

УДК 629.113

## ВИКОРИСТАННЯ СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АВТОМОБІЛІВ

А.П. Поляков, професор, д.т.н., В.В. Біліченко, професор, д.т.н.,  
Д.О. Галушак, ст. викладач, к.т.н., ВНТУ

*Анотація.* Проведено аналіз способів використання суміші дизельного та біодизельного палив для живлення двигунів автомобілів, визначено їх переваги та недоліки. Встановлено, що використання сталого складу суміші палив при русі автомобіля не завжди є ефективним. Представлено принципову схему системи живлення дизельного двигуна зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив при русі автомобіля.

**Ключові слова:** дизельне паливо, біодизельне паливо, система живлення, зміна складу суміші палив.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СМЕСИ ДИЗЕЛЬНОГО И БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ

А. П. Поляков, профессор, д.т.н., В.В. Биличенко, профессор, д.т.н.,  
Д.А. Галушак, ст. преп., к.т.н., ВНТУ

*Аннотация.* Проведен анализ способов использования смеси дизельного и биодизельного топлив для питания двигателей автомобилей, определены их преимущества и недостатки. Установлено, что использование постоянного состава смеси топлив при движении автомобиля не всегда эффективно. Представлена принципиальную схему системы питания дизельного двигателя с изменением состава смеси дизельного и биодизельного топлив при движении автомобиля.

**Ключевые слова:** дизельное топливо, биодизельное топливо, система питания, изменение состава смеси топлив.

## USAGE OF MIXTURE OF DIESEL AND BIODIESEL FOR IMPROVING ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL INDICATORS AUTOMOBILES

A.P. Polyakov, professor, dr. eng. sc., V.V. Bilichenko, professor, dr. eng. sc.,  
D.O. Galushchak, senior lecturer, cand. eng. sc., VNTU

*Abstract.* The analysis of the methods of using a mixture of diesel and biodiesel fuels for the life of engines of automobiles was carried out, their advantages and disadvantages were determined. It has been established that the use of a stable composition of a fuel mixture when driving a car is not always effective. The principal scheme of the diesel engine power supply system with the change in the composition of the mixture of diesel and biodiesel fuel during the movement of the car is presented.

**Keywords:** diesel fuel, biodiesel fuel, power system, change in composition of fuel mix.

### Вступ

Біодизельне паливо є перспективним заміником традиційного нафтового дизельного палива. Використання біодизельного палива

дозволяє зменшити залежність від нафтових палив викопного походження, оскільки запаси нафти постійно зменшуються.

На думку фахівців, повне заміщення дизель-

ного палива нафтового походження біодизельним в двигунах, які знаходяться в експлуатації на даний час є недоцільним враховуючи особливості фізико-хімічних властивостей біодизельного палива. Найбільш перспективним є використання суміші дизельного та біодизельного палив. Навіть завдяки невеликій частці (в межах 5-10%) біодизельного палива в суміші можна зменшити витрату дизельного палива, скоротити витрати на експлуатацію автомобіля та покращити його екологічні показники.

Багато досліджень проводяться по визначенню впливу на економічні та екологічні показники автомобіля використання суміші дизельного та біодизельного палив із сталим складом. Проте, оскільки двигун автомобіля працює в широкому діапазоні навантажувальних та частотних режимів роботи, використання постійного складу суміші палив не завжди є ефективним. Тому, на нашу думку, доцільно змінювати склад суміші палив під час руху автомобіля в залежності від швидкості, умов руху та завантаження автомобіля.

### Мета роботи

Метою роботи є розробка схеми системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі змінною складу суміші дизельного та біодизельного палив.

Для досягнення поставлених цілей необхідно здійснити аналіз способів використання суміші дизельного та біодизельного палив для живлення автомобільних двигунів, виділити їх переваги та недоліки.

