

С. В. Ковбасенко

МОЖЛИВОСТІ ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ З ДИЗЕЛЯМИ ЗАСТОСУВАННЯМ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ПАЛИВ

Національний транспортний університет

На сьогоднішній день велика частина моторних палив виготовляється з невідновлюваних джерел нафтового походження. У зв'язку з екологічними проблемами, пов'язаними з використанням традиційного моторного палива в двигунах автотранспортних засобів, в багатьох країнах впроваджують жорсткі вимоги щодо екологізації автотранспортних засобів.

В той же час транспортні засоби з дизелями є доволі привабливим в плані споживання альтернативних моторних палив. Одним зі шляхів підвищення екологічної безпеки транспортних засобів з дизелями є повне або часткове заміщення дизельного палива альтернативними паливами. У зв'язку з цим, значно активізувалися науково-дослідні роботи у сфері використання енергетичних ресурсів на автомобільному транспорті, а також розробляються нові програми розширення використання альтернативних видів палив. Основний акцент у питанні підвищення екологічної безпеки дослідники роблять на повне або часткове заміщення дизельного палива альтернативними паливами, які можуть бути нафтового та не нафтового походження. Такими паливами можуть бути: зріджений нафтовий газ, стиснений природний газ та супутні гази, дизельне біопаливо, спирти та ефіри, а також водень тощо.

В статті розглянуто проблему альтернативних видів палива і використання нових джерел енергії в плані пошуку більш екологічно чистого, дешевого та менш дефіцитного палива. Для вирішення цієї проблеми необхідно виконати аналіз та визначити можливості підвищення екологічної безпеки автомобільних транспортних засобів з дизелями при використанні різних альтернативних палив.

Проведений в роботі аналіз показав, що розглянуті палива при належній організації робочого процесу дизелів автотранспортних засобів є перспективними. Однак, у низці випадків, наприклад, при використанні водню, спиртів доводиться істотно змінювати конструкцію двигуна, що потребує значних затрат. Використання альтернативних, більш екологічно чистих, моторних палив, таких як стиснений природний газ, дизельне біопаливо рослинного чи тваринного походження тощо, дозволить значно розширити паливну базу дизелів автотранспортних засобів та не потребує значної зміни їх конструкції.

В подальших дослідженнях важливою задачею є розробка методології оцінювання використання альтернативних палив, яка поєднуватиме комплекс функціональних та математичних моделей для визначення енергоефективності та екологічної безпеки транспортних засобів з дизелями під час використання альтернативних палив як у чистому вигляді, так і у вигляді сумішевих палив.

Ключові слова: автотранспортний засіб, дизель, екологічна безпека, альтернативні палива, витрата палива, відпрацьовані гази.

Вступ

Охорона навколишнього середовища є однією з найактуальніших проблем сучасності, адже питання екологічної безпеки автомобільного транспорту є важливою складовою екологічної проблеми країни і її гострота зростає з кожним роком.

Одним з найбільших джерел викидів шкідливих речовин є автотранспортні засоби з двигунами внутрішнього згорання, які, незважаючи на постійне вдосконалення, суттєво забруднюють довкілля шкідливими речовинами.

Серед двигунів внутрішнього згорання важливе місце посідають дизелі, які встановлюються на переважній більшості сільськогосподарських, дорожніх та будівельних машин, а також на автомобільних транспортних засобах. Враховуючи світову тенденцію до зниження випуску автомобілів з дизелем, найближчим часом вони все ж збережуть широке використання.

Крім того, обмежені сировинні енергетичні ресурси та високий рівень забруднення навколишнього середовища потребує пошуку нових альтернативних джерел енергії. Частковою заміною паливам нафтового походження можуть бути альтернативні палива, в першу чергу з відновлюваної сировини.

Тому підвищення екологічної безпеки автомобільних транспортних засобів шляхом застосування альтернативних палив зумовлює актуальність досліджень в цьому напрямку.

Метою роботи є визначення більш екологічно чистих, дешевих та менш дефіцитних палив для підвищення енергоефективності та екологічної безпеки автомобільних транспортних засобів з дизелями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Екологічні проблеми, пов'язані з використанням традиційного моторного палива в двигунах автотранспортних засобів, актуальні для переважної більшості країн світу. В багатьох країнах впроваджують жорсткі вимоги щодо екологізації автотранспортних засобів [1].

