

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Бугрик Олексій Вікторович



УДК 621.436.12

**РОЗШИРЕННЯ ПАЛИВНОЇ БАЗИ ДИЗЕЛІВ ТРАНСПОРТНИХ
ЗАСОБІВ ВИКОРИСТАННЯМ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА З
УТИЛІЗОВАНИХ ВІДХОДІВ ПРОДОВОЛЬЧИХ ЖИРІВ**

Спеціальність: 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ– 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Національному транспортному університеті (НТУ) Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник: кандидат технічних наук, доцент
Ковбасенко Сергій Володимирович,
Національний транспортний університет
доцент кафедри дорожніх машин.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Захарчук Віктор Іванович,
Луцький національний технічний університет
професор кафедри автомобілів і транспортних технологій;

кандидат технічних наук,
Петренко Валерій Георгійович
Національний технічний університет України «Київський
політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
старший науковий співробітник кафедри теоретичної та
промислової теплотехніки.

Захист відбудеться “12” травня 2021 р. о 10.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д26.059.03 в Національному транспортному університеті за адресою: 01010, м. Київ, вул. Омеляновича – Павленка, 1, аудиторія, 209.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного транспортного університету за адресою: 01103, м. Київ, вул. М. Бойчука, 42.

Автореферат розісланий “10” квітня 2021 р.

В.о. вченого секретаря
спеціалізованої вченої ради



Мейш Ю.А.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Колісні транспортні засоби (КТЗ) є одним з найпоширеніших видів сучасної техніки. Їх кількість у світі невідмінно зростає, що пов'язано зі стрімким зростанням чисельності населення на планеті та, як наслідок, зростанням перевезень пасажирів та вантажів. Крім зазначеного, тільки КТЗ можуть забезпечити перевезення пасажирів та вантажів від "дверей до дверей". Незважаючи на зручність та очевидні переваги, КТЗ мають і певні недоліки, а саме: забруднення навколишнього середовища та залежність від нафти. Транспорт споживає близько 20% всієї первинної енергії в світі, використовуючи при цьому в основному нафту. Така ситуація не прийнятна для країн які не мають власних запасів нафти і які бажають мати стабільну економіку та енергетичну незалежність.

Усвідомлюючи ці проблеми, які постійно супроводжують використання автомобільного транспорту, спільноти багатьох країн вже давно почали приділяти серйозну увагу використанню альтернативних моторних палив, до яких належать біопалива, природний газ та водень.

Проте за сучасних умов збільшення кількості об'єктів харчової промисловості виникла необхідність в утилізації продуктів харчування, а саме продовольчих жирів, які створюють негативний вплив на навколишнє середовище. За деякими даними кількість відходів за добу може складати від декількох кілограмів до десятків тон.

Частковим вирішенням представлених проблем є переведення частини автомобільного парку, які є одними з основних забруднювачів навколишнього середовища, на біопаливо з утилізованих відходів продовольчих жирів.

Тому актуальним є дослідження використання біопалив з утилізованих відходів продовольчих жирів дизелями КТЗ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконували згідно плану науково-дослідних робіт Національного транспортного університету (НТУ): на 2016 – 2017 роки за темою «Поліпшення показників транспортних засобів удосконаленням систем двигунів та застосуванням альтернативних палив», державна реєстрація №0116U007533, інвентарні №0716U002916, №0218U002039; на 2019 – 2020 роки за темою «Зниження витрати палива і шкідливих викидів двигунами дорожніх транспортних засобів оптимізацією конструктивних і експлуатаційних факторів», державна реєстрація №0119U100692.

Мета та завдання дослідження. Метою роботи є розширення паливної бази дизелів транспортних засобів та поліпшення екологічних показників автомобілів шляхом застосування дизельного біопалива з утилізованих відходів продовольчих жирів.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні завдання:

- аналіз проведених досліджень по використанню дизельного біопалива рослинного походження та з утилізованих відходів продовольчих жирів;
- визначення раціональних параметрів використання дизельного біопалива з утилізованих відходів продовольчих жирів, зокрема, впливу складу суміші та температури палива на показники двигуна автомобіля;
- розробка системи живлення з пристроєм для додаткового підігрівання сумішевого біопалива;
- перевірка роботоздатності системи живлення з підігрівачем;

- уточнення математичної моделі руху автомобіля за Європейським міським їздовим циклом для визначення паливно-економічних та екологічних показників транспортного засобу при живленні дизельним паливом та сумішевим дизельним біопаливом з утилізованих відходів продовольчих жирів;

- проведення експериментальних стендових досліджень автомобіля з заміром показників роботи дизеля при живленні дизельним паливом і сумішевим дизельним біопаливом в різних режимах, необхідних для отримання залежностей, які описують двигун як споживач палива, джерело енергії та джерело шкідливих викидів;

- експериментальні дослідження паливно-економічних та екологічних показників автомобіля в русі за Європейським їздовим циклом на моделюючому роликовому стенді;

- перевірка адекватності математичної моделі руху автомобіля за Європейським їздовим циклом.

Об'єкт дослідження. Зміна показників роботи дизелів і автомобілів в умовах експлуатації при живленні дизельним паливом та дизельним біопаливом з утилізованих відходів продовольчих жирів.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є паливна економічність та екологічні показники дизелів і автомобілів при використанні дизельного палива та дизельного біопалива з утилізованих відходів продовольчих жирів.

Методи дослідження. Експериментальним методом досліджували, екологічні показники, паливну економічність автомобіля з дизелем за роботи на дизельному та сумішевому паливах. В результаті експериментальних досліджень отримано характеристики для визначення коефіцієнтів поліноміальних залежностей, які описують двигун як джерело енергії, споживач палива та джерело шкідливих викидів. Розрахунковим методом на математичній моделі визначали: паливну економічність і екологічні показники автомобіля за роботи дизеля на традиційному дизельному паливі та на суміші дизельного палива і метилового ефіру продовольчих жирів.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено раціональні параметри використання дизельного біопалива з утилізованих відходів продовольчих жирів. Уточнено математичну модель руху легкового автомобіля з дизелем за роботи дизеля на традиційному дизельному паливі та на сумішевому дизельному біопаливі відповідно до режимів Європейського їздового циклу. Встановлено можливість розширення паливної бази дизелів транспортних засобів використанням суміші дизельного палива і метилового ефіру продовольчих жирів в умовах експлуатації.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено та виготовлено систему живлення багатопаливного двигуна з підігрівачем для додаткового підігрівання сумішевого біопалива. Попередніми дослідженнями підтверджено роботоздатність системи живлення з підігрівачем на дизелі РМ-80 трактора ЮМЗ-6. Отримано значення раціонального складу та доцільної температури сумішевого дизельного біопалива.

Проведено експериментальні дослідження на автомобілі Volkswagen Passat B4 з дизелем VAG 1.9Tdi 1Z у системі живлення якого встановлено пристрій для додаткового підігрівання сумішевого дизельного біопалива. В результаті

експериментальних досліджень отримано поліноміальні залежності, що описують дизель, як джерело енергії, споживач палива та джерело шкідливих викидів за роботи дизеля на традиційному дизельному паливі та на сумішевому дизельному біопаливі з утилізованих відходів продовольчих жирів.

Основні результати роботи прийнято для впровадження в Інституті газу Національної Академії Наук України та в Національному транспортному університеті в освітньому процесі при підготовці фахівців за спеціальностями: «Галузеве машинобудування», «Автомобільний транспорт» та «Енергетичне машинобудування».

