

підприємств харчової промисловості в водні об'єкти. Проблема впливає зі специфіки виробництва - значного коливання концентрацій забруднюючих речовин у стічних водах на різних стадіях виробничого процесу. З цієї причини розраховані нормативи на скидання стічних вод по усереднених значень не гарантують неперевикнення допустимої забрудненості водоприймача стічних вод. В якості вирішення проблеми запропонований більш ефективний спосіб очищення стічних вод за допомогою дискового біореактора повного витіснення. Пропонований метод очищення, при якому реалізується можливість проведення всіх етапів біодеградації амонійного азоту і сполук фосфору в єдиному блоці, забезпечить неперевикнення нормативів якості води водоприймача навіть при максимальних концентраціях забруднюючих речовин в стічній воді. Відзначається, що перевагою пропонованого способу очищення є також економічна ефективність (за рахунок зниження витрат на електроенергію для додаткової аерації), зменшення кількості утворюваного мулу, а також більш висока екологічність самого процесу. Наведено модельний приклад розрахунку для скидання стічних вод молочного заводу середньої потужності в малу річку, що підтверджує екологічну ефективність запропонованого способу очищення.

Ключові слова: водний об'єкт, стічні води, забруднююча речовина, нормування, біореактор, ефективність очистки.

Tsitlishvili, E.A., Proskurnin, O.A. ENSURING ENVIRONMENTAL SAFETY OF THE DISCHARGE OF WASTE WATER OF FOOD INDUSTRY ENTERPRISES. The problem, of ecological safety status of water bodies after the wastewater discharge, from food productions factories, is grounded. The problem follows from technological processes, and huge differences between concentrations of pollutants in the wastewater from different process stages. In this connection, limits and standards for the wastewater discharge, that have been evaluated for medium values, cannot guarantee the quality standards of water body that receive the wastewater discharge. The new, more effective method of the wastewater treatment, that could solve the problem, that includes the complete extrusion biotank, is proposed. The treatment method, that are proposing, has possibility of the biodegradation process of total ammonia and phosphorous compounds in the one chamber, that will provide permissible standards of water body that receives wastewater discharge even with maximum of pollutants concentrations in the wastewater. Also notes, that the economical efficiency (the energy saving from the additional aeration), decreasing of the sludge volume and ecological efficiency are the main merits of this method. The demo example of evaluation of wastewater discharge, from the dairy production plant (medium productivity), that express the ecological safety of proposing method, to the small river, are presented.

Keywords: waterbody, waste water, pollutant, standardization, biotank, the treatment efficiency.

DOI: 10.29295/2311-7257-2019-96-2-341-346

УДК 621.436

Бородін Д.Ю., Семенов В.Г.,

Національний технічний університет «ХПІ»

(вул. Кирпичова, 2, Харків, 61000, Україна; e-mail: dimitriy.graf@gmail.com; orcid.org/0000-0002-2105-023X)

Семенова-Куліш В.В.,

Український державний університет залізничного транспорту

(площа Фейєрбаха, 7, Харків, 61000, Україна; orcid.org/0000-0003-4807-0625)

Герасименко В.В.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

(вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна; orcid.org/0000-0002-7874-1322)

ВИКОРИСТАННЯ РОСЛИННИХ ОЛІЙ У ЯКОСТІ БІОПАЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

Розглядається проблема використання рослинних палив замість палив нафтового походження. Проведений аналіз перспектив використання поновлюваних джерел енергії переконливо свідчить про

значні переваги рослинних олій, а особливо ріпакової олії. Визначені переваги поновлюваних джерел енергії. Мета статті – обґрунтувати перехід від використання палив нафтового походження до біопалив, що одержуються з поновлюваних джерел енергії, в першу чергу – з рослинної сировини. Розглянуто перспективи застосування рослинних олій в якості біопалива. Досліджено різні показники дизелів при використанні біопалив та проблеми заміни звичайного палива на біопаливо, рослинні олії, суміші біопалива з дизельним паливом.

Ключові слова: біопаливо, рослинні олії, перспективи використання, дизельне паливо.