### Аналіз публікацій

Вчені Y. He та Y.D. Bao у роботі [1] стверджують, що суміш з 70% дизельного та 30% біодизельного палива (B30) є оптимальною для забезпечення ефективної роботи двигуна автомобіля та стабільності й однорідності суміші. В роботі [1] було досліджено залежність питомої витрати суміші B30 від чотирьох регульованих параметрів: кута закриття впускного клапана, кута відкриття випускного клапана, кута випередження впорскування палива та тиску впорскування. Аналіз результатів роботи показує, що найбільш вагомим параметром, який впливає на питому витрату суміші палив, є кут випередження впорскування.

В роботі [2] покращення економічних та екологічних показників дизельних двигунів DONG FENG сімейства CY4102BZLQ, які встановлюються на автобус «Богдан» моделі А-091 при використанні суміші дизельного та біодизельного палив В20 було досягнуто за рахунок зменшення кута випередження впорскування палива. Також, для покращення процесу згорання суміші дизельного та біодизельного палив було збільшено ступінь стиснення за допомогою встановлення тоншої прокладки між блоком циліндрів і головкою та регулюванням надпоршневого простору штатною свічею накаливання.

В роботі [3] вченими д.т.н., професором Гусяковим С.В. та к.т.н., доцентом П.Р. Вальехо Мальдонадо було запропоновано спосіб двухфазної подачі палива для живлення дизельного двигуна паливами рослинного походження. Спосіб двухфазної подачі палива реалізується за рахунок встановлення додаткової форсунки у впускному колекторі двигуна. Спочатку частина палива впорскується у впускний колектор через додаткову форсунку, а потім за допомогою штатної системи живлення - у циліндр двигуна. Це дозволяє забезпечити більш повне згорання біодизельного палива.

Для можливості використання біодизельного палива в зимній період експлуатації автомобіля в роботі [4] запропоновано систему двоступеневого підігріву палива, що дозволяє використовувати біодизельне паливо за умов низької температури повітря та забезпечує більш повне його згорання.

Авторами роботи [5] було розроблено принципові схеми подачі палива (дизельного, біодизельного, або суміші дизельного та біодизельного) для живлення дизельного двигуна, які представлено на рис. 1 та 2. Застосування схеми, що зображена на рис. 1 [5], дозволяє використовувати біодизельне паливо В100 або його суміш дизельним паливом в різних сталих пропорціях, отриманих заздалегідь, не виключаючи можливості працювати на дизельному паливі.

Особливістю цієї схеми є встановлення підігрівача трубопроводу 3 (для підігріву суміші В100 та сумішей із вмістом біодизельного палива більше 30%) та підігрівачів палива у баках із зовнішнім обігрівом 10.

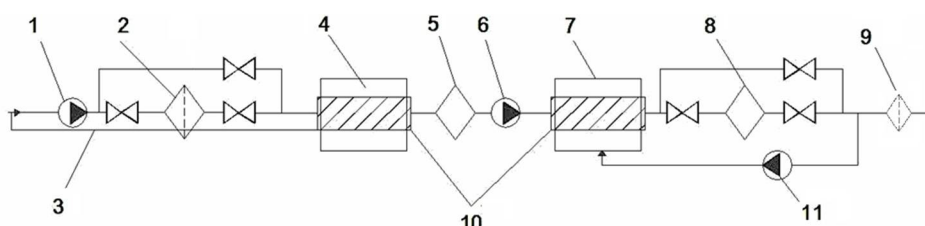


Рис. 1 – Принципова схема подачі палива (дизельного, біодизельного, або суміші дизельного з біодизельним) для живлення дизельного двигуна: 1 – паливний насос; 2 – фільтр грубої очистки палива; 3 – підігрівач трубопроводу; 4,7 – баки; 5, 8 – сепаратори; 6,11 – насоси сепараторів; 9 – фільтр тонкої очистки; 10 – підігрівачі палива у баках із зовнішнім обігрівом

Також передбачено встановлення сепараторів 5 та 8, в зв'язку з відносно великою гігроскопічністю біодизельного палива, що дає змогу видалити надлишкову вологість з палива.

