



## ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕВЕДЕННЯ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ НА РОБОТУ НА СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ ЗІ ЗМІНОЮ ЇЇ СКЛАДУ

*Поляков Андрій Павлович* д.т.н., професор  
*Галушчак Дмитро Олександрович* аспірант  
*Вдовиченко Олександр Володимирович* асистент  
Вінницький національний технічний університет

*Poliakov A.*  
*Galushchak D.*  
*Vdovichenko O.*

Vinnitsia National Technical University

**Анотація:** у роботі представлено результати критеріальної оцінки ефективності переведення дизельного двигуна автомобіля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив зі зміною її складу в залежності від швидкості, умов руху та завантаження автомобіля.

**Ключові слова:** дизельне паливо, біодизельне паливо, суміш, критерії оцінки, показники автомобіля.

### Вступ

Переведення дизельного двигуна автомобіля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив, враховуючи відмінність її фізико-хімічних та енергетичних властивостей від дизельного палива, обумовлює вплив на показники двигуна, що в свою чергу здійснює вплив на техніко-економічні та екологічні показники автомобіля в цілому.

Тому необхідно здійснити вибір критеріїв оцінки ефективності переведення дизельного двигуна автомобіля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив зі зміною її складу в залежності від швидкості, умов руху та завантаження автомобіля.

### Основна частина

При переведенні дизельного двигуна автомобіля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив зі зміною її складу передбачається використовувати групи критеріїв оцінки ефективності переведення за двома напрямками:

- техніко-економічні та екологічні показники автомобіля;
- вартісні показники, в які повинні входити витрати на переобладнання автомобіля, витрати на проведення технічного обслуговування та поточного ремонту (ТО та ПР) системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив та матеріальні затрати на експлуатаційні витрати.

Енергоємність суміші дизельного та біодизельного палив менша ніж дизельного палива [1, 2], тому при переведенні двигуна на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив, його потужність буде дещо зменшуватися, тому й відповідно буде зменшуватись і максимальна швидкість автомобіля  $V_{\max}$ .

Найбільш складним із видів розгону автомобіля є розгін з місця з перемиканням передач від нижчої до вищої та виходом на максимальну швидкість, при якому можна визначити вплив зміни фізико-хімічних та енергетичних показників суміші дизельного та біодизельного палив на динамічний фактор автомобіля  $D_a$  та на час  $t$  його розгону до максимальної швидкості  $V_{\max}$ .

Для дослідження техніко-економічних та екологічних показників автомобілів повною масою до 3,5 т згідно ГОСТ 20306-90 прийнято магістральний та міський цикли на дорозі [3]. Магістральний цикл реалізується на ділянці дороги протяжністю 4000 м. Він починається зі швидкості 40 км/год, включає в себе 3-и відрізки шляху, на яких відбувається розгін автомобіля зі швидкості 40 до 70 км/год, 60-90 км/год і 80-90 км/год; 3-и відрізки шляху, на яких відбувається сповільнення двигуном зі швидкості 70 до 60 км/год, 90-80 км/год і 90-60 км/год; 7-м відрізків шляху з постійними швидкостями.

Міський цикл на дорозі для автомобілів повною масою до 3,5 т є більш складним, ніж магістральний. Він реалізується на відрізок шляху, рівному 4000 м. Він починається із роботи двигуна автомобіля на холостому ходу та супроводжується рушенням з місця з подальшим розгоном.

Міський цикл складається із 10-ти відрізків шляху, на яких відбувається розгін автомобіля до швидкостей від 20 до 60 км/год, з 10-ти ділянок руху з постійними швидкостями, які змінюються від 20 до 60 км/год та 8-ми проміжних зупинок.

Отже, при русі автомобіля за магістральним та міським циклами можна досліджувати вплив суміші дизельного та біодизельного палив на такі технічні показники автомобіля, як: середня швидкість  $V_{cp}$  та час  $t$  проходження автомобілем даних циклів.

Таким чином, за критерії оцінки зміни технічних показників автомобіля при роботі двигуна на суміші дизельного та біодизельного палив було обрано:

- динамічний фактор автомобіля  $D_a$ ;
- час  $t$  розгону автомобіля до максимальної швидкості;
- максимальна швидкість руху автомобіля  $V_{max}$ ;
- середня швидкість  $V_{cp}$  та час  $t$  руху автомобіля за міським та магістральним циклами на дорозі згідно ГОСТ 20306-90.

Вищезазначені критерії дозволяють в повній мірі оцінити динамічність автомобіля та вплив використання суміші біодизельного та дизельного палив на його технічні показники.

