

В. В. Кривда¹, Ф. І. Абрамчук², О. П. Сакно³, В. Є. Олішевська⁴, К. І. Корніленко⁵

¹завідувач кафедри автомобілів та автомобільного господарства, канд. техн. наук,
доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, НТУ «Дніпровська
політехніка», Дніпро, Україна, e-mail: krivda.v.v@nmu.one

²професор кафедри автомобілів та автомобільного господарства, доктор техн. наук,
професор кафедри двигунів внутрішнього згорання, НТУ «Дніпровська політехніка»,
Дніпро, Україна, e-mail: abramchuk.f.i@nmu.one

³доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, канд. техн. наук,
доцент кафедри експлуатації та ремонту машин, НТУ «Дніпровська політехніка»,
Дніпро, Україна, e-mail: sakno.o.p@nmu.one

⁴доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, канд. техн. наук,
доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, НТУ «Дніпровська
політехніка», Дніпро, Україна, e-mail: olishevskaya.v.ye@nmu.one

⁵асистент кафедри автомобілів та автомобільного господарства, НТУ «Дніпровська
політехніка», Дніпро, Україна, e-mail: kornilenko.k.i@nmu.one

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ У ПОРШНЕВИХ ДВИГУНАХ ГІБРИДНИХ ЕНЕРГОУСТАНОВОК

Анотація. В роботі проведено дослідження перспектив використання в поршневих двигунах гібридних енергоустановок таких видів альтернативних палив, як біодизель, водень та метанол, з точки зору енергоефективності, економічної доцільності та зменшення екологічного навантаження. Виконано математичне моделювання роботи поршневого двигуна на різних видах альтернативних палив з урахуванням граничних умов тиску, температури та хімічного складу.

Ключові слова: альтернативні палива; поршневі двигуни гібридних енергоустановок; енергоефективність; економічна доцільність; екологічне навантаження.

Вступ. Сучасні поршневі двигуни внутрішнього згорання, які широко використовуються в транспортних засобах та промислових енергоустановках, працюють здебільше на паливах, спалювання яких супроводжується значними викидами вуглекислого газу (CO₂), окисів азоту (NO_x) та сажі. Забруднення навколишнього середовища прийняло такі масштаби, що спричиняє глобальне потепління, кислотні дощі та інші екологічні проблеми [1]. Аналітичний огляд наукової літератури показує, що сьогодні одними з найбільш перспективних палив можна вважати альтернативні палива: біодизель, водень та метанол [2]-[5].



Метою роботи є дослідження перспектив використання в поршневих двигунах гібридних енергоустановок альтернативних палив з точки зору енергоефективності, економічної доцільності та екологічного навантаження.

Матеріал і результати досліджень. Гібридний режим роботи двигуна передбачає поєднання енергії від поршневого двигуна та електричної установки, що вимагає адаптації паливної системи для ефективної взаємодії компонентів.

Для дослідження перспектив використання в поршневих двигунах гібридних енергоустановок альтернативних палив було проведено математичне моделювання роботи поршневого двигуна на різних видах палива з урахуванням граничних умов тиску, температури та хімічного складу. Рівняння енергії згорання палива описується формулою:

$$Q = m \cdot H_u \cdot \eta, \quad (1)$$

де: Q – загальна теплова енергія, що виділяється під час згорання (Дж); m – маса палива (кг); H_u – нижня теплота згорання палива (Дж/кг); η – ефективність згорання, яка враховує втрати тепла та недоспалювання палива.

Питомі витрати палива (SFC , кг/кВт·год) розраховуються наступним чином:

$$SFC = \frac{m}{P \cdot t}, \quad (2)$$

де: P – потужність двигуна (кВт); t – час роботи на обраному паливі (год).

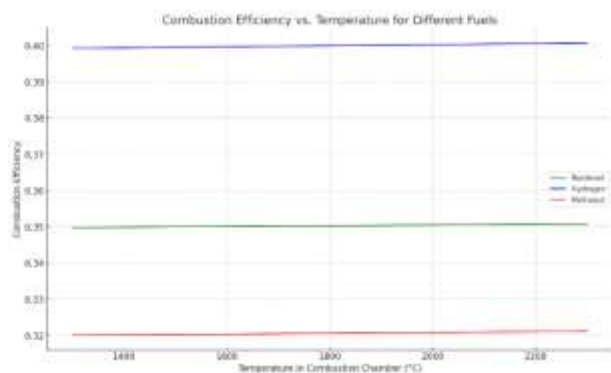
Рівень викидів можна розрахувати як функцію від коефіцієнта надлишку повітря (λ) та температури згорання. Наприклад, для CO_2 рівень викидів може бути описаний наступним рівнянням [6]:

