

АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА З ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В АВТОМОБІЛЬНИХ ДИЗЕЛЯХ

Корпач А.О., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, akorpach@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7070-7883

Левківський О.О., кандидат технічних наук, Товариство з обмеженою відповідальністю «Віннер ЛТД», Київ, Україна, oleksandr.levkivskyi@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2951-2312

Корпач О.А., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, korpach1988@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2496-4395

ALTERNATIVE FUELS FROM RENEWABLE RESOURCES FOR AUTOMOTIVE DIESEL ENGINES

Korpach A.O., Ph.D., National Transport university, Kyiv, Ukraine, akorpach@ukr.net, orcid.org/0000-0002-7070-7883

Levkivskyi O.O., Ph.D., Limited Liability Company «Winner LTD», Kyiv, Ukraine, oleksandr.levkivskyi@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2951-2312

Korpach O.A., Ph.D., National Transport university, Kyiv, Ukraine, korpach1988@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2496-4395

Постановка проблеми. За даними ОПЕК щорічне споживання палив з видобувних ресурсів автомобільним транспортом подовжує зростати. При цьому актуальний попит на дизельне паливо перевищує потребу в інших видах палива для автомобільних двигунів [1]. Враховуючи, що автомобільний транспорт є одним із основних джерел забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами та парниковими газами, питання заміни палив з видобувних ресурсів альтернативними із відновлювальної сировини продовжує бути актуальним.

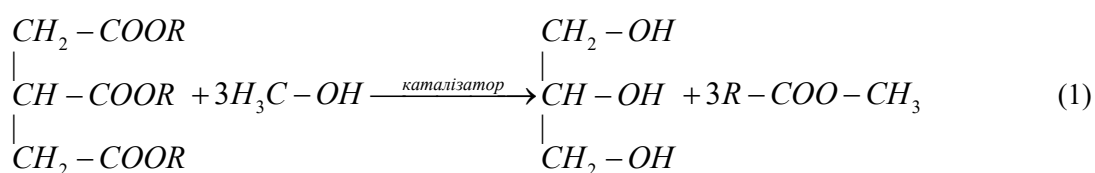
На сьогоднішній день розроблено та впроваджено в промислових масштабах ряд технологічних процесів, які дозволяють отримати альтернативні дизельні палива з широкого переліку відновлювальних ресурсів. Згідно ряду досліджень та досвіду практичного застосування найбільш придатною сировиною для виробництва альтернативних палив вважаються біоресурси рослинного походження [2]. Використання рослинної сировини для виробництва альтернативних палив, з одного боку, дозволяє щорічно отримати прогнозований об'єм палива для зниження обсягів споживання мінеральних ресурсів, з іншого боку, зменшити емісію парникових газів (основну частину яких складають діоксиди вуглецю) в атмосферу. Зниження викидів парникових газів при використанні палив з відновлювальних ресурсів рослинного походження досягається за рахунок того, що частина викидів парникових газів, що виділяються в процесі виробництва та використання біопалива в подальшому буде поглинута рослинами під час наступного циклу вирощування сировини [3].

Мета роботи проаналізувати ефективність виробництва та можливості застосування в сучасних автомобільних дизелях альтернативних палив, які можливо отримати з відновлювальних ресурсів рослинного походження.

Виклад основного матеріалу. На сьогоднішній день найбільш поширеним альтернативним паливом, що використовується в автомобільних дизелях, є біодизельне паливо. Для виробництва біодизельного палива використовуються олії, які отримують з різних рослин. Рационально використовувати рослини, що дозволяють отримати найбільший об'єм готового палива з одиниці сировини, наприклад: соняшник, ріпак і соя (таблиця 1).

Технологію виробництва біодизельного палива побудовано на основі процесу трансестерифікації тригліцеридів, що входять до складу рослинних олій. Трансестерифікація це хімічний процес, який відбувається між рослинними оліями та одновалентними спиртами в присутності каталізаторів (1). Під час реакції трансестерифікації тригліцериди взаємодіють зі спиртами утворюючи складні ефіри, гліцерин, інші побічні продукти та залишки вихідної сировини, що не були використані під час реакції. Для протікання реакції використовують суміші рослинної олії зі спиртом у співвідношенні 9 до 1 та каталізатор у кількості 1% від маси рослинної олії. У зв'язку з оборотністю реакції трансестерифікації, як правило, підвищують концентрацію спирту, надлишки

якого вимиваються водою після завершення реакції. Реакція протікає при температурі 60...80 °C і атмосферному тиску [4].