Особистий внесок здобувача. Всі основні результати, які подані та викладені в дисертації, отримано здобувачем самостійно. Робота [3] виконана одноосібно. В роботах, які викладені у співавторстві, автору належать: дослідження перспективи використання дизельного біопалива в дизелях, які отримано утилізацією відходів харчової промисловості [2,4,12]; пошук шляхів адаптації дизельного біопалива для використання дизельними транспортними засобами [1,17]; розгляд існуючих конструкцій підігрівачів палив [7,11]; розширення паливної бази двигунів КТЗ використанням дизельного біопалива [8,9,10]; аналіз експлуатаційних показників дизелів в різних конструкцій камер згорання [5,6,15]; розрахунки на математичній моделі руху легкового автомобіля з дизелем, що працює на дизельному паливі та дизельному біопаливі, за модифікованим Європейським їздовим циклом [13,14,16]; участь у створенні та вдосконаленні системи живлення дизеля з підігрівачем за роботи на дизельному біопаливі [18,19].

Апробація результатів дисертації.

Результати досліджень були представлені та схвалені на:

- LXXII, LXXIII, LXXVI наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів НТУ, 2016, 2017, 2020 рр., м. Київ;
- міжнародних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, наукових співробітників, докторантів та аспірантів БНТУ, 2015 – 2018 рр., м. Мінськ;
- VIII міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», ВНТУ, 2015, м. Вінниця;
- міжнародній науково-практичній конференції присвячена 85-річчю заснування ХНАДУ, 2015 р., м. Харків;
- всеукраїнській науково-практичній конференції «Новітні шляхи створення, експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів», ВНТУ, м. Миколаїв, 2016р.;
- науково-практичної конференції «Національна безпека України: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення», Військова академія, м. Одеса, 2016р.;
- міжнародній конференції «Sustemy i srodki transportu samochodowego», м. Жешов, Польща, 2016 р.

Публікації. Матеріали дисертації опубліковано у 19 публікаціях, з яких 4 статті у фахових виданнях України, 1 стаття в періодичному іноземному виданні, 11 в тезах наукових конференцій, отримано 1 патент на винахід та 1 патент на корисну модель. Одну статтю опубліковано одноосібно.

Структура дисертації. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації становить 192 сторінки, з них 153 сторінки основного тексту, 62 ілюстрації та 22 таблиці, 4 додатки і список використаних джерел зі 135 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі обґрунтована актуальність роботи, встановлено зв'язок з науковими програмами, планами та темами, сформульовані мета та завдання, визначено об'єкт, предмет і методи досліджень, викладені наукова новизна, практичне значення, інформація про апробації та публікації основних положень дисертації.

У першому розділі описано використання біопалив із поновлюваних джерел енергії проаналізовано шляхи розширення паливної бази сучасних дизелів транспортних засобів. Встановлено, що світі і в Україні триває пошук нових альтернативних більш екологічно чистих видів палива для двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) на фоні збільшення дефіциту рідких палив нафтового походження. За прогнозами фахівців світові запаси нафти є вичерпними, і за нинішнього рівня споживання їх вистачить на доволі невеликий проміжок часу.

На основі аналізу з'ясовано, що дизельне біопаливо з утилізованих продовольчих відходів за своїми фізико-хімічними показниками схоже до дизельного палива і може бути використане, як альтернатива традиційним нафтовим паливам, для часткового заміщення нафтових палив в дизелях КТЗ.

Проведено аналіз законодавчої бази в світі та в Україні, щодо виробництва та використання біопалив. З'ясовано, що найдешевшою сировиною для дизельного біопалива є утилізовані продовольчі жири, які повністю виконали свою продовольчі функції.

Встановлено, що використання дизелями палив з утилізованих відходів продовольчих жирів має низку переваг: запобігає забрудненню довкілля, розширює сировинну базу для виробництва моторних палив, зменшує собівартість біопалив та підвищує їх енергетичну ефективність.

Описано альтернативу можливого виробництва дизельного біопалива з утилізованих відходів продовольчих жирів. Наведено схему виробництва дизельного біопалива та вимоги до дизельного біопалива під час його виробництва. За результатами попередніх експериментальних досліджень з'ясовано, що температура суттєво впливає на вихід дизельного біопалива в результаті процесу естерифікації (переестерифікації).

Проаналізовано результати попередніх експериментальних випробувань біопалив в дизелях, які дозволяють розширити межі використання дизельних біопалив в ДВЗ.

Другий розділ присвячено визначенню раціональних параметрів використання дизельного біопалива з утилізованих відходів продовольчих жирів.

З'ясовано, що оптимізувати фізико-хімічні властивості можна трьома способами:

- використанням композитного палива, яке складається із декількох складових, кожна з яких забезпечує оптимізацію фізико-хімічних властивостей дизельного біопалива;

- застосуванням регульованого підігріву дизельного біопалива;
- використанням композитного палива та регульованого підігріву.

Описано, що третій спосіб є найбільш актуальним з точки зору експлуатації.

Проведено попередні експериментальні випробування дизельних біопалив, щодо визначення в'язкісно-температурних параметрів. За результатами випробувань визначено, що всі досліджувані зразки сумішевих палив відповідають стандарту ДСТУ 7688:2015.

Встановлено доцільний склад сумішевого дизельного біопалива, яке базується на максимально допустимому значенні концентрації метилових ефірів жирних кислот (МЕЖК) у сумішевому паливі і технічних характеристиках до паливного насоса високого тиску (ПНВТ). Більші значення температури палива у ПНВТ дизеля призводять до зменшення циклової подачі палива, а також до утворення парових пробок, які погіршують прокачуваність палива в паливній системі автомобіля.

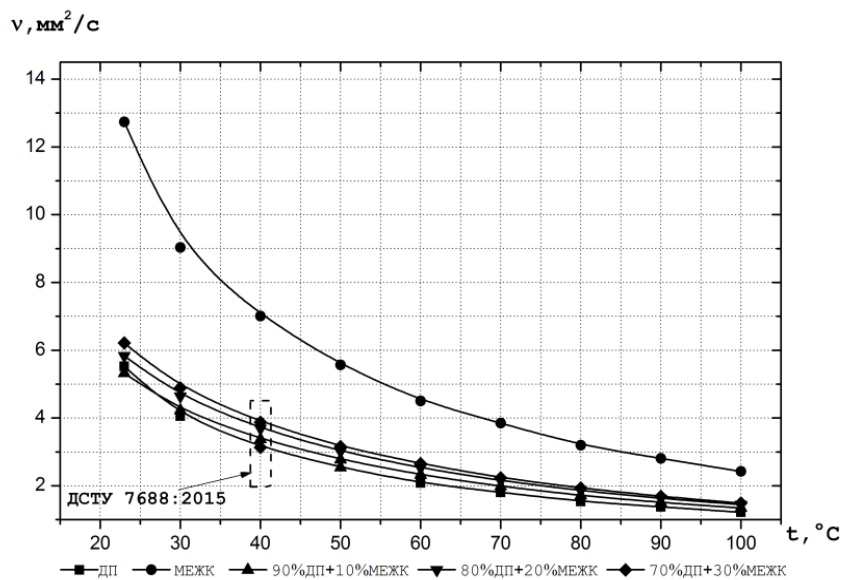


Рисунок 1 – В'язкісно-температурні характеристики дизельного палива, метилового ефіру жирних кислот та їх сумішей

Експериментальну в'язкісно-температурну характеристику (рис.1) штатного палива описатно залежністю:

$$\nu_{\text{ДП}} = a_i + b_i t_{\text{п}} + c_i t_{\text{п}}^2 + d_i t_{\text{п}}^3, \quad (1)$$

де a_i, b_i, c_i, d_i – постійні коефіцієнти поліноміальних залежностей;

$t_{\text{п}}$ – температура штатного палива, що надходить до ПНВТ.

