

Є.Г. Пономаренко, М.В. Катков, Р.А. Семененко

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна*

## КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕЖИМІВ РОБОТИ ГАЗОВИХ КОТЛІВ

*Розглянуто зв'язок технологічних параметрів, що характеризують режими експлуатації водяних і парових газових котлів на еколого-економічні характеристики. Встановлено, що існує суттєвий нелінійний взаємозв'язок між рівнем завантаженості котлів і питомими характеристиками викидів забруднюючих речовин, витратами ресурсів і екологічними витратами. Проаналізовано дані натурних спостережень на котлах, що експлуатуються. Визначені кількісні закономірності, що пов'язують експлуатаційні і еколого-економічні характеристики роботи парових і водяних газових котлів. Запропонована методика може бути використана для визначення режимів експлуатації і параметрів налаштування котельних установок з урахуванням еколого-економічних критеріїв.*

**Ключові слова:** *водяні газові котли, парові газові котли, режими експлуатації, еколого-економічні характеристики.*

### Постановка проблеми

Теплова енергетика відноситься до найбільш значущих джерел впливу на довкілля через споживання невідновлюваних природних ресурсів і забруднення довкілля, в першу чергу викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Серед традиційних джерел теплової енергії з еколого-економічної точки зору незаперечні переваги має природний газ, який, хоча і має декілька меншу теплотворну спроможність порівняно з мазутом, забезпечує в декілька разів менші питомі (на одиницю спожитої теплової енергії) викиди і еколого-економічні витрати, порівняно з іншими джерелами енергії [1]. Сучасні газові котельні налаштовуються на певний тепловий режим з метою досягнення найкращих параметрів роботи котлів при виконанні графіку виробництва теплової енергії. Але реальне споживання теплової енергії є змінною величиною, яка залежить в першу чергу від сезонно-кліматичних факторів (це ствердження справедливо для опалювальних котелень, які складають більшість серед працюючих на даний час).. Таким чином котли знаходяться в експлуатації з різними тепловими навантаженнями в різні періоди часу. Зміна навантаження призводить до зміни як технологічних, так і еколого-економічних характеристик роботи котлів. Визначення закономірностей зв'язку рівнів завантаження котлів з еколого-економічними параметрами їх роботи є підставою для визначення найкращих режимів експлуатації, що мінімізують вплив на довкілля.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідженням зв'язку потужності теплових установок з обсягом викидів забруднюючих речовин для різних видів палива присвячено багато публікацій, що розглядають різні аспекти вказаної проблеми в прив'язці до різних типів енергетичних установок і видів палива. Так в роботі [2] доведено, що питомі на одиницю теплової енергії викиди енергетичних установок залежать не тільки від виду палива, а і від потужності установки. В багатьох роботах проаналізовані викиди парових і водяних котлів при використанні різних типів енергетичних ресурсів – вугілля [3, 4], пелети [5], біопаливо [6]. Але у цих роботах розглядаються деякі стаціонарні умови роботи парових і водяних котлів без урахування можливих змін як умов експлуатації так і параметрів котельних установок, що можуть настроюватися. В той же час визначення впливу експлуатаційних характеристик котлів на їх екологічну, енергетичну і економічну ефективність дозволить визначати найбільш ефективні параметри паливовикористовуючого обладнання при зміні режимів експлуатації.

**Метою даної роботи** є аналіз взаємозв'язку експлуатаційних характеристик котлів, що працюють на природному газі, з величиною їх екологічного впливу на довкілля і, як наслідок, екологічними витратами експлуатуючої організації, пов'язаними з витратами природних ресурсів і компенсацією збитку від забруднення.

## Виклад основного матеріалу

### Оцінка по критерію екологічного впливу

В дослідженні приймали участь котли двох типів: ДКВР 20/13 і КВГ 6,5-150.

ДКВР-20-13 належить до парових котлів з паропродуктивністю 20 т/год. В якості палива для роботи можуть використовуватися природний газ або рідке паливо (мазут). Температура пару на виході може бути рівною 194°C у випадку насиченого пару або 250°C у випадку перегрітого. Розрахунковий коефіцієнт корисної дії (ККД) становить 92%. Розрахункова витрата палива, що використовується, становить 1470 кг/год [7].

