

Уточнення математичної моделі витрати палива автомобілем при використанні бінарних сумішей

У статті уточнено існуючу математичну модель витрат палива автомобілем для її більш простого застосування при роботі двигуна на бінарних сумішах альтернативного і традиційного дизельних палив. Уточнення здійснено шляхом спостереження за зміною ефективної витрати палива теоретичними методами теплового розрахунку ДВЗ в залежності від елементарного складу палива.

математична модель, дизельне паливо, метиловий ефір ріпакового масла, бінарна суміш, ефективна витрата палива

Останнім часом все більшого поширення знаходять бінарні суміші традиційного нафтового та альтернативного дизельних палив [3]. Причому асортимент таких палив, щодо частки альтернативного палива у суміші з традиційним може бути різним. Оскільки кожне із палив має певний елементарний склад, який визначає нижчу теплоту згоряння палива, то такі суміші відрізнятимуться за кількістю енергії, яку можна отримати із одиниці об'єму чи маси палива, а це безпосередньо впливатиме на питому витрату палива двигуном. При розробці лінійних та групових норм витрати палива автомобілями, які випускаються промисловістю, а також прогнозуванні нормативів для тих машин, що готуються до випуску, застосовують математичні залежності, які являють собою математичні моделі витрати палива. Необхідним є отримання математичної моделі, за допомогою якої можна було б розраховувати значення витрат палива (л/100 км) залежно від співвідношення компонентів у бінарній суміші.

Математичне моделювання складних процесів заміняє трудомісткі та дорогі експерименти, які треба було б проводити в різних умовах і режимах роботи машини, а також дає можливість не лише розв'язати поставлену задачу, а й оптимізувати режими роботи машини та знайти оптимальні конструктивні рішення.

© О.В. Орисенко, М.М. Нестеренко, 2010

Найпростіша математична модель витрати палива автомобілем описується залежністю [1]

$$Q = \frac{q_e \cdot (G_a \cdot \psi + 0,077 \cdot K_{on} \cdot F_l \cdot v_a^2)}{0,36 \cdot 10^5 \cdot \eta_{тр} \cdot \rho_n}, \quad (1)$$

де Q – витрата палива автомобілем, л/100 км;

q_e – питома витрата палива;

G_a – розрахункова маса автомобіля, кг;

ψ – коефіцієнт дорожнього опору;

K_{on} – коефіцієнт опору, Н·с²·м⁻⁴;

F_l – лобова площа автомобіля, м²;

v – швидкість автомобіля, км/год;

$\eta_{тр}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії;

ρ_n – густина палива, кг/м³.

Як бачимо із наведеної залежності, на витрату палива автомобілем поряд із іншими чинниками впливає питома витрата палива двигуном внутрішнього згоряння q_e , яка не є сталою величиною [2], а може змінюватись залежно від досконалості протікання робочого циклу у двигуні, коефіцієнту надлишку повітря, навантаження двигуна, теплоти згоряння палива тощо.

Якщо прийняти значення величин ψ , v , та $K_{оп}$ постійними (сталій режим роботи машини), а величини G_a , F_l та $\eta_{тр}$ – конструктивними чинниками, які теж не змінюються в процесі експлуатації, то очевидно, що витрата палива автомобілем залежатиме від питомої витрати палива двигуном. У свою чергу, при сталому режимі роботи машини та незмінних конструктивних факторах величина q_e залежатиме лише від виду палива. А при використанні бінарних сумішей метилового ефіру ріпакового масла з традиційним дизельним паливом на величину q_e впливатиме співвідношення компонентів у суміші. Окрім того при використанні сумішей змінною також буде густина палива ρ_p . Отже, наведена математична модель не дає можливості прогнозувати зміну витрати палива автомобілем при використанні паливних сумішей і потребує уточнення.

Формулювання цілей статті. Метою статті є уточнення існуючої математичної моделі витрат палива автомобілем для її більш простого застосування при роботі двигуна на бінарних сумішах альтернативного і традиційного дизельних палив.

Виклад основного матеріалу. З метою встановлення залежності зміни питомої витрати палива автомобільним двигуном від вмісту альтернативного палива у суміші з традиційним отримано розрахункові значення питомої витрати палива дизелем ЯМЗ-238 на сумішах традиційного нафтового палива та метилового ефіру ріпакового масла. При визначенні питомої витрати палива застосована методика теплового розрахунку ДВЗ наведена в [3, 4].

При визначенні питомої теплоти згоряння палива до розрахунку приймалися суміші із часткою альтернативного палива від 0 до 1 з кроком 0,1. Розрахункові значення питомої витрати палива q_e наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Розрахункові значення питомої витрати палива двигуном ЯМЗ-238 залежно від частки МЕРМ у суміші

Частка МЕРМ у суміші	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
q_e , г/кВт год	255,17	257,99	260,49	263,52	266,17	269,37	272,11	275,38	278,93	281,84	285,35

На основі розрахованих значень q_e побудовано графік залежності питомої витрати палива від вмісту МЕРМ у суміші (рис. 1).