Зміну $\nu_{\text{БДП}}$ від температури $t_{\text{п}}$ дизельного біопалива описано поліноміальною залежністю наступного виду:

$$\nu_{\text{БДП}} = a_i + b_i (t_{\text{п}} + \Delta t_{\text{п}}) + c_i (t_{\text{п}} + \Delta t_{\text{п}})^2 + d_i (t_{\text{п}} + \Delta t_{\text{п}})^3, \quad (2)$$

де a_i, b_i, c_i, d_i – постійні коефіцієнти поліноміальних залежностей;

$t_{\text{п}}$ – температура сумішевого палива, що надходить до ПНВТ;

Δt_n – додатковий підігрів сумішевих палив.

Коефіцієнти поліноміальних залежностей наведено в табл. 1

Таблиця 1 – Значення коефіцієнтів поліноміальних залежностей зміни кінематичної в'язкості досліджуваних палив від температури

Паливо	a_i	b_i	c_i	d_i
Дизельне паливо	11,10675	-0,33398	0,00408	-1,73644 ^{e-5}
МЕЖК	26,10781	-0,80625	0,00994	-4,26232 ^{e-5}
90% ДП+10% МЕЖК	9,63003	-0,24909	0,00278	-1,1205 ^{e-5}
80% ДП+20% МЕЖК	10,61837	-0,27646	0,00309	-1,24963 ^{e-5}
70% ДП+30% МЕЖК	11,44943	-0,30418	0,00345	-1,40839 ^{e-5}

Розв'язавши рівняння (1) і (2) при умові, що $\nu = const$, визначено величину додаткового підігріву сумішевих палив – Δt_n . Результати розрахунку Δt_n наведено на рис.2.

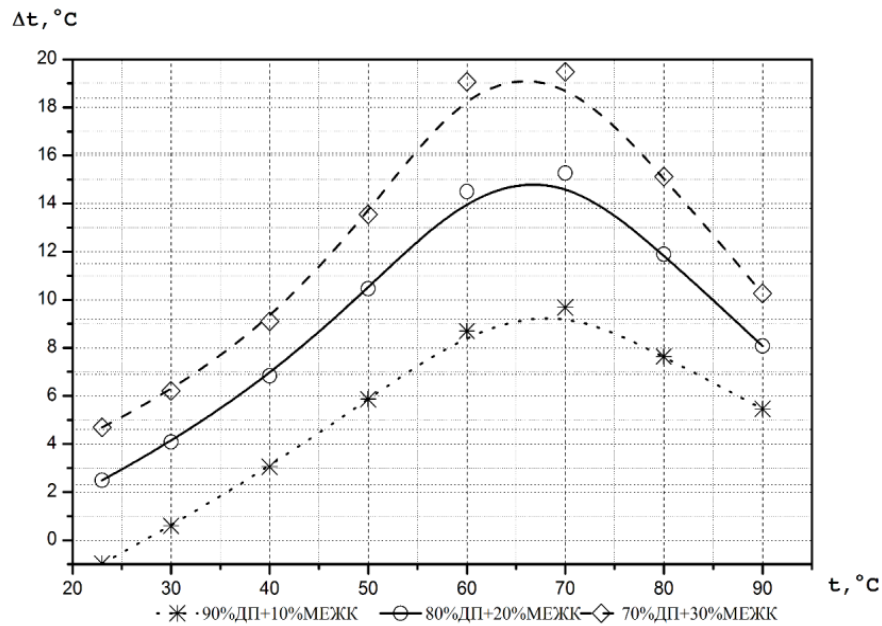


Рисунок 2 – Результати розрахунку величини додаткового підігріву сумішевих дизельних біопалив

Для забезпечення необхідних в'язкісно-температурних показників дизельних біопалив були виконані попередні дослідження щодо визначення доцільної температури та раціонального складу суміші.

Проведено аналіз існуючих підігрівачів палива різних видів, які класифікують за способом джерела теплоти, за способом надходження теплоти та за потужністю теплоносія. Не всі типи підігрівачів можна використовувати при роботі з біопаливами. Тому виникла необхідність в розробці власного підігрівача для роботи на дизельному біопаливі. Теплоносієм для підігрівача обрано рідину системи охолодження, як найбільш стабільну теплову систему в двигуні.

залежності від виду використовуваних палив та їх в'язкісно-температурних параметрів.

Встановлено та перевірено роботоздатність системи живлення багатопаливного двигуна на дизелі РМ-80 трактора ЮМЗ-6 в експлуатації при різних навантажувальних та швидкісних режимів.

Отримано патент на винахід №114871 Україна F02M 31/02, F02D 19/06 «Система живлення багатопаливного двигуна» та патент на корисну модель «122625 Україна, МПК (2017.01), F02B 47/00, F02B 51/00 «Спосіб використання присадки до дизельного палива, сумішей дизельного та біодизельного палив.

Третій розділ присвячений уточненню математичної моделі руху легкового автомобіля за режимами європейського їздового циклу. Математична модель представлена системою диференціальних та алгебраїчних рівнянь, яка розроблена на кафедрі двигунів і теплотехніки НТУ.

В математичній моделі описано характерні режими виконання їздового циклу:

1. Робота двигуна в режимі мінімальної частоти обертання холостого ходу на нерухомому автомобілі перед початком руху.
2. Розгін двигуна автомобіля без зовнішнього навантаження.
3. Рушання автомобіля за буксуючого зчеплення.
4. Розгін автомобіля при ввімкненому зчепленні.
5. Рух автомобіля при зміні передачі.
6. Усталений рух автомобіля.
7. Гальмування автомобіля з під'єднаним зчепленням (робота ДВЗ в режимі примусового холостого ходу).
8. Гальмування автомобіля з від'єднаним зчепленням (робота двигуна в режимі мінімальної частоти обертання холостого ходу колінчастого вала).

Процес розгону двигуна водієм від мінімальної частоти обертання на холостому ході $n_{XX \min}$ до частоти, за якої водій відпускає педаль зчеплення $n_{ДВ_зч}$ відбувається за умови відсутності зв'язку двигуна з трансмісією.

Частоту обертання вала двигуна в процесі розгону визначають за формулою:

$$n_{\partial\partial}(t) = n_{XX \min} + \frac{n_{\partial\partial.зч} - n_{XX \min}}{t_k} \cdot t, \quad (3)$$

де $n_{\partial\partial}(t)$ – частота обертання колінчастого вала (КВ) двигуна, хв^{-1} ;

$n_{XX \min}$ – мінімальна частота обертання двигуна в режимі холостого ходу, хв^{-1} ;

$n_{\partial\partial.зч}$ – частота обертання двигуна, яка відповідає моменту відпускання педалі зчеплення, хв^{-1} ;

t_k – час, за який відбувається розгін двигуна від $n_{XX \min}$ до $n_{ДВ.зч}$, с.

Крутний момент, Н·м:

$$M_{\kappa}(t) = I_{\partial\kappa} \cdot \frac{\partial n_{\partial}(t)}{\partial t} \cdot \frac{\pi}{30}, \quad (4)$$

де $I_{\partial\kappa}$ – момент інерції двигуна (визначається з довідника), $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Положення педалі під час розгону, %:

$$\phi_{\partial p} = A_0 + A_1 \cdot n_{\partial} + A_2 \cdot n_{\partial}^2, \quad (5)$$

де A_0, A_1, A_2 – поліноміальні коефіцієнти.

Показники роботи двигуна в режимі розгону на холостому ході визначаються як функція від частоти обертання КВ.