Зараз велика частина моторних палив виготовляється з невідновлюваних джерел нафтового походження. На потреби автомобільного транспорту витрачається більше 50 % від загальної кількості видобутої сировини. Серед усіх видів наземного та водного транспорту близько 64 % моторних палив, що споживаються, припадає на легкові, вантажні автомобілі та автобуси [2]. Транспортні засоби з дизелями є доволі привабливим в плані споживання альтернативних моторних палив.

У зв'язку з цим, значно активізувалися науково-дослідні роботи у сфері використання енергетичних ресурсів на автомобільному транспорті, а також розробляються нові програми щодо розширення використання альтернативних видів палив.

Згідно з Законом України «Про альтернативні види палива» альтернативне паливо – це рідке та газове паливо, яке є альтернативою (заміною) відповідним традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини.

Паливо визначається альтернативним, якщо воно:

– повністю виготовлене (видобуте) з нетрадиційних та поновлювальних джерел і видів енергетичної сировини (включаючи біомасу) або є сумішшю традиційного палива з альтернативним, вміст якого має відповідати технічним нормативам моторного палива;

– виготовлене (видобуте) з нафтових, газових, нафтогазоконденсатних родовищ непромислового значення, вичерпаних родовищ, з важких сортів нафти тощо і за своїми ознаками відрізняється від вимог до традиційного виду палива. Якщо таке паливо за своїми ознаками відповідає вимогам до традиційного виду палива, дія цього Закону поширюється тільки на його виробництво (видобуток) і не поширюється на споживачів палива;

– нормативи екологічної безпеки і наслідки застосування альтернативних видів палива для довкілля і здоров'я людини відповідають вимогам, встановленим законодавством України для традиційних видів палива [3].

Основну увагу у питаннях підвищення екологічної безпеки транспортних засобів вчені роблять на повне або часткове заміщення дизельного палива альтернативними паливами. Альтернативні палива можуть бути нафтового та не нафтового походження. До альтернативних палив нафтового походження належать: зріджений нафтовий газ, стиснений природний газ та супутні гази, а не нафтового походження для дизелів є: дизельне біопаливо, спирти та ефіри, а також водень.

Проблему застосування альтернативних видів палива і нових джерел енергії слід розглядати в плані пошуку більш екологічно чистого, дешевого та менш дефіцитного палива.

Результати дослідження

Для вирішення зазначеної проблеми необхідно проаналізувати та визначити можливості підвищення екологічної безпеки автомобільних транспортних засобів з дизелями при використанні різних альтернативних палив.

Газові палива. Найбільшого розповсюдження серед газових палив для дизелів автотранспортних засобів отримали: природний газ, використання якого на транспорті можливе як в стисненому, так і в скрапленому виглядах, а також зріджені вуглеводневі гази (пропан-бутанові суміші), що отримуються при переробці супутнього нафтового газу.

Стиснений природний газ (CNG) та скраплений природний газ (LNG) є привабливим альтернативним паливом. Природний газ, що піддається чистому згорянню, є поширеним і більш дешевим, ніж дизельне паливо. Його ресурси в світі дуже значні.

Для організації робочого процесу дизелів на газових паливах використовуються такі способи: займання робочої суміші за допомогою електричної іскри та використання запальної дози дизельного палива [4–5]. Найбільшого розповсюдження отримав, так званий, газодизельний процес – займання основної газоповітряної суміші від запальної дози дизельного палива. Під час роботи дизеля за газодизельним циклом дизельне паливо використовується в якості запальної дози, а потужність регулюється подачею газу до циліндрів двигуна. Цей спосіб відносно просто реалізувати в умовах експлуатації, переобладнавши дизель для роботи на газовому паливі без значної зміни конструкції двигуна. Конвертація дизеля в газодизель технологічно більш проста, при цьому зберігається можливість працювати лише на дизельному паливі [6].

Використання природного газу в дизелях має багато переваг: зменшення використання дизельного палива на 50–85 %, нижча вартість, поліпшення екологічних показників (зниження викидів твердих частинок та зменшення димності відпрацьованих газів (ВГ), значне зниження сумарних викидів шкідливих речовин та зменшення рівня шуму роботи дизеля тощо.

Недоліки використання природного газу: висока температура самозаймання, яка ускладнює використання газових палив в дизелях та підвищення вимог відносно вибухо- та пожежобезпеки.

