

## Література

1. Kondratenko O., Koloskov V., Derkach Yu., Kovalenko S. (2020) Physical and mathematical modeling of processes in particulate matter filters in the practice of criteria-based assessment the ecological safety level: monograph, Kharkiv, Publ. Styl-Izdat, 522 p.

### **ВРАХУВАННЯ ВИКИДУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ПАРІВ МОТОРНОГО ПАЛИВА ПРИ КРИТЕРІАЛЬНОМУ ОЦІНЮВАННІ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОРШНЕВИХ ДВЗ**

КОНДРАТЕНКО О. М., ПОЛІЩУК Т. Р., КАСЬОНКІНА Н. Д., ШПОТЯ М. О.  
*Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна*  
[kondratenkoom2016@gmail.com](mailto:kondratenkoom2016@gmail.com)

З метою здійснення оцінювання значень показників рівня екологічної безпеки (ЕБ) процесу безаварійної експлуатації енергоустановок (ЕУ) з поршневи-ми двигунами внутрішнього згоряння (ПДВЗ), оснащених паливними баками, доцільно використати математичний апарат комплексного паливно-екологічно-го критерію  $K_{fe}$  проф. Парсаданова, описаний та вдосконалений у монографії [1]. Також не менш важливим є той факт, ПДВЗ є найрозповсюдженішим видом теплових двигунів та відповідно до цього – потужним джерелом теплового забруднення компонентів навколишнього природного середовища (НПС) – атмосфери, гідросфери і літосфери та біосферу взагалі й людину зокрема як набду-бову над вказаними [1]. У класифікаторі чинників ЕБ, побудованому на ієрар-хічному принципі розробленому у роботі [1], присутній викид теплової енергії, що віднесений до законодавчо ненормованих чинників енергетичного забруд-нення. Проте, у структурі чинників ЕБ, враховуваних оригінальним математич-ним апаратом критерію  $K_{fe}$  вказаний чинник ЕБ відсутній.

Математичний апарат критерію  $K_{fe}$  описується у [1]. У його структурі при-сутня величина сумарного приведенного масового годинного викиду враховува-них полютантів  $\Sigma(A(k) \cdot G(k))$ . Для вирішення задачі врахування викиду парів моторного палива у дослідженні пропонується доповнити формулу для визна-чення  $\Sigma(A(k) \cdot G(k))$  компонентом  $A(RB) \cdot G(RB)$ , а для врахування викиду тепло-вої енергії – компонентом  $A(Q) \cdot G(Q)$ .

У роботі досліджено наступні 4 варіанти отримання значення викиду парів моторного палива: А) Найгірший глобальний – клапан налаштовано на значен-ня  $p_{valve} = 0$  кПа, добовий перепад температури повітря НПС  $\Delta T_{fv}$  є максималь-ним зі спостережених у населених місцевостях Землі, тобто у пустелі

$\Delta T_{fv} = 50$  °С. В) Найгірший локальний –  $p_{valve} = 0$  кПа, добовий перепад температури повітря НПС  $\Delta T_{fv}$  є максимальним зі спостережених у м. Харкові, тобто у пустелі  $\Delta T_{fv} = 40$  °С. С) Актуальний глобальний –  $p_{valve} = 15$  кПа,  $\Delta T_{fv} = 50$  °С. D) Актуальний локальний –  $p_{valve} = 15$  кПа,  $\Delta T_{fv} = 40$  °С.

У розрахунковому дослідженні розглянуто наступні варіанти складу набору чинників ЕБ, враховуваних математичним апаратом критерію  $K_{fe}$ . Варіант А – Еталонний – без врахування викиду пари моторного палива, спричинений як явищем великого дихання резервуару (ВДР), так і явищем малого дихання резервуару (МДР). Варіант В – Великий – з урахуванням викиду пари моторного палива за явищем ВДР. Варіант С – Малий – з урахуванням викиду пари моторного палива за явищем МДР. Варіант D – Повний – з урахуванням викиду пари моторного палива як за явищем ВДР, так і за явищем МДР. На рис. 1 проілюстровано розподіли значень величин викидів  $G(SB)$ ,  $G(RB)$  та середньоексплуатаційних значень критерію  $K_{fe}$  і величини ефекту  $\delta K_{fe}$  по режимах стаціонарного стандартизованого випробувального циклу ESC для автотракторного дизеля 2Ч10,5/12 для усіх варіантів розрахункового дослідження.

