

ОБЛІК ЧАСУ ПРОГРІВУ ДВИГУНА У МЕТОДИЦІ НОРМУВАННЯ ВИТРАТ ПАЛИВА НА АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

Основним джерелом енергії для автомобіля поки залишається паливо нафтового походження. На його придбання витрачається близько половини всіх витрат, яке необхідно для експлуатації автомобіля. Витрата палива на підприємствах автомобільного транспорту обов'язково враховується і контролюється на законодавчому рівні.

Споживання паливно-мастильних матеріалів на автомобільному транспорті регламентується наказом Міністерства транспорту України № 43 від 10 лютого 1998 зі змінами та доповненнями, останні з яких унесено наказом Міністерства інфраструктури України № 36 від 24.01.2012. Цей нормативний документ встановлює для транспортних машин норму споживання палива в л/100 км, яку можна застосовувати тільки під час керування автомобілем. Годинна норма витрати палива в л/год. передбачено для роботи спеціалізованого обладнання, прогрів двигуна до встановленої газобалонної паливної апаратури і тривалих простоїв автомобіля з технологічних причин. Застосування годинної норми витрати палива для більшості транспортних машин не передбачено.

Кожен автомобіль деякий час витрачає на запуск і прогрів двигуна, простої із включеним двигуном для посадки або висадки та завантаження або розвантаження, вимушені простої у транспортному потоці на перехрестях «під світлофором». На жаль, таку витрату палива, яку автомобіль споживає без руху, в чинній методиці нормування палива не враховується.

В процесі прогріву двигуна система управління двигуном збільшує подачу палива, що призводить до збільшення оборотів колінчастого валу. З прогріванням, тобто зі збільшенням температури охолоджуючої рідини, обороти двигуна і витрату палива зменшуються.

Температура двигуна в процесі прогріву від часу змінюється практично по лінійній залежності. Для автомобіля ВАЗ-2112 інтенсивність прогріву становить 0,16 °С/с, що відповідає збільшенню температури на кожен 1 °С протягом 6,2 с. При температурі охолоджуючої рідини понад 60...70 °С, швидкість прогрівання знижується.

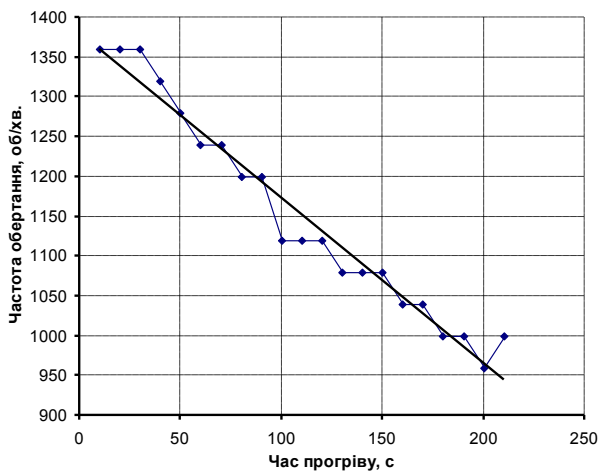


Рис. 1. Залежність оборотів колінчастого валу двигуна від часу прогріву двигуна

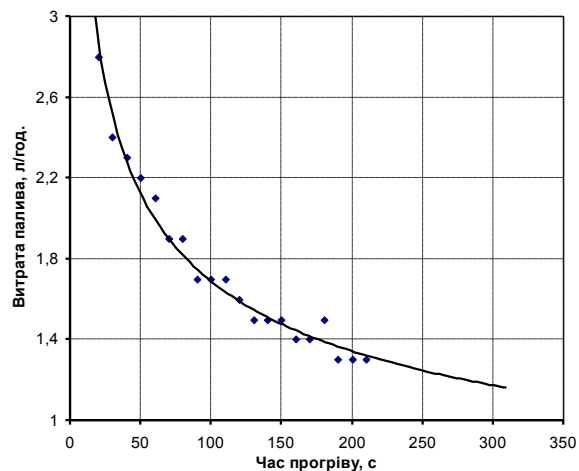


Рис. 2. Залежність годинної витрати палива від часу прогріву двигуна

Як видно із графіку (рис. 1), при запуску двигуна автомобіля ВАЗ-2112, коли температура навколишнього середовища становила +15 °С, електронний блок управління в момент запуску збільшує оберти двигуна до 1400 хв.⁻¹, але в процесі прогріву частота обертання колінчастого валу знижується, так що на 300 с (5 хв.) вже складають 950 хв.⁻¹, що близько до значення на режимі холостого ходу. Часова витрата палива (рис. 2) в початковий період роботи двигуна становить 2,8 л/год., а за 5 хв. знижується до 1,3 л/год. Часовий витрата палива прогрітого автомобіля ВАЗ-2112 становить 0,8 ... 1,0 л/год.

