



УДК 621.436

**РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЮВАННЯ ВІДСОТКОВОГО СКЛАДУ
СУМІШІ ПАЛИВ ДЛЯ ДИЗЕЛЯ****Галушак Олександр Олександрович, к.т.н.****Рябошапка Вадим Борисович, к.т.н.****Комаха Віталій Петрович, к.т.н.**

Вінницький національний аграрний університет

O. Galushchak, PhD**V. Ryaboshapka, PhD****V. Komaha, PhD**

Vinnytsia National Agrarian University

Використання біодизельного палива призводить до падіння потужності дизеля та збільшення витрати палива. Для запобігання цих недоліків запропоновано використовувати динамічне регулювання відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив. Використання запропонованої системи доцільно для великолітражних дизелів, для покращення екологічної ситуації в містах доцільно для дизелів міських автобусів та транспортних засобів комунальних служб.

Ключові слова: біодизельне паливо, біодизель, дизель, паливна суміш, рекомендації, динамічне регулювання.

Табл. 1. Літ. 18.

1. Вступ

Економіка України є залежною від імпортованих енергоносіїв, в особливості від палив для двигунів внутрішнього згорання. Тому для забезпечення економічної безпеки країни та зменшення кількості шкідливих викидів з відпрацьованими газами двигунів вчені активно проводять дослідження по пошуку альтернативних палив та способу їх використання.

Світова спільнота приділяє багато уваги стану навколишнього середовища, та впроваджує заходи для сприяння більш свідомого ставлення до екології в світі. Багато країн світу долучились до Кіотського протоколу, регулярно переглядаються та впроваджуються норми екологічного стандарту «євро» (що регулює вміст шкідливих речовин в відпрацьованих газах), та ін. Викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигунів внутрішнього згорання становлять близько 39% від усього обсягу шкідливих викидів, а у містах часом досягає 70 – 90% [1]. Тому використання альтернативного палива крім можливості його отримання безпосередньо в Україні, повинно давати можливість зменшити кількість шкідливих викидів в навколишнє середовище.

2. Викладення основного матеріалу

Біодизельне паливо вже багато років відоме та достатньо досліджене, але сучасні технології та активна робота вчених і дослідників дозволяє знаходити принципово нові технології його виробництва та ефективного використання.

Перспективним є використання біодизельного палива на вже раніше розроблених зразках двигунів з внесенням незначних змін в систему живлення, це мінімізує витрати на розробку та виготовлення двигуна та залишає можливість, за відсутності біодизельного палива, використовувати стандартне дизельне паливо з мінімальними доопрацюваннями або й без них.

Використання біодизельного палива дозволяє зменшити витрати на паливо та залежність від традиційних нафтових палив, покращити екологічні показники двигуна. Для досягнення максимального ефекту від застосування біодизельного палива було розроблено систему живлення дизеля з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші палив в залежності від його режиму роботи [3]. Розроблена система забезпечує запуск, прогрів та зупинку дизеля на дизельному паливі, а на інших режимах роботи двигуна відсотковий склад суміші палив змінюється. При роботі дизеля на малих навантаженнях ефективно протікання робочих процесів зі збереженням технічних показників дизеля забезпечується при використанні біодизельного палив. Зі зростанням навантаження на колінчастий вал двигуна, для збереження його технічних показників, необхідно збільшити кількість теплоти, підведеної в циліндр дизеля за рахунок збільшення циклової подачі біодизельного палива до



тих пір, поки забезпечується ефективне протікання робочих процесів. Подальше збільшення циклової подачі біодизельного палива не забезпечує ефективного протікання робочих процесів, тому для збільшення кількості підведеної в циліндр двигуна теплоти, потрібно збільшувати енергоємність суміші палив за рахунок збільшення вмісту дизельного палива в ній. Враховуючи те, що нижча теплота згорання біодизельного палива менша, то для збереження технічних показників дизеля при використанні суміші палив необхідно змінювати величину циклової подачі на 10-15%, при цьому кількість теплоти, що підводиться в циліндр дизеля може зростати на 7 – 10 %. При максимальних навантаженнях та високих частотах обертання колінчастого валу дизеля, для збереження його технічних показників, необхідно здійснювати перехід на роботу на дизельному паливі.

