

ЗАСТОСУВАННЯ ЕТАЛОННИХ ЗНАЧЕНЬ КОМПЛЕКСНОГО ПАЛИВНО-ЕКОЛОГІЧНОГО КРИТЕРІЮ ТА КОЕФІЦІЄНТУ ВАГОМОСТІ ВИТРАТИ ПАЛИВА ЯК СКЛАДОВИХ ФУНКЦІЇ БАЖАНОСТІ ПРИ КРИТЕРІАЛЬНОМУ ОЦІНЮВАННІ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРОЦЕСУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

КОНДРАТЕНКО О. М., КАСЬОНКІНА Н. Д., ПОЛІЩУК Т. Р., ШПОТЯ М. О.

Національний університет цивільного захисту України, м. Харків, Україна

kondratenkoom2016@gmail.com

У джерелі [1] викладено результати аналізу 9 відомих математичних апаратів, що придатні для виконання комплексного оцінювання рівня екологічної безпеки (ЕБ) процесу безаварійної експлуатації енергоустановок (ЕУ) із поршневими двигунами внутрішнього згоряння (ПДВЗ), у першу чергу автотранспортних засобів (АТЗ). Виявлено, що найбільш придатними для цього є математичні апарати комплексного паливно-екологічного критерію проф. Парсаданова K_{fe} та узагальненої функції бажаності Харрінгтона D . При цьому раціональним є використання обох апаратів із взаємним посиленням переваг та послабленням недоліків. Реалізація такого підходу передбачає використання математичного апарату критерію D зі структурою впливаючих факторів, ідентичних критерію K_{fe} . При цьому основною перевагою критерію K_{fe} є наявність серед впливаючих чинників масової годинної витрати палива G_{fuel} ПДВЗ, тому для реалізації цієї переваги потрібно визначити вагомість цього чинника ЕБ у порівнянні з іншими – викидами законодавчих нормованих політантів з потоком відпрацьованих газів (ВГ) G_k , наведений в джерелі [1].

Виявлено, що паливна складова критерію K_{fe} повністю визначає його екологічну складову [1], тому раціональним є дослідити особливості іншого підходу, а саме використання критерію K_{fe} як окремого впливаючого чинника у структурі критерію D . Це робить можливим враховувати показники вібрації (ступінь нерівномірності обертання колінчастого вала δ_{cs} , критерії Климова-Стечкина ξ_{cs} і η_{cs}), шуму (еквівалентний L_{Aequ} та максимальний L_{Amax} рівень шуму), теплового забруднення (масова годинна витрата палива G_{fuel} окремо від паливної складової критерію K_{fe}), викиди оксидів сірки $G(SO_x)$, парникових газів $G(CO_2)$ і $G(H_2O)$, канцерогенних речовин $G(B(a)P)$ і $G(PAH)$ і т.д. Для практичної реалізації такого підходу потрібною є наявність даних щодо значення такого чинника ЕБ (що є відгуком локального критерію якості r), які можливо співвіднести з реперними точками психофізичної шкали оцінки бажаності значення

відгуку r «добре» і «погано», а також відповідні їм величини шкали значень базової оцінки значень функції часткової бажаності $d = 0,8$ і $0,2$.

$$D_i = \sum_{k=1}^n \sqrt[n]{\prod_{k=1}^n d_{ki}^{v_k}} = \sqrt[n]{d_i(k_1)^{v_{k_1}} \cdot d_i(k_2)^{v_{k_2}} \cdot \dots \cdot d_i(k_n)^{v_{k_n}}}, \quad (1)$$

$$d_{ki} = \exp[-\exp(a_{ki} + b_{ki} \cdot r_{ki})]; k = \{K_{fe}, G_{SO_x}, \delta_{cs}, \xi_{cs}, \eta_{cs}, L_{Aequ}, L_{Amax}, \dots\}, \quad (2)$$

