

УДК 629.113

А.П. Поляков<sup>1</sup>, Д.О. Галушак<sup>1</sup>, П.А. Поляков<sup>2</sup>, Д.Л. Королюк<sup>3</sup><sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет, Вінниця<sup>2</sup>ДК Укроборонпром, Київ<sup>3</sup>в/ч А-0545, Вінниця

## ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХУ ТА ЧАСУ РОЗГОНУ АВТОМОБІЛЯ, ЩО ПРАЦЮЄ НА БІОДИЗЕЛЬНОМУ ПАЛИВІ

В даній статті проведено розрахунок та порівняння технічних показників автомобіля (шлях та час розгону до певної швидкості) використовуючи дизельне та біодизельне паливо в якості палива для двигуна.

**Ключові слова:** біодизельне паливо, шлях та час розгону, швидкість автомобіля.

### Постановка проблеми

Як відомо, нафтове паливо є вичерпним ресурсом, і на сьогоднішній день запаси нафти стрімко знижуються. Зменшення запасів нафти обумовлює необхідність пошуку альтернативних видів палив, одним із яких є біопаливо.

На даний час все більшого поширення отримують дизельні двигуни в якості рушія на транспортних засобах. Тому важливо вивчати вплив переведення дизельного двигуна на роботу на біодизельному паливі на технічні показники автомобіля. Переведення автомобіля з дизельним двигуном на роботу на біодизельному паливі допоможе знизити його експлуатаційні витрати за рахунок меншої вартості біодизеля та покращити екологічні показники.

Біодизельне паливо є більш екологічним в порівнянні з нафтовим дизельним паливом та поновлюваним. Звичайно, існують деякі питання щодо його використання (вплив на надійність, техніко-економічні показники двигуна), які необхідно досліджувати та вирішувати.

### Основна частина

В якості об'єкта дослідження зміни технічних показників автомобіля при використанні біодизеля було прийнято автомобіль КраЗ-65053 з базовим двигуном ЯМЗ-238ДЕ2. Було проведено розрахунок та порівняння наступних технічних показників: шлях розгону та час розгону автомобіля, використовуючи дизельне паливо та біодизель.

При розрахунку часу і шляху розгону автомобіля були прийняті наступні допущення: розгін починається зі швидкості автомобіля, що відповідає мінімальним обертам колінчастого вала на нижчій передачі; двигун працює в режимі зовнішньої швидкісної характеристики.

За методом Гриневецького В.І. був проведений розрахунок зовнішньої швидкісної характеристики двигуна ЯМЗ-238ДЕ2 з врахуванням особливостей згоряння біодизельного палива [2].

### Розрахунок часу і шляху розгону автомобіля

Прискорення дорівнює:  $a = \frac{dV}{dt}$  або  $dt = \frac{dV}{a}$ .

Використовуючи числовий метод, можна записати:

$$\Delta t = \frac{\Delta V}{a} \quad (1)$$

Якщо  $\Delta V = V_2 - V_1$ , що зображує приріст швидкості при розгоні від швидкості  $V_1$  до  $V_2$ , тоді очевидно  $\Delta t = \Delta t_{1,2}$  відповідає часу розгону від швидкості  $V_1$  до  $V_2$ . Середнє прискорення  $a$  в інтервалі швидкостей  $V_1$  і  $V_2$ :

$$a = (a_1 + a_2)/2, \quad (2)$$

де  $a_1, a_2$  – прискорення розгону при швидкостях руху відповідно  $V_1$  і  $V_2$ .

При швидкостях  $V_1$  та  $V_2$  відповідно:

$$a_1 = \frac{dV}{dt} = (D_1 - \Psi_1) \cdot \frac{g}{\delta}, \quad a_2 = \frac{dV}{dt} = (D_2 - \Psi_2) \cdot \frac{g}{\delta}, \quad (3)$$

де  $D_1, D_2$  - динамічні фактори автомобіля при швидкостях  $V_1$  і  $V_2$ ;  $\Psi_1, \Psi_2$  - коефіцієнти дорожнього опору при швидкостях  $V_1$  і  $V_2$ .

При русі по горизонтальній дорозі коефіцієнти  $\Psi_1, \Psi_2$  відповідно дорівнюють:

$$\Psi_1 = f_1 = f_0 \left( 1 + \frac{V_1^2}{1500} \right), \quad \Psi_2 = f_2 = f_0 \left( 1 + \frac{V_2^2}{1500} \right). \quad (4)$$

Час розгону від швидкості  $V_1$  до  $V_2$  можна записати в такому вигляді:

$$\Delta t_{1,2} = \frac{2(V_2 - V_1)\delta}{g(D_1 + D_2 - \Psi_1 - \Psi_2)}. \quad (5)$$

Сумарний час розгону на передачі знаходимо сумуванням часу в інтервалах швидкостей на цій передачі. Щоб час розгону був мінімальним, перемикання передач повинне здійснюватися при максимальному прискоренні.