Викиди шкідливих речовин та паливну економічність автомобіля можна розраховувати зважаючи на режими роботи двигуна і його показники, в цих режимах.

Під час роботи двигуна в режимі мінімальної частоти обертання холостого ходу викиди шкідливих речовин і витрата палива повністю визначаються характеристиками двигуна.

В режимах активного холостого ходу, двигун, як споживач палива, повітря і джерело шкідливих викидів описується поліноміальними залежностями цих показників від частоти обертання КВ n_{∂} , визначеними за результатами експериментів, наступного виду:

$$\begin{aligned} CO &= d_{x0} + d_{x1}n_{\partial} + d_{x2}n_{\partial}^2; \\ CH &= k_{x0} + k_{x1}n_{\partial} + k_{x2}n_{\partial}^2; \\ NO_x &= m_{x0} + m_{x1}n_{\partial} + m_{x2}n_{\partial}^2; \\ CO_2 &= h_{x0} + h_{x1}n_{\partial} + h_{x2}n_{\partial}^2; \\ G_n &= c_{x0} + c_{x1}n_{\partial} + c_{x2}n_{\partial}^2; \\ G_{нов} &= e_{x0} + e_{x1}n_{\partial} + e_{x2}n_{\partial}^2. \end{aligned} \quad (6)$$

Концентрації шкідливих речовин, витрата палива і повітря в навантажувальних режимах (розгін автомобіля, рух з усталеною швидкістю) розраховуються за поліноміальними залежностями другого степеня, визначеними за результатами експериментів, залежно від двох змінних, які характеризують режим роботи двигуна – розрідження у впускному трубопроводі Δp_{κ} та частоти обертання КВ двигуна n_{∂} :

$$\begin{aligned} CO &= (d_0 + d_1\Delta p_{\kappa} + d_2n_{\partial} + d_{11}\Delta p_{\kappa}^2 + d_{22}n_{\partial}^2 + d_{12}\Delta p_{\kappa}n_{\partial}); \\ CH &= (k_0 + k_1\Delta p_{\kappa} + k_2n_{\partial} + k_{11}\Delta p_{\kappa}^2 + k_{22}n_{\partial}^2 + k_{12}\Delta p_{\kappa}n_{\partial}); \\ NO_x &= (m_0 + m_1\Delta p_{\kappa} + m_2n_{\partial} + m_{11}\Delta p_{\kappa}^2 + m_{22}n_{\partial}^2 + m_{12}\Delta p_{\kappa}n_{\partial}); \\ CO_2 &= (h_0 + h_1\Delta p_{\kappa} + h_2n_{\partial} + h_{11}\Delta p_{\kappa}^2 + h_{22}n_{\partial}^2 + h_{12}\Delta p_{\kappa}n_{\partial}); \\ G_n &= (c_0 + c_1\Delta p_{\kappa} + c_2n_{\partial} + c_{11}\Delta p_{\kappa}^2 + c_{22}n_{\partial}^2 + c_{12}\Delta p_{\kappa}n_{\partial}); \end{aligned} \quad (7)$$

$$G_{нов} = e_0 + e_1 \Delta p_k + e_2 n_\partial + e_{11} \Delta p_k^2 + e_{22} n_\partial^2 + e_{12} \Delta p_k n_\partial,$$

Під час переключення на вищу передачу двигун працює в режимі примусового холостого ходу.

Розрахунок витрат палива, повітря і концентрацій шкідливих речовин здійснюється за поліноміальними залежностями, які визначено для цього режиму:

$$\begin{aligned} CO &= d_{\Pi 0} + d_{\Pi 1} n_\partial + d_{\Pi 2} n_\partial^2; \\ CH &= k_{\Pi 0} + k_{\Pi 1} n_\partial + k_{\Pi 2} n_\partial^2; \\ CO_2 &= h_{\Pi 0} + h_{\Pi 1} n_\partial + h_{\Pi 2} n_\partial^2; \\ NO_x &\approx 0. \end{aligned} \quad (8)$$

Уточнена математична модель дозволяє провести розрахунки паливно-економічних та екологічних показників легкового автомобіля з дизелем, що працює на дизельному паливі та дизельному біопаливі. Всі інші показники описуються аналогічно відповідними алгебраїчними та диференціальними рівняннями.

В четвертому розділі вказано мету і завдання експериментальних досліджень автомобіля з дизелем за роботи на дизельному паливі та дизельному біопаливі.

Мета експериментальних досліджень – визначення енергетичних, паливно-економічних та енергетичних показників дизеля на дизельному паливі та дизельному біопаливі, а також отримання даних для перевірки адекватності математичної моделі руху автомобіля за роботи дизеля на дизельному паливі та дизельному біопаливі під час руху за їздовим циклом.

Для досягнення цієї мети вирішувались наступні задачі:

1. Проведення попередніх моторних та дорожніх досліджень для визначення раціональних параметрів дизельного біопалива.

2. Визначення енергетичних та екологічних показників автомобіля Volkswagen Passat B4, його паливної економічності при роботі в різних навантажувальних режимах та режимі активного холостого ходу при роботі двигуна за дизельним циклом.

3. Проведення стендових випробувань легкового автомобіля з дизелем за режимами європейського їздового циклу згідно правил R83 за роботи дизеля на ДП та дизельному біопаливі.

Програма досліджень передбачає наступну послідовність:

– визначення в'язкісно-температурних характеристик дизельного палива та сумішевого дизельного біопалива;

– визначення оптимального складу сумішевого дизельного біопалива;

– визначення оптимальної температури сумішевого дизельного біопалива, враховуючи його склад, та максимальні температурні значення роботи ПНВТ дизеля за в'язкісно-температурними характеристиками;

– планування двофакторного експерименту для двигуна VAG 1.9 TDI 1Z з незалежними параметрами M_k , n_d , побудова матриці експерименту;

– визначення показників двигуна автомобіля (енергетичних, екологічних), шляхом проведення двофакторного експерименту за матрицею;

- обробка результатів двофакторного експерименту роботи двигуна VAG 1.9 TDI 1Z автомобіля на дизельному та сумішевому дизельному біопаливах;
- визначення експериментальним шляхом оптимальної температури палива у паливному насосі високого тиску при роботі двигуна на дизельному та сумішевому біодизельному паливах;
- отримання поліноміальних залежностей, які оцінюють роботу двигуна VAG 1.9 TDI 1Z, в результаті опрацювання даних двофакторного експерименту;
- проведення стендових досліджень автомобіля Volkswagen Passat B4 під час його руху за Модифікованим Європейським їздовим циклом, визначення екологічних показників і показників паливної економічності за роботи на дизельному і сумішевому дизельному біопаливах;
- перевірка адекватності математичної моделі руху автомобіля за Модифікованим Європейським їздовим циклом.

В'язкісно-температурні характеристики ДП та дизельного біопалива, оптимальний склад дизельного біопалива та оптимальні температури дизельного біопалива, з врахуванням в'язкісно-температурних характеристик та складу визначались під час попередніх досліджень. Дослідження проводились на тракторі ЮМЗ-6 зі встановленою експериментальною установкою з підігрівачем дизельного біопалива на нього (рис.4).