$$E_{CO_2} = k \cdot \frac{m \cdot C}{M}, \quad (3)$$

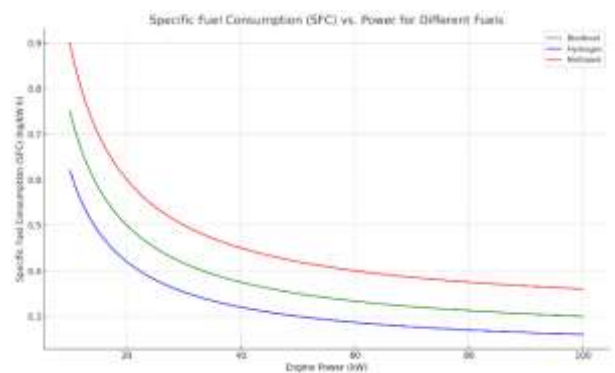
де: E_{CO_2} – маса викидів CO_2 ; k – коефіцієнт, що залежить від повного згорання; C – вміст вуглецю в паливі; M – молекулярна маса палива.

Результати дослідження представлені на рис. 1: ефективність згорання різних палив при зміні температури в камері згорання (рис. 1, а), питомі витрати палива для кожного виду альтернативного палива в залежності від потужності двигуна (рис. 1, б), рівні викидів CO_2 та NO_x в залежності від типу палива та коефіцієнта надлишку повітря λ (рис. 1, в).

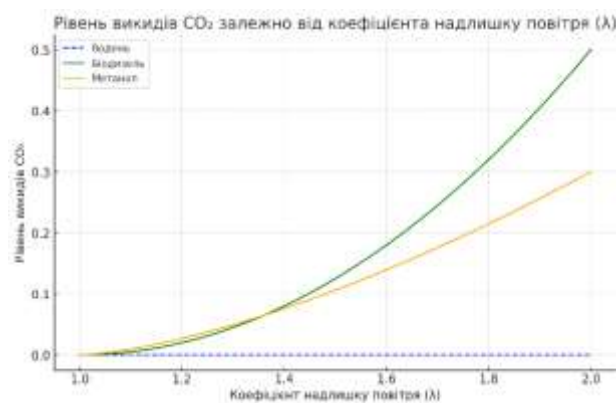




а



б



в

Рисунок 1 – Порівняння ефективності згорання (а), питомих витрат палива (б) та рівня викидів CO_2 (в) для різних видів альтернативних палив у поршневих двигунах

Висновки. Результати дослідження показують, що використання водню забезпечує нульові викиди CO_2 , високу паливну економічність і покращені показники продуктивності, що робить його оптимальним для екологічно орієнтованих застосувань. Метанол, завдяки своїм властивостям, забезпечує компроміс між екологічністю і вартістю, тоді як біодизель виступає надійним варіантом для двигунів, де важлива стабільність та висока енергетична густина палива.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кривда, В. В., Сакно, О. П., Олішевська, В. Є. (2024). Обґрунтування нейронного способу контролю виду живлення ДВЗ в залежності від умов роботи. *Автошляховик України*, 4, 15-22. DOI: 10.33868/0365-8392-2024-4-281-15-22 .
2. Demirbas, A. (2007). Importance of biodiesel as transportation fuel. *Energy Policy*, 35(9), 4661-4670. DOI: 10.1016/j.enpol.2007.04.003 .



3. Alptekin, E., & Canakci, M. (2009). Characterization of the key fuel properties of methyl ester–diesel fuel blends. *Fuel*, 88(1), 75-80. DOI: 10.1016/j.fuel.2008.05.023 .
4. Basha, S. A., Gopal, K. R., Sargunam, J. (2009). A review on biodiesel production, combustion, emissions and performance. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(6-7), 1628-1634. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2008.09.031> .
5. Dincer, I., & Acar, C. (2015). Review and evaluation of hydrogen production methods for better sustainability. *International Journal of Hydrogen Energy*, 40(34), 11094-11111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2014.12.035> .
6. Wouters, C. G. L., Burkardt, P., Steeger, F., Fleischmann, M., Pischinger, S. (2023). Comprehensive assessment of methanol as an alternative fuel for spark-ignition engines. *Fuel*, 340(5), 127627. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2023.127627> .