Дослідження вантажного автомобіля ГАЗ-3309 з дизелем Д245.7 з експериментальною газодизельною системою живлення, проведені в Національному транспортному університеті, засвідчили, що сумарні масові викиди, приведені до викидів оксиду вуглецю, під час роботи дизеля за газодизельним циклом у всьому діапазоні навантаження менші, ніж під час роботи дизеля за дизельним циклом (рис. 1). Витрата палива в тепловому еквіваленті під час роботи дизеля за дизельним і газодизельним циклом дещо більша під час роботи дизеля за газодизельним циклом.

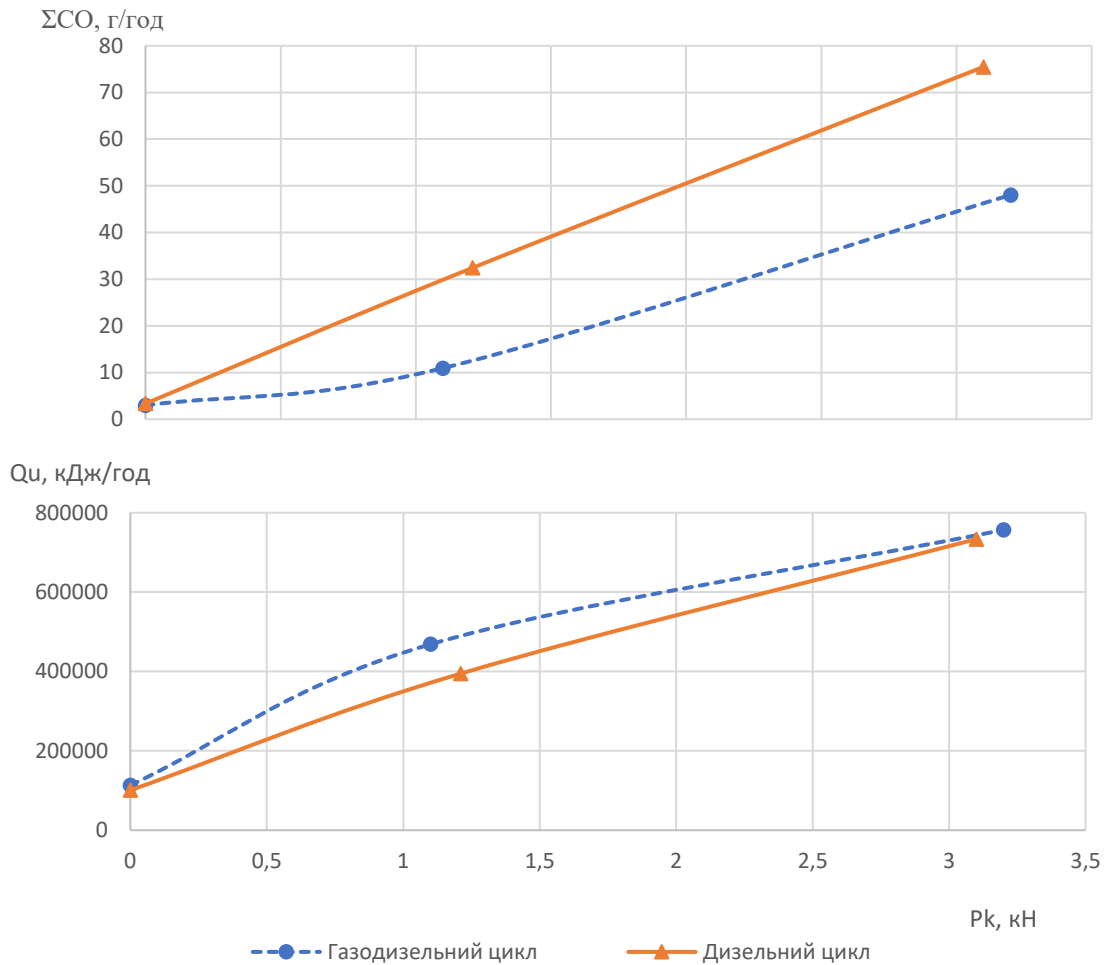


Рис. 1. Сумарні масові викиди ШР, приведені до викидів CO, та витрата палива в тепловому еквіваленті вантажного автомобіля ГАЗ-3309 з дизелем Д 245.7 частотою обертання $n_d = 1600 \text{ хв}^{-1}$

Олії рослинних культур. Враховуючи собівартість та доступність, широкого розповсюдження серед жирів набули олії рослинних культур, які мають низку позитивних якостей. Олія ріпаку характеризується високим цетановим числом, відсутністю поліциклічних ароматичних вуглеводнів тощо. При спалюванні рослинних олій в навколишнє середовище викидається тільки та кількість CO_2 , яка поглиналася рослинами в процесі фотосинтезу, і, таким чином, зберігається баланс «парникового» газу в атмосфері. Використання рослинних олій в якості палива для автомобільних дизелів ускладнюється в зв'язку з неоднорідністю хімічного складу та значним вмістом домішок і води в неочищеній сировині.

