

ІНЖЕНЕРІЯ, ЕНЕРГЕТИКА ТА БУДІВНИЦТВО

УДК 629.113

Моделювання та покращення паливної економічності автомобілів

Б.В. Ємець,

кандидат технічних наук, викладач спеціальних дисциплін,

С.В. Мельничук,

кандидат технічних наук, доцент, викладач спеціальних дисциплін,

О.П. Рябчук,

кандидат сільськогосподарських наук, викладач спеціальних дисциплін

Житомирський агротехнічний коледж

Методом моделювання показників паливної економічності автомобілів встановлено, що шляхова витрата палива для автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 при використанні зрідженого нафтового газу (ЗНГ) зменшується до 8% у порівнянні з роботою цього ж автомобіля на бензині, а також одночасній втраті потужності двигуна автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 під час його роботи на ЗНГ до 13%. Якщо при моделюванні паливної економічності автомобілів враховуються комплексні техніко-економічні та енергетичні показники (продуктивність автомобіля на різному пальному, енергоємність різних видів палива, затрат праці і експлуатації, тощо), то слід вважати оптимальним варіант, коли експлуатація автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 на ЗНГ на 19 % триваліша, ніж це було попередньо прийнято у вигляді максимального обмеження до експлуатації.

Ключові слова: моделювання, автомобіль, паливо, економічність, зріджений нафтовий газ.

Постановка проблеми.

Автомобільний парк України характеризується високими темпами зростання – поповненням понад 400 тис. шт. за рік і 20 – 30% щорічного приросту. На автомобілі припадає 50 – 65% від загального обсягу споживання імпортованих нафтопродуктів. За таких умов покращення паливної економічності автомобілів, аналіз і пошуки можливих шляхів підвищення ефективності викори-стання моторних палив є особливо актуальною проблемою [1, с.3]. Поряд з цим у сільській місцевості використовуються автомобілі застарілих моделей (ГАЗ-53-12, ГАЗ-САЗ-3507, ЗиЛ-130, ЗиЛ-ММЗ-554, інші), які в якості пального використовують бензин. Двигун внутрішнього згорання таких автомобілів на 1 км шляху викидає в навколишнє середовище близько 70 г оксиду вуглецю, 25 г оксиду азоту, свинець, оцтовий альдегід, бензол, ацетилен, бенз-х-пірен, бенз-х-атрофен і ще близько 220 шкідливих для живих організмів речовин [2, с.317]. На сьогоднішній день основне альтернативне паливо бензину – газоповітряні суміші.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розробкою методів розрахунку паливно-економічних властивостей автомобіля займалися Зімелев Г.В., Фалькевич Б.С., Яковлев М.О. та багато інших науковців [4, с.10].

Для розрахунку оціночних показників паливної економічності автомобілів використовують годинну та питому витрату палива для двигунів цих автомобілів.

Шляхову витрату палива в кг/100 км пробігу автомобіля визначають як [3, с.269]:

$$Q_s = \frac{100 \cdot q_e \cdot N_e}{V}, \quad (1)$$

де q_e – ефективна питома витрата палива двигуна автомобіля, г/кВт·год.; V – швидкість автомобіля, км/год; N_e – ефективна потужність двигуна, кВт.

Загальна потужність N двигуна витрачається на подолання сил опору руху та втрати в трансмісії автомобіля, які враховуються через коефіцієнт корисної дії трансмісії η_t .

У загальному вигляді використану сумарну потужність N двигуна розраховують, як [3, с.270]:

$$\frac{N = M_a g(\sin \alpha + f \cos \alpha)V + K_B FV^3 + P_j V}{1000 \eta_t}, \quad (2)$$

де M_a – повна маса автомобіля, кг; f – коефіцієнт опору кочення; F – площа проекції автомобіля на площину, що перпендикулярна до поздовжньої осі автомобіля, м²; P_j – сила інерції автомобіля, Н; K_B – коефіцієнт опору повітря; α – кут нахилу дороги.