На рис. 2 [5] зображено схему подачі палива, застосовуючи яку можна змінювати склад суміші дизельного та біодизельного палив в будь-яких пропорціях, або використовувати чисте дизельне чи біодизельне паливо. Особливістю даної схеми є подача палива (суміші

палив) в двигун по одній із трьох ліній живлення. Лінія подачі палива 16 призначена для подачі дизельного палива в двигун, лінія 18 - для подачі біодизельного палива, а лінія 17 - для подачі суміші дизельного та біодизельного палив. Створення суміші палив здійснюється у змішувачі 5. Необхідно відмітити те, що для фільтрації та сепарації палива передбачено встановлення комбінованих очисних установок з вбудованим підігрівачем 3, 12.

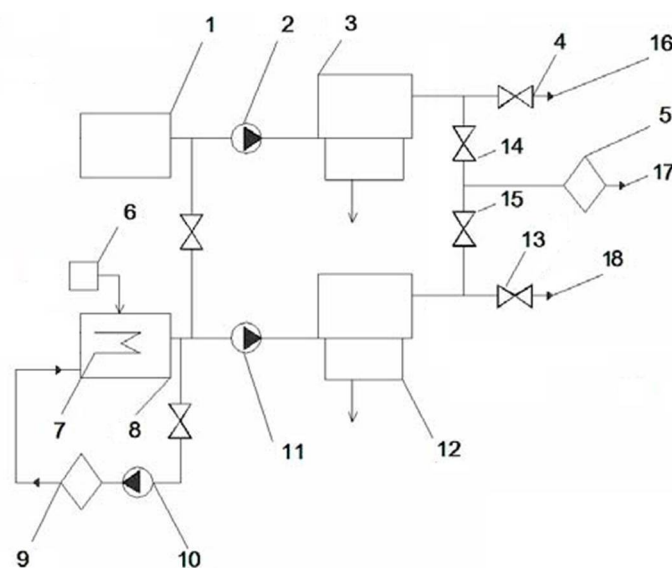


Рис. 2 – Принципова схема подачі палива (дизельного, біодизельного, або суміші дизельного та біодизельного) однією із трьох ліній для живлення дизельного двигуна: 1 – бак для дизельного палива; 2, 11 – насоси установок очищення палива; 3, 12 – комбінована установка очищення палива (фільтр-сепаратор з вбудованим підігрівачем палива); 4, 13 – запірні клапани; 5 – змішувач; 6 – бак присадок для біодизеля; 7 – занурений підігрівач палива; 8 – бак для біодизельного палива; 9 – сепаратор; 10 – насос сепаратору; 14, 15 - перепускні клапани; 16 – лінія подачі дизельного палива; 17 - лінія подачі суміші дизельного та біодизельного палив; 18 - лінія подачі біодизельного палива

Таким чином, при використанні системи подачі палива, яка зображена на рис.1 для живлення двигуна транспортного засобу сумішшю дизельного та біодизельного палив необхідно заздалегідь підготовлювати суміш пев-

ного складу. При використанні системи подачі палива, яка зображена на рис. 2, суміш створюється у змішувачі під час руху транспортного засобу, але склад суміші попередньо задається за рахунок встановлення у відповід-

ні положення перепускних клапанів 14, 15. Тому, основним недоліком даних систем є те, що вони не дозволяють змінювати склад суміші дизельного та біодизельного палив під час руху автомобіля в залежності від швидкості, умов руху та його завантаження.

При використанні суміші палив постійного відсоткового складу, для збереження потрібних технічних показників двигуна та для компенсування меншої енергоємності паливної суміші необхідно збільшувати циклову подачу на режимах максимального крутного моменту та номінальної потужності двигуна. Збільшення циклової подачі обмежується тривалістю горіння паливо-повітряної суміші, тому при великому вмісті біодизельного палива в суміші на режимах максимального навантаження обмежують величину її циклової подачі до умови повного згорання паливної суміші. Тому може виникнути ситуація, при якій теплота згорання суміші буде недостатньою для забезпечення технічних показ-

ників двигуна і вони, відповідно, будуть погіршуватись.