Котел КВГ 6,5-150 відноситься до водогрійних установок з теплопродуктивністю 6,5 Гкал/год, що можуть працювати на природному газі чи мазуті. Призначений для отримання гарячої води з температурою 150°C. Розрахунковий коефіцієнт корисної дії (ККД) становить 89%. при роботі на газі та 87% при роботі на мазуті. Розрахункова витрата палива, що використовується, становить 800 м<sup>3</sup>/год газу або 700 кг/год мазуту [8].

Вихідні дані для аналізу базуються на натурних даних, отриманих від системи екологічного діагностування [9] на котельних установках, що багато років знаходяться в експлуатації в котельних Роганського філіалу КП «Харківські теплові мережі»

Для парового котла ДКВР 20/13 на першому етапі була проаналізована залежність енергетичної ефективності котла від його завантаженості. Для цього були розраховані питома тепла енергія, що припадає на одиницю спаленого умовного палива і на її основі визначені ККД котла в залежності від відсотка його завантаженості.

$$E_{\text{п}} = \frac{10^6}{W_{\text{п}}}; \quad \text{ККД} = \frac{E_{\text{п}}}{E} \cdot 100\%, \quad (1)$$

$E_{\text{п}}$  – питома тепла енергія від умовного палива, ккал/кг у.п;

$W_{\text{п}}$  – питома витрата умовного палива на виробництво тепла, кг.у.п./ гкал;

$E$  – тепла здатність 1 кг у.п = 7000 ккал.

Результати розрахунків, що наведені на рис. 1., визначили існування статистично значущої залежності цих параметрів, яка може бути представлена функцією

$$\text{ККД} = -0,767P^2 + 0,2P + 0,79, \quad (2)$$

де  $P$  – завантаження котла, %.

Ця функція досягає максимуму при  $P = 130\%$ , тобто за технічно обумовленими межами. Виходячи з цього можемо зробити висновок, що ККД монотонно зростає при зростанні завантаженості котла, досягаючи при 100% навантаженні максимального значення 91,3%. Остання цифра

збігається з паспортними даними ККД котлів цього типу, що складає 92% [7].

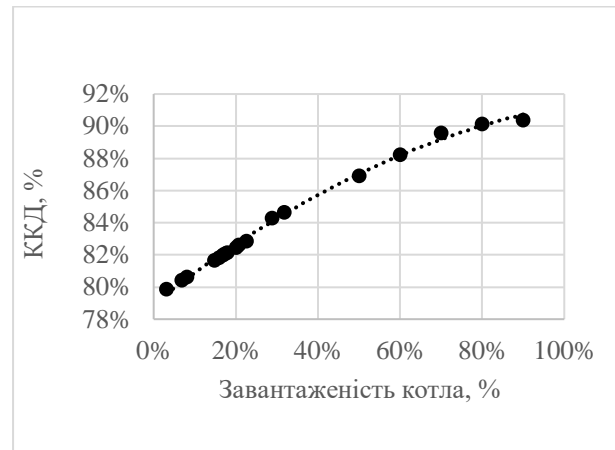


Рис. 1. Залежність коефіцієнту корисної дії від завантаженості парового котла

Екологічна оцінка проводилася на основі натурних вимірювань викидів котла за характерними для газових котлів показниками вмісту оксидів азоту  $\text{NO}_x$  (в перерахунку на  $\text{NO}_2$ ) і оксиду вуглецю  $\text{CO}$ . Для цілей оцінки натурні дані вмісту речовин були перераховані з об'ємних концентрацій в масові при нормальних умовах (температура 0°C і тиск 101325 Па) за формулою:

$$C_m = k_T C_v, \quad (3)$$

де  $C_m$  – масова концентрація, мг/м<sup>3</sup>;

$C_v$  – об'ємна концентрація, ppm;

$k_T$  – коефіцієнт перерахунку:

$$k_T = \frac{M}{V_m} \frac{273}{273 + T}, \quad (4)$$

де  $M$  – молярна маса газоподібної речовини, г;

$V_m$  – її молярний об'єм, л (приймається 22,41 л);

$T$  – температура газу, °C;

Співвідношення  $M/V_m$  дорівнює 2,0525 для  $\text{NO}_x$  і 1,2497 для  $\text{CO}$ .

