УДК 629.113

В.Л. Деркач
Луцький національний технічний університет

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РУХУ КОЛІСНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЕРЕДПУСКОВОГО ПІДІГРІВУ ДВИГУНА

Пропонується використання уточненої математичної моделі руху автомобіля за міськими режимами руху з подальшим введенням коефіцієнтів для отримання значень по паливній економічності та екологічних показниках.

Ключові слова: *тепловий стан двигуна, паливна економічність, математична модель, автомобіль.*

В. Л. Деркач
Луцкий национальный технический университет

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕДПУСКОВОГО ПОДОГРЕВА ДВИГАТЕЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Предлагается использование уточненной математической модели движения автомобиля по городским режимам движения с последующим введением коэфициентов для получения значений по топливной экономичности и экологических показателях.

Ключевые слова: *тепловое состояние двигателя, топливная экономичность, математическая модель, автомобиль.*

V. Derkach
Lutsk National Technical University

MATHEMATICAL MODELING OF WHEELED VEHICLES PROCESS WITH THE USING OF A CAR ENGINE PREHEATING

Proposed using refined mathematical model of car traffic for the city driving model, followed by the introduction of the receiving the meaning of the values of fuel economy and environmental indicator.

Keywords: *thermal condition of the engine, fuel economy, mathematical model car.*

Постановка проблеми. Тепловий стан має великий вплив на роботу двигуна автомобіля. Залежно від температурного режиму змінюється його потужність, економічні та екологічні показники. При максимально низьких температурах найбільш проблемним є перший пуск двигуна. Причиною цього є згущення мастила у циліндро - поршневій групі. Відповідно для роботи двигуна необхідна збагачена суміш, вищі оберти і більший крутний момент для прокручування колінчастого валу. Витрата палива при такій роботі значно зростає. Також вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах збільшується в десятки разів [1] .

Для вирішення проблеми холодного пуску, витрати палива, екологічних показників та зниження потужності пропонується використання передпускового підігріву двигуна автомобіля. Процеси, які проходять в транспортних засобах з урахуванням робочої температури та із застосуванням передпускового підігріву є достатньо досліджені [2, 3, 4, 5] Ці процеси досліджували науковці різних шкіл в різних країнах. Такі країни як Швеція, Норвегія, Канада, Росія займають передові місця з використання та розвитку систем передпускового підігріву

З урахуванням суттєвого зростання вартості моторних палив виникає необхідність покращення паливної економічності колісно транспортних засобів в умовах помірних кліматичних зон, до яких відноситься і Україна. Використання математичної моделі досліджено та підтверджено багатьма роботами [6] Тому пропонується уточнена на основі експериментальних досліджень математична модель руху колісних транспортних засобів при різних теплових станах двигуна автомобіля. Процес математичного моделювання складається з частин циклу, які задані таблицею та графіком (ГОСТ 20306). Для можливості порівняння паливної економічності автомобіля при різних теплових станах двигуна застосовується міський випробувальний цикл R83 [7]. Моделювання виконується згідно різних відсотках відкриття дроселя, експериментальних даних розгону, вибігу на передачах, обертах за різними температурними станами двигуна. Для цього попередньо були проведені лабораторні та експериментальні випробування автомобіля Mitsubishi Lancer 9 1.6 MT Comfort. Заміри отримувались за допомогою бортового комп’ютера Multitronics TC-750 [8]. В прогрітому стані двигун має стабільні показники тягової динаміки та

© В.Л. Деркач

паливної економічності. При мінусових температурах витрата палива збільшується, потужність зменшується.

Метою дослідження є використання уточненої математичної моделі для виконання розрахунків при різних теплових станах двигуна. Використовуючи введені коефіцієнти провести уточнені розрахунки витрати палива. Також розробити рекомендації щодо вибору раціонального способу прогріву двигуна автомобіля в експлуатаційних умовах.

Результати дослідження. Було визначено залежності температури двигуна від часу прогріву стартуючи з холодного стану. Дані заміри отримані при роботі двигуна на холостому ходу. Міський випробувальний цикл складається з режимів стоянки, розгону, руху зі сталою швидкістю, сповільнення. Так як стоянка займає близько 30% їздового циклу, отримані значення дають змогу змоделювати цей процес. Введений коефіцієнт є змінний та дає змогу при різних температурних станах визначати витрату палива. Представлена формула (1) використовується в роботі[5]. Проте дана формула не завжди може бути зручною для опису витрати палива.

Годинна витрата палива визначається за залежністю:

$$G_{ПХХ} = (120 \cdot \eta_{vxx} \cdot \rho_{пов} \cdot V_{ДВ} \cdot n_{xx\,\min}) / 1000 \cdot \tau \cdot l_0 \cdot \alpha) \cdot K_G(t_0); \quad (1)$$

де η_{VXX}- коефіцієнт наповнення циліндрів в режимі холостого ходу;

$\rho_{ПОВ}$ - густина повітря, при нормальних атмосферних умовах;

$V_{ДВ}$ - робочий об'єм двигуна;

n_{xxmin} – мінімальна частота обертання колінчастого вала двигуна в режимі холостого ходу;

τ - тактність двигуна;

l_0 - теоретично необхідна кількість повітря для згоряння 1 кг палива;

α - коефіцієнт надміру повітря в режимі холостого ходу;

$K_G(t_0)$ - коефіцієнт, що враховує вплив охолоджуючої рідини на витрату палива в режимі холостого ходу двигуна.

Дана формула має елементи, які не завжди легко отримати і практично застосовувати під час досліджень та математичного моделювання робочих процесів в автомобілі. В результаті опрацювання отриманих даних введений температурний коефіцієнт $K1(t)$. Даний коефіцієнт дає можливість більш точно розраховувати значення годинної витрати палива з урахуванням зміни температури двигуна під час прогріву.