Дизельне біопаливо. Одним з ключових напрямів вирішення проблеми енергозабезпечення автотранспортних засобів з дизелями є використання олій різних культур для виробництва дизельного біопалива. Сировинна база для виробництва дизельного біопалива в Україні досить різноманітна: соняшник, ріпак, соя, коноплі тощо. Вирощування цих культур в рази більше, ніж потрібно для

забезпечення вітчизняних споживачів олією та самих сільгоспвиробників дизельним біопаливом. За інформацією джерела [7] в Україні виробництво ріпаку складає близько 3,5 млн. т, переважна більшість якого експортується за межі держави. Метилі ефіри жирних кислот використовують для дизельних двигунів – дизельне біопаливо, складниками якого є суміші метилових ефірів жирних кислот, що їх виробляють із рослинних олій та тваринних жирів. Враховуючи сприятливі аграрні умови в Україні та особливості процесу виробництва дизельного біопалива, найчастіше виробляють та використовують метилі ефіри ріпакової олії (МЕРО).

За інформацією US Department of agriculture виробництво дизельного біопалива в світі у 2022 році прогнозується на рівні 41 млн л., а найбільшими виробниками будуть країни ЄС – 55 %, США – 15 %, Бразилія – 8 %, Таїланд та Аргентина – 3 % (рис. 2).

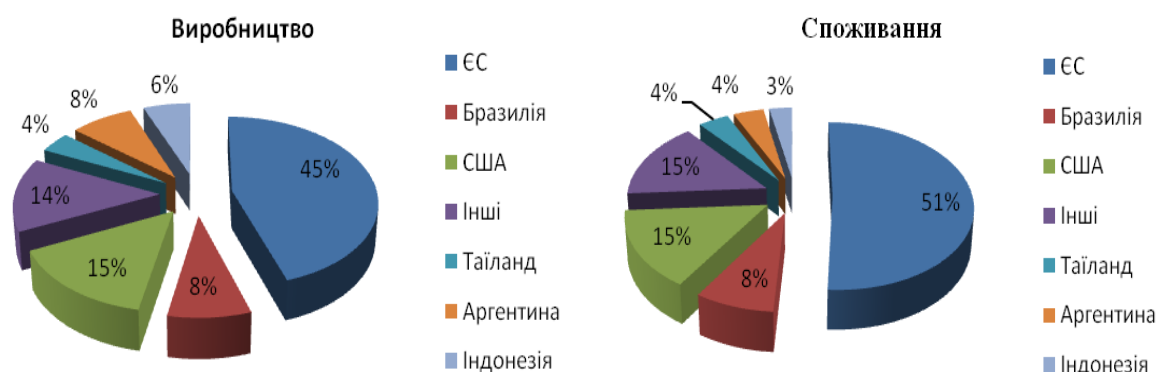


Рис. 2. Прогноз світового виробництва та споживання дизельного біопалива на 2022 рік

Можливі декілька напрямів розширення сировинної бази дизельного біопалива: цілеспрямоване вирощування технічних культур для отримання сировини і подальшого виробництва біопалива та раціональна утилізація (повторне використання) відходів виробництв, побутових відходів тощо.

Перший напрям доцільно використовувати у тому разі, якщо це не є перешкодою у вирощуванні продуктів харчування, і в багатьох країнах вирощування технічних культур на землях сільськогосподарського призначення вважають неприйнятним.

В Національному транспортному університеті проведено експериментальні дослідження дизеля 4С11,0/12,5 (Д-241), що працює на традиційному нафтовому паливі та метиловому ефірі ріпакової олії (МЕРО). В результаті проведених випробувань та аналізу отриманих характеристик встановлено, що при використанні МЕРО спостерігається поліпшення екологічних показників роботи дизелів при деякому зростанні витрати палива. Враховуючи фізико-хімічні властивості біопалив та схожий характер знятих характеристик, можна стверджувати можливість використання МЕРО як самостійного палива, зменшуючи при цьому споживання палив нафтового походження [8]. Витрата дизельного біопалива зростає, в середньому, на 11...16 %, димність ВГ знижується на 35...42 %, а сумарна токсичність ВГ зменшується до 7 %, порівняно з роботою на традиційному дизельному паливі.