Отримані значення концентрацій були перераховані в питомих (на 1000 м<sup>3</sup> спаленого газу) масовий викид речовин:

$$m = C_m \frac{W_{\text{д.г.}}}{W}, \quad (5)$$

де  $W_{\text{д.г.}}$  – об'єм димових газів, м<sup>3</sup>;

$W$  – об'єм спаленого газу, м<sup>3</sup>.

Аналіз отриманих даних виявив наявність добре обумовлених (коефіцієнт детермінації вище 0,95) залежностей питомих викидів від питомих витрат умовного палива (рис.2.,3).

$$m_{\text{CO}} = 9 \cdot 10^{-7} W_{\text{п}}^2 - 3 \cdot 10^{-4} W_{\text{п}} + 0,0222;$$

$$m_{\text{NO}_x} = 5 \cdot 10^{-6} W_{\text{п}}^2 - 1,8 \cdot 10^{-3} W_{\text{п}} + 0,1563. \quad (6)$$

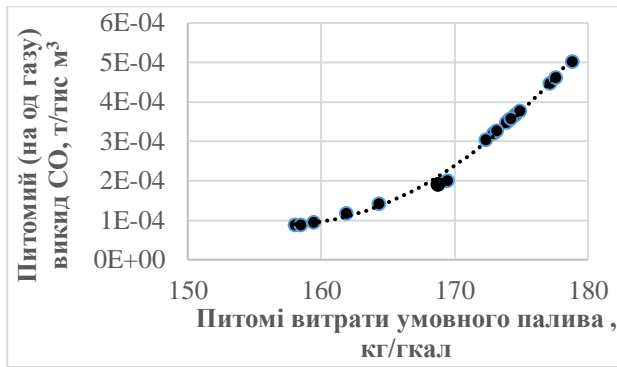


Рис. 2. Залежність питомих викидів оксиду вуглецю від питомих витрат умовного палива для парового котла

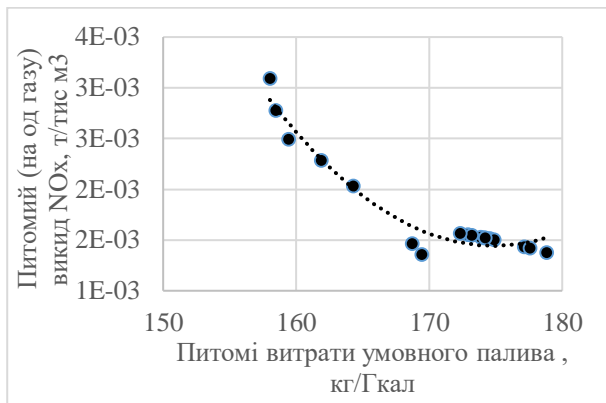


Рис. 3. Залежність питомих викидів оксидів азоту від питомих витрат умовного палива для парового котла

Оскільки питомі витрати умовного палива  $W_p$  є віддзеркаленням ККД, який, в свою чергу має добре обумовлену залежність від завантаження котла, ми можемо встановити зв'язок питомих викидів від завантаження котла.

$$\begin{aligned} m_{CO} &= 8,686 \cdot 10^{-4} P^2 - 1,265 \cdot 10^{-4} P + 0,00054 \\ m_{NOx} &= 2,068 \cdot 10^{-4} P^2 + 5,524 \cdot 10^{-4} P + 0,00141. \end{aligned} \quad (7)$$

З співвідношень (7) витікає, що питомі викиди CO досягають мінімальної величини при завантаженні котла 72%. Для NOx змінення питомих викидів має монотонний характер.

