

**ДОБАВКА ВОДНЮ В ДВИГУНАХ З ІСКРОВИМ ЗАПАЛЮВАННЯМ –  
ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ШЛЯХ ДО ЕКОЛОГІЗАЦІЇ  
АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

**Марченко А.П., Міщенко М.Т., Міщенко С.Г.**

*Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Наземний транспорт в сучасних умовах розвитку технологій постає одним з основних джерел парникових газів. ЄС до 2050 року прагне скоротити шкідливі для навколишнього середовища викиди на 90%, що можливе за умови широкомасштабного впровадження стратегій декарбонізації, альтернативного палива та цифрових технологій. Європейська зелена угода та Цілі сталого розвитку ООН задають вектор змін. Україна поступово адаптує власні транспортні системи до екологічних стандартів через нормативні акти та інноваційні проєкти, зокрема ініціативи НТУ «ХПІ». Сучасні технології Індустрії 4.0 дозволяють інтегрувати автоматизовані системи керування, що знижує енергоспоживання та сприяє точнішому моніторингу викидів. Індустрія 5.0 акцентує увагу на синергії між людиною і технологіями, забезпечуючи персоналізований та екологічно збалансований розвиток. Водень і біопаливо виступають ключовими кандидатами на заміну традиційному паливу. Водень забезпечує нульові викиди CO<sub>2</sub> та високу енергетичну ефективність. Біопаливо є перспективним у контексті замкненого циклу переробки. Додавання водню до бензину знижує викиди CO<sub>2</sub> до 22% [1]. Водень вирізняється високою теплою згорання, нульовими викидами CO<sub>2</sub> і потенціалом для інтеграції у промисловість і транспорт. Біопаливо (біодизель, тверда біомаса), також, розглядається як ефективне рішення, з урахуванням впровадження замкнутих екологічних циклів, таких як переробка відходів у паливо. Новітні розробки водневих опозитно-поршневих двигунів (H<sub>2</sub> OPE) демонструють високі показники ефективності та відповідають суворим екостандартам.

Хоча електротранспорт вважається основною альтернативою, слід зазначити, що значну частку викидів CO<sub>2</sub> спричиняє виробництво електроенергії. Недооцінка цього аспекту призводить до популістичних рішень без належної техніко-економічної обґрунтованості. Відсутність глобальних методологій декарбонізації є перешкодою для досягнення сталих результатів. Декарбонізація транспортної галузі потребує комплексного підходу: від впровадження альтернативних паливних технологій до цифровізації систем управління транспортом. Необхідно продовжувати наукові дослідження, модернізувати існуючі ДВЗ, впроваджувати інтелектуальні системи управління та адаптувати законодавчу базу до міжнародних екологічних стандартів.

**Література:**

1. Depczyński, W., Marchenko, A., Mishchenko, S., & Mishchenko, M. (2025). The effect of hydrogen addition to traditional petrol engine fuel in a hybrid power plant on its environmental performance and fuel efficiency. *Combustion Engines*, 200(1), 87-94.