де $d_k = [0 \dots 1, 0]$ – функція часткової бажаності, яка відповідає k -му критерію якості, $k_1 = K_{fe}$; n – кількість розглянутих критеріїв якості; $v_k = (0, \dots, 1, 0]$ – коефіцієнт вагомості розглянутого k -го критерію якості, $v_{k_1} = 38,4 + 245,3 = 283,7$; r_{ki} – фактичне значення k -го критерію якості на i -му режимі роботи ПДВЗ у моделі його експлуатації; a_{ki} та b_{ki} – коефіцієнти, визначені на основі встановлення відповідності між парою характеристичних значень r_{ki} та d_{ki} відповідно до таких даних: $r_{ki} = \text{«Дуже добре»} \rightarrow d_{ki} = 1.0 \dots 0.8$; $r_{ki} = \text{«Добре»} \rightarrow d_{ki} = 0.8 \dots 0.63$; $r_{ki} = \text{«Задовільно»} \rightarrow d_{ki} = 0.63 \dots 0.37$; $r_{ki} = \text{«Погано»} \rightarrow d_{ki} = 0.37 \dots 0.2$; $r_{ki} = \text{«Дуже погано»} \rightarrow d_{ki} = 0.2 \dots 0.0$ [1].

У дослідженні пропонується обрати в якості еталонного значення викидів $G(k)$ значення, що містяться у відповідних стандартах (див. [1]), для поточних значень («добре» та $d = 0,8$) та попередніх оцінок «погано» та $d = 0,2$) рівні EURO I і VI. Але різні ПДВЗ, що наразі перебувають в експлуатації, відносяться до різних поколінь (що зумовлено моральним зносом) і перебувають у різному поточному технічному стані (що зумовлено фізичним зносом та культурою експлуатації) і у зв'язку з цим характеризується різною паливною економічністю – величиною питомої ефективної масової годинної витрати палива g_e . Тому по-суті для досягнення поставленої мети необхідно отримати залежності величин критерію K_{fe} , в структурі якого показники екологічної складової набувають законодавчо нормованих значень, від величини паливної складової критерію для різних рівнів норм EURO – від I до VI.

Суть запропонованого методу полягає в тому, що в якості величин r_{kiup} буде використовуватися порежимні значення критерію K_{fe} (див. [1]), чинники екологічної складової якого ($G(PM)$, $G(NO_x)$, $G(C_nH_m)$, $G(CO)$) відповідають чинним екологічним стандартам (тобто рівню EURO VI, найсуворішому з точки зору історичної ретроспективи), а як величини r_{kidn} – значення критерію K_{fe} , такі чинники, що відповідають менш жорстким з точки зору історичної ретроспективи стандартам (тобто рівні EURO I ... VI).

Норми токсичності ВГ ПДВЗ [1] вказують гранично допустимі значення питомої ефективної масової годинної емісії забруднюючих речовин із потоком ВГ ($g(PM)$, $g(NO_x)$, $g(C_nH_m)$, $g(CO)$ в кг/(кВт·год)), а не значення їх масової го-

динної емісії ($G(\text{PM})$, $G(\text{NO}_x)$, $G(\text{C}_n\text{H}_m)$, $G(\text{CO})$) в кг/год), які наводяться у формулі для визначення величини критерію K_{fe} . Величина викиду k -го поллютанта $G(k)$, що відповідає нормативно встановленій величині питомого викиду того самого забруднювача $g(k)$, залежить від величини ефективної потужності ПДВЗ N_e в кВт, а отже від координат поля режимів роботи двигуна (частота обертання колінчастого валу n_{cs} в об/хв і крутний момент M в Н·м). Залежність еталонних значень критерію K_{fe} від величини g_e для різних рівнів EURO та базових значень коефіцієнтів $\sigma = 1,0$ і $f = 1,0$ та значення $H_u = 42,7$ МДж/кг, показано на рис. 1, а описано методом найменших квадратів формулами (3)–(4). Розподіл еталонних значень критерію K_{fe} по полю робочих режимів автотракторного дизеля 2Ч10,5/12 для крайніх рівнів EURO проілюстровано на рис. 2,а і 2,б. Графік залежності еталонних значень критерію K_{fe} , усереднених по полю робочих режимів автотракторного дизеля 2Ч10,5/12 для різних рівнів EURO викладено на рис. 2,в та описано методом найменших квадратів формулою (5).