Для демонстрації економічної вигоди від використання розробленої системи було проведено розрахункове дослідження з використання математичної моделі системи «Двигун – система живлення сумішшю дизельного та біодизельного палив» [4]. Дослідження проводилось на дизельному генераторі, який складається з дизеля СМД – 15Э та синхронного генератора трифазного струму ГСМ – 60. Проаналізувавши ринок нафтопродуктів України [5, 6] встановлено, що вартість біодизельного палива на 21-35% менша ніж дизельного. Так станом на початок 2018 року вартість дизельного палива на автозаправних станціях в середньому складає 27,5 грн/л, вартість біодизельного палива – 18,5 грн/л, тому ці значення вартості палива використовувались в розрахунковому дослідженні, результати якого наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

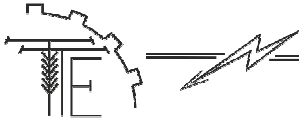
Результати розрахунку вартості витраченої суміші палив

Склад суміші палива	Приріст витрати суміші палив відносно дизельного палива	Зменшення вартості суміші палив відносно вартості дизельного палива
100 % ДП	+ 0 %	0 %
25 % БП	+ 2,23 %	-6,1 %
50 % БП	+ 4,9 %	-12,3 %
75 % БП	+ 8,08 %	-18,5 %
100 % БП	+ 11,61 %	-24,9 %
Динамічне регулювання суміші палив	+ 5,89 %	-12,4 %

З табл. 1 видно, що незважаючи на збільшення витрати суміші палив, її вартість зменшується. Так, при використанні суміші палив економія складає майже до 25 %, а при використанні динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив економія коштів буде складати 12,4 % в порівнянні з використанням дизельного палива, що приблизно дорівнює використанню 50% біодизельного палива.

При переведенні дизеля на роботу на суміші палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу вартість переобладнання для мало та великолітражних дизелів близькі за значенням, але використовувати удосконалену систему живлення доцільніше на великолітражних двигунах. Вони витрачають більше палива, тому термін окупності їх переобладнання буде мінімальним. Це можуть бути великолітражні дизелі та дизелі, які інтенсивно експлуатуються. На малолітражних дизелях також можливо використовувати систему живлення дизеля з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші палива, проте термін окупності значно зростає, а економічний ефект при цьому буде незначним. Тому на малолітражних двигунах удосконалену систему доцільно використовувати тільки з метою зменшення шкідливих викидів відпрацьованих газів дизеля.

При використанні біодизельного палива значно зменшується кількість шкідливих викидів відпрацьованих газів: CO – на 12 %, CnHm – на 35 %, PM – на 36 %, сажа – на 50 % [7, 8]. Тому перспективним є використання удосконаленої системи живлення дизеля в зонах, де зосереджена велика кількість людей, або існують підвищені норми до екології. Це можуть бути міста, рекреаційні зони та ін.. Ефективним є використання удосконаленої системи живлення дизеля з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив на транспортних



засобах з великолітражними дизелями, які експлуатуються в межах міста. Це можуть бути транспортні засоби комунальних служб, муніципальні автобуси.

Перспективним для використання біодизельного палива є агропромисловий комплекс, де більшість техніки обладнано великолітражними дизелями. Сільськогосподарська техніка обладнана дизелями, які працюють на сталому режимі, відсутні різкі прискорення та сповільнення, відповідно зміна відсоткового складу суміші палив буде відбуватись без різких коливань, що мінімізує вплив інертності зміни відсоткового складу суміші палив на роботу дизеля. Тому за таких режимів роботи двигуна доцільно використовувати удосконалену систему живлення дизеля з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палива. Перевагою сільськогосподарських підприємств є можливість організації виробництва біодизельного палива безпосередню на підприємстві [9, 10].

Установки для виробництва біодизельного палива конструктивно прості і можуть бути різної продуктивності, що дає можливість виробляти біодизельне паливо в об'ємах, необхідних для потреби підприємства. При цьому вартість палива стає рівною її собівартості, – відпадає необхідність його доставки та відсутня залежність від коливання цін на ринку палив. Підприємство отримує автономність в паливних питаннях.

