011. Вип. 21.9. С. 119-125.
5. Циклон ЦН-15-900х2УП. URL: <https://ventoprom.com.ua/product/cn-15-900-2up-ciklon/> (дата звернення 18.11.2023)

*Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний університет, м.Вінниця, e-mail: [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)*

*Глеба Ярослав Олександрович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail; [yaroslavg1389@gmail.com](mailto:yaroslavg1389@gmail.com)*

*Чорнобай Олександр Сергійович – студент кафедри теплоенергетики, 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, Vinnitsya, e-mail: [Stepanovand@i.ua](mailto:Stepanovand@i.ua)**

*Gleba Yaroslav Oleksandrovych - student of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail; [yaroslavg1389@gmail.com](mailto:yaroslavg1389@gmail.com)*

*Chornobai Oleksandr Sergijovych - student of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,*