Оскільки, при перемиканні передач двигун роз'єднаний з трансмісією, колова сила на ведучих колесах автомобіля буде відсутня і  $P_{к1} = P_{к2} = 0$ . 3

достатньою для практичних розрахунків точністю можна вважати, що  $\psi_1 = \psi_2$ . Сила опору повітря визначається за такою формулою:

$$F_n = k_n \cdot F_n \cdot V^2, \quad (6)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт лобового опору повітря;  $F_n$  – площа найбільшого поперечного перерізу автомобіля.

Значення динамічних факторів при перемиканні передач буде визначатися за такими формулами:

$$D_1 = \frac{0 - k_n \cdot F_n \cdot V_1^2}{m_a g}, \quad D_2 = \frac{0 - k_n \cdot F_n \cdot V_2^2}{m_a g}, \quad (7)$$

де  $m_a$  – маса автомобіля, отже, падіння швидкості при перемиканні передач буде визначатись як

$$V_2 - V_1 = \Delta V = -\frac{t_n \cdot g}{2\delta_n} \left[ 2\psi_1 + \frac{k_n \cdot F_n}{m_a g} (V_1^2 + V_2^2) \right]. \quad (8)$$

Якщо не враховувати опір повітря, тоді:

$$\Delta V = \frac{t_n \cdot g(-2\psi_1)}{2\delta_n} = -\frac{t_n \cdot g\psi_1}{\delta_n}. \quad (9)$$

Знак «мінус» указує, що при перемиканні передач швидкість зменшується. Коефіцієнт обертових мас  $\delta_n$ , при перемиканні передач визначається як

$$\delta_n = 1 + 0,03 \dots 0,05. \quad (10)$$

Це справедливо тільки певною мірою, оскільки при перемиканні передач двигун від'єднаний від трансмісії і враховується розгін тільки коліс. Проте агрегати трансмісії обертаються. При цьому коефіцієнт дорожнього опору  $\psi_1$  відповідає швидкості руху автомобіля на початку перемикання.

Сумарний час розгону автомобіля дорівнює:

$$\sum t = \sum_{i=1}^n \Delta t_i + \sum_{i=1}^n \Delta t_{n_i}, \quad (11)$$

де  $\sum_{i=1}^n \Delta t_i$ ,  $\sum_{i=1}^n \Delta t_{n_i}$  – сумарний час розгону автомобіля на всіх передачах та при їхньому переключенні.

Визначення шляху розгону проводимо після визначення часу розгону. Якщо врахувати, що:

$$V = \frac{dS}{dt} \quad (12)$$

або  $dS = V \cdot dt$ , то, використовуючи числовий метод, можемо записати:

$$\Delta S = V \Delta t, \quad (13)$$

де  $\Delta S$  – шлях, який проходить автомобіль при розгоні від швидкості  $V_1$  до  $V_2$ ;  $\Delta t = \Delta t_{1,2}$  – час розгону від швидкості  $V_1$  до  $V_2$ ;  $V$  – середня швидкість руху в інтервалі швидкостей  $V_1$  і  $V_2$ , дорівнює:

$$V = (V_1 + V_2) / 2.$$

Шлях розгону автомобіля на передачі визначається за формулою:

$$\Delta S_{1,2} = \frac{V_1 + V_2}{2} \cdot \Delta t_{1,2}. \quad (14)$$

За час перемикання передач, який приймаємо однаковим при кожному перемиканні  $t_n = 0,8 \dots 1с$ , автомобіль пройде шлях:

$$\Delta S_n = \frac{V_1 + V_1 - \Delta V_n}{2} \cdot t_n = (V_1 - \frac{\Delta V_n}{2}) t_n, \quad (15)$$

де  $V_1$  – швидкість на початку перемикання;  $\Delta V_n$  – падіння швидкості за час перемикання передач.

Отже, сумарний шлях розгону автомобіля визначаємо:

$$\sum S = \sum_{i=1}^n \Delta S_i + \sum_{i=1}^n \Delta S_{n_i}, \quad (16)$$

де  $\sum_{i=1}^n \Delta S_i$ ,  $\sum_{i=1}^n \Delta S_{n_i}$  – сумарний шлях розгону на всіх передачах та сумарний шлях, що проходить автомобіль при перемиканні передач.