Біодизельне паливо хімічно та корозійно більш активне ніж дизельне паливо [11, 13]. Тому потрібно запобігати його контакт з натуральною гумою, синтетичним каучуком, деякими клеями та пластиком, оскільки це може спричинити їх розм'якшування і розкладання. Деталі, які містять поліпропілен, полівініл, поліетилен та сполуки латуні, свинцю, бронзи, міді, цинку потрібно замінити на стійкі до біодизельного палива. Необхідно відзначити, що більшість виробників вирішили ці питання використовуючи в конструкції своїх двигунів стійкі матеріали до більш хімічно активного палива.

При використанні біодизельного палива необхідно враховувати покращення змащування деталей двигуна та збільшення ресурсу елементів системи живлення, де змащування відбувається самим паливом.

Результати експериментальних досліджень показують, що загальні змащувальні властивості біодизельного палива кращі, ніж у дизельного, що обумовлює збільшення ресурсу двигуна і ПНВТ на 60 %. Навіть добавка 1 % біодизельного палива до дизельного забезпечує покращення на 30 % якості змащування пар тертя [14].

3. Висновки

Отже, використання системи живлення дизеля з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив доцільно з метою зменшення кількості шкідливих речовин відпрацьованих газів для всіх дизелів та з метою отримання економічної вигоди для потужних дизелів з великою витратою палива, або які інтенсивно експлуатуються. Це можуть бути дизелі великого об'єму, дизелів, що використовуються в агропромисловому комплексі, автономних джерелах енергії та дизелів, які використовуються в муніципальних автобусах та транспортних засобах комунальних служб. Перспективним для зменшення витрат на паливо та збільшення паливної автономності є організація виробництва біодизельного палива безпосередню на підприємствах – споживачах палива.

Список використаних джерел

1. Чуваєв П.І. Вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище [Електронний ресурс] / П.І. Чуваєв // Вісник Національного транспортного університету. – 2013. – № 27. – С. 380-383. – режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/vntu_2013_27_58.pdf
2. Гунько І.В. Система паливоподачі дизельного двигуна з електронним регулюванням складу дозованої паливної суміші / І.В. Гунько, А.А. П'ясецький, С.А. Бурлака // Техніка, енергетика, транспорт АПК Вінниця: ВНАУ «» № 2 (97) ВНАУ 2017, – С. 47-51.
3. Галушак О.О. Особливості акумуляторної системи живлення CommonRail при динамічному регулюванні відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив / О.О. Галушак // Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер.: Технічні науки. – 2014. – № 2. – С. 74-77. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vzhdtu_2014_2_14.pdf



4. Поляков А. П. Математична модель системи «Двигун – система живлення сумішшю дизельного та біодизельного палив» / А.П. Поляков, О.О. Галушчак // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ" Луцьк, 2014. Випуск №45. – С. 438-443.
5. Паливо [Електронний ресурс]: Ціни на паливо на АЗС України. – Режим доступу: <http://finance.i.ua/fuel/5>
6. АВТ груп [Електронний ресурс]: АВТ Груп – альтернативные виды топлива. – Режим доступу: <http://avt-group.com.ua/produktsiya.html>
7. Семенов В. Біодизельне паливо для України / В. Семенов // Вісник Національної Академії Наук України. – 2007. – № 4. – С. 18-22.
8. Murugesan A. Biodiesel as an alternative fuel for diesel engines / A. Murugesan, C. Umarani, R. Subramanian, N. Nedunchezian // A review. Renew sust energy rev. – 2009. – P. 653-662.
9. Biodiesel as an alternative motor fuel: Production and policies in the European Union [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.cti2000.it/Bionett/BioD-2005-101%20Biodiesel%20in%20the%20EU.pdf>.
10. Karabektas M. The effects of preheated cottonseed oil methyl ester on the performance and exhaust emissions of a diesel engine / M. Karabektas, G. Ergen, M. Hosoz // Applied Thermal Engineering. – 2008. – 28(17-18). P. 2136-2143.
11. Siatis N.G. Improvement of Biodiesel Production Based on the Application of Ultrasound: Monitoring of the Procedure by FTIR Spectroscopy / N.G. Siatis, A.C. Kimbaris, C.S. Pappas, P.A. Tarantilis, M.G. Polissiou // JAOCS. – 2006. – Vol. 83. – № 1. – P. 53-57.
12. De A. Rodrigues J. Chemical Structure and Physical Properties of Vegetable Oil Esters / De A. Rodrigues J., De P. Cardoso F., Lachter E.R., Esteves L.R.M., Lima E., Nascimento R.S.V. // JAOCS. – 2006. – Vol. 83. – № 4. – P. 353-357.
13. He H.Y. Comparison of Membrane Extraction with Traditional Extraction Methods for Biodiesel Production / He H.Y., Guo X., Zhu S.L. // JAOCS. – 2006. – Vol. 83. – № 5. – P. 457-460.
14. Demirbas, Ayhan. Biodiesel A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines. s.l. : Springer-Verlag London Limited, 2008.