Виділення нерозв’язаних раніше частин загальної проблеми.

В науковій літературі мало приділяється уваги даним про паливну економічність автомобілів сільськогосподарського призначення, які використовуються в сучасних технологіях аграрного виробництва.

Формулювання цілей.

Мета цього дослідження – моделювання та покращення показників паливної економічності автомобілів, які експлуатуються в умовах сільської місцевості.

Завдання дослідження – встановити методом моделювання величини основних показників паливної економічності автомобілів сільськогосподарського призначення на різному пальному.

Об’єктом дослідження стали показники паливної економічності автомобіля ГАЗ-САЗ-35071.

Дослідження виконано методом моделювання на персональному комп’ютері показників паливної економічності автомобіля ГАЗ-САЗ-35071.

Виклад основного матеріалу дослідження.

З урахуванням виразів для усіх складових (формули 1 та 2) шляхову витрату палива визначали на основі рівняння відомого з літератури [3, с.271]:

$$Q_s = \frac{q_e}{10^{-5} \cdot 3,6 \eta_m} \cdot \left(M_a g \psi + \frac{K_B F V^2}{3,6^2} + \delta_{BP} M_a \frac{dV}{dt} \right), \quad (3)$$

де $\psi = f \cos \alpha \pm \sin \alpha$ – сумарний коефіцієнт опору дороги.

В практиці інженерних розрахунків досить поширена методика для визначення ефективної питомої витрати палива за простим емпіричним виразом:

$$q_e = q_{eN} K_{об} K_{II}, \quad (4)$$

де q_{eN} – питома витрата палива при максимальній потужності двигуна N_{max} г/кВт·год.; $K_{об}$ – емпіричний коефіцієнт, що визначає вплив на значення q_e відносної кутової швидкості X_i обертання колінчастого валу; K_{II} – емпіричний коефіцієнт впливу на значення q_e ступеню використання потужності двигуна.

Використавши дані автомобіля сільськогосподарського призначення ГАЗ-САЗ-35071 ($N_e = 88,4$ кВт; $G_a = 77100$ Н; $K_B = 0,65$; $F = 4,45$ м²; $\eta_{mp} = 0,85$; $\psi = 0,02 \dots 0,05$) та аналітичні вирази, які приведено вище, отримано розрахункову паливну (економічну) характеристику усталеного руху цього автомобіля (рис.1).

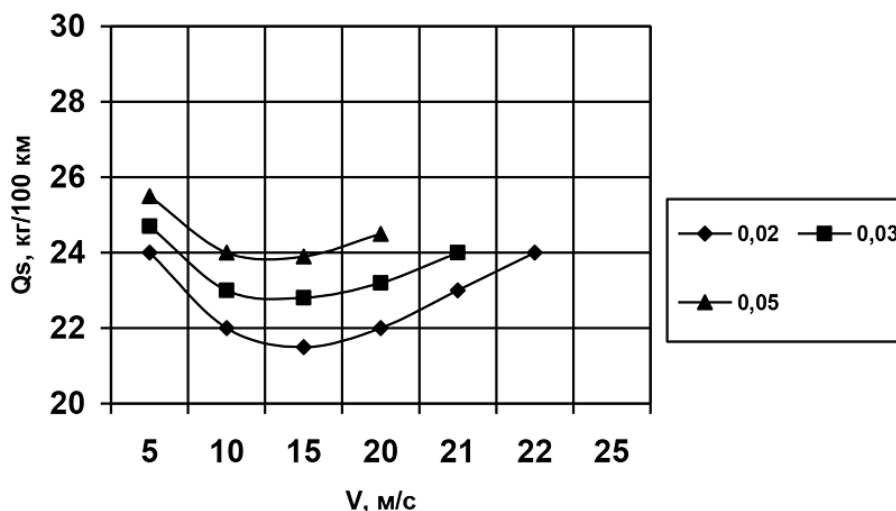


Рис. 1. Паливна (економічна) характеристика усталеного руху автомобіля ГАЗ-САЗ-35071

Але в багатьох випадках досить складно визначити значення q_e для окремих двигунів автомобілів, що різняться своєю конструкцією і особливостями робочого процесу (чи сумішоутворення). Враховуючи цю обставину, для більш поглиблених досліджень паливної економічності різних типів автомобілів застосовують безпосередньо апроксимацію навантажувальних характеристик їх двигунів.