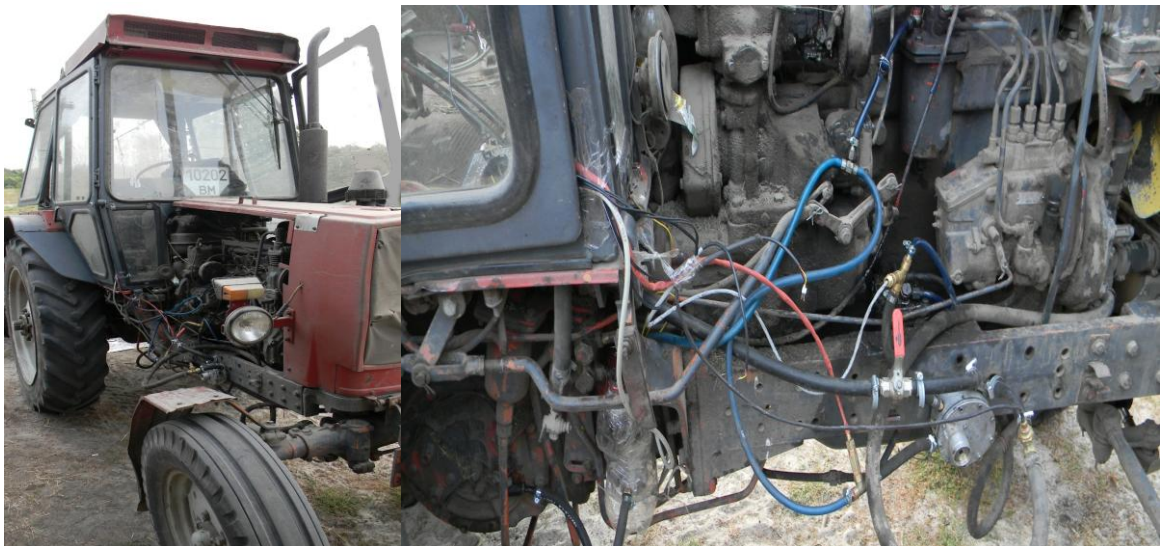


Рисунок 4 – Загальний вигляд трактора ЮМЗ-6 з дизелем РМ-80 та встановлена на трактор експериментальна установка з підігрівачем дизельного біопалива

В результаті попередніх досліджень визначені раціональні параметри використання дизельного біопалива. Зокрема, встановлено раціональний склад суміші дизельного біопалива 80% ДП та 20% МЕЖК та температура підігрітого дизельного біопалива має знаходитись в межах 55 - 60°C. В'язкісно-температурні характеристики ДП та дизельного біопалива різного складу показано на рис.1.

Під час подальших досліджень проведено стендові моторні випробування автомобіля з дизелем, який працює на ДП та дизельному біопаливі. Об'єктом стендових випробувань було обрано серійний легковий автомобіль Volkswagen Passat B4, обладнаний чотирициліндровим чотиритактним дизелем VAG 1.9 TDI 1Z

з безпосереднім впорскуванням палива в камеру згорання, рідинною системою охолодження, системою рециркуляції відпрацьованих газів, штатним наддувом повітря у впускний колектор та його охолодженням в теплообміннику (рис. 5).

Випробування експериментального автомобіля Volkswagen Passat B4 з удосконаленою системою живлення проводили на моделюючому роликовому стенді AVL-Zollner (рис.6). Під час стендових моторних досліджень для визначення паливно-економічних показників дизеля, що працює на ДП та дизельному біопаливі, було використано витратоміри палива (FCI FlexCOR), повітря (GF-90) та сучасна газоаналітична система MEHA-7400DEGR (рис.7). Для визначення концентрацій шкідливих речовин (ШР) з відпрацьованими газами (ВГ) та димності ВГ використовувалась дослідна повнопотокова система відбору проб на основі універсальної системи відбору проб постійного об'єму в розбавлених газах (CVS) моделі EMMS-CVS-010 (рис.8).



Рисунок 5 – Об'єкт експериментальних випробувань



Рисунок 6 – Моделюючий роликовий стенді AVL типу RPL1220/12C23M17/APM150



Рисунок 7 – Газоаналітична система стенді MEHA-7400DEGR вимірювання концентрації нормованих забруднюючих речовин у газах



Рисунок 8 – Дослідна повнопотокова система відбору проб на основі універсальної системи відбору проб постійного об'єму (CVS) моделі EMMS-CVS-010

Навантажувальні характеристики дизеля за роботи на ДП та дизельному біопаливі за частоти обертання $KB \ n_{\delta}=2000 \text{ хв}^{-1}$ наведено на рис. 9.

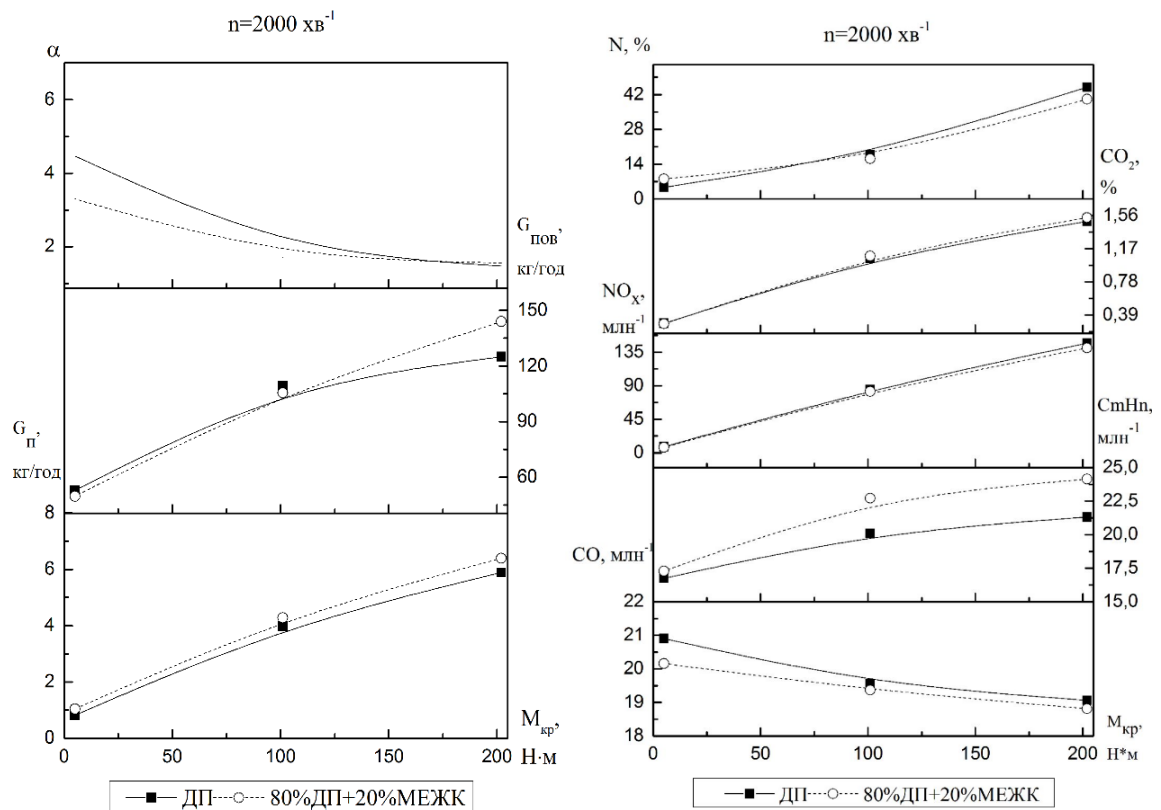


Рисунок 9 – Паливно-економічні та екологічні показники дизеля легкового автомобіля, що працює на ДП та дизельному біопаливі

Як видно з рис. 9 за роботи дизеля на дизельному біопаливі спостерігається збільшення годинної витрати палива до 8%, в порівнянні з витратою за роботи на дизельному паливі. За роботи дизеля на дизельному біопаливі спостерігається зменшення концентрації оксидів азоту від 3,28% до 9,62% та димності відпрацьованих газів від 4,35% до 22,28%, в порівнянні з роботою на ДП. Однак, спостерігається збільшення концентрації оксиду вуглецю від 5,5% до 13% та концентрації вуглеводнів від 3% до 13,2%.