References

- [1] Chuvayev, P.I. (2013) Vplyv avtomobilnoho transportu na navkolyshnye seredovyshche [The impact of road transport on the environment] *Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu – Bulletin of the National Transport University*, № 27, 380-383 [in Ukrainian].
- [2] Hun'ko, I.V. Pyasetsky, A.A., Burlaka, S.A. (2017) Systema palyvopodachi dyzel'noho dvyhuna z elektronnyym rehulyuvannyam skladu dozovanoyi palyvnoyi sumishi [Fueling system of the diesel engine with electronic regulation of the composition of the metered fuel mixture] *Tekhnika, enerhetyka, transport APK – Engineering, Energy, Transport of Agro-Industrial Complex*: Vinnytsya: VNAU № 2 (97) (pp. 47-51) [in Ukrainian].
- [3] Halushchak, O.O. (2014) Osoblyvosti akumul'yatornoyi systemy zhyvlennya Common Rail pry dynamichnomu rehulyuvanni vidsotkovoho skladu sumishi dyzelnoho ta biodyzelnoho palyv [Features of the Common Rail battery system when dynamically adjusting the percentage composition of diesel and biodiesel fuel] *Visnyk Zhytomyrskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu – Bulletin of the Zhytomyr State Technological University: Technical sciences* No. 2. – (pp. 74-77) [in Ukrainian].
- [4] Polyakov, A.P., Halushchak, O.O. (2014) Matematychna model systemy «Dvyhun – systema zhyvlennya sumishshyu dyzelnoho ta biodyzelnoho palyv» [The mathematical model of the system "Engine - a power supply system with a mixture of diesel and biodiesel fuels"] *Mizhvuzivskyi zbirnyk "NAUKOVI NOTATKY" – Interuniversity Collected "SCIENTIFIC NOTES"*: № 45, Lutsk., (pp. 438-443) [in Ukrainian].
- [5] *Palyvo: Tsiny na palyvo na AZS Ukrayiny [Fuel: Fuel prices at the gas station of Ukraine]*. Retrieved from <http://finance.i.ua/fuel/5> [in Ukrainian].
- [6] *AVT Hrup – alternatyvnye vydy toplyva [AVT Group - alternative types of fuel]* Retrieved from <http://avt-group.com.ua/produktsiya.html> [in Ukrainian].
- [7] Semenov, V. (2007) *Biodyzelne palyvo dlya Ukrayiny [Biodiesel fuel for Ukraine]* Visnyk Natsionalnoyi Akademiyi Nauk Ukrayiny – Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine: No. 4 (pp 18-22) [in Ukrainian].
- [8] Murugesan, A., Umarani, C., Subramanian, R., Nedunchezian N. (2009). *Biodiesel as an alternative fuel for diesel engines*. Renew sust energy rev, 653-662 [in USA].