Результати розрахунків наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати розрахунку шляху та часу розгону автомобіля

Параметр \ Вид палива	Швидкість руху автомобіля, км/год	Шлях розгону автомобіля, м	Час розгону автомобіля, м
Дизельне паливо	15	24	4,2
	25	66	9,7
	37	135	19,9
	49	257	37,9
	60	420	62,1
Біодизельне паливо	15	29	5,1
	25	74	10,8
	37	142	22,3
	49	279	41,2
	60	452	66,6

Як видно з наведених даних, при збільшенні швидкості автомобіля при русі на вищих передачах негативний вплив переведення автомобіля на роботу на біодизельному паливі знижується. За результатами розрахунку побудовані графіки шляху та часу розгону автомобіля (рис. 1) КрАЗ-65053 з базовим двигуном ЯМЗ-238ДЕ2.

Слід зазначити, що графіки шляху та часу розгону автомобіля починаються зі швидкості, яку розвиває автомобіль при мінімальних обертах двигуна, оскільки процес зрушення з місця і розгін до швидкості, яка відповідає мінімальним оборотам двигуна, згідно з взятими допущеннями, не враховувалися.

## Висновки

В даній статті досліджується вплив використання біодизельного палива на шлях та час розгону автомобіля КрАЗ-65053 з базовим двигуном ЯМЗ-238ДЕ2, починаючи зі швидкості, яку розвиває автомобіль при мінімальних обертах двигуна. З графіків, які побудовані за результатами дослідження видно, що при використанні біодизеля в якості палива для двигуна шлях та час розгону автомобіля збільшується в порівнянні з використанням дизельного палива.

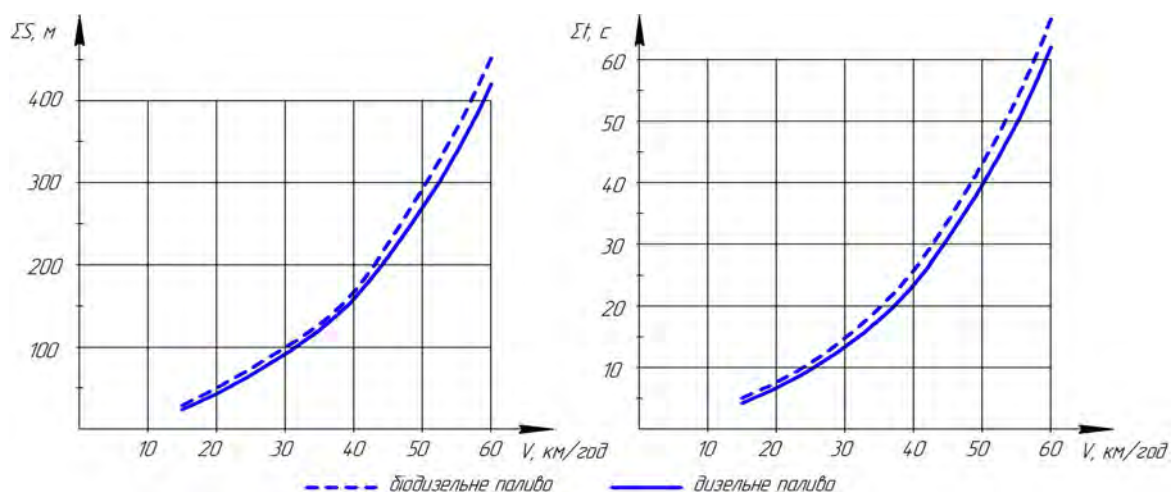


Рис. 1. Графіки шляху та часу розгону автомобіля КрАЗ-65053 до швидкості 60 км/год

### Список літератури

1. Ковтун Г.О. Альтернативні моторні палива / Г.О. Ковтун // Вісник НАН України, 2005. – № 2. – С.19-27. – ISSN 0372-6436.

2. Анісімов В.Ф. Тепловий та динамічний розрахунок автомобільних двигунів: Навчальний посібник / В.Ф. Ані-

сімов, А.В. Дмитрієва, С.М. Севостьянов. – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 125 с.

Надійшла до редколегії 3.09.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Х.В. Раковський, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТИ И ВРЕМЕНИ РАЗГОНА АВТОМОБИЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА БИОДИЗЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ

А.П. Поляков, Д.А. Галушак, П.А. Поляков, Д.Л. Королюк

В данной статье проведен расчет и сравнение технических показателей автомобиля (путь и время разгона к определенной скорости), используя дизельное и биодизельное топливо в качестве топлива для двигателя.

**Ключевые слова:** биодизельное топливо, путь и время разгона, скорость автомобиля.

### DETERMINATION OF WAY AND TIME OF ACCELERATION OF CAR WHICH WORKS ON BIOTDIESEL FUEL

A.P. Polyakov, D.O. Galuschak, P.A. Polyakov, D.L. Korolyuk

A calculation and comparison of technical indexes of car (way and time of acceleration to certain speed) is conducted in this article, using a diesel and biodiesel fuel as a fuel for an engine.

**Keywords:** biodiesel fuel, way and time of acceleration, speed of car.