Контрольна витрата палива визначається у фіксованих умовах випробувань відповідно до діючих нормативних документів. Її чисельне значення певною мірою характеризує можливий мінімальний рівень витрат палива автомобілем, досягнутий при його експлуатації.

Паливна характеристика усталеного руху автомобіля належить до нормованих за державними стандартами показників паливної економічності автомобіля, які визначаються при умові його руху на вищій передачі по горизонтальній дорозі з твердим, рівним покриттям. За паливно-економічною характеристикою усталеного руху визначають нормований показник – контрольну витрату палива [3 с.272].

На сьогодні важко порівняти паливну економічність автомобілів, в тому числі сільськогосподарського призначення, через одиночні, окремі показники їх паливної характеристики. Пояснити це можна тим, що такі показники не можна порівняти для різних видів автомобільного палива (бензин, дизельне пальне, зріджений нафтовий газ, тощо). Особливо це важко зробити, коли показники паливної економічності автомобіля визначаються в різних одиницях вимірювання. Наприклад, бензин в кг/100 км, а газ в м³/100 км.

Один із способів вирішення цієї проблеми – використання комплексних показників характеристики (в тому числі паливної та енергетичної) експлуатації автомобілів сільськогосподарського призначення. В даному дослідженні порівняно отримані дані показників паливної економічності автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 на різному пальному за допомогою наступної моделі:

$$\begin{cases} Y = g_1 \cdot x_1 + \dots + g_n \cdot x_n \\ x_1 + \dots + x_n \leq F \\ a_{11} \cdot x_1 + \dots + a_{1n} \cdot x_n \leq R_{a1} \\ a_{k1} \cdot x_1 + \dots + a_{kn} \cdot x_n \leq R_{ak} \\ 0 \leq x_1 \leq p_1 \cdot F \\ 0 \leq x_n \leq p_n \cdot F \end{cases} \quad (5)$$

де Y – цільова функція, яка визначає основний критерій оптимальності – мінімізацію витрати палива автомобілем; g_1, \dots, g_n – витрата палива автомобілем на різному пальному; F – фонд часу експлуатації визначеної множини автомобілів; x_1, \dots, x_n – частина фонду часу F ; p_1, \dots, p_n – продуктивність експлуатації автомобіля на різному пальному; R_{a1}, \dots, R_{ak} – загальний енергетичний ресурс різних видів енергоджерел;

$\begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ a_{k1} & \dots & a_{kn} \end{pmatrix}$ – загальна енергоємність різних видів палива, затрат праці і експлуатації [3, с.272].

Вихідні дані до моделювання представлено в табл. 1.

**Дані характеристики автомобіля ГАЗ-САЗ-35071
під час роботи на різних видах палива**

Вид палива	Енерго-еквівалент палива, МДж/100 км	Енерго-затрати експлуатації, МДж/год	Ефективна потужність двигуна на автомобіля, кВт	Середня шляхова витрата палива, кг/100 км (м ³ /100 км)
Бензин	1344,1	5,3	88,5	24,7
Дизельне пальне*	1008,7	7,9	82,2	19,3
ЗНГ	1136,2	8,2	77,1	22,8

* При умові обладнання автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 штатним дизелем.

Аналіз табл. 1 показує, що шляхова витрата палива для автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 при використанні зрідженого нафтового газу (ЗНГ) зменшується до 8% у порівнянні з роботою цього ж автомобіля на бензині, а також одночасній втраті ефективної потужності двигуна автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 під час його роботи на ЗНГ до 13%.

