

УДК 502/504:621.4

## ВАЛЕОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЗАМІНИ ВУГЛЕВОДНЕВОГО ДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВА НА БІОДИЗЕЛЬ

*Кофанова Олена Вікторівна доцент, д.п.н., к.х.н., професор*

*Кофанов Олексій Євгенович магістрант*

*Національний технічний університет України*

*"Київський політехнічний інститут*

*Kofanova O.*

*Kofanov O.*

*National Technical University of Ukraine*

*"Kyiv Polytechnic Institute*

**Анотація:** з позиції збереження здоров'я населення країни, скорочення антропогенного впливу на навколишнє природне середовище і забезпечення збереження цінних вуглеводневих природних ресурсів обґрунтована необхідність удосконалення технології виробництва біодизельного моторного палива. У роботі проаналізовано вплив автотранспортного комплексу, зокрема, шкідливий вплив емісії небезпечних речовин-політантів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини. Розглянуто екологічно безпечнішу маловідходну технологію виробництва біодизеля. Сировинна база розширена за рахунок заміни більш токсичного для навколишнього середовища і здоров'я людини метанолу на етанол і залучення у виробництво відходів харчової промисловості та сільського господарства. Технологія сприяє скороченню споживання електро- і теплової енергії, зниженню токсичності виробництва біодизеля, дає змогу економити цінні природні ресурси.

**Ключові слова:** моторне паливо, біопаливо, біодизельне паливо, біодизель, реакція переестерифікації, здоров'я людини, речовини-політанти.

### **Вступ**

Сьогодні проблема збереження здоров'я населення набуває особливого значення [1; 2], а забезпеченість країни паливно-енергетичними ресурсами та їх ефективне використання визначає її сталий розвиток і енергетичну безпеку. Серед основних факторів, що визначають здоров'я людини, вчені виокремлюють: спосіб життя (50–55 %), спадковість (15–20 %), екологічні фактори (15–20 %) та рівень медичного обслуговування (10–15 %) [2]. Отже, виробництво біопалива, зокрема біодизеля, з природної рослинної сировини, а також використання для цього відходів харчової промисловості й аграрного комплексу сприятиме не тільки ресурсозбереженню, енергонезалежності нашої країни, а й надасть змогу зменшити антропогенний тиск з боку автотранспорту на довкілля, скоротити емісію шкідливих речовин у навколишнє середовище та зберегти найцінніше – життя й здоров'я людей.

### **Постановка проблеми та її зв'язок із науковими та практичними завданнями**

Будь-який двигун є потенційним джерелом забруднення навколишнього середовища, особливо враховуючи той факт, що більшість автомобілів сьогодні працює на вуглеводневому паливі. За даними Державної служби статистики [3], в Україні налічується близько 1338 тис. вантажних автомобілів, 250 тис. пасажирських автобусів, 6900,5 тис. легкових автомобілів та 1206 тис. мототранспортних засобів, більшість з яких знаходиться в особистій власності. Це спричинює неконтрольоване зростання інтенсивності руху автотранспорту у великих містах та передмістях, унаслідок чого навколо автомагістралей утворюються техногенні аномалії шкідливих речовин.

За хімічними властивостями і характером дії на організм людини викиди автомобілів умовно поділяють на нетоксичні, такі, що не зашкоджують здоров'ю людини і стану біосфери ( $N_2$ ,  $O_2$ ,  $H_2O$ ,  $H_2$  та ін.), й токсичні, шкідливі для здоров'я людини й довкілля ( $CO$ ,  $C_mH_n$ ,  $NO_x$ ,  $SO_2$ ,  $H_2S$ , альдегіди тощо). Останні, в свою чергу, класифікують ще за декількома ознаками [4]. Такі політанти, як бенз(а)пірен, альдегіди, сульфур (IV) оксид, а також оксиди Нітрогену та Карбону здатні спричинювати ускладненість

дихання, астматичні ефекти, особливо в дітей, зростання кількості випадків захворюваності на рак (канцерогенна дія) та інші негативні наслідки. З вихлопними газами дизелів до атмосфери потрапляють дрібнодисперсні частинки сажі, масел, продуктів зносу двигунів, іншого обладнання тощо, що також чинять негативний вплив на здоров'я населення. Отже, проблема забруднення довкілля та шкідливого впливу на здоров'я людей емісією автотранспортних засобів стоїть надзвичайно гостро й потребує швидкого й комплексного розв'язання.