- [9] Biodiesel as an alternative motor fuel: Production and policies in the European Union. <http://www.cti2000.it/Bionett/BioD-2005-101%20Biodiesel%20in%20the%20EU.pdf>.
- [10] Karabektas, M., Ergen, G., Hosoz M. (2008). *The effects of preheated cottonseed oil methyl ester on the performance and exhaust emissions of a diesel engine*. Applied Thermal Engineering. 28(17-18), 2136-2143 [in USA].
- [11] Siatis, N.G., Kimbaris, A.C., Pappas, C.S., Tarantilis P.A., Polissiou M.G. (2006). *Improvement of Biodiesel Production Based on the Application of Ultrasound: Monitoring of the Procedure by FTIR Spectroscopy*. JAOCS, Vol. 83., № 1. 53-57 [in USA].
- [12] De A. Rodrigues J. (2006). *Chemical Structure and Physical Properties of Vegetable Oil Esters* JAOCS, Vol. 83, № 4, 353-357 [in USA].
- [13] He, H.Y., Guo, X., Zhu, S.L. (2006). *Comparison of Membrane Extration with Traditional Extraction Methods for Biodiesel Production*. JAOCS, Vol. 83, № 5. 457-460 [in USA].
- [14] Demirbas, Ayhan. (2008). *Biodiesel A Realistic Fuel Alternative for Diesel Engines*. s.l.: Springer-Verlag London Limited [in USA].

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕНТНОГО СОСТАВА СМЕСИ ТОПЛИВ ДЛЯ ДИЗЕЛЯ

Использование биодизельного топлива приводит к падению мощности дизеля и увеличению расхода топлива. Для предотвращения этих недостатков предложено использовать динамическое регулирование процентного состава смеси дизельного и биодизельного топлив. Использование предложенной системы целесообразно для крупнолитражные дизелей, для улучшения экологической ситуации в городах целесообразно для дизелей, городских автобусов и транспортных средств коммунальных служб.

Ключевые слова: биодизельное топливо; биодизель; дизель; топливная смесь; рекомендации; динамическое регулирование.

Табл. 1. Лит. 18.

RECOMMENDATIONS FOR USING REGULATORY OF COMPOSITION FUEL MIXTURE FOR DIESEL

Using the internal combustion engines leads to increasing pollution of the environment and depending on fossil fuels. The biodiesel fuel, which is renewable, more environmentally friendly and cheaper, is a good alternative for diesel engines. Using of biodiesel fuel leads to decreasing power of diesel and increasing in fuel consumption. To prevent these shortcomings, it is proposed to use dynamic regulation of percentage composition of diesel and biodiesel fuels. Modernization of diesel engines for using a mixture of fuels with a dynamic regulation of its percentage composition is possible at diesel engines service stations. Using a supply system with dynamic regulation of the percentage composition of fuel mixture is expedient for large-displacement diesel engines and for improving of the ecological situation in cities it is expedient for diesel engines used in city buses and municipal vehicles.

Keywords: biodiesel fuel; biodiesel; diesel; fuel mixture; recommendations; dynamic regulation.

Tabl. 1. Ref. 18.

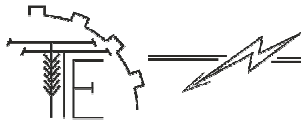
ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Галушак Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, кафедра Двигунів внутрішнього згорання та альтернативних паливних ресурсів, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: Galushchak.gs@gmail.com).

Рябошапка Вадим Борисович – кандидат технічних наук, кафедра Двигунів внутрішнього згорання та альтернативних паливних ресурсів, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: vadyrmyaboshapka@gmail.com).

Комаха Віталій Петрович – кандидат технічних наук, кафедра Двигунів внутрішнього згорання та альтернативних паливних ресурсів, Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: komacha@vsau.vin.ua).

Галушак Александр Александрович – кандидат технических наук, кафедра Двигателей внутреннего сгорания и альтернативных топливных ресурсов, Винницкий национальный аграрный университет (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: Galushchak.gs@gmail.com).



Рябошапка Вадим Борисович – кандидат технических наук, кафедра Двигателей внутреннего сгорания и альтернативных топливных ресурсов, Винницкий национальный аграрный университет (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: vadmryaboshapka@gmail.com).

Комаха Виталий Петрович – кандидат технических наук, кафедра Двигателей внутреннего сгорания и альтернативных топливных ресурсов, Винницкий национальный аграрный университет (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: komacha@vsau.vin.ua).

Galushchak Olexander – Ph.D., department of Internal combustion engines and alternative fuel resources, Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: Galushchak.gs@gmail.com).

Ryaboshapka Vadim – Ph.D., department of Internal combustion engines and alternative fuel resources, Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: vadmryaboshapka@gmail.com).

Komaha Vitaliy – Ph.D., department of Internal combustion engines and alternative fuel resources, Vinnytsia National Agrarian University (3 Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, e-mail: komacha@vsau.vin.ua).