Розрахувавши модель, яку записано формулою (5), було встановлено, що слід вважати оптимальним варіант, коли експлуатація автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 на ЗНГ на 19 % триваліша, ніж це було попередньо прийнято у вигляді максимального обмеження (продуктивність роботи автомобіля на ЗНГ на 21% менша аніж на бензині) до експлуатації цього автомобіля.

Висновки з дослідження й перспективи.

В науковій літературі мало приділяється уваги даним про паливну економічність автомобілів сільськогосподарського призначення, які використовуються в сучасних технологіях аграрного виробництва.

Шляхова витрата палива автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 при використанні зрідженого нафтового газу (ЗНГ) зменшується до 8% у порівнянні з роботою цього ж автомобіля на бензині, а також одночасній втраті потужності двигуна автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 під час його роботи на ЗНГ до 13%.

Якщо при моделюванні паливної економічності автомобілів сільськогосподарського призначення враховуються комплексні техніко-економічні та енергетичні показники (продуктивність автомобіля на різному пальному, енергоємність різних видів палива, затрат праці і експлуатації, тощо), то слід вважати оптимальним варіант, коли експлуатація автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 на ЗНГ на 19 % триваліша, ніж це було попередньо прийнято у вигляді максимального обмеження до експлуатації.

Є необхідність в подальшому експериментальному підтвердженні адекватності теоретичного моделювання.

Список використаних джерел

1. Грубель М. Г. Багатофакторна оцінка та нормування паливної економічності вантажних автомобілів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.02 / Національний університет "Львівська політехніка". Львів, 2008. 15 с.
2. Мельник М.В., Ємець Б.В., Поліщук О.С. Обґрунтування продуктивного використання газового палива для бензинових двигунів автомобілів. Вісник ЖНАЕУ. 2010. №2. С. 139 – 145.
3. Ємець Б.В. Моделювання та покращення паливної економічності автомобілів сільськогосподарського призначення. Вісник ЖНАЕУ. 2016. №2. С 268-273.
4. Солтус А.П. Теорія експлуатаційних властивостей автомобіля: Навчальний посібник для ВНЗ. К.: Арістей, 2010. 155 с.

Анотації

Методом моделювання показників паливної економічності автомобілів встановлено, що шляхова витрата палива для автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 при використанні зрідженого нафтового газу (ЗНГ) зменшується до 8% у порівнянні з роботою цього ж автомобіля на бензині, а також одночасній втраті потужності двигуна автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 під час його роботи на ЗНГ до 13%. Якщо при моделюванні паливної економічності автомобілів враховуються комплексні техніко-економічні та енергетичні показники (продуктивність автомобіля на різному пальному, енергоємність різних видів палива, затрат праці і експлуатації, тощо), то слід вважати оптимальним варіант, коли експлуатація автомобіля ГАЗ-САЗ-35071 на ЗНГ на 19 % триваліша, ніж це було попередньо прийнято у вигляді максимального обмеження до експлуатації.

Ключові слова: моделювання, автомобіль, паливо, економічність, зріджений нафтовий газ.

The method of fuel efficiency indexes modeling of cars makes it possible to establish, that the fuel consumption for automobile GAZ-SAZ-35071 using the liquefied petroleum gas (LPG) decreased by 8% compared to the work of the same automobile on gasoline, as well as the simultaneous engine power loss in GAZ-SAZ-35071 when using LPG to 13%. If technical, economic and energy indexes (automobile efficiency using different types of fuel, power intensity, work consumption and operating conditions etc.) are assumed, we consider the operating conditions of GAZ-SAZ-35071 using the LPG to 19% longer, than it was previously stated as the maximum limit in operating conditions and the optimum variant.

Key words: modeling, automobile, fuel, efficiency, liquefied petroleum gas.