Як вже відмічалось, розгін автомобіля з місця з перемиканням передач від нижчої до вищої та виходом на максимальну швидкість є найбільш складним із видів розгону, тому оцінювати вплив переведення двигуна на суміш дизельного та біодизельного палив на економічні показники автомобіля доцільно за допомогою витрати палива під час його розгону  $g_{роз}$  з виходом на максимальну швидкість.

Крім того, оцінити вплив використання системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив можливо за витратою палива на одиницю пробігу  $g_n$  при русі автомобіля на максимальній швидкості  $V_{max}$  та при русі автомобіля за магістральним та міським циклами на дорозі.

Отже, за критерії оцінки зміни економічних показників автомобіля при роботі двигуна на суміші дизельного та біодизельного палив було обрано:

- витрата палива  $g_{роз}$  під час розгону автомобіля з виходом на максимальну швидкість;
- витрата палива  $g_n$  на одиницю пробігу при русі автомобіля на максимальній швидкості;
- витрата палива  $g_{міс}$  та  $g_{маг}$  на одиницю пробігу при русі автомобіля за міським та магістральним циклами на дорозі згідно ГОСТ 20306-90.

До основних токсичних речовин, що містяться у відпрацьованих газах дизельного двигуна можна віднести наступні: оксид вуглецю  $G_{CO}$ , вуглеводні (незгорілі частки палива)  $G_{CH}$ , оксиди азоту  $G_{NOx}$  та тверді частки  $G_{Tч}$ . Останні складають найбільшу частку у відпрацьованих газах та є найбільш небезпечними для людини [4].

Тому, екологічні показники автомобіля при роботі на суміші дизельного та біодизельного палив було прийнято оцінювати за викидами твердих часток  $G_{Tч}$ . При сталих частотах обертання колінчастого валу двигуна викиди  $G_{Tч}$  будуть незначними в порівнянні з викидами при розгоні автомобіля. Тому доцільно визначати викиди твердих часток  $G_{Tч}$  при розгоні автомобіля.

Рух автомобіля за магістральним циклом на дорозі згідно ГОСТ 20306-90 супроводжується розгонами зі сталої швидкості, а рух за міським циклом включає розгони автомобіля з місця. Тому, при переведенні роботи двигуна на суміш дизельного та біодизельного палив екологічні показники автомобіля доцільно оцінювати за сумарними викидами твердих часток  $G_{Tч}$  під час руху автомобіля за даними циклами.

Таким чином, за критерії оцінки зміни екологічних показників автомобіля при роботі на суміші дизельного та біодизельного палив було обрано:

- сумарні викиди твердих часток  $G_{Tч}$  при розгоні автомобіля до максимальної швидкості;
- сумарні викиди твердих часток  $G_{Tч}$  при русі автомобіля за міським та магістральним циклами на дорозі згідно ГОСТ 20306-90.

Економічну доцільність переведення двигуна на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив зі зміною її складу та модернізації системи живлення двигуна можна оцінити за допомогою витрат на переобладнання автомобіля, витрат на проведення ТО та ПР системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші та матеріальних затрат на експлуатаційні витрати.

Витрати на переобладнання автомобіля  $B_{пер}$  здійснюються одноразово безпосередньо при переобладнанні та включають в себе вартість додаткового обладнання  $B_{до.о.}$  та вартість роботи по його встановленню  $B_{роб}$ :

$$B_{пер} = B_{д.о.} + B_{роб.} \quad (1)$$

Витрати на проведення ТО та ПР системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив можливо визначити при проведенні додаткових досліджень. Оскільки, це не входить в задачі дослідження припустимо, що ці витрати не відрізняються від витрат на ТО та ПР штатної системи живлення дизельного двигуна.

Матеріальні затрати на експлуатаційні витрати включають в себе витрати на паливо, мастильні матеріали, шини, тощо [5]. Проте переведення дизельного двигуна автомобіля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив впливає лише на витрати, що пов'язані із закупівлею палива, тому в подальшому будемо розглядати тільки витрати на паливо. Витрати на закупівлю палива розраховуємо на 1 календарний рік експлуатації автомобіля.

При використанні суміші дизельного та біодизельного палив, витрати на закупівлю палива включають витрати на закупівлю дизельного палива та витрати на закупівлю біодизельного палива.

Розрахунок витрат на закупівлю палива для проїзду автомобілем 1 км шляху визначається за формулою:

$$B = \frac{g_{дн} \cdot C_{дн} + g_{бдн} \cdot C_{бдн}}{100}, \quad (2)$$

де  $g_{дн}$ ,  $g_{бдн}$  - витрата дизельного та біодизельного палив, відповідно, л/100км;

$C_{дн}$  та  $C_{бдн}$  - ціна дизельного та біодизельного палив, відповідно, грн/л.