Вагомість теплового забруднення компонентів НПС як чинника ЕБ процесу експлуатації ЕУ з ПДВЗ у цьому дослідженні пропонується кількісно оцінювати за формулою (1).

$$A(Q) = A_{fuel} \cdot k_E = A_{fuel} \cdot E_{RICE} / E_W, \quad (1)$$

де  $A_{fuel} = 38,4$  – коефіцієнт вагомості паливної складової комплексного паливно-екологічного критерію  $K_{fe}$  [1];  $k_E$  – енергетичний коефіцієнт;  $E_{RICE}$  – сумарна кількість енергії, що виробляється ПДВЗ, у світовому енергетичному балансі, МДж;  $E_W$  – сумарна кількість енергії, що виробляється антропогенними ЕУ, в світовому енергетичному балансі, МДж.

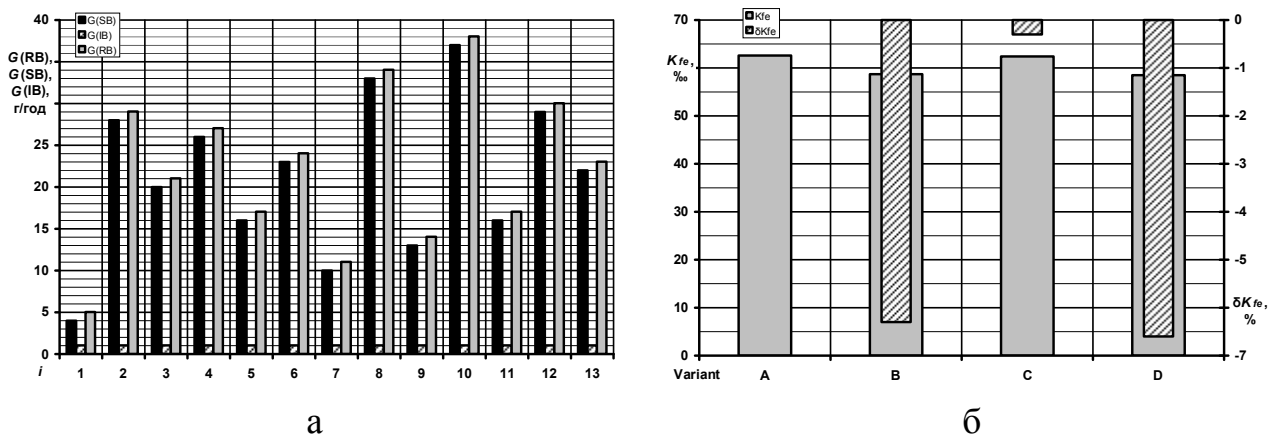


Рисунок 1– Результати дослідження

Відомим є той факт, що на початку 2000-х рр. приблизно 80 % енергії, що сукупно вироблялась всіма ЕУ у світі, припадало на ПДВЗ [1], а на сьогодніш-

ній день, зважаючи на більш високий рівень використання альтернативної енергетики, спричинений бурхливим її розвитком, таку долю можна оцінити у 75 %. Тому в даному дослідженні використано значення енергетичного коефіцієнту  $k_E = 0,75$ . Тоді значення безрозмірного коефіцієнту  $A(Q) = 28,8$ .

Значення масового годинного викиду моторного палива  $G_{fuel}$  як показника теплового забруднення НПС у даному дослідженні пропонується визначати за формулою (2), у якій  $\eta_e$  – ефективний ККД двигуна.

$$G(Q) = G_{fuel} \cdot (1 - \eta_e), \text{ кг/год.} \quad (2)$$

Варіанти розрахункового дослідження у такому випадку є наступними. Варіант А – Еталонний – без врахування викиду теплової енергії. Варіант В – Песимістичний – з врахуванням викиду теплової енергії, причому з взяттям до уваги того факту, що уся виділена тепла енергія у камері згоряння ПДВЗ в решті решт перетвориться на теплову, а частка ПДВЗ у структурі джерел механічної та електричної енергії досягне 100 % ( $k_E = 1,0$ ). Варіант С – Актуальний – з врахуванням викиду теплової енергії при  $k_E = 0,75$ .

Розподіл значень величини  $G(Q)$  по полю робочих режимів автотракторного дизеля 2Ч10,5/12 при  $k_E = 0,75$  проілюстровано на рис. 2,а. Результати дослідження щодо врахування викиду теплової енергії при експлуатації ЕУ з ПДВЗ для випробувального циклу ESC представлено на рис. 2,б. Залежності значень критерію  $K_{fe}$  і ефекту  $\delta K_{fe}$  від значення коефіцієнта  $k_E$  описано методом найменших квадратів формулами (4) і (5) ( $R^2 = 1,0$ ).