Вочевидь, що залежності питомих викидів від відсотка завантаження котла для CO і NOx мають різнонаправлений характер, а саме збільшення навантаження котла призводить до зростання питомих викидів NOx і зменшення питомих викидів CO. Це дає підстави для спроби пошуку такого завантаження котла, при якому загальний вплив викидів на довкілля є мінімальним. Вирішення цієї задачі потребує попереднього визначення деякого інтегрального показника, що відображає сумарний ефект від викидів обох забруднюючих речовин. В зв'язку з відсутністю нормативно закріплених методик, в даній роботі був використаний підхід, що

базується на оцінці збитку від забруднення довкілля викидами. При цьому підході для оцінки збитку, який є віддзеркаленням зовнішніх ефектів від забруднення, використовується так звана зведена маса забруднюючої речовини, яка визначається за формулою:

$$M_i = A_i m_i, \quad (8)$$

де  $M_i$  – зведена маса  $i$ -ї забруднюючої величини, ум.т;

$A_i$  – коефіцієнт відносної агресивності  $i$ -ї забруднюючої величини, ум.т/т;

Відповідно до формули (8) були перераховані питомі маси викидів CO і NOx з коефіцієнтами відносної агресивності  $A_{CO} = 1$  і  $A_{NOx} = 41,1$  [10].

На рис. 4 наведена залежність зведеної питомої маси забруднювачів від відсотку завантаження котла.

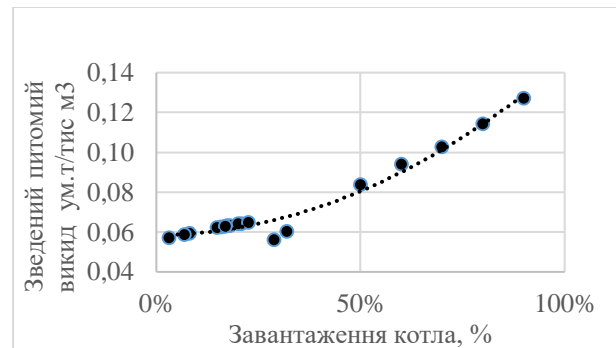


Рис. 4 Залежність зведених питомих викидів від завантаження котла ДКВР

Наведена залежність свідчить, що в діапазоні експлуатаційних режимів роботи котла спостерігається монотонне збільшення забруднення довкілля з зростанням завантаження котла і, отже, зростанням його ККД.

Аналогічний аналіз був виконаний для водяних котлів КВГ 6,5-150.

Результати розрахунків залежності ККД від завантаження котла, виконані по залежності (1) представлені на рис. 5.

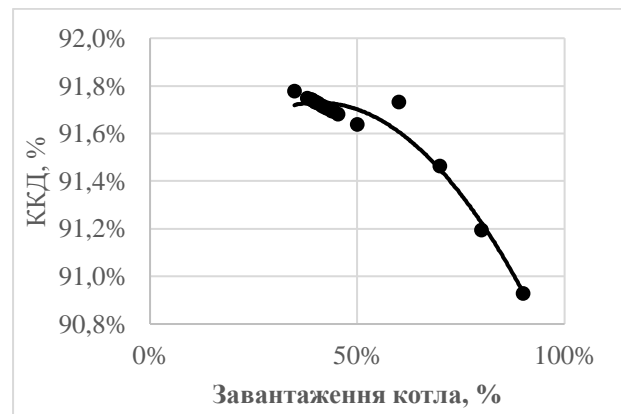


Рис. 5. Залежність ККД котла КВГ від завантаження

Залежність ККД котла КВГ від завантаження є добре обумовленою (коефіцієнт детермінації вище 0,95).

$$ККД = -0,0325P^2 + 0,0263P + 0,912, \quad (9)$$

Треба відзначити, що ККД для даного котла майже не змінюється при зміні навантаження, коливаючись близько значення 91%. Тому, хоча залежність (9) має максимум, він не є цього випадку показним.

Екологічна оцінка впливу котла виконувалася на основі залежностей (3) – (5). Результати представлені на рис. 6, 7.

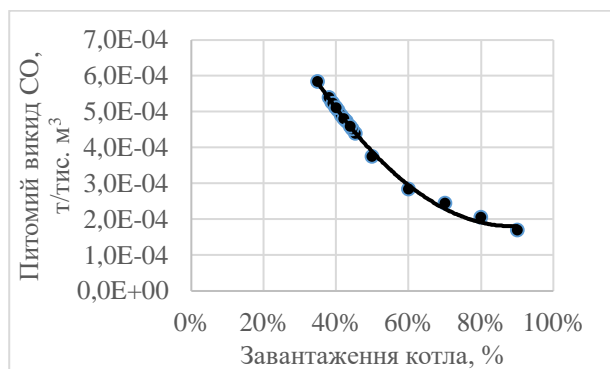


Рис. 6. Залежність питомих викидів CO від завантаження котла КВГ.