Для виробництва біодизельного палива можливо використовувати будь-які одноатомні спирти та їх ізомери [5]. В таблиці 2 наведено основні фізико-хімічні властивості спиртів, що можуть використовуватись для виробництва біодизельного палива. Зі збільшенням молекулярної маси спирту ускладнюється технологія виробництва, що обумовлено погіршенням розділення фракцій біодизельного палива та необхідністю використання більшого об'єму спирту. Таки чином, оптимально виробляти біодизельне паливо, використовуючи метиловий або етиловий спирт, тому на сучасному ринку альтернативних палив найбільшого поширення отримали метилові ефіри жирних кислот FAME (Fatty acid methyl esters) та етилові ефіри жирних кислот FAEE (Fatty acid ethyl esters).

Таблиця 1 – Середній вміст олії та кількість біодизельного палива, яке можливо отримати з різної сировини [4]

Table 1 – The average amount of oil and the volume of biodiesel fuel, which possible to have from different sources [4]

Сировина	Вміст олії, %	Середній вміст олії в тонні сировини, кг	Середня кількість біодизельного палива з тони сировини, кг
Соняшник	29...57	400	350
Ріпак	36...40	370	340
Соя	13...25	180	170

Перевагами етилового ефіру вважається – менша токсичність в процесі виробництва, а також менша агресивність до деталей двигуна в процесі експлуатації. Метилові ефіри, за рахунок більш низької молекулярної маси, мають нижчу в'язкість, кращу паливну економічність та більш простий процес виробництва, в порівнянні з етиловими ефірами, що, наряду з непродуктивним значенням метилового спирту, сприяє більш широкому використанню в порівнянні з етиловим.

Для ефективного та швидкого протікання реакції трансестерифікації використовують кислотні або лужні катализатори. Кислотні катализатори (сірчана кислота, соляна кислота, та інші), у зв'язку з високою вартістю, не набули широкого розповсюдження і переважно використовуються лише в реакціях з оліями, які мають значний вміст жирних кислот і можуть нейтралізувати дію лужних катализаторів. Лужні катализатори (гідроксид калію, гідроксид натрію та інші) широко використовуються в процесі виробництва біодизельного палива. Ефективність реакції естерифікації при використанні різних лужних катализаторів майже ідентична. На сьогоднішній день, переважно використовується гідроксиди калію або натрію.

До основних переваг біодизельного палива можна віднести: просту технологію виробництва, високе цетанове число, добрі змащувальні властивості, відсутність сірки і ароматичних вуглеводнів. Основні недоліки: більш висока густина та кінематична в'язкість в порівнянні з мінеральним паливом, схильність до окислення при тривалому зберіганні, низька температура застигання, висока хімічна та корозійна активність через вміст залишків спирту в кінцевому продукті [6].

Таблиця 2 – Фізико-хімічні властивості одноатомних спиртів [5]

Table 2 – Physicochemical properties of monoatomic alcohols [5]

Спирт	Хімічна формула	Молекулярна маса, г/моль	Густина (t=20°C), г/см ³	Співвідношення (3 моля спирту до 1 моля тригліцериду)
Метанол	CH ₃ OH	32	0,792	11
Етанол	C ₂ H ₅ OH	46	0,789	15
Пропанол	C ₃ H ₇ OH	60	0,838	20
Бутанол	C ₄ H ₉ OH	74	0,801	25
Пентанол	C ₅ H ₁₁ OH	88	0,814	30

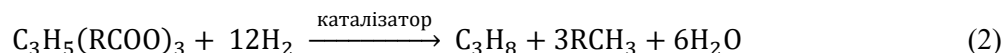
Для покращення низькотемпературних властивостей ефірів використовують депресорні присадки (додавання 0,25% депресорної присадки OFI-1010 виробництва Innospec (Німеччина) до ефірів з температурою застигання -17°C , знижують її до температури $-33\dots-35^{\circ}\text{C}$) або використання суміші біодизельного палива з мінеральними паливами середнього та легкого фракційного складу (суміш дизельного та біодизельного палив у співвідношенні 50:50 дозволяє знизити граничну температури фільтрування палива до -20°C) [7].

