

REFERENCES

1. Sławomir Kowalski Analysis of Automotive Suspension System Failures and Reliability Evaluation: A Study Based on V-SIM Simulation, 27 November 2024 / Revised: 30 December 2024 / Accepted: 13 January 2025 / Published: 15 January 2025, Appl. Sci. 2025, 15(2), 805; <https://doi.org/10.3390/app15020805>.
2. Car Suspension Force Equations. *Engineering Stack Exchange*. URL: https://engineering.stackexchange.com/questions/7771/car-suspension-force-equations?utm_source=chatgpt.com (date of access: 07.04.2025).
3. extrica.com+3vtechworks.lib.vt.edu+3Wikipedia+3
4. David Jebaraj B, Sharath Prasanna R, Design and calculation of double arm suspension of a car, *Journal of Mechanical Engineering, Automation and Control Systems*, 30 June 2020 DOI <https://doi.org/10.21595/jmeacs.2020.21436>

УДК [629.33-83+629.33-843]-047.37

МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОРШНЕВОГО ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ З ГІБРИДНОЮ ЕНЕРГОУСТАНОВКОЮ

В.В. Кривда¹, В.В. Олішевська², К.І. Корніленко³

¹кандидат технічних наук, доцент, e-mail: krivda.v.v@nmu.one

²кандидат технічних наук, доцент, e-mail: olishevaska.v.ye@nmu.one

³асистент, e-mail: kornilenko.k.i@nmu.one

^{1,2,3}кафедра автомобілів та автомобільного господарства Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Анотація. В роботі розглянуто особливості гібридної енергоустановки, яка поєднує в собі ДВЗ та електричну силову установку. Проведено аналіз енергетичної ефективності гібридної енергоустановки.

Ключові слова: поршневий двигун, гібридна енергоустановка, енергоефективність, екологічне навантаження.

POSSIBILITIES AND PROSPECTS OF RECIPROCATING ENGINE OF A VEHICLE WITH A HYBRID POWER UNIT

Vitalii Krivda¹, Valentyna Olishavska², Kostiantyn Kornilenko³

¹Ph.D., Associate Professor, e-mail: krivda.v.v@nmu.one

²Ph.D., Associate Professor, e-mail: olishevaska.v.ye@nmu.one

³Assistant, e-mail: kornilenko.k.i@nmu.one

^{1,2,3}Automobiles and Automobile Economy Department, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine

Abstract. The paper examines the features of a hybrid power unit that combines an internal combustion engine and an electric power unit. An analysis of the energy efficiency of

the hybrid power unit is conducted.

Keywords: reciprocating engine, hybrid power unit, energy efficiency, environmental impact.

Вступ. Автомобільний транспорт є важливим для економіки будь-якої країни, тому що забезпечує зв'язок між виробництвом й споживанням, активізує рух товарно-матеріальних потоків та задовольняє потреби населення у перевезеннях.

Сьогодні 99,8 % світового транспорту працює на двигунах внутрішнього згорання (ДВЗ) [1].

Автори роботи [1] висловлюють думку, що до 2040 року 85...90 % транспортної енергії буде надходити від звичайного рідкого палива, яке приводить у дію ДВЗ.

Використання автомобільного транспорту потребує споживання дефіцитних ресурсів та негативно впливає на навколишнє середовище [2]-[3]. В нашій країні функціонування автомобільного транспорту має свої особливості, які відображаються у наступних аспектах:

- швидкому зростанню рівня автомобілізації;
- використанню автомобілів, які мають великий термін експлуатації;
- великому споживанню дефіцитних ресурсів;
- великому екологічному навантаженню [2]-[3].

Екологічне навантаження автомобільного транспорту на навколишнє середовище в нашій країні можна охарактеризувати наступними цифрами:

- за один рік автомобіль, в середньому, поглинає приблизно 1...2 т кисню і виділяє 600...800 кг вуглекислого газу, 40 кг оксидів азоту та 200...230 кг незгорілих вуглеводнів [4];
- до 60 % екологічного збитку пов'язано з перевезенням пасажирів легковими автомобілями.

Екологічне навантаження автомобільного транспорту на навколишнє середовище посилюється ще й тим, що, на жаль, і досі трапляється використання бензинів і дизельних палив, які за якістю не відповідають європейським екологічним стандартам «Євро-1», «Євро-2», а деякі бензини містять велику кількість важких металів: свинцю, нікелю, міді, цинку [2].

У зв'язку з цим, набувають особливої актуальності проблеми підвищення ефективності та екологічності автомобільного транспорту.

Перспективними напрямками розвитку автомобільного транспорту, які дозволяють вирішувати проблеми екологічності, енергоефективності та економічності, є перехід на альтернативні види автомобільного палива, розвиток гібридних автомобілів та штучного інтелекту [5].

Мета роботи полягає в дослідженні можливості використання та енергетичної ефективності гібридної енергоустановки, яка поєднує в собі ДВЗ та електричну силову установку.

Матеріал і результат досліджень. ДВЗ, який є основною силовою установкою автомобілів, під час роботи спалює велику кількість автомобільного палива та повітря, створює значний хімічний та тепловий тиски на навколишнє середовище, на певних режимах роботи працює дуже неефективно [6].