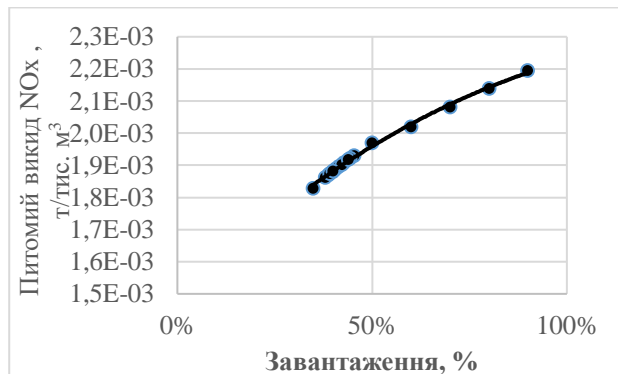


Рис. 7 Залежність питомих викидів NOx від завантаження котла КВГ.

Залежності є добре обумовленими.

$$\begin{aligned} m_{CO} &= 0,0014P^2 - 0,0024P + 0,0013 \\ m_{NOx} &= -0,0004P^2 + 0,0011P + 0,0015 \end{aligned} \quad (10)$$

На основі отриманих результатів для водяних котлів можна зробити такі висновки:

– залежності для CO і NOx мають протилежні тенденції, і співпадають з такими, що визначені для парових котлів;

– залежність питомого викиду CO має мінімум, що відповідає завантаженню котла, що дорівнює 89%, а питомий викид NOx монотонно збільшується при зростанні завантаження.

Зведені питомі викиди, розраховані за співвідношенням (8) наведені на рис. 8.

Вочевидь, зведений питомий викид зростає при збільшенні завантаження котла. Тому з екологічної точки зору більш небезпечним є зменшене завантаження котла.

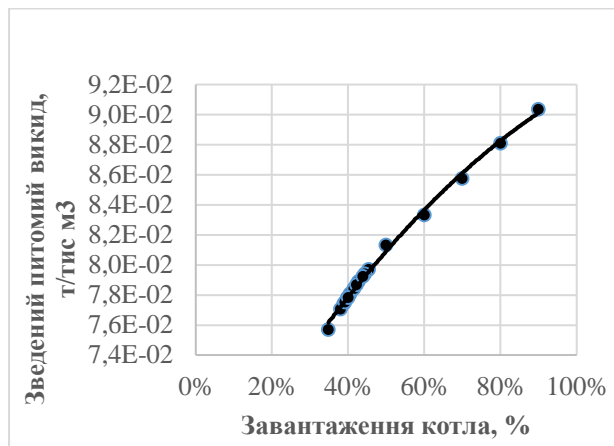


Рис. 8. Залежність зведених питомих викидів від завантаження котла КВГ

#### Оцінка по критерію екологічних витрат

Під екологічними витратами будемо розуміти витрати на ресурси (природний газ) і витрати, що пов'язані з компенсацією збитків, заподіяних довкіллю внаслідок викидів. Відповідно до діючого законодавства України, у природокористувачів виникають два види грошових зобов'язань, пов'язаних з їх впливом на довкілля. По-перше, відповідно до VIII Податкового кодексу України (ПКУ) №2755-VI від 02.12.2010, природокористувач повинен сплачувати екологічний податок за викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення. Методика розрахунку податку наведена в ст. 249.3 ПКУ:

$$P_{вс} = \sum_{i=1}^n M_i H_{pi}, \quad (11)$$

де  $P_{вс}$  – сума податку, грн;

$M_i$  – фактичний обсяг викиду  $i$ -ї забруднюючої речовини, т;

$H_{pi}$  – ставки податку в поточному році за тону  $i$ -ї забруднюючої речовини, грн/т

Ставки податку визначаються статтею 243 ПКУ і щорічно переглядаються.

По-друге, у разі порушення природокористувачем природоохоронного законодавства, зокрема в разі перевищення встановлених в дозволі на викиди ліміту або викидів забруднюючих речовин без дозволу і фіксації цих порушень уповноваженими особами, природокористувачеві нараховується до сплати сума збитку від таких викидів. Тобто, ці виплати носять штрафний характер. Сума збитку визначається

відповідно до розділу 4 Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря № 639 від 10.12.2008 р.