Вступ. Енергетична криза, що носить глобальний характер, змушує вести пошук нових, енергетично виправданих, технічних і технологічних рішень в галузі агропромислового виробництва. Однією з основних тенденцій світового розвитку є поступове перетворення сільського господарства з великого споживача паливних ресурсів в ефективного їх виробника. При цьому буде здійснюватися перехід від використання палив нафтового походження до палив, що одержуються з поновлюваних джерел енергії, в першу чергу - з рослинної сировини [1, 2].

Основна перевага поновлюваних джерел енергії полягає в тому, що їх використання не змінює енергетичного балансу планети і вирішує три глобальні завдання людства: енергетика, екологія, продовольство. Цим пояснюються причини бурхливого розвитку відновлюваної енергетики за кордоном і оптимістичні прогнози їх подальшого розвитку.

Матеріали і методи досліджень. Аналіз перспектив використання поновлюваних джерел енергії переконливо свідчить про значні переваги рослинних олій, а особливо ріпакової олії. Це пояснюється близькістю багатьох фізико-хімічних властивостей біопалив, що отримуються як суміш з ріпакової олії (РО) і дизельного палива (ДП). В першу чергу це відноситься до показників займистості цих палив в камері згорання дизеля, їх теплотворної здатності, ряду інших показників [3].

У зв'язку з цим відзначається висока адаптованість сучасних транспортних і стаціонарних дизелів для роботи на біопаливах, отриманих з ріпакової олії, чого не можна сказати про багатьох інших альтернативних видах палива [4]. Слід також зазначити, що ріпакова олія є одним з продуктів при виробництві високобілкових

кормів з ріпаку для сільськогосподарських тварин, що істотно знижує вартість моторних палив з рослинних олій.

Визначення мети та завдання дослідження. Основною метою даного дослідження є аналіз перспектив використання поновлюваних джерел енергії в агропромисловому комплексі, таких як біопаливо. При його використанні стає завдання про дослідження і виконання порівняльного аналізу показників дизелів, що працюють на біопаливах різного складу.

Результати дослідження. Використання біопалив на базі рослинних олій дозволяє не тільки забезпечити заміщення нафтових палив, поліпшити екологічні показники дизеля, але і вирішити низку інших проблем.

Наприклад, широкомасштабне виробництво біопалива з ріпаку значно збільшить зайнятість населення в сільській місцевості. Одержувана при віджиманні рослинних олій макуха (шрот) є цінним білковим продуктом, який може бути використаний для відгодівлі великої рогатої худоби та інших тварин.

З агрономічної точки зору ріпак є бажаною культурою для поліпшення сівозміни, він покращує структуру і родючість ґрунту. Тому можна розглядати концепцію так званого замкненого біоекологічного безвідходного циклу вирощування олійних культур та використання продуктів їх переробки (на прикладі ріпаку, рис. 1).