При періодичному регулюванні складу суміші, тобто при використанні схеми подачі палива, яка наведена на рис. 2, під час руху автомобіля не враховуються зміни умов руху, що зменшує ефективність використання біодизельного палива або погіршує динамічні показники автомобіля.

#### Схема системи живлення дизельного двигуна зі зміною складу суміші палив

Для ефективного використання суміші дизельного та біодизельного палив розроблена система живлення двигуна зі зміною складу суміші під час руху автомобіля в залежності від його швидкості, умов руху та завантаження. Принципова схема системи живлення двигуна автомобіля зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив наведена на рис. 3 [6].

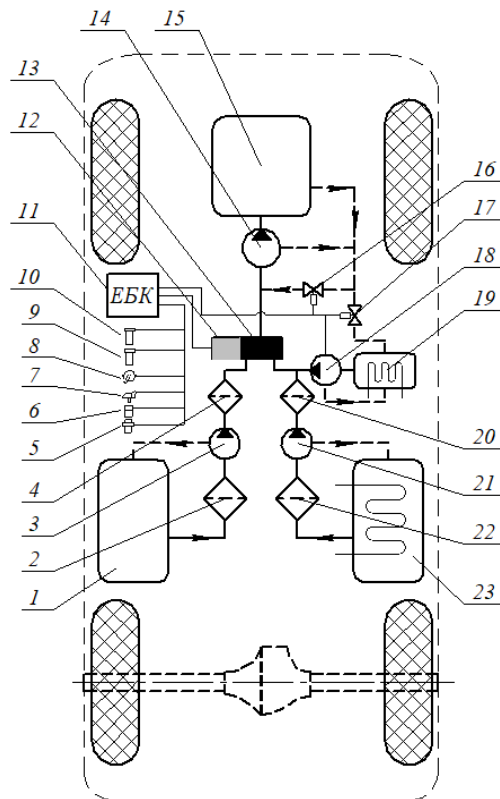


Рис. 3 – Принципова схема системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив: 1 - бак для дизельного палива; 2, 22 - паливні фільтри грубої очистки; 3, 18, 21 - паливopідкачуючі насоси; 4, 20 - паливні фільтри тонкої очистки; 5 - давач температури охолоджуючої рідини; 6 - масовий витратомір повітря; 7 - давач тиску палива в акумуляторі високого тиску; 8 - давач положення педалі акселератора; 9, 10 - давачі частоти обертання колінчастого та розподільного валу; 11 - ЕБК; 12 - механізм зміни складу суміші; 13 - змішувач; 14 - паливний насос високого тиску; 15 - дизельний двигун; 16, 17 - електромагнітні клапани; 19 - додатковий бак; 23 - бак для біодизельного палива з підігрівачем

Для роботи системи живлення двигуна зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив на автомобіль передбачається встановити:

- бак для біодизельного палива 23 з підігрівачем;
- паливні фільтри грубої та тонкої очистки 22, 20 для біодизельного палива;
- паливopідкачуючі насоси 18, 21;
- змішувач дизельного та біодизельного палив 13;
- механізм зміни складу суміші 12;
- електромагнітні клапани 16, 17;
- додатковий бак 19;
- електронний блок керування (ЕБК) 11.

Бак для зберігання біодизельного палива 23 необхідно обладнати підігрівачем для забезпечення однакових з дизельним паливом показників кінематичної в'язкості та густини, що дає змогу отримати однорідну суміш палив. Також, враховуючи те, що біодизельне паливо має вищу температуру застигання його підігрівання забезпечить роботу дизельного двигуна в умовах низьких температур, особливо в зимній період.