В даній роботі оцінка виконувалася без урахування можливих штрафних санкцій, оскільки їх виникнення не носить регулярного характеру. Тому в якості компенсаційних виплат будемо розглядати тільки суми екологічного податку.

В якості базових визначалися витрати, що припадають на вироблення одиниці (1 Гкал) теплової енергії. З цією метою були розраховані:

- витрати природного газу на виробництво 1 Гкал теплової енергії;
- викиди CO і NOx на 1 Гкал виробленої теплової енергії;
- витрати за природний газ;
- сума екологічного податку за викиди CO на 1 Гкал виробленої теплової енергії;
- сума екологічного податку за викиди оксидів азоту на 1 Гкал виробленої теплової енергії;
- екологічні витрати як сума витрат за природний газ і екологічний податок.

Розрахунки показали, що затрати на паливо і екологічний податок є не зіставними величинами і екологічні витрати визначаються виключно затратами на спалений газ. Залежності екологічних витрат від завантаження котлів представлені на рис. 9, 10.

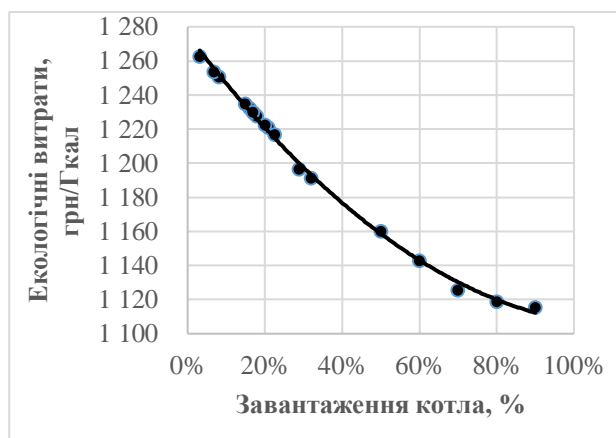


Рис. 9. Екологічні витрати котла ДКВР

На основі отриманих результатів можна зробити висновок, що екологічні витрати котла ДКВР монотонно зменшуються при зростанні навантаження котла.

Для котлів КВГ спостерігається протилежна тенденція. При цьому на основі добре обумовленої регресійної залежності можна зробити припущення що мінімальні екологічні витрати відповідають рівню 40% рівню завантаження котла.

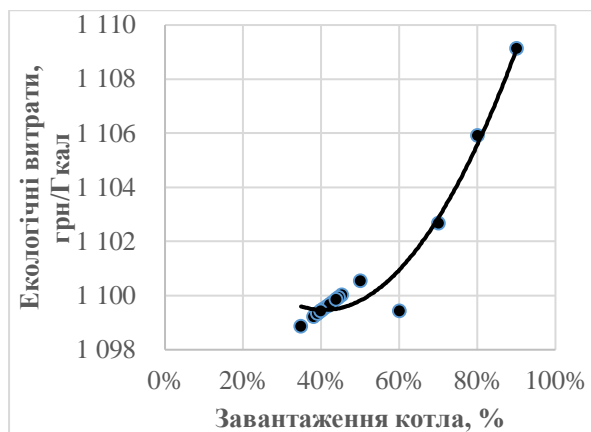


Рис. 10. Екологічні витрати котла КВГ

## Висновки

Результати роботи дозволяють зробити такі висновки:

- для парових котлів і водяних котлів існує статистично значущий зв'язок між технологічними параметрами роботи котлів, таких як витрата газу, відсоток завантаження котла, кількість і температура димових газів з показниками надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

- найбільш суттєвим фактором, що впливає на еколого-економічні характеристики роботи котлів є рівень їх завантаження. Характер впливу залежить від типу котла і режимів налаштування. З високим ступенем обумовленості ці залежності мають параболічний характер, що дає змогу припускати наявність існування режимів налаштування, що мінімізують екологічний вплив і еколого-економічні витрати;

- для парового котла ДКВР залежність ККД і екологічного впливу від його завантаження має прямий характер. При досліджених режимах експлуатації вони мають монотонний (не екстремальний) характер;