На сьогоднішній день згідно технічної документації автовиробників, а також державних стандартів якості дизельного палива допускають використання біодизельного палива у суміші з мінеральним паливом [6]. Досвід застосування біодизельного палива в двигунах різного типу свідчить про зниження викидів продуктів неповного згоряння і сажі з відпрацьованими газами, при цьому спостерігається збільшення викидів оксидів азоту, яке можливо знизити за рахунок коригування кута випередження впорскування. Наявність кисню у молекулі біодизельного палива викликає зростання масової витрати палива, в порівнянні з паливом мінерального походження [8].

Іншою групою альтернативних дизельних палив, що виробляють з відновлювальної сировини рослинного походження є очищені рослинні олії. На сьогоднішній день існує ряд технологічних процесів, які дозволяють ефективно очистити олію від небажаних компонентів (тонке очищення, ректифікація, гідроочищення тощо) [9]. Найбільш перспективним вважається метод гідроочищення рослинних олій HVO (Hydrotreated vegetable oils). Аналогічно біодизельному паливу виробляти біопаливо методом гідроочищення можливо з будь якої рослинної сировини, що містить достатню кількість олії.

Даний вид палива отримують шляхом гідрогенізації та гідрокрекінгу рослинних олій в присутності каталізатора при високій температурі і тиску. В результаті гідроочищення кисень видаляється з вихідної сировини, яка складається з тригліцеридів та жирних кислот, що дозволяє отримати суміш лінійних парафінових вуглеводнів, які можуть мати різні властивості та молекули різного розміру в залежності від вихідної сировини та особливостей перебігу процесу [10].

Процес гідроочищення рослинних олій відбувається в два етапи. Спочатку вихідна сировина насичується воднем з подальшим розщеплення під дією високої температури (наближено $300 - 390^{\circ}\text{C}$). В результаті реакції жирні кислоти перетворюються на вуглеводні, водень та кисень виділяються у вигляді води та утворюється побічний продукт – пропан (2). Продукт першої стадії гідроочищення, як правило, додатково проходить ізомеризацію в присутності водню для розгалуження лінійних ланцюгів, що дозволяє поліпшити низькотемпературні властивості палива.



Біопаливо, отримане шляхом гідроочищення рослинних олій, має фізико-хімічні властивості, що повністю відповідають вимогам до дизельного палива (таблиця 3). В порівнянні з FAME, паливо отримане методом HVO, має нижчу густину та кінематичну в'язкість, більш високе цетанове число та більш низьку температуру застигання. Крім того HVO паливо при дотриманні всіх вимог виробництва має низький вміст домішок та інших небажаних компонентів, що містяться в FAME або мінеральному дизельному паливі: залишки води, спирту та сірка. HVO паливо також має кращу стабільність при зберіганні в порівнянні з FAME [11].

Таблиця 3 – Фізико-хімічні властивості дизельного палива та біопалив з рослинних олій [11, 6]
Table 3 – Physico-chemical properties of diesel fuel and biofuel fuels from vegetable oils [11, 6]

Назва показника	Дизельне паливо	FAME	HVO
Масова частка ефірів, %	0	96,5	0
Густина, $\text{кг}/\text{м}^3$	833,7	887,5	778,7
Кінематична в'язкість, $\text{мм}^2/\text{с}$	4,4	5,5	2,82
Температура спалаху у закритому тиглі, $^{\circ}\text{C}$	63	183	83
Температура застигання, $^{\circ}\text{C}$	-26	-5	-22
Масова частка сірки, $\text{мг}/\text{кг}$	0,2	0	0
Цетанове число	47	52	76
Масова частка води, $\text{мг}/\text{кг}$	0	200	20
Випробування на мідній пластині	витримує	витримує	витримує

За даними досліджень [10] використання гідроочищених рослинних олій дозволяє покращити екологічні показники дизелів в порівнянні з FAME, в основному, за рахунок зниження викидів оксидів азоту. До основних експлуатаційних недоліків відносять низькі змащувальні властивості, а також збільшена масова витрата палива в порівнянні з мінеральним.