Змішувач дизельного та біодизельного палив 13 призначений для створення суміші палив різних пропорцій. Конструктивно змішувач представляє собою два гідравлічних дроселі, у яких, за рахунок зміни прохідного перетину, змінюється величина потоку палива. Зміна прохідного перетину дроселів відбувається взаємопов'язано за рахунок механізму зміни складу суміші 12, який, в свою чергу, управляється ЕБК 11.

Запуск двигуна та прогрів до робочої температури здійснюється при живленні дизельним паливом. При досягненні робочої температури, за сигналом ЕБК, механізм зміни складу суміші 12 змінює прохідні перетини гідравлічних дроселів у змішувачі 13, за рахунок чого в двигун подається суміш дизельного та біодизельного палив. Склад суміші змінюється в залежності від величини моменту навантаження на автомобіль.

Оскільки запуск двигуна та його прогрів до робочої температури доцільно здійснювати на дизельному паливі, то при вимкненні двигуна необхідно забезпечити заповнення паливної системи дизельним паливом. Це здійснюється наступним чином: перед вимкненням двигуна змішувач переводиться в режим

подачі дизельного палива, а суміш палива із зливної магістралі подається в додатковий бак 19 за рахунок закриття електромагнітного клапану 16 та відкриття - клапану 17 (при нормальному режимі роботи електромагнітний клапан 16 - відкритий, 17 - закритий). Таким чином, паливна система заповнюється дизельним паливом та двигун вимикається.

При подальшій роботі двигуна автомобіля на суміші, суміш палив з додаткового баку 19 використовується першочергово.

### Висновки

Аналіз способів використання суміші дизельного та біодизельного палив для живлення автомобільних двигунів показав, що на теперішній час більшість досліджень проводяться при живленні двигунів сумішшю дизельного та біодизельного палив із сталим складом.

Використання постійного складу суміші палив не завжди є ефективним, оскільки двигун автомобіля працює в широкому діапазоні навантажувальних та частотних режимів роботи.

Таким чином, для ефективного використання суміші дизельного та біодизельного палив розроблено принципову схему системи живлення двигуна зі зміною складу суміші палив під час руху автомобіля в залежності від його швидкості, умов руху та навантаження.

### Література

1. He Y. Study on rapeseed oil as alternative fuel for a single-cylinder diesel engine / Y. He, Y. D. Bao: Renewable Energy. An international journal. – 2003. – № 28. – P. 1447-1453.
2. Шльончак А.І. Покращення економічних та екологічних показників транспортних засобів з дизелем шляхом використання сумішевих палив: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.20 / І. А. Шльончак: Нац. трансп. ун-т. – К., 2013. – 20 с.
3. Вальехо Мальдонадо Пабло Рамон. Применение раздельной подачи топлива растительного происхождения в малоразмерный дизель с целью улучшения его экологических показателей: дисс. канд. техн. наук / Вальехо Мальдонадо Пабло Рамон: РУДН. – М., 2000. – 185 с.
4. Третьяк В.М. Ефективність використання

- пального рослинного походження для живлення двигунів внутрішнього згорання сільськогосподарських машин / В.М. Третяк, В.С. Больбут, О.М. Ганженко, А.М. Мазуренко // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. – Київ, 2013. – Вип. 19. – С. 163-167.
5. Горбов В.М. Обґрунтування раціональних параметрів паливних систем СЕУ при використанні біодизельних палив / В.М. Горбов, В.С. Мітенкова // Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование. – 2009. – №3. – С. 180-186.
6. Поляков А.П. Принципова схема системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив / А.П. Поляков, Д.О. Галушак // «Перспективи розвитку двигунів внутрішнього згорання працюючих на різних видах палива»: матеріали II регіональної науково-технічної конференції, м. Вінниця, ВНАУ, 24-25 лютого 2016 р.: - Вінниця: Видавництво ВНАУ, 2016. – С. 10-12.

Рецензент: Ф.І. Абрамчук, професор, д.т.н., ХНАДУ

Стаття надійшла до редакції 20 жовтня 2017 р.