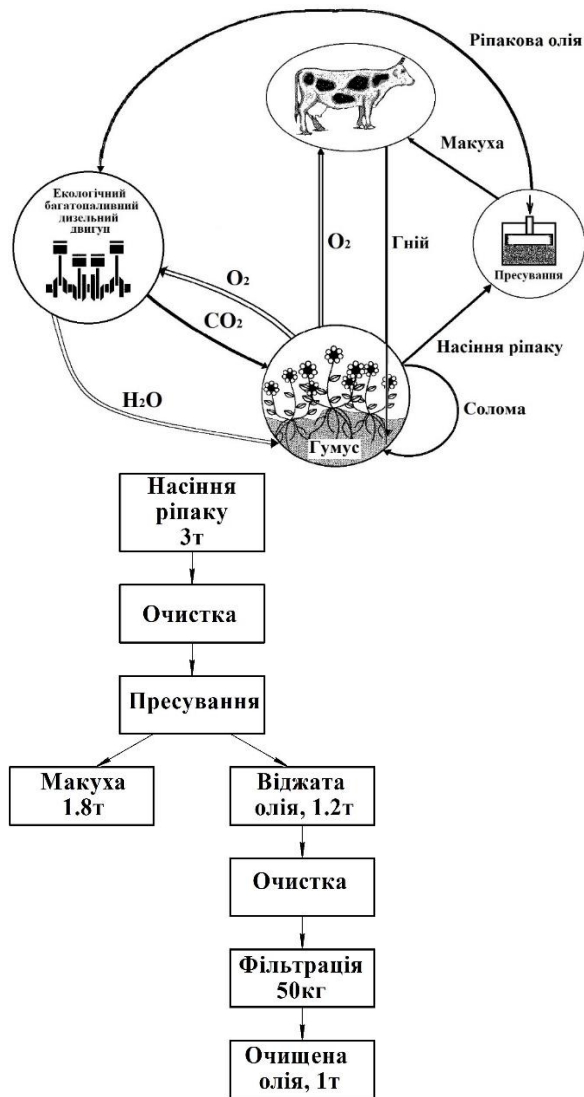


Рис. 1. Схема кругообігу в замкнутому циклі вирощування і використання ріпаку

Ця концепція включає в себе:

- вирощування ріпаку в різних регіонах, при цьому досягається зниження «парникового» ефекту і значне виділення в атмосферу кисню (до 11 млн. літрів з 1 га в рік);
- отримання ріпакової олії методом пресування з насіння;
- отримання кормового білка для сільськогосподарських тварин і збільшення їх ефективності по м'ясу і молоку;
- отримання біопалива (сумішевого) з ріпакової олії і дизельного палива;
- поліпшення стану і родючості посівних площ;
- продаж ріпакової олії і кормового білка, як товарних продуктів;
- створення та експлуатація заправних станцій біопаливом для транспортних засобів з дизельним приводом;

- створення працюючих на ріпаковій олії місцевих ТЕЦ для локального енергопостачання підприємств АПК, муніципальних та інших підприємств;

- створення нових робочих місць в регіонах.

Біопаливна технологія органічно вписується в схему фермерської діяльності, забезпечуючи енергетику транспорту і сільськогосподарських машин, підтримуючи родючість ґрунту (після збирання ріпаку, на кожному гектарі залишається в землі близько 65 кг азоту, 34 кг фосфорної кислоти, 60 кг калію), поставляючи корм для худоби.

Зокрема, для умов України оптимальною може виявитися ферма з посівною площею до 40-50 га, п'ята частина якої відводиться під ріпак. Таким чином, мова йде про комплексне використання ріпаку (рис. 2).

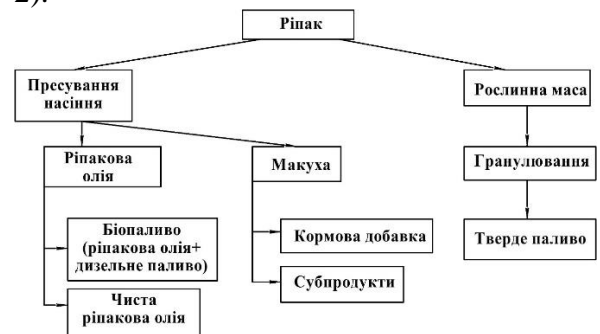


Рис. 2. Комплексне використання ріпаку

Значущим чинником доцільності виробництва моторних палив з рослинних олій є можливість використання фритюрних олій з мережі громадського харчування. В цьому випадку вирішується проблема утилізації відпрацьованих рослинних олій.

Слід також зазначити, що ріпакова олія може бути використана не тільки в якості моторного та котельного палива, але і для виробництва мастильних матеріалів, технічних рідин та інше. Це дозволяє в залежності від властивостей рослинної олії застосовувати її в тих чи інших технічних цілях.

Дуже важливим аспектом, який необхідно враховувати при оцінці доцільності використання ріпаку для виробництва біопалив, є можливість помітного зниження токсичності відпрацьованих газів дизелів [2,5,6].