Інший напрям може бути більш привабливим завдяки низці переваг: запобігає забрудненню довкілля, розширює сировинну базу для виробництва моторних палив, зменшує собівартість дизельного біопалива, підвищує енергетичну ефективність використання дизельного біопалива.

Тому найбільш привабливим та рентабельним напрямком вважають використання дизельного біопалива, отриманого з олій рослинних культур та жирів, які повністю виконали свої продовольчі функції, підлягають подальшій утилізації та можуть бути альтернативною сировиною для виробництва дизельного біопалива. В якості сировини для виробництва може бути технічний курячий жир (ТКЖ), отриманий з жиромістких відходів птахопереробних підприємств (ЖВП) [8–9]. Вартість такої сировини для виготовлення дизельного біопалива втричі нижча порівняно з оліями рослинного походження. ТКЖ добувають з пір'я, крові, субпродуктів, м'ясо-жирових відходів, що за лишаються після розділення тушок і виробництва м'ясо-кісткового борошна [10–11].

В Національному транспортному університеті та лабораторії ДП «ДержавтотрансНДІпроект» проведено випробування автомобіля Volkswagen Passat B4 з дизелем VAG 1.9 TDI 1Z, що працює на дизельному паливі та сумішевому дизельному біопаливі. Результати досліджень показали, що при переведенні дизеля на роботу на сумішевому дизельному біопаливі (80 % дизельне паливо + 20 % метилі ефіри жирних кислот (МЕЖК)) сумарні масові викиди, приведені до викидів оксиду вуглецю, за роботи дизеля на дизельному біопаливі в середньому менші на 4 % (рис. 3). При цьому спостерігається збільшення витрати палива від 5 до 11 % (рис. 4).

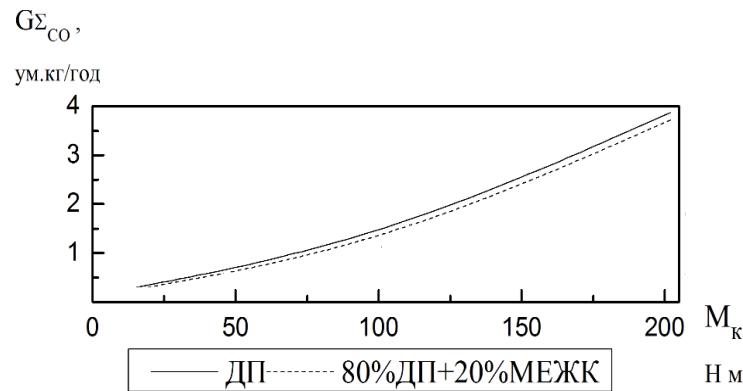


Рис. 3. Сумарні масові викиди ШР, приведені до викидів CO, автомобіля Volkswagen Passat B4 з дизелем VAG 1.9 TDI 1Z за частоти обертання КВ $n_0=2000$ хв⁻¹