#### *Аналіз останніх досліджень*

Зниження токсичності відпрацьованих газів досягається низкою технічних рішень, серед яких, наприклад, встановлення на автомобілі нейтралізаторів відпрацьованих газів, спеціальних фільтрів, а також введення до палива присадок різного функціонального призначення. Все більше уваги приділяється застосуванню на транспорті біопалив. І хоча їх собівартість поки ще, як правило, вища за собівартість традиційного вуглеводневого палива, виробництво біопалив неухильно зростає.

Реалізація Стратегії ЄС щодо біологічного палива передбачає стимулювання розвитку виробництва біопалив таким чином, щоб сприяти позитивному впливу на довкілля, підвищенню їх рентабельності тощо. На думку фахівців, виробництво біопалив дасть змогу ефективно використовувати неїстівні частини рослин, утилізувати відходи сільського та лісового господарства, харчової промисловості тощо, а також забезпечить збереження здоров'я населення за рахунок скорочення викидів шкідливих речовин у довкілля, у тому числі й парникових газів [5–8]. Отже, біопаливо може стати гідною альтернативою вуглеводневого моторного паливу.

*Метою роботи* є дослідити валеологічні аспекти застосування біодизельного палива, зменшення антропогенного впливу під час виробництва й використання біодизелю.

#### *Основні результати дослідження*

Біодизелем називають біологічне паливо, виготовлене з рослинних олій або тваринних жирів, а також суміші продуктів їх естерифікації (зокрема метилові естери ненасичених і насичених вищих жирних кислот – олеїнової, лінолевої, пальмітинової тощо). Після енергетичної кризи 1973 р. у світі почалося активне виробництво біопалив. Зокрема в 1987 р. австрійські фермери розпочали пілотний проект з виробництва біодизелю, створивши кооператив фермерів "SEEG MURECK" у регіоні Південна Стирія. Вже у 1989 р. кооператив виробляв приблизно 500 000 л біодизельного палива на рік, а в 2005 р. його виробництво сягало 10 000 000 л [7].

Для синтезу біодизельного палива зазвичай застосовують соняшникову (Іспанія, Італія, Греція) і рапсову (решта європейських країн) олії [9]. Рослинні олії на 95–97 % складаються з триацилгліцеридів – естерів гліцеролу та вищих жирних кислот, а також моно- і диацилгліцеридів. Фізичні та хімічні властивості рослинних олій визначаються, в основному, вмістом і складом залишків жирних кислот, що утворюють триацилгліцериди. Зазвичай це залишки насичених і ненасичених (з одним–трьма подвійними зв'язками) вищих жирних кислот з парним числом атомів Карбону (переважно C<sub>16</sub> і C<sub>18</sub>). Але в рослинних оліях у невеликій кількості містяться також залишки жирних кислот з непарним числом атомів Карбону (від C<sub>15</sub> до C<sub>23</sub>) [10]. Термічна нестабільність і підвищена в'язкість рослинних олій ускладнюють їх безпосереднє застосування як біопалива, тому зазвичай застосовуються їх естери.

На думку фахівців, біодизель має низку переваг перед традиційним вуглеводневим паливом. Вважається, що під час його згоряння виділяється майже така сама кількість вуглекислого газу, що засвоюється рослинами з атмосфери. Крім того, біодизель не завдає шкоди здоров'ю людей і тварин та здатний до біорозкладання при потрапленні в ґрунт і воду (мікроорганізми переробляють до 99 % біодизельного палива упродовж 28 днів) [9]. І найважливіше – біодизель майже не містить Сульфуру, що забезпечує екологічну безпеку його застосування як моторного палива (як у чистому вигляді, так і як домішки до традиційного дизельного палива) [11]. Біодизель також має кращі мастильні властивості, що сприяє зменшенню зношуваності двигуна, збільшенню терміну служби та скороченню викидів аерозолів з відпрацьованими газами автомобіля [5; 8; 9].

Останнім часом у нашій країні все більше уваги приділяється вирощуванню рапсу як сировини для виробництва біодизельного палива. Проте перспективи щодо його промислового культивування в Україні мають певні обмеження, в тому числі й кліматичні. На думку західноєвропейських фахівців, вирощування рапсу для комерційного виробництва біодизелю є економічно доцільним, якщо його врожайність становитиме не менше 30–40 ц/га, що дає змогу добути до 1 т біодизеля (табл. 1) [9]. Крім того, на думку Г. М. Калетніка, ефективний розвиток ринку біопалив можливий тільки за умови, коли взаємовідносини виробників біосировини і біопалива будуватимуться на основі кооперації та інтеграції [12].