Графік залежності годинної витрати палива в л/год. від часу прогріву можна апроксимувати степеневою залежністю виду: $G = a \cdot t^b$, де t - температура прогріву, с; a і b - коефіцієнти регресії. Для експериментальних даних, які представлені на рисунку 2, були отримані наступні значення коефіцієнтів: $a = 7.765$ і $b = -0.3314$. Коефіцієнт детермінації склав 0,976. Якщо час вимірювати в годинах, то значення коефіцієнта a дорівнюватиме 0,151.

Для визначення витрати палива за весь період прогріву двигуна необхідно підсумовувати значення годинну витрату палива на інтервалі від початку запуску двигуна до моменту початку руху автомобіля. У інтегральному

вигляді: $Q = \frac{dQ}{dt} = \int_0^{t_1} a \cdot t^b dt = a \cdot \frac{t^{b+1}}{b+1} \Big|_0^{t_1} = \frac{a}{b+1} \cdot t_1^{b+1}$, де t_1 - час прогріву двигуна. Значення коефіцієнтів a і b , а

також формули розрахунку годинної витрати палива для інших формул апроксимації наведені в таблиці 1.

Значення коефіцієнтів для різних розрахункових залежностей витрати палива

Формула апроксимації	Значення коефіцієнтів		Сумарна витрата палива	Коефіцієнт детермінації R^2
	a	b		
$G = a \cdot \ln t + b$	-0.6218	4.95	$Q = a \cdot t_1 (\ln t_1 - 1) + b \cdot t_1$	0.983
$G = a \cdot e^{b \cdot t}$	2.596	-0.0036	$Q = \frac{a}{b} \cdot e^{b \cdot t_1}$	0.927
$G = a \cdot t^b$	7.765	-0.3314	$Q = \frac{a}{b+1} \cdot t_1^{b+1}$	0.976
$G = a \cdot t + b$	-0.0066	2.51	$Q = 0.5 \cdot a \cdot t_1^2 + b \cdot t_1$	0.874

Розглянемо приклад. Якщо час прогріву двигуна складе 300 с (5 хв. або 0,083 год.), то година витрата палива складе: $Q = \frac{7.765}{1-0.3314} \cdot t_1^{1-0.3314} = 11.416 \cdot 300^{0.669} = 0.146$ л/год. При експлуатації автомобіль заводиться як мінімум

один раз на добу. Якщо автомобіль експлуатується постійно, тобто 30 днів за місяць, то загальна витрата палива на запуск і прогрів двигуна складе $0.146 \cdot 30 = 4.38$ л/ місяць. У випадку експлуатації автомобіля із тривалими зупинками (більше години), коли температура охолоджуючої рідини знизиться до температури навколишнього середовища, то новий запуск двигуна знову потребує його прогріву. Так, для 5 повних прогріву двигуна на добу загальна витрата палива за місяць складе -21,9 л. У наказі № 43 Мінтрансу України в разі вимушених простоїв автомобілів під навантаженням і розвантаженням в пунктах, де за умовами пожежної безпеки заборонено вимикати двигун передбачено додаткове споживання палива до 5 % від базової лінійної норми на одну годину простою. Цю норму закону не можна використовувати для прогріву двигуна, однак ми застосуємо її для нашого прикладу.

Відомості про автомобіль ВАЗ-2112 відсутні в наказі, тому візьмемо аналог - автомобіль ВАЗ-21102, для якого базова норма витрати палива складе 7.2 л / 100 км. Тоді за годину простою цього автомобіля планується виділити $5 \cdot 7.2 / 100 = 0.36$ л. У розглянутому прикладі загальний час прогріву двигуна за місяць складе: $T = 0.083 \cdot 30 \cdot 5 = 12.5$ год. Тоді споживання палива за місяць - $Q = 0.36 \cdot 12.5 = 4.5$ л. Як видно з прикладу, навіть якщо ми б могли скористатися методикою розрахунку додаткової витрати палива на вимушений простій автомобіля зі включеним двигуном, то все одно не змогли покрити реальну витрату палива, яка була витрачена на прогрів двигуна автомобіля. Виходячи з вищевикладеного, необхідно вдосконалювати чинну на Україні систему нормування паливно-мастильних матеріалів і на ряду з колійним витратою палива встановлювати часову витрату палива на кожен марку автомобіля. Додатково до існуючого положення слід визначити і встановити додаткову норму витрати палива на прогрів двигуна, з урахуванням інтенсивності експлуатації автомобіля. Облік часу прогріву двигуна можна проводити за допомогою бортових маршрутних систем або систем віддаленого моніторингу