Найбільш перспективним методом виробництва дизельного палива з відновлювальних ресурсів рослинного походження вважається синтез за допомогою процесу Фішера-Тропша. Даний процес був розроблений на початку 1920-х років німецькими вченими Францем Фішером і Гансом Тропшем та використовувався переважно для виробництва рідких палив з кам'яного вугілля. Синтез Фішера-Тропша – це каталітичний процес перетворення оксидів вуглецю та водню в вуглеводні з різною довжиною ланцюгів. На сьогоднішній день існує ряд модифікацій даного процесу, серед яких синтез рідкого палива з біомаси, що отримав загальну назву BTL (Biomass To Liquid) [12].

Для виробництва дизельного палива за допомогою процесу BTL можливо використовувати будь-яку біомасу, найбільшого поширення набуло виробництво палива з залишків деревообробної (тріски, тирса і т.п.) та сільськогосподарської (солома зернових та інших культур, стебел та качанів кукурудзи, і т.п.) промисловості. Процес виробництва біопалива складається з декількох етапів, на першому етапі біомасу перетворюють в синтез-газ шляхом газифікації. Далі відбувається процес очищення синтез-газу від небажаних компонентів, що можуть негативно вплинути на якість та кількість готового палива. На останньому етапі очищений синтез-газ направляється в каталітичний реактор Фішера-Тропша для виробництва дизельного біопалива [13].

Газифікація це процес перетворення твердої біомаси в суміш газів, що переважно складається з оксиду вуглецю, водню, вуглекислого газу, азоту і метану. Для ефективного протікання газифікації сировину попередньо очищують, подрібнюють та висушують. Газифікація біомаси відбувається в ректорах різноманітної конструкції (з висхідним потоком, з нерухомим шаром, з низхідним потоком та інші) та з використанням різних агентів (повітря, кисень, або водяна пара). Вибір конструкції газифікатора та агенту залежить від сировини.

В результаті газифікації отримують синтез-газ, який містить значну кількість небажаних домішок, що в подальшому негативно вплинуть на каталітичне перетворення в процесі Фішера-Тропша. Небажані домішки в синтез-газі розділяють на три основні групи: органічні домішки: смоли, бензол, толуол та ін.; неорганічні домішки: кисень, аміак, кислоти та ін.; механічні домішки: пил і сажа. Органічні домішки видаляють методом термічного або каталітичного крекінгу, в результаті якого органічні сполуки розкладаються на оксид вуглецю та водень, які використовують в подальшому синтезі палива, неорганічні та механічні домішки видаляють за допомогою різноманітних методів механічного та хімічного очищення.

На останньому етапі очищений синтез-газ подається в низькотемпературний реактор, у якому на поверхні каталізатора на основі заліза або кобальту при температурі 230°C утворюється рідке паливо. Синтезоване методом BTL дизельне паливо складається, в основному, з лінійних парафінових вуглеводнів, у ньому практично відсутні ароматичні та сірчані сполуки. Фізико-хімічні властивості синтетичного дизельного палива подібні до мінерального. Густина при температурі 15°C становить 770–785 кг/м³, кінематична в'язкість при температурі 40°C – 3,2-4,5 мм²/с. Через високий вміст алканів синтетичне дизельне паливо має дуже високе цетанове числа 73–81 [14, 15].

Синтетичне дизельне паливо з біомаси може використовуватись в сучасних дизелях без зміни їх конструкції і, практично, не викликає зміни паливної економічності двигуна. Екологічні показники дизеля вдається покращити за рахунок відсутності сірки та поліциклічних ароматичних вуглеводнів. Крім того, синтетичне паливо повністю зміщується з мінеральним паливом, а отже, може використовуватись в сумішах різної пропорції. Серед недоліків можливо виділити високу вартість виробництва, погані низькотемпературні та змащувальні властивості, для покращення яких необхідно використовувати відповідні присадки.