Для уникнення "проблеми вибору між їжею та паливом" [9] (йдеться про перерозподіл земельних угідь на користь вирощування технічних культур) необхідно вдосконалювати технології виробництва біопалив, зокрема біодизелю. Г. М. Калетніком здійснено розрахунки та на їх основі обґрунтовано потенційну можливість використання частини сільськогосподарських угідь для вирощування біосировини без зниження обсягів виробництва сільськогосподарських продуктів і, відповідно, без погіршення забезпечення харчування населення [12].

Проте при виробництві та використанні біодизельного палива виникає багато проблем, у тому числі й екологічного характеру. Це, наприклад, певна нестабільність біодизелю, здатність до легкого окиснення та випадіння осаду, що значно погіршує його фізико-хімічні властивості. Крім того, серйозним недоліком традиційної технології виробництва біодизельного палива є використання метанолу як сировини, який за ступенем дії на організм людини відноситься до 3-го класу небезпеки (згідно з ГОСТ 12.1.005). Внаслідок необхідності використання надлишку метанолу в реакції переестерифікації утворюються великі обсяги токсичних відходів, зокрема суміш метанолу з гліцеролом (до 15–20 %). Регенерація (відгонка) метанолу та вакуумна перегонка гліцеролу потребують складного обладнання і додаткових ресурсо- й енерговитрат. Крім того, виробництво біодизелю передбачає нагрівання реакційної суміші до температури не менше 60 С і ще сильніший нагрів на стадіях регенерації метанолу та очищення гліцеролу. Цей факт також негативно позначається на еколого-економічних показниках процесу виробництва біодизельного палива.

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика біотичного потенціалу деяких олійних культур**

Культура	Вихід олії з 1 га		Порівняльний коефіцієнт у розрахунку на соняшник
	кг	л	
Рицина	1188	1413	1,49
Рапс	1000	1190	1,25
Арахіс	890	1059	1,11
Соняшник	800	952	1,00
Гірчиця	481	572	0,60
Гарбузи	449	534	0,56
Соя	379	446	0,47
Кукурудза	145	172	0,18

На наш погляд, заміна токсичного реагенту метанолу на менш токсичний спирт – етанол або на дешевші продукти, що утворюються при виробництві етилового спирту (етиловий спирт із підвищеним вмістом ефірів та альдегідів), у реакції переестерифікації надасть змогу зменшити шкідливий вплив виробництва біодизелю на навколишнє середовище [13]. Пропонуємо також застосовувати як каталізатор неіоногенну поверхнево-активну речовину, що вводиться у концентрації до 0,1 % від об'єму реакційної суміші. При цьому відпадає необхідність додавання надлишку спирту, і процес переестерифікації здійснюється за кімнатної температури [13; 14].

**Висновки**

Таким чином, запропонована технологія значно спрощує апаратне оформлення процесу добування біодизельного палива, знижує його енергоємність, собівартість тощо, а також зменшує

обсяги шкідливих для здоров'я людей відходів, сприяє збереженню природних ресурсів. При цьому цільовий продукт – біодизель – повністю відповідає європейським стандартам. Крім того, зменшення собівартості біодизелю та збільшення обсягів його виробництва дає змогу не тільки економити цінні вуглеводневі ресурси країни, а й зменшити залежність вітчизняної економіки від імпорتنих енергоносіїв, зберегти здоров'я нації.

Запропонована технологія може бути реалізована як на великих виробництвах, так і на малих, у тому числі фермерських господарствах. Потенційними користувачами можуть бути підприємства аграрного сектору, хімічної промисловості, виробники палив, фермерські господарства або інші підприємства з виробництва та переробки сільськогосподарської продукції, на яких є теплоагрегати, що працюють на рідкому паливі.

