

УДК 629.1.02:629

**Сакно О.Р.** студентка спеціальності 274 Автомобільний транспорт  
**Науковий керівник: Кривда В.В.,** к.т.н., доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства  
(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

## ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ РОБОТИ ПОРШНЕВИХ ДВИГУНІВ З СИСТЕМАМИ НАКОПИЧЕННЯ ЕНЕРГІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

**Вступ.** З розвитком сучасних технологій поршневі двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ) все частіше інтегруються з електроприводами та системами накопичення енергії. Такий підхід дозволяє підвищити ефективність енергетичних установок, зменшити викиди шкідливих речовин та знизити витрати палива. Особливо актуальною ця тема є в умовах глобальної тенденції до переходу на екологічно чисті джерела енергії та електрифікації транспорту. Впровадження гібридних систем, що включають ДВЗ, системи накопичення енергії та електроприводи, має великий потенціал для поліпшення експлуатаційних характеристик двигунів як в автомобільній промисловості, так і в стаціонарних енергетичних установках.

**Основна мета роботи** – дослідити умови роботи поршневих двигунів, інтегрованих з системами накопичення енергії та електроприводами, з метою підвищення ефективності використання енергії та зменшення екологічного навантаження.

Велика кількість досліджень була присвячена оптимізації роботи гібридних силових установок, що поєднують ДВЗ з електроприводами та системами накопичення енергії. Наприклад, Moret, S. al. (2017) розглянули енергетичні стратегії гібридних автомобілів, що базуються на використанні акумуляторних батарей та електродвигунів. Вони дослідили моделі управління енергопотоками, які забезпечують оптимальне поєднання роботи ДВЗ та електропривода, що дозволяє знизити споживання палива до 20-30% у порівнянні з традиційними системами [1].

Інші дослідники, такі як Nguyen, D. al. (2023), зосередили увагу на використанні систем рекуперації енергії в автомобілях. Вони продемонстрували, що рекуперація енергії гальмування дозволяє значно підвищити ефективність роботи двигуна, зменшуючи витрати палива та викиди CO<sub>2</sub> [2].

Крім того, дослідження Zhou, Y. al. (2019) було присвячене впливу інтеграції систем накопичення енергії на стаціонарні енергетичні установки, де поршневі двигуни використовуються для генерації електроенергії. Дослідники виявили, що такі системи можуть знизити пікові навантаження на двигуни та підвищити стабільність електричних мереж [3].

**Методологія дослідження.** Для проведення дослідження використовувалася експериментальна установка, що складається з поршневого двигуна внутрішнього згоряння, електроприводу та системи накопичення енергії на основі акумуляторів. Основними параметрами, що досліджувалися, були: споживання палива, рівень викидів шкідливих речовин CO<sub>2</sub>, ефективність використання енергії та загальний робочий ресурс системи.

Експериментальні випробування проводилися у трьох режимах. Традиційний режим роботи ДВЗ без використання електропривода. Гібридний режим з активним використанням електропривода та акумуляторних систем. Рекуперативний режим з використанням системи накопичення енергії [4]. Результати досліджень показали, що інтеграція систем накопичення енергії та електроприводу з поршневими двигунами дозволяє значно підвищити ефективність енергоспоживання та зменшити викиди шкідливих речовин.

У традиційному режимі роботи споживання палива складало в середньому 8,5 л/100 км, тоді як при використанні гібридного режиму вдалося знизити цей показник до 6,1 л/100 км. Крім того, у режимі рекуперації витрати палива знизилися до 5,8 л/100 км за рахунок повернення енергії під час гальмування.

Що стосується рівня викидів шкідливих речовин, то було зафіксоване зменшення викидів CO<sub>2</sub> до 18 %, що свідчить про позитивний екологічний ефект від впровадження гібридних технологій.

**Висновки.** Інтеграція поршневих двигунів внутрішнього згоряння з системами накопичення енергії та електроприводами дозволяє значно підвищити ефективність енергоспоживання та знизити рівень викидів шкідливих речовин. Дослідження показали, що гібридні системи можуть зменшити споживання палива на 20...30 %, що робить їх перспективними як для автомобільної галузі, так і для стаціонарних енергетичних установок.

Подальші дослідження повинні бути спрямовані на вдосконалення алгоритмів управління енергопотокami та зменшення вартості систем накопичення енергії для забезпечення їх широкого впровадження.

#### Список використаних джерел:

1. Moret, S.; Codina Gironès, V.; Bierlaire, M.; Maréchal, F. Characterization of Input Uncertainties in Strategic Energy Planning Models. *Appl. Energy* 2017, 202, 597–617.
2. Nguyen, D.; Kar, T.; Turner, J.W.G. Performance, Emissions, and Combustion Characteristics of a Hydrogen-Fueled Spark-Ignited Engine at Different Compression Ratios: Experimental and Numerical Investigation. *Energies* 2023, 16, 5730.
3. Zhou, Y.; Hong, W.; Yang, Y.; Li, X.; Xie, F.; Su, Y. Experimental Investigation of Diluents Components on Performance and Emissions of a High Compression Ratio Methanol SI Engine. *Energies* 2019, 12, 3366.
4. Falfari, S.; Cazzoli, G.; Mariani, V.; Bianchi, G.M. Hydrogen Application as a Fuel in Internal Combustion Engines. *Energies* 2023, 16, 2545.