У п'ятому розділі за результатами експериментальних досліджень в рамках проведеного плану двофакторного експерименту розраховані масові викиди шкідливих речовин та сумарні масові викиди, приведені до викидів оксиду вуглецю. На рис. 10 наведено результати розрахунків для частоти обертання КВ $n_d=2000 \text{ хв}^{-1}$. Також була порахована витрата палива в тепловому еквіваленті за роботи дизеля на ДП та дизельному біопаливі для частот обертання КВ $n_d=1600 \text{ хв}^{-1}$, $n_d=2000 \text{ хв}^{-1}$ та $n_d=2400 \text{ хв}^{-1}$ (рис. 11).

Результати розрахунків масових викидів підтвердили поліпшення екологічних показників дизеля за роботи на дизельному біопаливі, в порівнянні з роботою на ДП. З характеристики, наведеної на рис. 10 за роботи дизеля на дизельному біопаливі спостерігається зменшення викидів оксидів азоту від 7% до 15% при навантаженні від холостого ходу до 50%, в порівнянні з роботою на ДП. При подальшому збільшенні навантаження спостерігається підвищення викидів оксидів азоту до 10,3% за роботи дизеля на дизельному біопаливі, в порівнянні з роботою на ДП. Також на дизельному біопаливі можна відмітити зменшення викидів сажі від 10% до

14,35% та сумарних масових викидів, приведених до викидів оксиду вуглецю, від 3,95% до 10,7%, в порівнянні з роботою на ДП. Однак, при цьому спостерігається збільшення викидів оксиду вуглецю від 1,4% до 30% та викидів вуглеводнів від 8,6% до 30,8%.

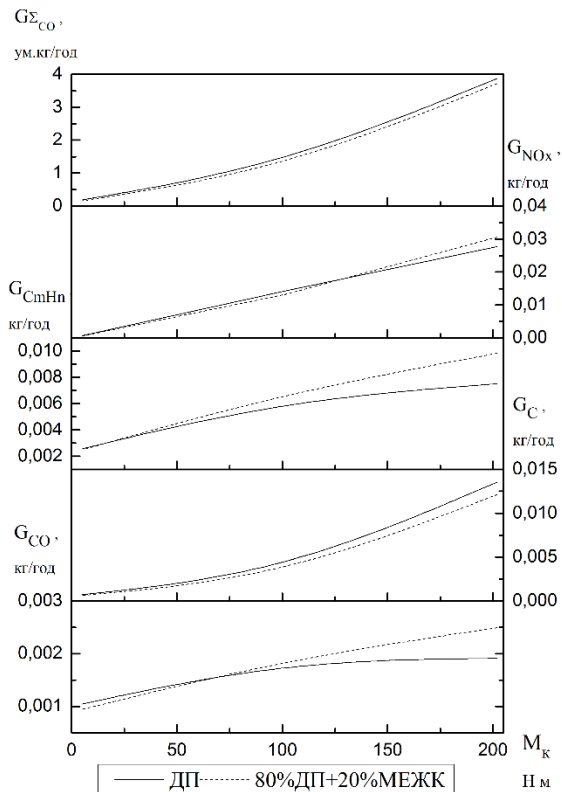


Рисунок 10 – Масові викиди шкідливих речовин з ВГ дизеля та сумарні масові викиди за частоти обертання $n_b=2000 \text{ хв}^{-1}$

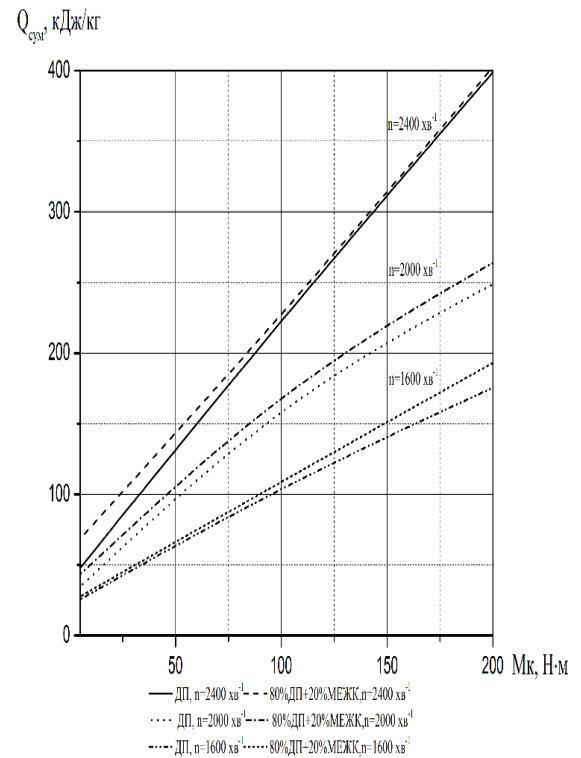


Рисунок 11 – Витрата палива в тепловому еквіваленті за роботи дизеля на ДП та дизельному біопаливі

Визначено поліноміальні коефіцієнти для розрахунку паливно-економічних та екологічних показників на математичній моделі руху легкового автомобіля з дизелем, що працює на ДП та дизельному біопаливі. Адекватність поліноміальних залежностей математичної моделі руху за режимами Європейського їздового циклу перевірена за F-критерієм Фішера.

Адекватність уточненої математичної моделі руху легкового автомобіля підтверджено шляхом порівняння результатів розрахункових досліджень з результатами стендових випробувань легкового автомобіля за режимами Європейського їздового циклу.

Результати розрахунків на математичній моделі руху автомобіля та результати стендових випробувань за режимами Європейського їздового циклу за роботи дизеля на ДП та дизельному біопаливі наведено в таблиці 2.

Розрахунок на математичній моделі засвідчив зниження сумарних масових викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами за цикл за роботи дизельному біопаливі на 12,3%, в порівнянні з роботою дизеля на дизельному паливі.

Таблиця 2 – Результати розрахункових досліджень на математичній моделі та на стенді тягових властивостей

Паливо	Вид дослідження	CO , у ВГ, г/км	C_mH_n , у ВГ, г/км	NO_x , у ВГ, г/км	Тверді частинки	G_n , л/км	ΣCO , ум. г/год
Дизельне	Розрахунок на математичній моделі	0,416	0,074	0,785	0,079	4,9591	48,786
	Випробування на модельюючому роликовому стенді	0,425	0,077	0,817	0,081	4,92	50,558
Дизельне біопаливо	Розрахунок на математичній моделі	0,348	0,076	0,816	0,046	5,1173	43,444
	Випробування на модельюючому роликовому стенді	0,357	0,079	0,854	0,047	5,00	45,318

Проведено розрахунок загального коефіцієнта енергетичної ефективності дизельного палива та дизельного біопалива. В результаті проведеного розрахунку встановлено, що коефіцієнт енергетичної ефективності дизельного біопалива з використанням метилових ефірів жирних кислот, отриманих з утилізованих відходів продовольчих жирів вище, ніж дизельного палива.

ВИСНОВКИ

1. За результатами аналізу існуючих досліджень встановлено, що дизельне біопаливо може бути використане дизелями для часткового заміщення дизельного палива. Найдешевшою сировиною базою для виробництва дизельного біопалива є утилізовані відходи продовольчих жирів.