### Список літератури

1. Бондаренко О. М. Здоров'я як цінність майбутнього фахівця / Олена Бондаренко // Науковий вісник Ужгородського національного університету: Серія "Педагогіка. Соціальна робота". – 2004. – № 7. – С. 29–32.
2. Лисицын Ю. П. Здоровье человека – социальная ценность / Ю. П. Лисицын, А. В. Сахно. – М.: Мысль, 1989. – 175 с.
3. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]:[Сайт]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>. – Назва з екрану.
4. Александров В. Ю. Экологические проблемы автомобильного транспорта: аналитический обзор / В. Ю. Александров, Л. И. Кузубова, Е. П. Яблокова // ГПНТБ СО РАН; Новосибирский областной комитет по экологии и природным ресурсам; [Серия: Экология, вып. 34]. – Новосибирск: ПО "Север", 1995. – 113 с.
5. Комісія Європейського економічного співтовариства: повідомлення комісії "Стратегія ЄС щодо використання біологічного палива". – Брюссель, СОМ (2006) 34 остаточний [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.minjust.gov.ua/file/30988](http://www.minjust.gov.ua/file/30988). – Назва з екрана.
6. Грейсон М. Огляд Nature: Біопаливо, спеціальний додаток Nature від 23 червня 2011/Вип. 474/ № 7352 – С. 451–477 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.nature.com/nature/journal/v474/n7352\\_supp/index.html#out](http://www.nature.com/nature/journal/v474/n7352_supp/index.html#out). – Назва з екрана.
7. Енергозбереження. Альтернативні та нетрадиційні джерела енергії: практичний посібник [для керівників бюджетних установ, співвласників багатоквартирних будинків, населення]. – Львів: Львівська обласна державна адміністрація, 2008. – 185 с.
8. Директива Ради 2003/30/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 8 травня 2003 р. про сприяння використанню біопалива або інших видів палива, що поновлюються для транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://sae.gov.ua/documents/dyrektyva\\_2003\\_30\\_ES.pdf](http://sae.gov.ua/documents/dyrektyva_2003_30_ES.pdf). – Назва з екрана.
9. Біотехнології в екології: навчальний посібник / А. І. Горова, С. М. Лисицька, А. В. Павличенко, Т. В. Скворцова. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2012. – 184 с.
10. Фармацевтична енциклопедія. Вищі жирні кислоти [Електронний ресурс]:[Сайт]. – Режим доступу: <http://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1743/vishhi-zhirni-kisloti>. – Назва з екрана.
11. Перспективи енергозабезпечення України в контексті світових тенденцій: монографія / За заг. наук. ред. А. Шевцова. – Дніпропетровськ: РФ НІСД, 2008. – 208 с.
12. Калетнік Г. М. Розвиток ринку біопалив в Україні: монографія. / Г. М. Калетнік. – К.: Аграрна наука, 2008. – 464 с.
13. Кінетика переестерифікації соняшникової олії при різних температурах / [О. І. Василькевич, С. Г. Бондаренко, А. Р. Старостін та ін.] // Вост.-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков: Технологический центр, 2012. – № 2/14(56). – С. 21–23.
14. Кофанов О. Удосконалення технологічного процесу добування біодизельного палива / Кофанов О., Степанов М., Василькевич О., Кофанова О. // Студентські наукові студії: збірн. наук. праць студ., [у 2 ч.]. – Ч. 2, – Херсон: Вид-во ХДУ, 2011. – С. 118–120.

### References

1. Bondarenko O. M. Health as value of future specialist / Olena Bondarenko // Naukovij visnik Uzhgorod's'kogo nacional'nogo universitetu: Serija "Pedagogika. Social'na robota". – 2004. – № 7. – С. 29–32.
2. Lisicyн Ju. P. Human health – social value / Ju. P. Lisicyн, A. V. Sahno. – М.: Mysl', 1989. – 175 с.
3. State statistics service of Ukraine [Virtual Resource]:[Site]. – Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>. – (Ukr).
4. Aleksandrov V. Ju. Environmental Problems of Motor Transport: analit. review / V. Ju. Aleksandrov, L. I.

Kuzubova, E. P. Jablokova // GPNTB SO RAN; Novosibirskij oblasnoj komitet po jekologii i prirodnyh resursam; [Serija: Jekologija, vyp. 34]. – Novosibirsk: PO "Sever", 1995. – 113 s.

5. Commission of the European economic society: a report of commission "Strategy of EU in relation to the use of biological fuel". – Brussel, COM (2006) 34 final [Virtual Resource]. – Available at: [www.minjust.gov.ua/file/30988](http://www.minjust.gov.ua/file/30988). – (Ukr).

6. Grejson M. Review Nature: Biofuel, special appendix Nature from 23 June 2011/Vip. 474/№ 7352 – S. 1–25 [Virtual Resource]. – Available at: [http://www.nature.com/nature/journal/v474/n7352\\_supp/index.html#out](http://www.nature.com/nature/journal/v474/n7352_supp/index.html#out). – (Ukr).

