

# ЕНЕРГЕТИЧНЕ, ЕКОНОМІЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ПІДГРУНТЯ ВИБОРУ ПАЛИВА ДЛЯ ТВЕРДОПАЛИВНОГО КОТЛА

Вінницький національний технічний університет;

## *Анотація*

*Проаналізовано доцільність застосування в якості палива для водогрійного котла торфу, торфобрикетів, бурого вугілля і дрів. Проведено дослідження впливу виду палива на енергетичні, економічні та екологічні показники роботи твердопаливного котла.*

**Ключові слова:** дрова, торф, буре вугілля, теплопостачання, шкідливі викиди, спалювання.

## *Abstract*

*The expediency of using peat, peat briquettes, brown coal and firewood as fuel for a water heating boiler is analyzed. A study of the impact of fuel on energy, economic and environmental performance of solid fuel boilers.*

**Keywords:** firewood, peat, brown coal, heat supply, harmful emissions, combustion.

## Вступ

За кліматичних умов України значна частина потужностей теплогенерувальних установок працює на забезпечення необхідних метрологічних умов у приміщеннях різного призначення. Незважаючи на те, що більшість джерел централізованого теплопостачання все ще віддають перевагу природному газу в якості теплоносія, при проектуванні невеликих джерел теплопостачання останнім часом суттєва увага приділяється використанню альтернативних джерел енергії [1]. Крім того питання у заміщенні природного газу на інші енергоносії, а саме залучення місцевих палив до енергетичного балансу має також і соціальний ефект [2]. Як альтернативні джерела теплоти можна розглянути : буре вугілля, дрова, торф. Обираючи вид палива для котла передусім звертають увагу на енергетичні показники роботи, що викликає необхідність проведення дослідження роботи котлів на різних видах палива.

Зважаючи на те, що викиди шкідливих речовин підприємств теплоенергетики, зумовлені процесами згорання органічного палива, є одним із основних джерел забруднення атмосфери, під час вибору джерела теплоти необхідно оцінювати окрім енергетичних та економічних показників роботи котла ще й екологічні показники.

Метою роботи є дослідження впливу характеристик різних видів палива на економічні, енергетичні та екологічні показники роботи твердопаливного котла.

## Основна частина

Аналізуючи різні види твердого палива з позиції використання їх для потреб теплопостачання встановлено, що споживачі невеликої потужності часто віддають перевагу деревному паливу. Яке в свою чергу може мати різну вологість залежно від умов зберігання та транспортування. Звичайно деревна маса з меншою вологістю має найвищу теплоту згорання та під час її спалювання у котлах можна отримати значно вищі показники ефективності роботи ніж у більш вологій деревини [3 , 4]. Таке паливо, як торф, має великий вміст вуглецю і низький вміст сірки у робочій масі. Але має суттєвий недолік – високий вміст вологи. Проблема високої вологості дозволяють вирішити торфобрикету.

Для дослідження обрано твердопаливний котел потужністю 150 кВт, характеристики якого описано у [3 , 4]. Розглядалися такі види палива : дрова із вмістом вологи 20 %, торф із вмістом вологи 50 %, буре вугілля із вмістом вологи 16 %, торфобрикету із вмістом вологи 19,2 %.

Використовуючи методики, наведені у [5 – 7], виконано перевірний розрахунок твердопаливного

котла потужністю . Результати розрахунку основних показників роботи котла потужністю 150 кВт на наведених вище видах палива. Результати представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Результати оцінки показників енергетичної ефективності котла при спалюванні різних видів палива

Види твердого палива	Дрова , W = 20%	Торф , W = 50%	Буре вугілля, W = 16%	Торфобрикет, W = 19,2%
Температура відхідних газів, °С	195	188	151	150
Коефіцієнт корисної дії, %	88,14	85,93	91,12	91,11
Витрата палива, кг/с	0,01166	0,02127	0,00786	0,00747

Як видно із табл. 1, найвищий коефіцієнт корисної дії (ккд) має котел під час роботи на бурому вугіллі і торфобрикетах. Найнижчий ккд має котел на торфі, що передусім пов'язано із його високою вологістю. При спалюванні бурого вугілля і торфобрикетів температура відхідних газів складає близько 150 °С, що суперечить рекомендаціям заводу-виготовлювача котла. За рекомендованої температури відхідних газів теплопродуктивність котла при роботі на бурому вугіллі і торфобрикетах зростає на 40 – 45 %. Під час оцінки температури стінки конвективного пучка котла встановлено, що під час спалювання торфу, торфобрикетів та бурого вугілля вона буде нижче температури конденсації водяної пари у димових газах, що може призвести до конденсації парів вологи на поверхнях нагріву котла, а отже і до їх корозії.

Під час порівняння економічних показників виробництва теплової енергії з різних видів палива нами прийняті до розгляду такі ціни на паливо: дрова – 2,4 грн./кг, торф – 0,52 грн./кг, буре вугілля – 3,5 грн./кг, торфобрикет – 1,6 грн./кг. Результати порівняння представлені на рис. 1. Встановлено, що найнижчу собівартість теплоти мають торф і торфобрикет, а найвищу – дрова та буре вугілля.