Це пояснюється тим, що кисень, який міститься в кількості близько 10% в молекулі ріпакової олії, сприятливо позначається на характері протікання робочих процесів дизеля. Наявність окислювача безпосередньо в молекулі біопалива допомагає інтенсифікувати процес згоряння і забезпечити більш високу температуру в циліндрі дизеля, що, з одного боку, сприяє підвищенню індикаторного й ефективного коефіцієнта корисної дії (ККД) двигуна, а з іншого - призводить до деякого збільшення оксиду азоту NO_x (до 8%) у відпрацьованих газах (ВГ). Деяке збільшення викидів NO_x можна компенсувати низкою заходів: зменшенням дійсного кута випередження впорскування палива, рециркуляція відпрацьованих газів, подача води на впуск.

Менша частка вуглецю в молекулі ріпакової олії призводить до зменшення нижчої теплоти згоряння біопалива на 13 - 15% і необхідності збільшення годинної витрати біопалива. Для дизельних двигунів з розділеними камерами згоряння (вихровою камерою і передкамерою), що працюють на біопаливі, зниження викидів токсичних компонентів становить (в дужках вказані дані для дизелів з безпосереднім впорскуванням): оксид вуглецю CO - 12 (10)%, вуглеводні CH_x - 35 (10)%, сажа K_x - 50 (52)%.

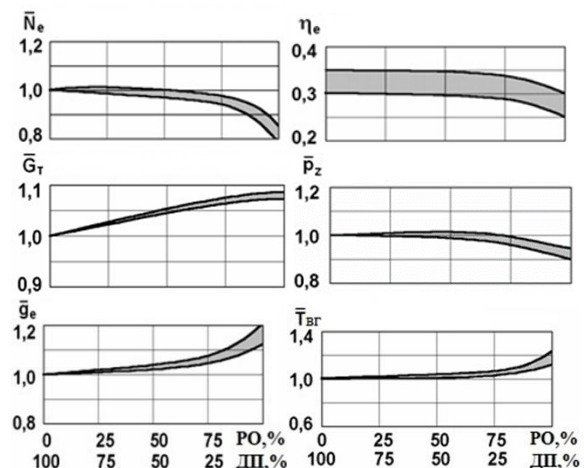
Певний інтерес представляє зіставлення показників дизелів, що працюють на біопаливах різного складу (рис. 3, 4). Для такого зіставлення проведено аналіз показників ряду дизелів, що працюють на сумішевих біопаливах - сумішах дизельного палива і ріпакової олії [5,7,8,9].

На рис. 3 і 4 показані наступні параметри для дизельних двигунів:

- на горизонтальній осі - процентні співвідношення ріпакової олії (РО) і дизельного палива (ДП): 1) 0% РО і 100% ДП; 2) 25% РО і 75% ДП; 3) 50% РО і 50% ДП; 4) 75% РО і 25% ДП;

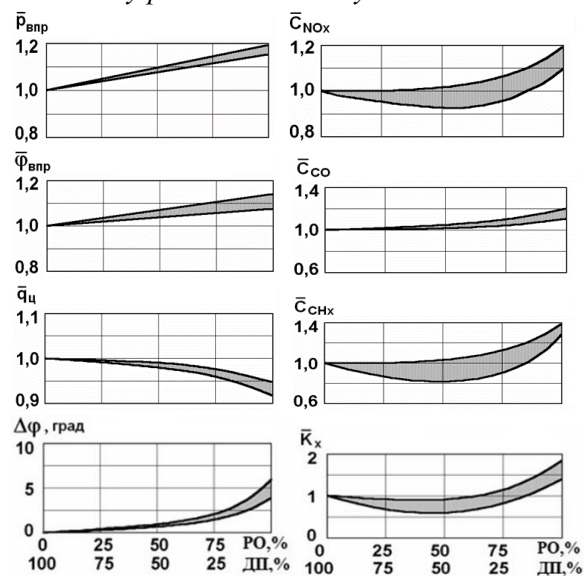
- на вертикальній осі - показники дизельних двигунів.

Наведені дані дозволяють провести аналіз впливу складу біопалива на показники досліджених дизелів.



\bar{N}_e - відносна потужність двигуна; \bar{G}_T - відносна годинна витрата двигуна; \bar{g}_e - відносна питома витрата палива; η_e - ККД двигуна; \bar{P}_z - відносний максимальний тиск згоряння; \bar{T}_{VG} - відносна температура відпрацьованих газів.