Ефективність класичного поршневого двигуна можна математично виразити через тепловий баланс та енергетичні втрати [7].

Загальний коефіцієнт корисної дії (η) визначається як співвідношення корисної механічної роботи до сумарної енергії палива, що згорає у двигуні:

$$\eta = \frac{W_{\text{кор}}}{Q_{\text{пал}}}, \quad (1)$$

де $W_{\text{кор}}$ – корисна механічна робота, яку двигун виробляє для виконання корисної дії (наприклад, руху автомобіля);

$Q_{\text{пал}}$ – загальна енергія, що міститься в паливі, яка розраховується як продукт маси палива і його теплотворної здатності.

Однак, через теплові втрати $Q_{\text{втр}}$, реальна ефективність буде значно нижче і реальний загальний коефіцієнт корисної дії η_p буде розраховуватися за формулою:

$$\eta_p = \frac{W_{\text{кор}}}{Q_{\text{пал}} + Q_{\text{втр}}}. \quad (2)$$

Теплові втрати можна описати як суму кількох компонентів:

$$Q_{\text{втр}} = Q_{\text{тер}} + Q_{\text{тепл}} + Q_{\text{випар}}, \quad (3)$$

де $Q_{\text{тер}}$ – втрати через тертя між рухомими частинами двигуна;

$Q_{\text{тепл}}$ – втрати тепла через вихлопні гази та систему охолодження;

$Q_{\text{випар}}$ – втрати енергії через неповне згорання палива та втрати тепла в системі вихлопу.

Таким чином, для підвищення ефективності двигуна необхідно мінімізувати $Q_{\text{втр}}$ шляхом зниження тертя (застосування новітніх матеріалів або мастильних матеріалів), покращення процесу згорання палива та зменшення теплових втрат [8].

При аналізі залежності ДВЗ від викопного палива слід враховувати втрати палива та енергетичний вихід під час згорання. Витрати палива можна виразити за допомогою наступної формули:

$$C_{\Pi} = \frac{m_{\Pi}}{\eta_{\text{д}}}, \quad (4)$$

де C_{Π} – кількість спожитого палива;

m_{Π} – маса палива, що згорає;

$\eta_{\text{д}}$ – ефективність двигуна, яка визначає, скільки енергії було перетворено у корисну роботу.

Для розрахунку енергії, що зберігається у акумуляторах або використовується з них, застосовуємо модель:

$$E_{\text{акум}}(t) = E_{\text{акум}}(t - 1) + P_{\text{ген}}(t) - P_{\text{ел}}(t), \quad (5)$$

де $E_{\text{акум}}(t)$ – запас енергії в акумуляторі;

$P_{\text{ген}}(t)$ – потужність, що генерується ДВЗ і надходить до акумулятора;

$P_{\text{ел}}(t)$ – потужність, що використовується для електромотора.

Оптимізація роботи гібридної системи. Розробка та впровадження нейронних систем для керування подачею палива у ДВЗ, що використовують кілька видів палива, дає можливість значно підвищити ефективність роботи двигуна. Це особливо важливо в контексті сучасних вимог до екологічності та енергозбереження [5].

Нейронні мережі здатні обробляти великі обсяги даних за умови експлуатації та генерувати оптимальні рішення на основі тренувальних даних [5].

Приховані шари нейронної мережі можуть містити декілька нейронів із нелінійними функціями активації (наприклад, *ReLU* [8]-[10]), які допоможуть обробляти складні взаємозв'язки між вхідними параметрами і виробляти оптимальний розподіл потужності між двигунами (табл. 1).

Таблиця 1. – Структура нейронної мережі

№	Прошарок	Опис
1	$\dot{P}_{\text{ДВЗ}}$	Оптимальна потужність, яку має забезпечити двигун внутрішнього згорання
2	$\dot{P}_{\text{ел}}$	Оптимальна потужність, яку має забезпечити електрична частина

Ці виходи використовуються для того, щоб мінімізувати витрати палива за умови забезпечення необхідної потужності. Нейронна мережа повинна навчатися на основі реальних даних, які включають різні сценарії роботи гібридної системи. Виберемо основні компоненти нейроматематичної моделі, застосовуючи основні характеристики системи (табл. 2).

Таблиця 2. – Вхідні і вихідні дані для навчання нейронної мережі

№	Прошарок	Опис
1	T	Оптимальна потужність, яку має забезпечити двигун внутрішнього згорання
2	L	Оптимальна потужність, яку має забезпечити електрична частина
3	$P_{\text{заг}}$	Вимоги до загальної потужності
4	$C_{\text{п}}$	Фактичні витрати палива
5	$P_{\text{ДВЗ}}$	Потужність, яку забезпечує ДВЗ
6	$P_{\text{ел}}$	Потужність, яку забезпечує електродвигун

Процес навчання нейронної мережі полягає у зборі даних, для чого збираються реальні дані про витрати палива, потужності ДВЗ та електромотора в різних умовах.