Висновки. На сьогоднішній день біодизельне паливо (FAME та FAEE) завдяки простій технології виробництва залишається найбільш поширеним альтеративним паливом для автомобільних дизелів. Однак, через більш високу густину та кінематичну в'язкість а також високу хімічну активність за рахунок залишків спиртів його можливо використовувати або в суміші з мінеральним паливом або необхідно адаптувати конструкцію та налаштування двигуна. Перспективними паливами з відновлювальної сировини рослинного походження вважаються дизельні палива, одержані методами HVO та BTL. Фізико-хімічні властивості даних палив дозволяють їх використовувати в сучасних двигунах без зміни конструкції, крім того BTL паливо має дуже широку сировинну базу, однак через високу вартість виробництва, на сьогоднішній день, воно не отримало широкого розповсюдження.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. World oil outlook 2045. (2022). OPEC Secretariat. Vienna. 2022. 313 p.
2. Worldwide Fuel Charter 2019 – Gasoline and diesel fuel. European Automobile Manufacture's Association. Brussels. 2019. 96 p.
3. Utku Bozbay. Promoting utilization of biofuels in the transportation sector to reduce CO₂ emissions: A comparative analysis / Utku Bozbay, Mine Güngörmüşler // Journal of Polytechnic. – 2022. – 25(4). – P. 1741-1751.
4. Корпач А. О. Сучасні напрямки використання альтернативних палив в автомобільних дизелях / А. О. Корпач, О. О. Левківський // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – 2020. – №1 (46). – С. 145 – 152.
5. Shahidi F. Bailey's industrial oil and fat products, 6 volume set / F. Shahidi. – Wiley-Interscience, 2005. – 3616 p.
6. Корпач А. О. Дослідження впливу фізико-хімічних властивостей біодизельного палива на паливну економічність, енергетичні та екологічні показники автомобільного дизеля / А. О. Корпач, О. О. Левківський // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2016. – №2(77). – С. 115 – 121.
7. Корпач А. О. Оцінка експлуатаційних властивостей біодизельного палива при низьких температурах / А. О. Корпач, О. О. Левківський, Б. Ф. Кочирко // Вісник Національного транспортного університету. – 2010. – № 20. – С. 193 – 197.
8. Корпач А. О. Проблеми використання біодизельного палива в автомобільних двигунах / А. О. Корпач, О. О. Левківський, О. А. Корпач // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2010. – №2(53). – С. 71 – 73.
9. Забарний Г. М. Термодинамічна ефективність та ресурси рідкого біопалива України / Г. М. Забарний, С. О. Кудря, Г. Г. Кондратюк, Г. О. Четверик. – К.: Інститут відновлюваної енергетики НАН України. Відділ відновлюваних органічних енергоносіїв, 2006. – 226 с.
10. Aatola H. Hydrotreated vegetable oil (HVO) as a renewable diesel fuel: trade-off between NO_x, particulate emission, and fuel consumption of a heavy-duty engine / Aatola H., Larmi M., Sarjoavaara T., Mikkonen S. // SAE World Congress. – 2008
11. Athanasios Dimitriadis. Evaluation of a hydrotreated vegetable oil (HVO) and effects on emissions of a passenger car diesel engine / Athanasios Dimitriadis, Ioannis Natsios, Athanasios Dimaratos, Dimitrios Katsaounis, Zisis Samaras, Stella Bezergianni, Kalle Lehto // Frontiers in Mechanical Engineering – 2018.
12. Lappas A. Production of biofuels via Fischer–Tropsch synthesis: biomass-to-liquids / Lappas A., Heracleous E. // Handbook of Biofuels Production. – 2016. – P. 549 – 593
13. Jin Hu Application of Fischer–Tropsch synthesis in biomass to liquid conversion / Jin Hu, Fei Yu, Yongwu Lu // Catalysts. – 2012. – P. 303 – 326
14. Snehes Shivananda Ail. Biomass to liquid transportation fuel via Fischer Tropsch synthesis – Technology review and current scenario / Snehes Shivananda Ail, Dasappa S. // Renewable and Sustainable Energy Reviews Volume 58. – 2016. – P. 267 – 286