- для водяного котла КВГ при досліджених налаштуваннях залежність ККД від завантаження має зворотній характер, а екологічного впливу і екологічних витрат – прямий. Отримані дані дають припущення існування оптимального рівня завантаження котла, що мінімізує екологічні витрати, але для підтвердження цього припущення потрібні додаткові натурні дослідження при низьких рівнях завантаження котла (менше 40%);

- розроблена методика може бути використана для визначення режимів експлуатації і параметрів налаштування котельних установок з урахуванням еколого-економічних критеріїв

## Література

1. Створення та дослідження ефективності універсальної системи екологічного діагностування

теплових двигунів та котельних установок : звіт про НДР (етап 2) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; керівн. А. П. Полів'ячук. – Харків, 2019. – 117 с. – Бібліогр.: с. 93–97. – № ДР 0117U000342 ; Инв. № 1011.

2. Тайлашева Т. С. Оценка вредных выбросов в атмосферу от котельных Томской области / Т. С. Тайлашева, Л. Г. Красильникова, Е. С. Воронцова // Известия Томского политехнического университета. – 2013 – Т. 322. – № 4. – С. 52-55

3. Li S. H. A Research on Emission Characteristics of Boiler Pollutants and Energy-Saving and Emission-Reduction Measures in Coal-Fired Industry / S. H. Li, X.A. Zhao // International Journal of Earth Sciences and Engineering. – 2016/– Vol. 09. – No. 04. – P. 1721-1725.

4. Qi S. Monitoring of Efficiency and NOx Emissions at a coal-fired utility boiler/ S. Qi, H. Zhao, J. Yu, A. Tahmasebi, P. Wang //Advanced Materials Research. – Trans Tech Publications, Switzerland, 2013. – Vol. 621. – P. 360-363.

5. Lamberg H. Small-Scale Pellet Boiler Emissions – Characterization And Comparison To Other Combustion Units / H. Lamberg // Report Series In Aerosol Science. – 2014. – No. 156. – 80 p.

6. Lukáč L. Defining The Mathematical Dependencies Of Nox And Co Emission Generation After Biomass Combustion In Low-Power Boiler / L. Lukáč, J. Kizek, G. Jablonský, Y. Karakash // Civil And Environmental Engineering Reports. – 2019. – No. 29 (3). – P. 153-163

7. Паровой котел ДКВР-20-13 ГМ – технические характеристики. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[https://zinref.ru/000\\_uchebniki/02550\\_kotli/009\\_00\\_00\\_kotli\\_teh\\_harakteristiki/021.htm](https://zinref.ru/000_uchebniki/02550_kotli/009_00_00_kotli_teh_harakteristiki/021.htm)

8. Котел КВ-ГМ-6,5-150 (КВ-ГМ-7,56-150). – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.energia22.ru/produkcziya/boilers/kotlyi-vodogrejniye-serii-kv-gm/kotel-kv-gm-65-150-kv-gm-756-150.html>

9. Полів'ячук А.П. Створення та експериментальне відпрацювання універсальної системи екологічного діагностування теплових двигунів і котельних установок. / А.П. Полів'ячук, М.Ф. Смирний, О.І. Каслін, О.О. Скурідіна, Ю.Л. Коваленко, В.С. Бекетов // Комунальне господарство міст. Серія: Технічні науки та архітектура. – 2019. – № 3 (149). – С. 77–82.

10. Методические рекомендации по определению экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий в транспортном строительстве – М., 1986. – 80 с

## References

1. Creation and research of the effectiveness of a universal system for environmental diagnostics of heat engines and boiler plants: research report (stage 2) / O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, (2019). – No.0117U000342. – 117 p.

2. T. S. Taylasheva, L. G. Krasilnikova, E. S. Vorontsova Assessment of harmful emissions to the atmosphere from boiler houses of the Tomsk region (2013) Proceedings of the Tomsk Polytechnic University, Vol. 322, No. 4, pp. 52-55

3. . S. X. Li, X.A. Zhao. A Research on Emission Characteristics of Boiler Pollutants and Energy-Saving and Emission-Reduction Measures in Coal-Fired Industry (2016) International Journal of Earth Sciences and Engineering., Vol. 09, No. 04, pp. 1721-1725.