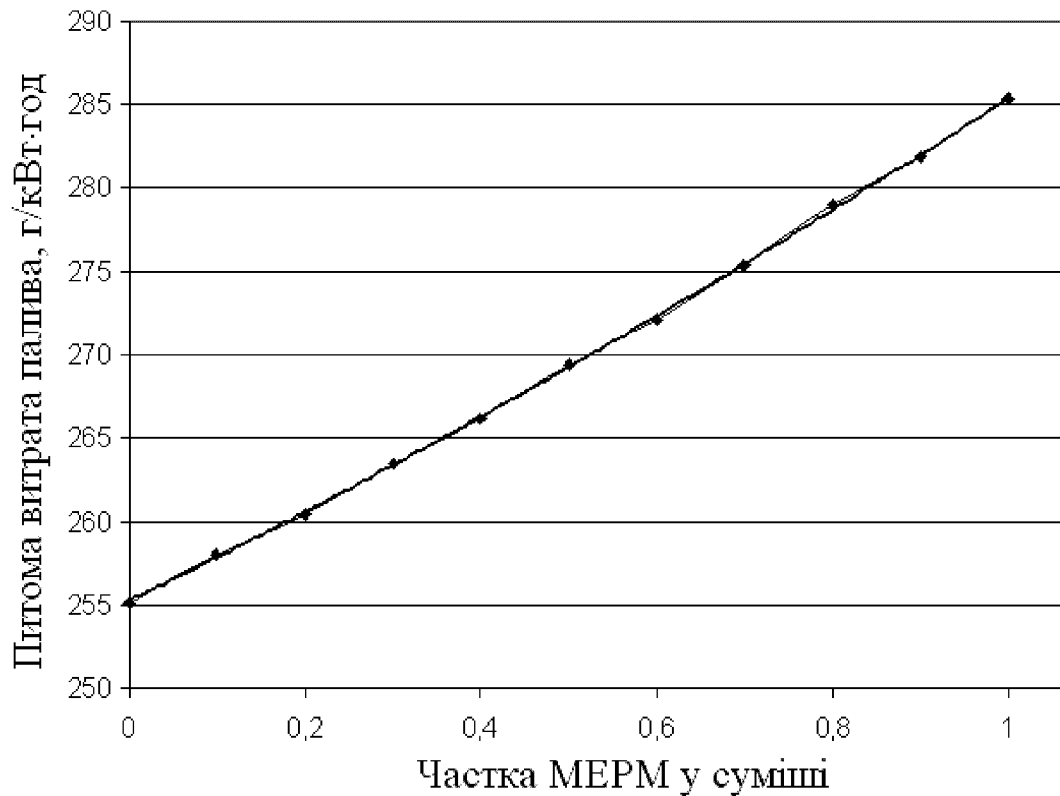


Рисунок 1 – Залежність питомої витрати палива двигуном ЯМЗ-238 від частки МЕРМ у суміші

При апроксимації даного графіка отримана залежність зміни даного параметра у вигляді полінома другого ступеню у вигляді

$$q_e = a \cdot x^2 + b \cdot x + c, \quad (2)$$

де a , b , c – коефіцієнти, які залежать від типу двигуна;
 x – частка альтернативного палива у суміші з традиційним.

Густина суміші ρ_n визначаємо з урахуванням частки альтернативного палива у суміші з традиційним за формулою

$$\rho_n = x \cdot \rho_{n1} + (x - 1) \cdot \rho_{n2}, \quad (3)$$

де ρ_{n1} , ρ_{n2} – відповідно значення густин традиційного та альтернативного палив.

Отже з урахуванням залежності зміни питомої витрати (2) та густини (3) палива при використанні сумішей отримаємо уточнену математичну модель витрати палива автомобілем у вигляді

$$Q = \frac{2(a \cdot x^2 + b \cdot x + c) \cdot (G_a \cdot \psi + 0,077 \cdot K_{on} \cdot F_d \cdot v_a^2)}{0,36 \cdot 10^5 \cdot \eta_{mp} \cdot (x \cdot \rho_{n1} + (x - 1) \cdot \rho_{n2})} \quad (4)$$

Дана математична модель дає можливість прогнозувати зміну витрат палива двигуном при зміні процентного вмісту метилового ефіру ріпакового масла у суміші із традиційним дизельним паливом.

В результаті проведених досліджень отримано уточнену математичну модель витрати палива, яка дозволяє враховувати зміну густини та елементарного складу паливної суміші при роботі автомобіля на бінарних сумішах альтернативного та традиційного дизельних палив

Список літератури

1. Адаменко О, Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії/ О. Адаменко, В. Височанський, В. Лютько, М. Михайлов. Під ред. докт. техн. наук, проф. В. Лютько. – Івано-Франківськ, Полум'я, 2000. – 225 с.
2. Полянський С.К. Експлуатаційні матеріали/ С.К. Полянський, В.М. Коваленко – К.: Либідь, 2003. – 448 с.
3. Автомобільні двигуни./[І.І. Тимченко, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов та ін.]; за ред. І.І. Тимченка. – Х.: Основа, 1995. – 460 с.
4. Тимченко І.І. Автомобільні двигуни. Теорія робочого циклу, системи живлення і наддування, динаміка і зрівноваженість/ І.І. Тимченко – К.: УМКВО, 1990.– 256 с.
5. Автомобільні двигуни/ За ред. І.І. Тимченка.– Харків: Основа, 1995.– 460 с.
6. Семенов В.Г. Определение теплоты сгорания биотоплив растительного происхождения. – Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве. – Труды 4-й Международной научно-технической конференции, 23 – 24 октября 2001 г. – Харьков: ХНПК “ФЭД”, 2001. – с. 250 – 253.
7. Романов Б.А. Двигатели внутреннего сгорания/ Б.А. Романов – М.: Недра, 1989. – 170 с.

Одержано 16.08.10