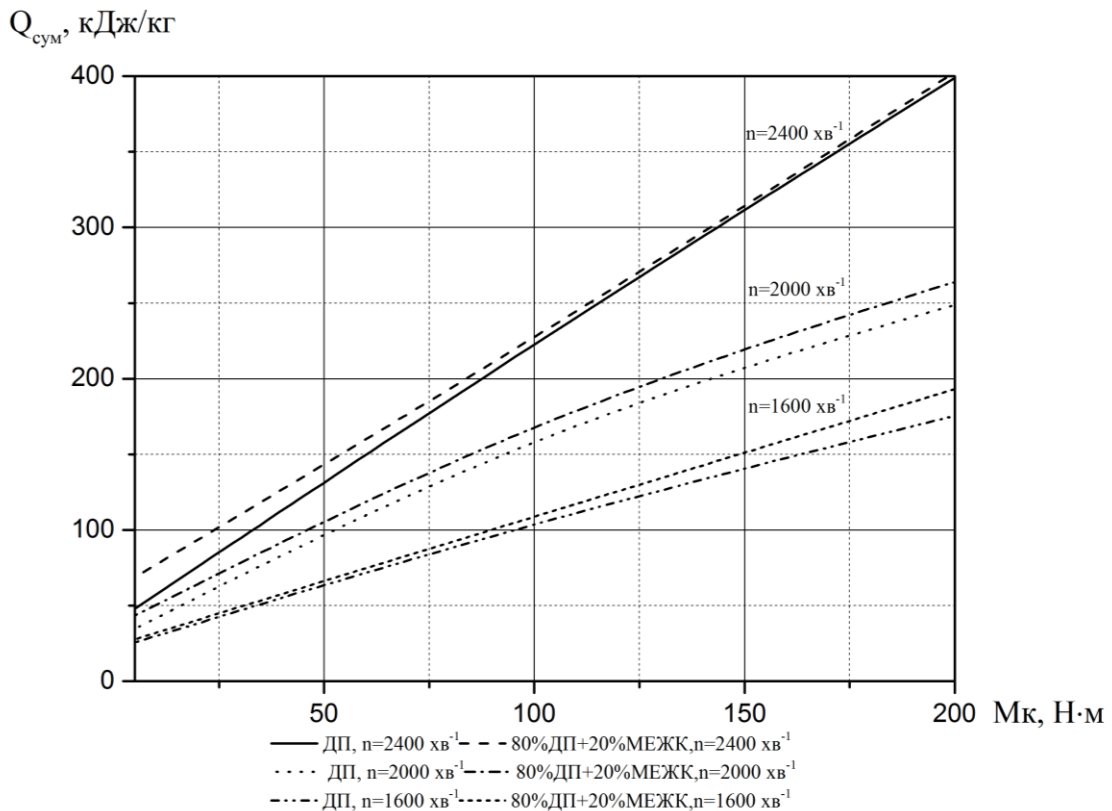


Рис. 4. Витрата палива в тепловому еквіваленті автомобіля Volkswagen Passat B4 з дизелем VAG 1.9 TDI 1Z

Наведені дослідження та аналіз літературних джерел показали, що дизельне біопаливо має низку переваг порівняно з традиційним дизельним паливом: є відновлюваним джерелом енергії; майже не містить сірки та поліциклічних ароматичних вуглеводнів; при використанні такого палива знижується загальний вихід шкідливих речовин з ВГ та зменшується гострота проблем, пов'язаних з парниковим ефектом, оскільки в процесі згоряння палив рослинного походження вивільнюється та кількість теплоти, яка поглиналася рослинами в процесі зростання.

Активний розвиток галузі виробництва та споживання дизельного біопалива в світі підтверджує те, що найбільшим споживачем дизельного біопалива в країнах ЄС є автомобільний транспорт, де близько половини виробленого палива використовують на автотранспортних засобах для вантажних та пасажирських перевезень, а іншу частину застосовують у якості добавки до нафтового дизельного палива для легкових автомобілів та у фермерських господарствах.

Враховуючи фізико-хімічні властивості біопалив, можна стверджувати можливість використання МЕРО як самостійного палива, зменшуючи при цьому споживання палив нафтового походження. Однак слід зазначити, що дизельне біопаливо виробляється з олійних культур, які є також цінними харчовими продуктами, що робить неможливим перевести всі автотранспортні засоби для роботи на дизельному біопаливі. Розширити сировинну базу дизельних біопалив дозволить раціональна утилізація або повторне використання відходів виробництв [8]. Цей напрям також запобігає

забрудненню довілля, зменшує собівартість виготовлення біопалив, розширює сировинну базу виробництва моторних палив та підвищує їх енергетичну ефективність використання.

Спиртові палива. Для дизелів автотранспортних засобів імовірним паливом можуть бути продукти переробки мінеральної або органічної сировини – спирти, а саме метанол, етанол, бутанол тощо. Перевагами використання спиртів в дизелях є широка сировинна база, можливість виробництва з відновлюваних ресурсів та можливість зниження викидів шкідливих речовин з ВГ.

Проте, значна відмінність фізико-хімічних властивостей спиртів і дизельного палива ускладнює організацію робочого процесу дизеля на спиртах. Тому використання спиртів в дизелях обмежується через низьке цетанове число, високу температуру самозаймання та погані мастильні властивості, що спричиняють зношення паливної апаратури та циліндро-поршневої групи. Спиртові палива мають низьку істотних недоліків, серед яких слід відзначити їх токсичність, корозійну активність та агресивність по відношенню до алюмінієвих сплавів, гуми та інших конструкційних матеріалів, а також низьку енергоємність, що призводить до збільшення питомої витрати палива.