7. Energy saving. Alternative and non-tradition resources of energy: praktichnij posibnik [dlja kerivnikov bjudzhetnih ustanov, spivvlasnikiv bagatokvartirnih budinkiv, naseleennja]. – L'viv: L'vivs'ka oblasna derzhavna administracija, 2008. – 185 s.

8. Directive 2003/30/EC from Europe Parlament, from 8 May 2003 – about an assistance to the use of biofuel or other kinds of renewal fuels for transport [Virtual Resource]. – Available at: [http://sae.gov.ua/documents/dyrektyva\\_2003\\_30\\_ES.pdf](http://sae.gov.ua/documents/dyrektyva_2003_30_ES.pdf). – (Ukr).

9. Biotechnology in ecology: navchal'nij posibnik / A. I. Gorova, S. M. Lisic'ka, A. V. Pavlichenko, T. V. Skvorcova. – Dnipropetrovs'k: Nacional'nij girnichij universitet, 2012. – 184 s.

10. Pharmaceutical encyclopedy. Higher fat carbon acids [Virtual Resource]:[Site]. – Available at: <http://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/1743/vishhi-zhirni-kisloti>. – (Ukr).

11. Perspectives of energy supply of Ukraine in the context of world tendencies: monograph / A. Shevcova, Ed. – Dnipropetrovs'k: RF NISD, 2008. – 208 s.

12. Kaletnik G. M. Development of the biofuel market of Ukraine: monograph / G. M. Kaletnik. – K.: Agrarna nauka, 2008. – 464 s.

13. Kinetics of transesterification reaction of sunflower-seed oil at different temperatures / [O. I. Vasil'kevich, S. G. Bondarenko, A. R. Starostin ta in.] // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – Kharkov: Tehnologicheskij centr, 2012. – № 2/14(56). – S. 21–23.

14. Kofanov O. Improvement of the technological process of synthesis of biodiesel fuel / [Kofanov O., Stepanov M., Vasil'kevich O., Kofanova O. ] // Students'ki naukovi studii: zbirn. nauk. prac' stud., [2 parts.]. – Part 2, – Herson: vidavnytstvo HDU, 2011. – S. 118–120.

## ВАЛЕОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

### ЗАМЕНЫ УГЛЕВОДОРОДНОГО ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА БИОДИЗЕЛЬ

**Аннотация:** с позиций сохранения здоровья населения страны, сокращения антропогенного влияния на окружающую природную среду и обеспечения сбережения ценных углеводородных природных ресурсов обоснована необходимость усовершенствования технологии производства биодизельного моторного топлива. В работе проанализировано влияние автотранспортного комплекса, в частности, вредное воздействие эмиссии вредных веществ-полютантов на окружающую природную среду и здоровье человека. Рассмотрена экологически более безопасная малоотходная технология производства биодизеля. Сырьевая база расширена за счет замены более токсичного для окружающей среды и здоровья человека метанола на этанол и вовлечения в производство отходов пищевой промышленности и сельского хозяйства. Технология способствует сокращению потребления электро- и тепловой энергии, снижению токсичности производства биодизеля, позволяет экономить ценные природные ресурсы.

**Ключевые слова:** моторное топливо, биотопливо, биодизельное топливо, биодизель, реакция переэтерификации, здоровье человека, вещества-полютанты.

## VALEOLOGICAL ASPECTS OF REPLACEMENT HYDROCARBON DIESEL FUEL FOR BIODIESEL

**Summary:** the necessity of the biodiesel production technology improving has been substantiated for the purpose of health preservation of the population, reduction of anthropogenic impact on the environment and resource-saving of the valuable hydrocarbon natural resources. The influence of motor transport, in particular the harmful effects of hazardous pollutant emissions, on the environment and human health has been analyzed in the article. Low-waste biodiesel production technology with improved ecological compatibility has been considered. The raw material base has been enhanced by replacing methanol, which was very toxic for the environment and human health, with ethanol and also by food and agriculture waste involvement in biodiesel production. This technology allows us to reduce the consumption of electricity and heat energy, helps us to reduce the toxicity of biodiesel fuel production and to save valuable natural resources.

**Keywords:** fuel, motor fuel, biofuel, biodiesel, transesterification reaction, human health, pollutants.