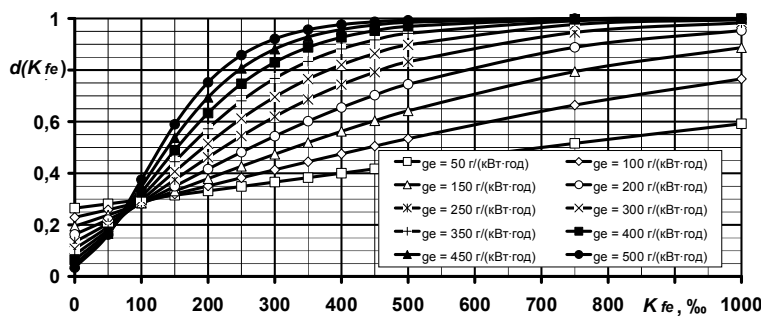


Рисунок 1 – Результати дослідження

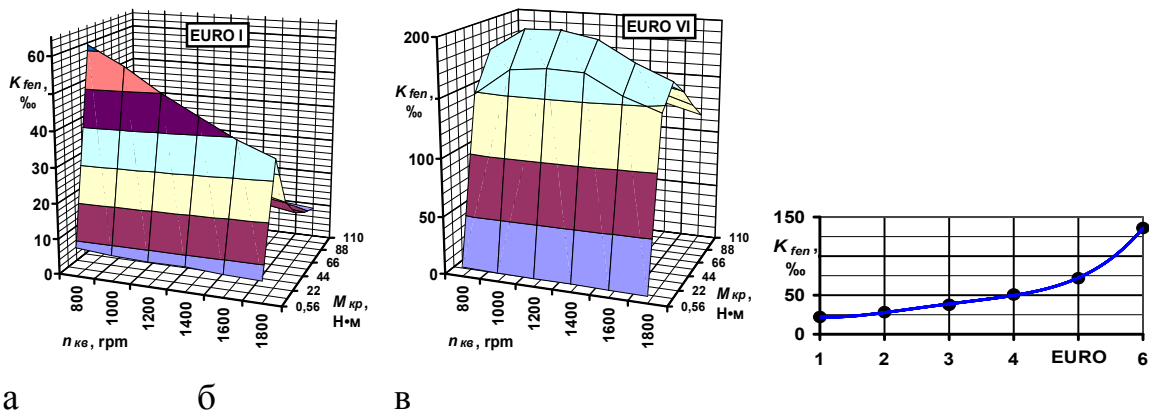


Рисунок 2 – Результати дослідження

$$d(K_{fe}) = \exp\left[-\exp(a_k(g_e) + b_k(g_e) \cdot K_{fe})\right] \quad (3)$$

$$a_k = 2,075 \cdot 10^{-3} \cdot g_e + 0,181; \quad (4)$$

$$b_k = -2,462 \cdot 10^{-8} \cdot g_e^2 - 1,190 \cdot 10^{-5} \cdot g_e - 2,735 \cdot 10^{-4}. \quad (5)$$

$$K_{fen} = 0,735 \cdot \text{EURO}^4 - 8,325 \cdot \text{EURO}^3 + 34,366 \cdot \text{EURO}^2 - 50,346 \cdot \text{EURO} + 45,783. \quad (6)$$

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

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 ΔT_{fv} є максималь-ним зі спостережених у населених місцевостях Землі, тобто у пустелі