Отже, витрати на закупівлю палива на 1 календарний рік експлуатації автомобіля розраховуються:

$$B_{екс} = \frac{g_{дн} \cdot C_{дн} + g_{бдн} \cdot C_{бдн}}{100} \cdot S, \quad (3)$$

де  $S$  - річний пробіг автомобіля, км.

### Висновки

Таким чином, за представленими критеріями можна здійснювати оцінку ефективності переведення роботи дизельного двигуна автомобіля на суміші дизельного та біодизельного палив зі зміною її складу в залежності від швидкості, умов руху та завантаження автомобіля.

### Список літератури

1. Третьяк В.М. Эффективность использования пального растительного происхождения для живления двигунів внутрішнього згоряння сільськогосподарських машин / В.М. Третьяк, В.С. Більбут, О.М. Ганженко, А.М. Мазуренко // Наукові праці Інституту Біоенергетичних культур і цукрових буряків. - 2013. - Випуск 19. - С. 163-167.
2. Семенов В.Г. Визначення фізико-хімічних показників альтернативних палив рослинного походження для дизелів сільськогосподарських машин / В.Г. Семенов, Р.В. Колодницька // Вісник ЖДТУ. - 2003. - № 3 (27). - С. 57-65.
3. ГОСТ 20306-90 Автотранспортные средства. Топливная экономичность. Методы испытаний. [Действующий с 1992-01-01]. - М. : Государственный комитет СССР по управлению качеством продукции и стандартам, 1990. - 34 с.
4. Гутаревич Ю.Ф. Екологія автомобільного транспорту: Навч. посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. -К.: Основа, 2002.-312 с.
5. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. -е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. -М.: Наука, 2001. - 535 с.

### References

1. Tretiak V.M. Efektyvnist vykorystannia pального росlynного pokhodzhennia dlia zhyvlennia dvyhuniv vnutrishn'oho zghoriannia silskohospodarskykh mashyn / V.M. Tretiak, V.S. Bolbut, O.M. Hanzhenko, A.M. Mazurenko // Naukovi pratsi Instytutu Bioenerhetychnykh kultur i tsukrovyykh buriakiv. - 2013. - Vypusk 19. - S. 163-167.
2. Semenov V.H. Vyznachennia fizyko-khimichnykh pokaznykiv alternatyvnykh palyv росlynного pokhodzhennia dlia dyzeliv silskohospodarskykh mashyn / V.H. Semenov, R.V. Kolodnytska // Visnyk ZhDTU. - 2003. - # 3 (27). - S. 57-65.
3. GOST 20306-90 Avtotransportnye sredstva. Toplivnaja jekonomichnost. Metody ispytaniy. [Dejstvujushhij s 1992-01-01]. - M. : Gosudarstvennyj komitet SSSR po upravleniju kachestvom produkcii i standartam, 1990. - 34 s.
4. Hutarevych Yu.F. Ekologhiia avtomobilnoho transportu: Navch. posib. / Yu.F. Hutarevych, D.V. Zerkalov, A.H. Hovorun ta in. -K.: Osnova, 2002.-312 s.
5. Kuznecov E.S. Tehnicheskaja jekspluatacija avtomobilej: Uchebnik dlja vuzov. 4-e izd., pererab. i dopoln. /



**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОДА  
ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ НА РАБОТУ НА СМЕСИ ДИЗЕЛЬНОГО И  
БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВ С ИЗМЕНЕНИЕМ ЕЕ СОСТАВА**

*Аннотация:* в работе представлены результаты критериальной оценки эффективности перевода дизельного двигателя автомобиля на работу на смеси дизельного и биодизельного топлива с изменением ее состава в зависимости от скорости, условий движения и загрузки автомобиля.

*Ключевые слова:* дизельное топливо, биодизельное топливо, смесь, критерии оценки, показатели автомобиля.

**JUSTIFICATION OF THE CHOICE CRITERIA OF AN EFFECTIVE WORK VEHICLE  
ENGINE ON DIESEL AND BIODIESEL MIXTURE WITH AMENDING ITS COMPONENTS**

*Summary:* this paper presents the results of a criteria estimation of efficiency of translation of the diesel engine of the car to work on a mixture of diesel and biodiesel with a change in its composition as a function of speed, driving conditions and vehicle load.

*Keywords:* diesel fuel, biodiesel blend, evaluation criteria, car performances.