Рис. 3. Зміна показників дизелів в залежності від вмісту ріпакової олії в сумішевих паливах



\bar{P}_{VIP} - відносний максимальний тиск впорскування; $\bar{\Phi}_{VIP}$ - відносна тривалість впорскування; \bar{q}_c - відносна об'ємна подача палива; $\Delta\phi$, град - кут випередження впорскування палива; \bar{C}_{NO_x} - відносна токсичність NO_x ; \bar{C}_{CO} - відносна токсичність CO ; \bar{C}_{CH_x} - відносна токсичність CH_x ; \bar{K}_x - відносна токсичність сажі.

Рис. 4. Вплив складу сумішевого палива на показники процесу подачі палива і токсичності відпрацьованих газів (ВГ) дизелів

Цей аналіз показує, що склад біопалива, в першу чергу, зумовлює такі

показники процесу подачі палива, як тиск впорскування $p_{впр}$, його тривалість $\varphi_{впр}$, об'ємна подача палива $q_{ц}$, кут випереження впорскування палива $\Delta\varphi$. Ці показники в сукупності з фізико-хімічними властивостями біопалив безпосередньо впливають на індикаторні та ефективні показники дизеля (ефективні потужність N_e , ККД η_e і витрата палива g_e), показники токсичності його відпрацьованих газів (C_{NOx} , C_{CO} , C_{CHx} , K_x).

Слід зазначити, що застосування розглянутих сумішевих біопалив призводить до деякого погіршення пускових якостей дизелів [1,10,11,12]. Характер впливу складу сумішевого біопалива на тривалість пуску дизеля при низьких температурах можна оцінити за експериментальними характеристиками, наведеними на рисунку 5. За цими характеристиками слід зазначити, що пускові якості дизелів, що працюють на сумішах з невеликим вмістом ріпакової олії (до 25%), мало відрізняються від пускових якостей дизелів, що працюють на дизельному паливі.

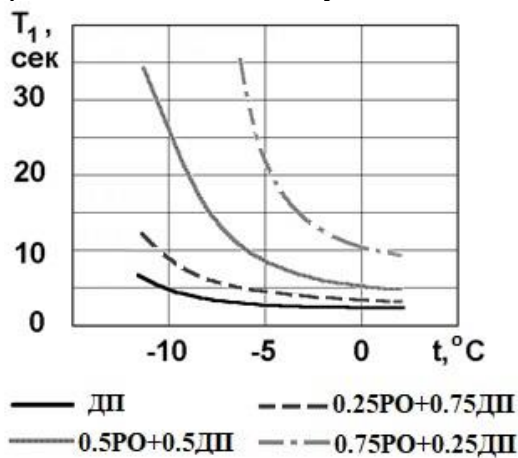


Рис. 5. Пускові характеристики дизеля Д-243

Висновки. Характеристики, що наведено на рисунках 3 - 5 свідчать про перспективність використання сумішевих біопалив в якості палива для вирішення локальних екологічних проблем - в фермерських господарствах, агропромислових підприємствах та інше.

Поліпшення екологічних показників відзначено при роботі дизелів на різних біопаливах (сумішах дизельного палива і ріпакової олії) [13,14,15]. Так, при використанні біопалива відзначено зменшення димність відпрацьованих газів на 23%, емісії