2. Визначено раціональні параметри використання дизельного біопалива з утилізованих відходів продовольчих жирів транспортними засобами з дизелями. Зокрема, встановлено раціональний склад суміші, а саме 80% ДП та 20% МЕЖК. Температура палива, що подається в ПНВТ має знаходитись в межах 55 - 60°C для розширення меж використання біопалив з різними фізико-хімічними властивостями.

3. Удосконалено штатну паливну систему живлення дизеля, що працює на дизельному біопаливі шляхом встановлення додаткового підігрівача палива для оптимізації в'язкісно-температурних параметрів за роботи дизеля на дизельному біопаливі. На удосконалену систему живлення отримано патент на винахід.

4. Уточнено математичну модель руху легкового автомобіля за роботи його дизеля на ДП та дизельному біопаливі за режимами модифікованого Європейського їздового циклу з удосконаленою паливною системою живлення. Розрахунки на математичній моделі підтвердили поліпшення екологічних показників дизеля при переведенні на роботу на дизельне біопаливо. При цьому переважно зменшуються викиди оксиду вуглецю CO на 19,44% та викиди твердих частинок на 70,32%. Сумарні масові викиди, приведені до викидів оксиду вуглецю, зменшуються на 12,3%. Водночас за роботи дизеля на дизельному біопаливі спостерігається збільшення викидів оксидів азоту на 3,75% та викидів вуглеводнів на 3,26%. Витрата палива зростає на 3,09% при роботі на дизельному біопаливі. Адекватність

поліноміальних залежностей використаних в математичній моделі руху автомобіля підтверджено за F-критерієм Фішера.

5. Проведено стендові моторні дослідження дизеля, що працює на ДП та дизельному біопаливі. Результати проведених досліджень на стенді тягових властивостей дозволили описати дизель як споживач палива, повітря, джерело енергії та джерело шкідливих викидів. Результати досліджень показали, що при переведенні дизеля на роботу на дизельному біопаливі спостерігається: збільшення витрати палива від 5 до 11%, зменшення димності ВГ до 22,28%, зменшення концентрації оксидів вуглецю на 5-10% та концентрації оксидів азоту до 5%. Однак, вуглеводні за роботи дизеля на дизельному біопаливі більші, ніж за роботи на ДП на 9%. Сумарні масові викиди, приведені до викидів оксиду вуглецю, за роботи дизеля на дизельному біопаливі в середньому менші на 4%.

6. В результаті виконання європейського їздового циклу на стенді тягових властивостей згідно з правилами R83 підтверджена стабільна робота дизеля легкового автомобіля на дизельному біопаливі. Отримані результати виконання їздового циклу свідчать про зменшення викидів твердих частинок до 69,7% та зменшення викидів оксиду вуглецю на 19,2% за роботи дизеля на дизельному біопаливі. Водночас спостерігається збільшення викидів оксидів азоту на 4,28% та викидів вуглеводнів на 2,33%. Сумарна токсичність зменшується на 11,56% за роботи дизеля на дизельному біопаливі. Витрата палива за змішаним їздовим циклом за роботи дизеля на дизельному біопаливі збільшується на 1,6%.

7. Результати експериментальних досліджень та рекомендації щодо дообладнання легкових автомобілів з дизелями для роботи на дизельному біопаливі в умовах експлуатації прийняті до використання Інститутом Газу НАН України (м. Київ), а також використовуються в освітньому процесі Національного транспортного університету при підготовці фахівців за спеціальностями: «Галузеве машинобудування», «Автомобільний транспорт» та «Енергетичне машинобудування».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових фахових виданнях

1. Говорун А. Г., Павловський М.В. Бугрик О.В. Про деякі особливості адаптації біодизельних палив для дизелів сучасних транспортних засобів, що перебувають в експлуатації. // Вісник НТУ. – 2015. – №2(32). – с.49 – 57.

2. Говорун А.Г., Мержиєвська Л.П., Павловський М.В., Бугрик О.В. Розширення паливної бази двигунів колісних транспортних засобів використання біодизельних палив, отримуваних з утилізованих відходів сільськогосподарського виробництва // Вісник НТУ. – 2016. № 34. – с.96-104.

3. Бугрик О.В. Перспективи використання біодизельних палив, отримуваних утилізацією відходів харчової промисловості в двигунах колісних транспортних засобів // Вісник НТУ. – 2017. – №1(37). – с.35 – 41.

4. Ковбасенко С.В. Поліпшення показників транспортних засобів використанням дизельних біопалив з рослинної та утилізованої тваринної сировини/С.В. Ковбасенко, В.В. Сімоненко, О.В. Бугрик /Автомобільні дороги і

дорожнє будівництво. Науково-технічний збірник. – Національний транспортний університет. – К. №106. – 2019. – с. 40-45.

Публікації у наукових періодичних виданнях іноземних держав з напрямку

5. Говорун А. Г., Павловський М.В., Назаренко М.Б., Бугрик О.В. Про деякі особливості використання біодизельних палив в дизелях з розділеними і нерозділеними камерами згорання // *Sustemy i srodki transportu samochodowego – Politechnika rzeszowska im. Ignacego Lukasiewicza* – Rzeszow-2016 – Monografia nr.7 – Seria: Transport- с.145 – 150.

Опубліковані праці апробаційного характеру

6. Говорун А. Г., Бугрик О.В. 13 Международная научно-техническая конференция // 69-я научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ. Минск. – 2015. – том 2. с.56-57.

7. Говорун А. Г., Бугрик О.В. Особливості використання біодизельних палив в двигунах колісних транспортних засобів // VIII Міжнародна науково-практична конференція «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», БНТУ – 2015. с.71-73.

8. Говорун А. Г., Бугрик О.В. Про деякі особливості розширення паливної бази колісних транспортних засобів // Міжнародна науково-практична конференція присвячена 85-річчю заснування ХНАДУ., Наукові праці збірник тез ХНАДУ – Харків. – 2015. – с.114-115.

9. Говорун А. Г., Бугрик А.В. О некоторых особенностях использования биодизельных топлив в современных дизелях // международная научно-техническая конференция (69-я научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ). Минск -2016-том 2 – с.99.

10. Бугрик О.В., Говорун А. Г. Використання біодизельних палив в дизелях з розділеними і нерозділеними камерами згорання // Новітні шляхи створення, експлуатації, ремонту і сервісу автомобілів. – Миколаїв: ВНЗ «Міжнародний технологічний університет «Миколаївська політехніка», 2016. – с.40-42.

11. Говорун А. Г. Розширення паливної бази двигунів колісних транспортних засобів використанням біодизельних палив, отримуваних утилізацією відходів харчової промисловості / Говорун А. Г., Мержиєвська Л.П., Павловський М.В. // LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: тези доповідей. - К.: НТУ, 2016.

12. Говорун А.Г. Бугрик А.В. Расчётно-экспериментальные данные использования биотоплива на основе метилового эфира куриного жира в дизелях // Международная научно-техническая конференция (научно-техническая конференция профессорско-преподавательского состава, научных работников, докторантов и аспирантов БНТУ). Минск, 2017.

13. Говорун А.Г. Бугрик О.В. Поліпшення паливної економічності та екологічних показників ДВЗ термоелектричною утилізацією теплових втрат // LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів,

студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: тези доповідей. – К.: НТУ, – 2017. – с. 41-42.

14. Говорун А.Г. Способ снижения выбросов оксидов азота с отработавшими газами при работе двигателя на смесях сжатого природного газа и биогаза / А.Г. Говорун, С.И. Шиманский, А.В. Бугрик //Наука – образованию, производству, экономике: материалы 16-й Международной научно-технической конференции. - Минск: БНТУ, 2018. -Т. 2.