Ефіри. Перспективними паливами для дизелів вважаються прості та складні ефіри мінерального або органічного походження, які утворюються в результаті взаємодії неорганічних кислот і спиртів. Ефіри належать до продуктів, до складу яких входить кисень. Фізико-хімічні властивості простих ефірів дозволяють використовувати їх в якості палива для автомобільних дизелів. Широкого поширення, в якості палива для автомобільних дизелів, отримав диметиловий ефір (ДМЕ) – як домішка до дизельного палива або його повний замітник. Крім того, можливо використовувати диетиловий ефір, дибутиловий ефір та інші.

Ефіри мають високе цетанове число та добрі екологічні властивості. У більшості з них відсутній основний недолік спиртів як дизельного палива – низьке цетанове число. Висока випаровуваність ДМЕ, його добра спалахуваність ведуть до кращого сумішоутворення, м'якої динаміки згоряння та кращих пускових якостей дизеля. Однак, недоліком ДМЕ є його висока ціна, а також зростання годинної витрати палива та необхідність переобладнання системи живлення (більшість простих ефірів знаходяться в газоподібному стані).

Водень. З точки зору енергоємності та емісії токсичних речовин у ВГ водень є одним з найкращих з усіх можливих палив [12]. Водень має значну сировинну базу, оскільки його переважно отримують в результаті піролізу на базі природного газу та нафтопродуктів або електролізу на базі води. Використання водню дозволяє практично виключити викиди твердих частинок, оксиду вуглецю та вуглеводневих сполук з ВГ через відсутність в цьому паливі вуглецю. Незначний вміст цих речовин у ВГ пояснюється згорянням частини моторної оливи, що потрапляє в камеру згоряння. Однак, збільшення тиску, а отже і температури в камері згоряння дизеля при використанні водню, призводить до збільшення викидів оксидів азоту.

Складність використання водню в дизелі пов'язана з тим, що він має високу температуру самозаймання (низьке цетанове число), тому його можна використовувати тільки в газодизельному варіанті (із запальною дозою дизельного палива). При цьому стійка робота дизеля на водні можлива тільки у вузькому діапазоні сумішей, обмеженому пропусками займання та детонацією. Проблеми використання водню в якості автомобільного палива не пов'язані з ефективністю або емісією токсичних компонентів ВГ, а з поширенням, зберіганням, а також із безпекою.

Висновки

Розширити паливну базу автотранспортних засобів з дизелями можна за рахунок використання альтернативних, більш екологічно чистих, моторних палив, таких як стиснений природний газ, дизельне біопаливо рослинного чи тваринного походження тощо. В залежності від потреби і наявної сировинної бази дизель, після відповідного переобладнання, може працювати як на перелічених альтернативних паливах, так і на їхніх сумішах з дизельним паливом. При подальших дослідженнях необхідно здійснити розробку методології оцінки використання альтернативних палив, яка дозволить визначити рівень екологічної безпеки та поєднуватиме комплекс функціональних та математичних моделей для визначення енергоефективності та екологічності двигунів та автотранспортних засобів під час використання альтернативних палив як у чистому вигляді, так і в якості добавок (сумішеві палива). Крім того, враховуючи, що перехід на екологічно чисті види палива є вимогою часу, важливим є техніко-економічне обґрунтування застосування систем живлення альтернативними та сумішевими паливами з врахуванням соціально-економічних витрат.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