Пропонується формула (2) з коефіцієнтом *K1(t),* який враховує вплив температурного стану двигуна на витрату палива:

$$G_{xx\,хол} = G_{xx\,прогр} \cdot K1; \quad (2)$$

де $G_{xx\,прогр}$- годинна витрата палива повністю прогрітого двигуна.

Під час проведення експерименту було визначено параметри під час прогріву двигуна. Результати замірів представлені на рисунку 1. Потім була визначена залежність зміни витрати палива на холостому ходу під час прогріву двигуна і визначена поліноміальна залежність коефіцієнту *K1(t)* впливу температурного стану двигуна на витрату палива (рис. 2).

У формулі (3) поліном третьої степені з достатньою точністю (R^2=0.97) описує залежність коефіцієнта від температури двигуна:

$$K1(t) = -3E-05 \cdot t_{дв}^3 + 0,004 \cdot t_{дв}^2 - 0,206 \cdot t_{дв} + 5,66; \quad (3)$$

© В.Л. Деркач

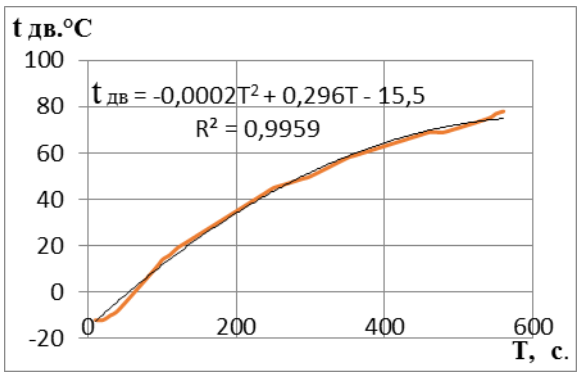

Рис. 1. **Зміна температури двигуна від часу коефіцієнта прогріву**

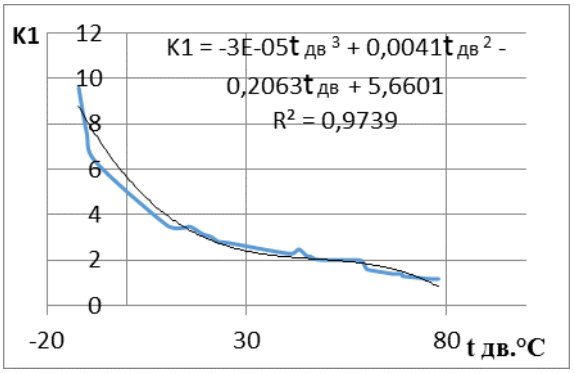

Рис. 2. **Зміна значення введеного від температури двигуна**

Виведені залежності (2), (3) можуть значно спростити процес визначення коефіцієнту *K1(t),* який враховує вплив температурного стану двигуна на витрату палива та підвищити точність математичного моделювання прогріву ДВЗ.

Висновок. Проведені експериментальні дослідження та математичні розрахунки показали, що введення коефіцієнта K1 при розрахунку математичної моделі дає можливість більш точно виконувати розрахунки по паливній економічності. В залежності від теплового стану двигуна можна розрахувати миттєву витрату палива в момент прогріву двигуна автомобіля. Моделювання роботи двигуна є важливим з урахуванням цих досліджень. Пропонується проведення моделювання повного їздового циклу з введенням коефіцієнтів. Отримані результати підтверджують дані попередньо проведених експериментів та можуть бути корисні при визначенні витрати палива автомобіля.

Література

1. Деркач В.Л., Визначення впливу передпускового підігріву на показники роботи двигуна в режимі холостого ходу. Вісник національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. серія: Автомобіле - та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ». – 2014. – № 31. – 162 с.

2. Грицук І. В. Особливості визначення часу прогріву охолоджуючої рідини двигуна внутрішнього згорання, оснащеного системою регулювання температури / І. В. Грицук, А. М. Гущін, Ю. В. Прилепський, З. І. Краснокутська, Д. С. Адров// Збірник наук. праць ДонІЗТ, 2010 – Випуск №24., с131-143.

3. Бакуревич Ю.Л., Толкачев С.С. Зимняя эксплуатация автомобилей / Ю. Л. Бакуревич, С.С. Толкачев //. М.: Транспорт, 1964. - 102 с.

4. Гаврилов А.К.Быстрый пуск холодных двигателей /А. К. Гаврилов// Автомобильный транспорт. 1986, № 2. - С. 18-19.

5. Симоненко Р. В. “Покращення паливної економічності і екологічних показників автомобілів шляхом раціонального прогріву їх двигунів“, Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, Київ-2004.

6. Гутаревич Ю. Ф. Математическая модель системы водитель – автомобиль с бензиновым двигателем – дорога для исследования влияния эксплуатационных факторов на расход топлива и загрязнения окружающей среды автомобилями. / КАДИ. – Киев, 1986, -22 с. – Рус. – Деп.в. УкрНИИНТИ (ГМТБ Украины).

7. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів стосовно викидів забруднюючих речовин залежно від палива, необхідного для двигунів (Правила ЄЕК ООН № 83-02АВС:1993, IDT) – Женева.: Европейская Экономическая комиссия Организации Объединенных наций, 2011. – 83 с.

8.Сітовський О . П . Застосування бортового комп’ютера Multitronics VG1031GPL для дослідження експлуатаційних властивостей автомобіля / О . П . Сітовський // Автомобильный транспорт : сборник научных трудов . – Харьков: ХНАДУ , 2011.– Вып. 29. – С . 173 – 175.

Стаття надійшла до редакції 22.04.2016

© В.Л. Деркач