4. S. Qi, H. Zhao, J. Yu, A. Tahmasebi, P. Wang Monitoring of Efficiency and NOx Emissions at a coal-fired utility boiler (2013) Advanced Materials Research. Trans Tech Publications, Switzerland, Vol. 621, pp. 360-363.

5. H. Lamberg Small-Scale Pellet Boiler Emissions – Characterization And Comparison To Other Combustion Units (2014) Report Series In Aerosol Science, No. 156, 80 p.

6. L. Lukáč, J. Kizek, G. Jablonský, Y. Karakash The Mathematical Dependencies Of Nox And Co Emission Generation After Biomass Combustion In Low-Power Boiler (2019) Civil And Environmental Engineering Reports, No. 29 (3), pp 153-163

7. Steam boiler DKVR-20-13 GM-technical characteristics [https://zinref.ru/000\\_uchebniki/02550\\_kotli/009\\_00\\_00\\_kotli\\_teh\\_harakteristiki/021.htm](https://zinref.ru/000_uchebniki/02550_kotli/009_00_00_kotli_teh_harakteristiki/021.htm)

8. Boiler KV-GM-6,5-150 (KV-GM-7,56-150) <https://www.energia22.ru/produkcziya/boilers/kotlyi-vodogrejniye-serii-kv-gm/kotel-kv-gm-65-150-kv-gm-756-150.html>

9. A. P. Polivyanchuk, M. F. Smirny, A. I. Kaslin, A. A. Skuridina, Yu. L. Kovalenko, V. E. Beketov Creation and development of a universal system for environmental diagnostics of heat engines and boiler installations. (2019) Municipal economy of cities. Series: Engineering science and architecture. Vol. 3, No 149, pp. 77-82.

10. Methodological recommendations for determining the economic efficiency of environmental protection measures in transport construction-Moscow., 1986. - 80 p

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А. П. Полів'ячук, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна.

**Автор:** ПОНОМАРЕНКО Євгеній Георгійович кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерної екології міст Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова E-mail - [anep99@ukr.net](mailto:anep99@ukr.net) ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7731-3919>

**Автор:** КАТКОВ Михайло Васильович кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інженерної екології міст Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова E-mail - [mvkatkov@gmail.com](mailto:mvkatkov@gmail.com) ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8894-1187>

**Автор:** СЕМЕНЕНКО Роман Анатолійович аспірант кафедри інженерної екології міст Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова E-mail - [semenenko\\_roman@ukr.net](mailto:semenenko_roman@ukr.net) ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7639-3830>

**INTEGRATED ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF GAS  
BOILER OPERATING MODES**

Y. Ponomarenko, M. Katkov, R. Semenenko

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

*A thermal energy is one of the most significant sources of environmental impact. This is a consequence of both the use of mostly non-renewable natural resources and environmental pollution from thermal power plants. The intensity of this impact depends on many factors, namely the purpose, power, type of fuel used and operating mode. Existing studies have established links between emissions and characteristics such as power and fuel type for stationary operating conditions. At the same time, changes in operating conditions have a significant impact on environmental and economic characteristics. This article is devoted to establishing the relationship between the operational characteristics of gas boilers and their environmental and economic efficiency. The analysis was based on the field data obtained from steam and water boilers that are in commercial operation and uses the natural gas. It was found that for steam and water boilers, there is a well-conditioned non-linear relationship between the technological parameters of boiler operation, in particular gas consumption, the percentage of boiler load, the amount and temperature of flue gases with indicators of pollutants entering the atmosphere. The most significant factor affecting the environmental and economic characteristics of boilers is the percentage of load of boilers. The nature of the dependency is determined by the type of boiler and the setting mode. These dependences with a high degree of conditionality have a parabolic character, which makes it possible to assume the existence of adjustment modes that minimize environmental and economic costs. For steam and water boilers, the dependence of environmental impact on the percentage of load is direct. But for steam boilers in the range of data that were studied, it has a monotonous character, that is, it does not have an extremum point. For water boilers, it is possible to find the optimal loading level that minimizes environmental costs, but to confirm this assumption, additional research is needed at low boiler loading levels. The proposed method can be used to determine the operating modes of boilers and their settings, taking into account environmental and economic criteria.*

**Keywords:** *water gas boilers, steam gas boilers, operating modes, environmental and economic characteristics.*