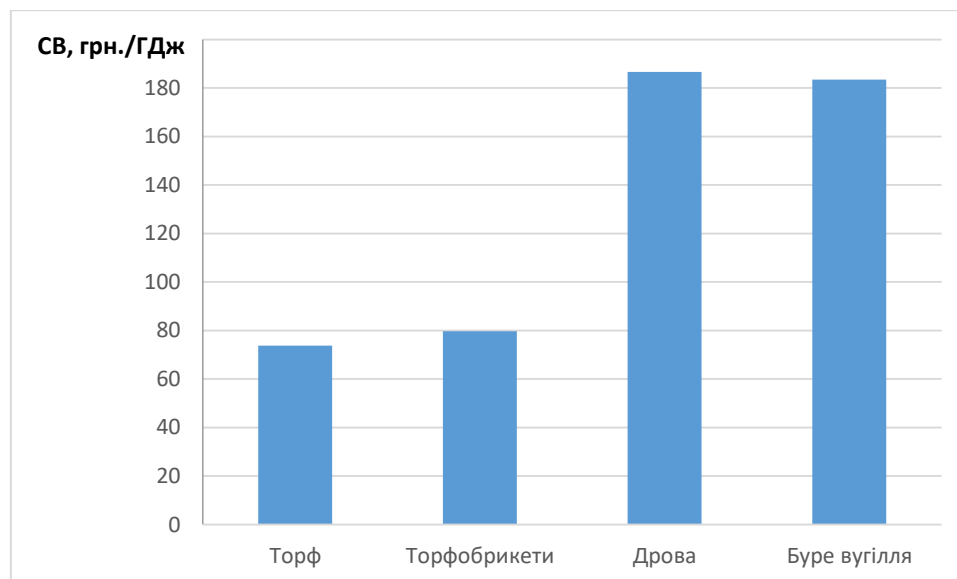


Рисунок 1 – Собівартість виробництва теплоти (СВ) при спалюванні різних видів палива

У роботі виконано оцінку викидів шкідливих речовин під час роботи даного твердопаливного котла на наведених видах палива протягом доби. Результати розрахунків наведено у табл. 2. Зауважимо, що протягом доби даний котел відпустить 12,96 ГДж теплоти споживачу.

Аналізуючи результати наведені у табл. 1, можна зробити висновки, що найбільше забруднення оксидами азоту відбувається при спалюванні торфу, оксидами сірки – буре вугілля, вуглекислим газом – торф, твердими частинками – торфобрикет, а метану – торф. Отже в загальному на підставі

екологічних показників слід обирати в якості палива дрова з вологістю 20%.

Таблиця 2 – Результати оцінки викидів шкідливих речовин при спалюванні різних видів палива

Види твердого палива	Добовий викид шкідливих речовин, кг/добу				
	NO <sub>x</sub> в перерахунку на NO <sub>2</sub>	SO <sub>x</sub> в перерахунку на SO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Твердих частинок (золи)	CH <sub>4</sub>
Дрова, W = 20%	0,87	0	1492,5	0,098	0,015
Торф, W = 50%	0,93	6,54	1722,11	1,23	0,016
Буре вугілля, W = 16%	0,81	45,4	1221,27	1,36	0,014
Торфобрикет, W = 19,2%	0,79	5,02	1320,74	1,46	0,013

### Висновки

З аналізу економічних показників встановлено, що найбільш доцільними варіантами палива є торф і торфобрикет. Встановлено, що після переробки торфу на торфобрикеті призводить до зростання коефіцієнта корисної дії котла на 5,18%, зменшення витрати палива на 49,64% та зниження температури відхідних газів на 38 °С. З енергетичної точки зору найбільш доцільними є варіанти палива – торфобрикет і буре вугілля. Враховуючи експлуатаційні, екологічні показники та рекомендації виробників котла найбільш доцільним є використання у якості палива дров з вологістю 20%.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Степанова Н.Д. Обґрунтування вибору джерела теплоти для водогрійної котельні / Н. Д. Степанова, І. О. Коломієць // Доповідь на XLIX Науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання ВНТУ, Вінниця, 2020. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/9175/7523>
2. Снежкін Ю. Ф. Теплотехнічні характеристики твердих біопалив з торфу і біомаси як енергетичного ресурсу малої енергетики / Снежкін Ю.Ф., Корінчук Д. М. // Промышленная теплотехника. – 2012. – Т. 34, № 6. – С. 70 – 77.
3. Степанова Н. Д. Вплив невизначеності характеристик палива на показники роботи твердопаливного котла / Н. Д. Степанова, І. О. Коломієць // Матеріали XLVIII Науково-технічної конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2019). – 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7971/6654>
4. Степанова Н. Д. Вплив вологості палива на показники роботи твердопаливного котла потужністю 150 кВт / Н. Д. Степанова, І. О. Коломієць // Матеріали міжнародної наукової інтернет-конференції “Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення” Випуск 37. – 2019. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://drive.google.com/file/d/13zA7xuKPYIr93AZsbZYh78EveOXXecwj/view>
5. Боднар Л. А. , Степанов Д. В. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності. Монографія – 2011 р. – 151 с.
6. Степанов Д. В. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник / Д. В. Степанов, Є. С. Корженко, Л. А. Боднар. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 120 с.
7. Тепловой расчет котлов (нормативный метод). – Изд. 3-е перераб. и доп. – СПб.: Изд. НПО ЦКТИ, 1998. – 256 с.

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

**Коломієць Іван Олегович** — студент групи ТЕ-20м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [kolomawork@gmail.com](mailto:kolomawork@gmail.com).

**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)

**Kolomiets Ivan O.** — student of TE-20m group, Faculty of Construction, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsya, e-mail: [kolomawork@gmail.com](mailto:kolomawork@gmail.com).