- [1] В. П. Матейчик, Р. В. Симоненко, С. В. Коломієць, Н. М. Горідько, «До оцінки забруднення довкілля транспортними засобами на окремих етапах життєвого циклу», *Вісник НТУ*, № 21, ч. 2, с. 33-37, 2010.
- [2] С. Н. Девянин, В. А. Марков, В. Г. Семенов, *Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей*. Харьков: Новое слово, 2007, 452 с.
- [3] Закон України «Про альтернативні види палива». Доступно: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1391-14>.
- [4] С. Ковбасенко, М. Назаренко, В. Петренко, А. Голик, «Перспективи використання природного газу двигунами транспортних засобів в Україні», в *Systemy i srodki transportu samochodowego. Wybrane zagadnienia pod redakcją naukową Kazimierza Lejdy, Monografia nr 7, Seria: Transport*. Rzeszów: Politechnika Rzeszywska im. Ignacego Łukasiewicza, с. 159–164, 2016.
- [5] Maciej Mikulski, Sławomir Wierzbiński, Marta Ambrosewicz-Walacik, Kamil Duda and Andrzej Pięta, «Combustion of Gaseous Alternative Fuels in Compression Ignition Engines», [Електронний ресурс], Available: <http://dx.doi.org/10.5772/61663/>.
- [6] С. Ковбасенко, В. Петренко, С. Гутаревич, А. Голик, «Переобладнання дизеля в газодизель, як можливість розширення паливної бази автомобільного транспорту», *Вісник НТУ*, № 1 (37), с. 154–160, 2017.
- [7] Агробізнес України, 2020. Доступно: <https://agribusinessinukraine.com/the-infographics-report-ukrainian-agribusiness-2020/>.
- [8] С. В. Ковбасенко, В. В. Сімоненко, О. В. Бугрик, «Поліпшення показників транспортних засобів використанням дизельних біопалив з рослинної та утилізованої тваринної сировини», *Автомобільні дороги і дорожнє будівництво*, № 106, с. 40-45, 2019.
- [9] О. В. Бугрик, «Перспективи використання біодизельних палив, отримуваних утилізацією відходів харчової промисловості в двигунах колісних транспортних засобів», *Вісник НТУ*, № 1(37), с. 35-41, 2017.
- [10] Г. М. Калетник, Д. М. Токарчук, О. П. Скорук, *Організація і економіка використання біоресурсів*, 2-ге видання. Вінниця: Друк, 2020.
- [11] М. М. Муштрук Ю. Г. Сухенко, «Перспективи виробництва дизельного біопалива з технічних тваринних жирів в Україні», *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*, № 62(ч. 2), с. 315-318, 2011.
- [12] Д. С. Жалкін, С. Г. Жалкін, Ред., В. Г. Пузир, О. О. Анацький, «Локомотивні експлуатаційні матеріали», в *Паливо*, Харків: УкрДУЗТ, ч. 1, 2021, 106 с

Ковбасенко Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент, професор кафедри інженерії машин транспортного будівництва, e-mail: s.kovbasenko@ntu.edu.ua

Національний транспортний університет, м. Київ

S. Kovbasenko

Possibilities of enhancing the environmental safety of diesel vehicles using alternative fuels

National Transport University

Today, most motor fuels are made from non-renewable sources of petroleum origin. In connection with the environmental problems associated with the use of traditional motor fuels in motor vehicle engines, many countries are implementing strict requirements for the greening of motor vehicles.

At the same time, vehicles with diesel engines are quite attractive in terms of consumption of alternative motor fuels. One of the ways to increase the environmental safety of vehicles with diesel engines is the complete or partial replacement of diesel fuel with alternative fuels. In this regard, research and development in the field of energy resource use in road transport has been significantly intensified, and new programs are being developed to expand the use of alternative fuels. The main focus of the researchers on improving environmental safety is the complete or partial replacement of diesel fuel with alternative fuels, which can be of petroleum or non-petroleum origin. Such fuels can be: liquefied petroleum gas, compressed natural gas and associated gases, diesel biofuel, alcohols and ethers, as well as hydrogen, etc.

The article examines the problem of alternative types of fuel and the use of new energy sources in the search for more ecologically clean, cheap and less scarce fuel. To solve this problem, it is necessary to perform an analysis and determine the possibilities of increasing the environmental safety of motor vehicles with diesel engines when using different alternative fuels.

The analysis carried out in the work showed that the considered fuels are promising with the proper organization of the work process of motor vehicle diesel engines. However, in a number of cases, for example, when using hydrogen, alcohols, it is necessary to significantly change the design of the engine, which requires significant costs. The use of alternative, more environmentally friendly motor fuels, such as compressed natural gas, diesel biofuel of vegetable or animal origin, etc., will allow to significantly expand the fuel base of motor vehicle diesels and does not require a significant change in their design.

In further research, an important task is to develop a methodology for evaluating the use of alternative fuels, which will combine a complex of functional and mathematical models to determine the energy efficiency and environmental safety of vehicles with diesel engines when using alternative fuels both in their pure form and in the form of mixed fuels.

Key words: motor vehicle, diesel, environmental safety, alternative fuels, fuel consumption, exhaust gases.

Kovbasenko Serhii – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Professor of the Department of Machine Engineering of transport construction, e-mail: s.kovbasenko@ntu.edu.ua