сажі, оксиду вуглецю і вуглеводнів відповідно на 20%; 7,2% і 1,9%. З огляду на тенденції підвищення екологічних вимог до дизелів транспортних засобів та сільськогосподарської техніки можна стверджувати, що зазначений напрямок має величезні перспективи.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Девянин С.Н., Марков В.А., Семенов В.Г. Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. М.: Издательский центр ФГОУ ВПО МГАУ. 2007. 340 с.
2. Фукс И.Г., Евдокимов А.Ю., Джамалов А.А. Экологические аспекты использования топлив и смазочных материалов растительного и животного происхождения. *Химия и технология топлив и масел*. 1992. № 6. С. 36-40.
3. Гайворонский А.И., Марков В.А., Илатовский Ю.В. Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях. М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2007. 480 с.
4. Семенов В.Г., Атамась А.И., Семенова-Кулиш В.В., Рудаченко С.В. Оценка влияния состава топлива на экономические показатели дизеля. *Авиационно-космическая техника и технология*. Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», 2008. №10. С.136-139.
5. Девянин С.Н., Марков В.А., Коршунов Д.А. Улучшение экологических показателей транспортных дизелей при использовании смесового биотоплива. *Безопасность жизнедеятельности*. 2005. № 12. С. 27-33.
6. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. 311 с.
7. Марков В.А., Коршунов Д.А., Девянин С.Н. Работа дизелей на растительных маслах. *Грузовик &.* 2006. № 7. С. 33-46.
8. Семенов В.Г., Зинченко А.А. Альтернативные топлива растительного происхождения. Определение фракционного и химического составов. *Химия и технология топлив и масел*. 2005. № 1. С. 29-34.
9. Семенов В.Г. Оптимизация состава бинарного альтернативного дизельного топлива. *Химия и технология топлив и масел*. 2003. № 4. С. 29-32.

10. Zhou W., Boocock D.G.B. Phase Behavior of the Base-Catalyzed Transesterification of Soybean Oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2006. Vol. 83. № 12. P. 1041-1045.
11. Марков В.А., Гайворонский А.И., Девянин С.Н. и др. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля. *Автомобильная промышленность*. 2006. № 2. С. 1-3.
12. Knothe G. Analyzing Biodiesel: Standarts and Other Metods. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 2006. Vol. 83. № 10. P. 823-833.
13. Крайнюк А.И., Васильев И.П., Петренко А.Е. и др. Применение растительного масла в дизелях в качестве добавки к топливу. *Экотехнологии и ресурсосбережение*. 2001. № 6. С. 16-20.
14. Широкомасштабные эксперименты по введению рапсового масла в дизельное топливо. *Автомобильная промышленность США*. 1997. № 3. С. 5-9.
15. Mittelbach M., Enzelsberger H. Transesterification of Heated Rapeseed Oil for Extending Diesel Fuel. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 1999. Vol. 76. № 5. P. 545-550.

Бородин Д.Ю., Семенова-Кулиш В.В., Герасименко В.В., Семенов В.Г. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ БИОТОПЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ. Рассматривается проблема использования растительных топлив вместо топлив нефтяного происхождения. Проведенный анализ перспектив использования возобновляемых источников энергии убедительно свидетельствует о значительных

преимуществах растительных масел, особенно рапсового масла. Определены преимущества возобновляемых источников энергии. Цель статьи - обосновать переход от использования топлив нефтяного происхождения к биотопливам, получаемым из возобновляемых источников энергии, в первую очередь - из растительного сырья. Рассмотрены перспективы использования растительных масел в качестве биотоплива. Исследованы различные показатели дизелей при использовании биотоплива и проблемы замены обычного топлива на биотопливо, растительные масла, смеси биотоплива с дизельным топливом.

Ключевые слова: биотопливо, растительные масла, перспективы использования, дизельное топливо.

Borodin Dmytro, Semenova-Kulich Victoria, Gerasymenko Vladymir, Semenov Vladymir. THE USE OF VEGETABLE OILS AS A BIO-FUEL FOR DIESEL ENGINES. The problem of using vegetable fuels instead of fuels of petroleum origin is considered. The analysis of the prospects for the use of renewable energy sources convincingly demonstrates the significant advantages of vegetable oils, especially rapeseed oil. The benefits of renewable energy are identified. The purpose of the article is to justify the transition from the use of fuels of petroleum origin to biofuels derived from renewable energy sources, primarily from plant raw materials. The prospects for the use of vegetable oils as a biofuel are considered. Various indicators of diesel engines using biofuels and the problem of replacing conventional fuels with biofuels, vegetable oils, mixtures of biofuels with diesel fuel are investigated.

Keywords: biofuel, vegetable oils, prospects of use, diesel fuel.