REFERENCES

1. World oil outlook 2045. (2022). OPEC Secretariat. Vienna.
2. Worldwide Fuel Charter 2019 – Gasoline and diesel fuel. (2019). European Automobile Manufacture's Association. Brussels.
3. Utku Bozbay, Mine Güngörmüşler. (2022). Promoting utilization of biofuels in the transportation sector to reduce CO₂ emissions: A comparative analysis. Journal of Polytechnic.
4. Korpach, A. O., Levkivskyi, O. O. (2020). Suchasni napryamky vykorystannya al'ternatyvnyh palyv v avtomobil'nyh dyzelyah [Modern ways of using alternative fuels in automobile diesel engines] Visnyk Nacional'noho transportnoho universytetu – Bulletin of the National transport university. 1 (46). [in Ukrainian]
5. Shahidi F. (2005). Bailey's industrial oil and fat products, 6 volume set. Wiley-Interscience.
6. Korpach, A. O., Levkivskyi, O. O. (2016). Doslidzhennya vplyvu fizyko-himichnyh vlastyvostej biodyzel'noho palyva na palyvnu ekonomichnist', enerhetychni ta ekolohichni pokaznyky avtomobil'noho dyzelya [Investigation of influence of the physico-chemical properties of biodiesel fuel on fuel economy, energy and environmental indicators of automotive diesel] Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu – Bulletin of the Zhytomyr State Technological University. 2 (77). [in Ukrainian]
7. Korpach, A. O., Levkivskyi, O. O., Kochyrko B. F. (2010). Ocinka ekspluatacijnyh vlastyvostej biodyzel'noho palyva pry nyz'kykh temperaturah [Evaluation of the operational properties of biodiesel fuel at

low temperatures] Visnyk Nacional'noho transportnoho universytetu – Bulletin of the National transport university. 20. [in Ukrainian]

8. Korpach, A. O., Levkivskiy, O. O., Korpach, O. A. (2010) Problemy vykorystannia biodyzelnoho palyva v avtomobilnykh dvyhunakh [Problems of using biodiesel fuel in automobile engines] Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu – Bulletin of the Zhytomyr State Technological University. 2 (53). [in Ukrainian]

9. Zabarny H. M., Kudrya S. O., Kondratyuk H. G., Chetveryk G. O. (2006). Termodynamichna efektyvnist' ta resursy rikdoho biopalyva Ukrayiny [Thermodynamic efficiency and liquid biofuel resources of Ukraine] Institute of Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv. [In Ukraine]

10. Aatola, H., Larmi, M., Sarjovaara, T., Mikkonen. S. (2008). Hydrotreated vegetable oil (HVO) as a renewable diesel fuel: trade-off between NOx, particulate emission, and fuel consumption of a heavy-duty engine. SAE World Congress.

11. Athanasios Dimitriadis, Ioannis Natsios, Athanasios Dimaratos, Dimitrios Katsaounis, Zisis Samaras, Stella Bezergianni, Kalle Lehto. (2018). Evaluation of a hydrotreated vegetable oil (HVO) and effects on emissions of a passenger car diesel engine. *Frontiers in Mechanical Engineering*.

12. Lappas A., Heracleous E. (2016). Production of biofuels via Fischer–Tropsch synthesis: biomass-to-liquids. *Handbook of Biofuels Production*.

13. Jin Hu, Fei Yu, Yongwu Lu. (2012) Application of Fischer–Tropsch synthesis in biomass to liquid conversion. *Catalysts*.

14. Snehes Shivananda Ail, Dasappa S. (2016) Biomass to liquid transportation fuel via Fischer Tropsch synthesis – Technology review and current scenario. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*.

РЕФЕРАТ

Корпач А.О. Альтернативні палива з відновлювальних ресурсів для використання в автомобільних дизелях / А.О. Корпач, О.О. Левківський, О.А. Корпач// Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К. : НТУ, 2023. – Вип. 1 (55).

В статті розглянуто альтернативні дизельні палива з відновлювальних ресурсів рослинного походження, що придатні для використання в автомобільних дизелях.

Об'єкт дослідження – альтернативні дизельні палива.

Мета роботи – проаналізувати ефективність виробництва та можливості застосування в сучасних автомобільних дизелях альтернативних палив, які можливо отримати з відновлювальних ресурсів рослинного походження.

Метод дослідження – аналітичний.

Розглянуто альтернативні дизельні палива: бідоизельне паливо (FAME та FAEE), дизельні палива одержані шляхом гідроочистки рослинних олій (HVO) та методом синтезу (BTL). Проаналізовано технологію виробництва кожної групи альтернативних дизельних палив та ефективність застосування в автомобільних дизелях. Встановлено, що на сьогоднішній день біодизельне паливо, завдяки простій технології виробництва, залишається найбільш поширеним альтернативним паливом для автомобільних дизелів. Однак, через більш високу густину та кінематичну в'язкість, а також високу хімічну активність, за рахунок залишків спиртів, його можливо використовувати або в суміші з мінеральним паливом, або необхідно адаптувати конструкцію та налаштування двигуна. Більш перспективними паливами з відновлювальної сировини рослинного походження вважаються дизельні палива одержані методами HVO та BTL. Фізико-хімічні властивості даних палив дозволяють їх використовувати в сучасних двигунах без зміни конструкції, крім того BTL паливо має дуже широку сировинну базу, однак через високу вартість виробництва воно ще не отримало широкого розповсюдження.