15. Назаренко М.Б. Переваги та недоліки використання біопалив у дизелях колісних транспортних засобів / М.Б. Назаренко, О.В. Бугрик /Безпека та екологія на дорожньому транспорті. ДП «ДержавтотрансНДІпроект» – К.– 2020 – с.75-80.

16. Бугрик О.В. Адаптація паливної апаратури сучасних дизелів, що перебувають в експлуатації, при роботі на біопаливах // LXXVI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: тези доповідей. - К.: НТУ, 2020. - с.41.

17. Назаренко М.Б. Переваги та недоліки використання біопалив у дизелях КТЗ / М.Б. Назаренко, О.В. Бугрик /Безпека та екологія на дорожньому транспорті. Збірка тез доповідей науково-практичної конференції (онлайн), К ДП «ДержавтотрансНДІпроект». – 2020 – с.48.

Патенти:

18. Патент на винахід № 114871 Україна F02M 31/02, F02D 19/06 «Система живлення багатопаливного двигуна» / Говорун А.Г., Бугрик О.В., Краснокутська З.І., Павловський М.В., Подпісов В.С. / (Україна); Заявник і патентовласник: Національний транспортний університет; заяв. 10.02.2017; опубл. 10.08.2017, Бюл. № 15.

19. Патент № 122625 Україна, МПК (2017.01), F02B 47/00, F02B 51/00 «Спосіб використання присадки до дизельного палива, сумішей дизельного та біодизельного палив» /Говорун А.Г., Клименко О.А.,Бугрик О.В / (Україна); Заявник і патентовласник: Національний транспортний університет; заяв. 10.04.2017; опубл. 25.01.2018, Бюл. № 2.

АНОТАЦІЯ

Бугрик О.В. Розширення паливної бази дизелів транспортних засобів використанням дизельного біопалива з утилізованих відходів продовольчих жирів– Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту». – Національний транспортний університет, Київ, 2021.

Дисертація присвячена вирішенню науково-практичної задачі, спрямована на розширення паливної бази двигунів колісних транспортних засобів використанням утилізованих продовольчих жирів, враховуючи в'язкісно-температурні параметри дизельних біопалив.

Проведено розрахункові та експериментальні дослідження дизеля VAG 1Z 1.9 TDIта автомобіля Volkswagen Passat B4 в цілому за роботи на дизельному паливі та дизельному біопаливі. Визначено доцільний склад та

температуру дизельного біопалива в процесі виготовлення та використання в двигунах колісних транспортних засобів.

Проведено стендові моторні випробування та виконано імітацію європейського їздового циклу на стенді. В результаті проведених досліджень спостерігається поліпшення екологічних показників дизеля за роботи на дизельному біопаливі. Сумарні масові викиди, приведені до викидів оксиду вуглецю, в середньому зменшуються на 12% за роботи дизеля на дизельному біопаливі.

Розраховано загальний енергетичний коефіцієнт використання дизельного біопалива з утилізованих відходів продовольчих жирів, враховуючи витрати на виробництво палива.

Ключові слова:

Дизель, дизельне біопаливо, метилові ефіри жирних кислот, додатковий підігрів.

АННОТАЦИЯ

Бугрик А.В. Расширение топливной базы дизелей транспортных средств использованием дизельного биотоплива из утилизированных отходов продовольственных жиров – Квалификационный научный труд на правах рукописи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 «Эксплуатация и ремонт средств транспорта». – Национальный транспортный университет, Киев, 2021

Диссертация посвящена решению научно-практической задачи, направленная на расширение топливной базы двигателей колесных транспортных средств использованием утилизированных продовольственных жиров, учитывая вязкостно-температурные условия дизельных биотоплива.

Установлено, что производственные мощности для изготовления биотоплива необходимо размещать рядом с заводами по производству биоэтанола, который необходим для получения дизельного биотоплива.

Выявлено, что при производстве дизельного биотоплива есть пять основных способов его очистки. Рациональное значение температуры исходного сырья должно находиться в пределах 50-60 °С, что приводит к увеличению процентного выхода готового продукта в процессе этерификации.

Проведены расчетные и экспериментальные исследования дизеля VAG 1Z 1.9 TDI и автомобиля Volkswagen Passat B4 в целом при работе на дизельном топливе и дизельном биотопливе.

Усовершенствована штатная система питания дополнительным подогревателем жидкостного типа, который был установлен на автомобиль для адаптации вязкостно-температурных показателей дизельного биотоплива к дизельному топливу.

Определены целесообразный состав и температура дизельного биотоплива в процессе изготовления и использования в двигателях колесных транспортных средств.

Уточнена математическая модель движения легкового автомобиля при работе его дизеля на дизельном топливе и дизельном биотопливе в режимах Европейского ездового цикла с усовершенствованной топливной системой. Результаты проведенных исследований на стенде тяговых характеристик позволили описать

дизель как потребитель топлива, воздуха, источник энергии и вредных веществ. Адекватность полиномиальных зависимостей, использованных в математической модели движения автомобиля, подтверждено за F-критерием Фишера.

Проведены стендовые моторные испытания дизеля при работе на дизельном топливе та дизельном биотопливе. При работе дизеля на дизельном биотопливе наблюдается уменьшение дымности отработавших газов на 70%, в сравнение с работой на дизельном топливе. Суммарная токсичность отработавших газов при работе дизеля на дизельном биотопливе уменьшается в среднем на 12%.

Также была проведена имитация европейского ездового цикла на стенде. В результате этих испытаний были получены значения массовых выбросов при работе дизеля на дизельном топливе та дизельном биотопливе. При работе дизеля на дизельном биотопливе в результате выполнения ездового цикла уменьшаются выбросы оксида углерода на 20%, выбросы сажи на 71% и суммарная токсичность уменьшается на 12,34%.

Рассчитан общий энергетический коэффициент использования дизельного биотоплива из утилизированных отходов продовольственных жиров, учитывая затраты на производство топлива.

Ключевые слова:

Дизель, дизельное биотопливо, метиловые эфиры жирных кислот, дополнительный подогрев.

SUMMARY

Bugrik O.V. Expansion of the fuel base of diesel vehicles using diesel biofuels from recycled food waste - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences on a specialty 05.22.20 "Operation and repair of means of transport". - National Transport University, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the solution of the scientific and practical problem, directed on expansion of fuel base of engines of wheeled vehicles by use of the utilized food fats, considering viscosity-temperature conditions of diesel biofuels.

Calculated and experimental studies of VAG 1Z 1.9 TDI diesel and Volkswagen Passat B4 in general for work on diesel fuel and diesel biofuel. The expedient composition and temperature of diesel biofuel in the process of production and use in the engines of wheeled vehicles are determined.

Bench motor tests were performed and the MNEDC was simulated on the stand. As a result of the conducted researches improvement of ecological indicators of the diesel engine for works on diesel biofuel is observed. The total mass emissions resulting from carbon monoxide emissions are reduced by an average of 12% for diesel biofuel.

The total energy efficiency of diesel biofuel from utilized food waste is calculated, taking into account the cost of fuel production.

Keywords:

Diesel, diesel biofuel, fatty acid methyl esters, additional heating.

Підписано до друку 09.04.2021 р.
Формат 60х84/16. Папір офсетний
№1. Обл. вид. арк. 0.85. Ум. друк.
арк. 0.90 Гарнітура Times New
Roman.
Наклад 100. Зам. 5030.

Редакційно-видавничий відділ
НТУ.
01010, Україна, Київ, вул. Бойчука, 39, тел. +38 (044) 284
2626