Висновки. У роботі проаналізовано сучасні підходи до використання поршневих двигунів у складі гібридних енергоустановок, особливо в контексті транспорту та енергетичних систем, що є перспективним напрямком для підвищення енергоефективності транспорту та генераційних систем.

Використання нейронних мереж для оптимізації роботи гібридної системи дає змогу враховувати змінні умови експлуатації та адаптувати процес горіння до найкращих умов.

ЛІТЕРАТУРА

1. Leach F., Kalghatgi G., Stone R., Miles P. The scope for improving the efficiency and environmental impact of internal combustion engines. *Transportation Engineering*. 2020. № 1. 100005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.treng.2020.100005>.
2. Олішевська В. Є., Олішевський Г. С. Автомобільний транспорт в умовах переходу від автомобілів з двигуном внутрішнього згорання до електромобілів. *Сучасні інноваційні технології підготовки інженерних кадрів для гірничої промисловості та транспорту 2022* : зб. наук. пр. міжнар. конф., м. Дніпро, 29-30 квіт. 2022 р. Дніпро : НТУ ДП, 2022. С. 66–72. URL: <http://ir.nmu.org.ua/handle/123456789/160477>.
3. Екологічні аспекти автотранспортного комплексу: монографія / І.Е. Линник та ін. Харків: Видавництво «Смугаста типографія», 2020. 194 с. URL: <https://api.dspace.khadi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/81b34d4a-b7f3-4c00-b4b9-ba1c22a3dd79/content>.
4. Транспортна екологія : навч. посіб. / О. І. Запорожець та ін. ; за заг. ред. С. В. Бойченка. Київ : НАУ, 2017. 507 с.
5. Кривда В. В., Сакно О. П., Олішевська В. Є. Обґрунтування нейронного способу контролю виду живлення ДВЗ в залежності від умов роботи. *Автошляховик України*. 2024. № 4. С. 15-22. DOI: 10.33868/0365-8392-2024-4-281-15-22.
6. Ляшук О. Л., Плекан У. М., Цьонь О. П., Гевко Б.Р. Розвиток технологій гібридних силових установок автомобілів. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2023. Вип. 8(39), ч. І. С. 139–146. DOI: <https://doi.org/10.32515/2664->

[262X.2023.8\(39\).1.139-146](#) .

7. Транспортні енергетичні установки : навч. посіб. / О. М. Артюх та ін. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. 264 с.

8. Brownlee, J.. A Gentle Introduction to the Rectified Linear Unit (ReLU) . *Machine Learning Mastery*. 2019.

9. Han, J.; Moraga, C. The influence of the sigmoid function parameters on the speed of backpropagation learning. *From Natural to Artificial Neural Computation. Lecture Notes in Computer Science*. 1995. Vol. 930. pp. 195–201. doi:10.1007/3-540-59497-3_175.

10. Werbos P. J., Beyond regression: New tools for prediction and analysis in the behavioral sciences. Ph.D. thesis, Harvard University, Cambridge, MA, 1974.

УДК 004.92; 711

ВПЛИВ КРИЗОВИХ ПОДІЙ В УКРАЇНІ НА ТРАНСПОРТНИЙ СЕКТОР ЄВРОПИ ТА АДАПТАЦІЯ ЛОГІСТИКИ ДО НОВИХ УМОВ

О.Д. Почужевський¹, В.Ю. Федірко², В.Д. Почужевський³

¹доцент кафедри автомобільного транспорту, e-mail: Pochuzhevskiy@knu.edu.ua

²студентка групи АТм-24-2, e-mail: v9049478@ukr.net

³полковник ВМС України, e-mail: orion582@gmail.com

^{1,2}Криворізький національний університет, Кривий Ріг, Україна

³Інститут Військово-Морських Сил НУ «Одеська морська академія», Україна

Анотація. У роботі розглядається вплив військового конфлікту в Україні на транспортний сектор Європи, що спричинило кардинальні зміни в логістичних процесах, трансформацію вантажних перевезень і перерозподіл транспортних потоків. Аналізується адаптація логістичних компаній до нових умов, перебудова інфраструктури, проблеми пропускної здатності кордонів та економічні виклики, що виникли через зростання вартості перевезень. Розглянуто вплив транспортного безвізу, цифровізації логістики та зміни у структурі міжнародних перевезень.

Ключові слова: транспорт, логістика, вантажні перевезення, автомобільний транспорт, інфраструктура, криза, міжнародна торгівля, адаптація.

IMPACT OF THE CRISIS EVENTS IN UKRAINE ON THE EUROPEAN TRANSPORT SECTOR AND ADAPTATION OF LOGISTICS TO NEW CONDITIONS

Oleh Pochuzhevskiy¹, Viktoriia Fedirko², Vitalii Pochuzhevskiy³

¹Associate Professor of the Department of Road Transport, Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: Pochuzhevskiy@knu.edu.ua

²Student of the group АТм-24-2, Kryvyi Rih National University, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: v9049478@ukr.net

³colonel, Institute of Naval Forces of the National University «Odesa Maritime Academy», Ukraine, e-mail: orion582@gmail.com