Результати, висвітлені в статті, можуть бути використані для подальших досліджень ефективності використання альтернативних дизельних палив.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АЛЬТЕРНАТИВНІ ПАЛИВА, ДИЗЕЛЬ, БІОПАЛИВО, БІОДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО, HVO, BTL

ABSTRACT

Korpach A.A., Levkivskiy O.O, Korpach O.A. Alternative fuels from renewable resources for automotive diesel engines. *Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences»*. Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2023. – Issue 1 (55).

The article considers alternative diesel fuels from renewable resources of plant origin that are suitable for use in automotive diesel engines.

The object of study – alternative diesel fuels.

The purpose of the work – analyze the efficiency of production and the possibilities of using alternative fuels in modern automobile diesels, which can be obtained from renewable resources of plant origin.

The research method – analytical.

Alternative diesel fuels are considered: biodiesel fuel (FAME and FAEE), diesel fuels obtained by hydrotreating vegetable oils (HVO) and synthesis method (BTL). The production technology of each group of alternative diesel fuels and the effectiveness of their use in automotive diesels are analyzed. It has been established that today, due to the more simple production technology, biodiesel fuel remains the most common alternative fuel for automobile diesels. However, due to its higher density and kinematic viscosity, as well as high chemical activity due to residual alcohols, it can be used either in a mixture with mineral diesel fuel, or it is required to adapt the engine design and settings. Diesel fuels obtained by HVO and BTL methods are considered to be more promising fuels from renewable raw materials of plant origin. The physico-chemical properties of these fuels allow them to be used in modern engines without changing the design or addition, BTL fuel has a very wide raw material base, but due to the high cost of production, they have not been widely distributed yet.

The results shown in the article can be used for further research on the alternative diesel fuels using effectiveness.

KEYWORDS: ALTERNATIVE FUEL, DIESEL, BIOFUEL, BIODIESEL FUEL, HVO, BTL

АВТОРИ:

Корпач Анатолій Олександрович, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри двигунів і теплотехніки, e-mail: akorpach@ukr.net, тел. +380931203905, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка 1. к.303, orcid.org/0000-0002-7070-7883

Левківський Олександр Олександрович, кандидат технічних наук, інструктор з технічного навчання, Товариство з обмеженою відповідальністю «Віннер ЛТД», e-mail: oleksandr.levkivskyi@gmail.com, тел. +380677976448, Україна, 03164, м. Київ, вул. Клавдіївська 40Б, orcid.org/0000-0002-2951-2312

Корпач Олексій Анатолійович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри автомобілів, e-mail: korpach1988@gmail.com, тел. +380442804252, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1. к.306, orcid.org/0000-0002-2496-4395.

AUTHORS:

Korpach Anatolii O., Ph.D., National Transport University, professor department of engines and heating engineering, e-mail: akorpach@ukr.net, тел. +380931203905, Ukraine, 01010, Kyiv, Mykhaila Omelianovycha-Pavlenka Str., of. 303, orcid.org/0000-0002-7070-7883

Levkivskyi Oleksandr Oleksandrovich, Ph.D., technical trainer, Limited Liability Company «Winner LTD», e-mail: oleksandr.levkivskyi@gmail.com, тел. +380677976448, Ukraine, 03164, Kyiv, Klavdiivska 40B, orcid.org/0000-0002-2951-2312

Korpach Oleksii A., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of automobiles, e-mail: korpach1988@gmail.com, тел. +380442804252, Ukraine, 01010, Kyiv, Mykhaila Omelianovycha-Pavlenka Str. 1, of. 306, orcid.org/0000-0002-2496-4395.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Кравченко О.П., доктор технічних наук, професор, Жилінський університет, Жиліна, Словаччина.

Ковбасенко С.В., кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри інженерії машин транспортного будівництва, Київ, Україна.

REVIEWER:

Kravchenko O.P., Engineering (Dr.), professor, University of Zilina., Zilina. Slovak Republic.

Kovbasenko S.V., PhD, professor, National Transport University, professor of road building machines department, Kyiv, Ukraine.