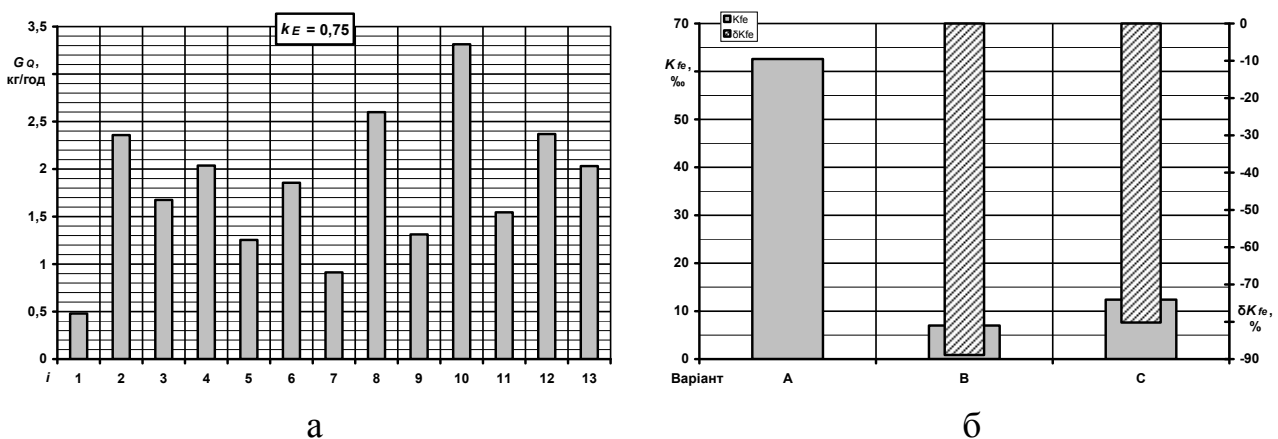


Рисунок 2 – Результати дослідження

$$K_{fe} = 1,931 \cdot 10^2 \cdot k_E^4 - 5,168 \cdot 10^2 \cdot k_E^3 + 5,143 \cdot 10^2 \cdot k_E^2 - 2,433 \cdot 10^2 \cdot k_E + 6,250 \cdot 10^0, \% \quad (4)$$

$$\delta K_{fe} = 3,051 \cdot 10^2 \cdot k_E^4 - 8,203 \cdot 10^2 \cdot k_E^3 + 8,201 \cdot 10^2 \cdot k_E^2 - 3,893 \cdot 10^2 \cdot k_E + 3,015 \cdot 10^{-10}, \% \quad (5)$$

## Література

1. Кондратенко О.М. Метрологічні аспекти комплексного критеріального оцінювання рівня екологічної безпеки експлуатації поршневих двигунів енергетичних установок: монографія / О.М. Кондратенко. – Х.: Стиль-Издат (ФОП Бровін О.В.), 2019. – 532 с. – ISBN 978-617-7738-33-5.

### **ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ЕФЕКТУ ВІД КОНВЕРТАЦІЇ ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ ГІБРИДНОГО ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ НА СПОЖИВАННЯ ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА БІОЛОГІЧНОГО ПОХОДЖЕННЯ ЗА ЦИКЛОМ ESC**

КОНДРАТЕНКО О. М., ПОНОМАРЕНКО Р. В., ШПОТЯ М. О.,  
АРТЮХОВ Є. О., БОРИСЕНКО Ю. Д., РЄЧКІН Б. С.

*Національний університет цивільного захисту України*

[kondratenkoom2016@gmail.com](mailto:kondratenkoom2016@gmail.com)

У електромобілі з гібридним приводом рушія можливими є декілька способів роботи усіх основних компонентів – поршневий двигун внутрішнього згорання (ПДВЗ), електрогенератор, тяговий електродвигун (ТЕД) і акумулятор – як нарізно, так і будь-яких комбінаціях. Ці способи реалізуються на різних режимах руху одного й того ж АТЗ [1]. У першому наближенні встановлено, що ПДВЗ може приводити рушій у одним з двох способів (при цьому сумісна робота ТЕД і ПДВЗ не реалізується, акумулятор від ДВЗ не заряджається і не передає накопиченої енергії ТЕД): А) через механічну трансмісію (як у традиційному автотранспортному засобу (АТЗ)); В) через електричну трансмісію; С) комбінація зі способів А і В. Суттєвий науково-технічний інтерес являє собою вирішення питань, по-перше, оцінювання паливо-екологічної ефективності експлуатації ПДВЗ гібридного АТЗ за властивими йому моделями експлуатації та, по-друге, комплексного енергетичного та екологічного ефекту від переведення такого ПДВЗ на споживання альтернативного моторного палива. *Мета дослідження.* Виявлення паливно-екологічного ефекту від переведення ПДВЗ гібридного АТЗ на споживання альтернативного моторного палива.

Аналіз номенклатури і параметрів відомих моделей експлуатації ПДВЗ, перелічених у джерелах [2–4], дозволив способу А приводу рушія гібридного АТЗ поставити у відповідність стандартизований стаціонарний випробувальний цикл ESC (European Steady Cycle), описаний у стандарті Правила ЄЕК ООН