

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ НОРМАТИВІВ ЕКОНОМІЧНОСТІ АВТОМОБІЛЯ НА СТЕНДІ З БЕГОВИМИ БАРАБАНАМИ

Стратілат Б.Ф., ст. гр. А-36т1-19
Науковий консультант: Зуєв В.О., асистент

Існуюча система нормування витрати палива недосконала, оскільки допускає неоднозначне значення сумарного коригуючого коефіцієнта. Це змушує керівників підприємств і фірм звертатися до компетентних організацій визначення норм витрати палива, об'єктивно відбивають умови роботи. У разі визначаються тимчасові норми витрати палива шляхом розрахунків, дорожніми чи стендовими випробуваннями. Останні краще, тому що при цьому забезпечується стабільність умов і режимів випробувань незалежно від погоди, пори року та доби, стану дорожнього покриття.

Для адекватного моделювання дорожніх умов на стендах з біговими барабанами необхідно вміти розраховувати та забезпечувати необхідні режими випробувань (швидкість, навантаження стенду тощо), щоб витрати пального були тотожні (на дорозі та на стенді). Такий розрахунок може бути виконаний тільки на основі моделі витрати палива, що базується на принципах теорії подібності. Дотримання цієї умови забезпечує облік різноманіття конструктивних та експлуатаційних факторів, що формують витрату палива двигуном автомобіля. Скористаємося з цією метою моделлю, запропонованою академіком Говорущенком Н.Я. Його модель найкраще відповідає викладеним вимогам. Вона враховує тип та різні конструктивні параметри конкретних автомобілів, якість палива, експлуатаційні режими, що дає можливість використовувати цю модель під час вирішення практичних завдань. [1]:

$$Q = \frac{1}{\eta_i} [A i_k + B i_k^2 V_a + C (G_a \psi + 0,077 k F V_a^2)] \dots \dots \dots (1)$$
$$A = \frac{7,95 a \cdot V_h \cdot i_0}{H_n \cdot \rho_T \cdot r_k}; \quad B = \frac{0,69 b \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_0^2}{H_n \cdot \rho_T \cdot r_k^2}; \quad C = \frac{100}{H_n \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}},$$

Необхідно ґрунтуючись на обрану модель витрати пального, визначити за яких умов та навантажувально-швидкісних режимів руху автомобіля на стенді його витрата палива відповідатиме певним умовам експлуатації. Рівняння витрати палива (1) в л/100 км під час випробування автомобіля на стенді з біговими барабанами при постійній швидкості записується так [1]:

$$Q_{cm} = \frac{[Ai_{ct} + Bi_{ct}^2 V_{ct} + C \cdot (G_g f_{cm} + P_T)]}{\eta_{i_{cm}}}, \quad (2)$$

де i_{cm} – передавальне число, встановлене в коробці при випробуваннях автомобіля на стенді; G_g - вага спорядженого автомобіля, що припадає на провідну вісь, Н; f_{cm} – коефіцієнт сумарного опору руху коліс по бігових барабанах; P_m – зусилля, що поглинається гальмом стенду, Н. Характер зміни витрати палива в залежності від швидкості автомобіля на стенді з біговими барабанами та на дорозі різний. На дорозі при швидкостях понад 45 км/год різко збільшується витрата палива через зростання опору повітря. Коефіцієнт опору коченню f_{ct} залежить від конструкції стенду та відрізняється від сумарного дорожнього опору. Оскільки автомобіль нерухомий, то в рівнянні (2) відсутній доданок, що враховує опір повітря. Щоб фізичні процеси витрати палива на дорозі та на стенді були адекватні, необхідно суворо витримувати однаковий навантажувально-швидкісний режим. Однакову швидкість на дорозі та стенді витримати не важко. Проте передавальне число трансмісії, найчастіше, не збігається, тому що середньозважене його значення на дорозі залежить від умов роботи автомобіля і може набувати будь-яких значень в інтервалі передавальних чисел від прямої передачі до нижчої

$$i_k = \frac{k_c \cdot V_{max} \cdot i_{kn}}{V_a}; \quad k_c = n_M / n_N \quad (3)$$

де k_c - швидкісний коефіцієнт; i_{kn} - передавальне число найвищої передачі; V_{max} - швидкість руху, км/год; n_M, n_N - частоти обертання при максимальному крутному моменті, і номінальної потужності.

При випробуваннях передавальне число коробки передач на стенді змінюється лише ступінчасто, тому для рівності середніх оборотів колінчастого валу на дорозі та стенді швидкість випробувань необхідно ставити з умови:

$$V_{cm} = V_a \cdot \frac{i_k}{i_{cm}}, \quad (4)$$

Однак через відмінність стендової та дорожньої швидкостей умови роботи трансмісії неоднакові, що може призвести до певної похибки. Для її усунення необхідно проводити випробування на двох режимах: з передатним числом меншим і більшим від середньозваженого на дорозі. Час роботи на кожній передачі слід задавати з наступного співвідношення:

$$t_{\sigma} / t_M = \left| i_k - i_{cm}^M \right| / \left| i_k - i_{cm}^{\sigma} \right|, \quad (5)$$

де t_{δ} , t_m - час роботи відповідно на передачі більшої та меншої середньозваженого значення; i_k - передавальне число коробки передач відповідно найближче більше і менше середнього значення. Ця умова забезпечить рівність середньозваженого передавального числа та середніх оборотів двигуна на стенді та на дорозі. Для забезпечення однакового режиму навантаження необхідно забезпечити додаткове гальмівне зусилля на автомобіль стендом. Величину гальмівного зусилля на стенді можна визначити, прирівнявши рівняння (1) та (2). Індикаторний ККД двигуна на дорозі і на стенді буде однаковим, його можна скоротити, і, підставивши замість V_{cm} рівняння (4) отримуємо вираз визначення гальмівного зусилля на стенді:

$$P_T = G_a \cdot \psi + 0.077kF \cdot V_a^2 - G_s \cdot f_{CT} + \left(\frac{A+B \cdot i_k \cdot V_a}{C} \right) \cdot (i_k - i_{CT}), \quad (6)$$

Використовуючи середньотехнічні швидкості та середні коефіцієнти сумарного дорожнього опору (табл. 1), рекомендовані [2], розраховали режими випробування, що дозволяють імітувати рух автомобіля в умовах п'яти різних груп доріг при перевірці паливної економічності на стендах з біговими барабанами. Наприклад, для моделювання руху автомобіля ГАЗ-31029 по першій групі доріг необхідно на прямій передачі та навантаженні автомобіля стендом 252 Н встановити швидкість $V_{cm} = 82$ км/год; потім на третій передачі ($i_{kn}=1,45$) та навантаженні 99 Н - $V_{cm}=56$ км/год. Співвідношення часу руху на кожному режимі, розраховане за формулою (5), дорівнює: $t_{\delta}/t_m=|1,17-1|/|1,17-1,45|=0,61$. Теоретично розрахована витрата палива, що відповідає першим чотирьом групам доріг, виявилася між контрольною витратою палива (8,5 л/100 км) та базовою лінійною нормою (13 л/100 км).

Таблиця 1 – Рух автомобіля ГАЗ-31029 за умов п'яти категорій доріг

| Група доріг | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Середня швидкість, км/год | 70 | 55 | 45 | 37 | 32 |
| Середнє значення ψ | 0,013 | 0,017 | 0,021 | 0,025 | 0,031 |
| Середньозважене передавальне число i_k | 1,17 | 1,48 | 1,81 | 2,21 | 2,55 |
| Сумарне дорожний опір $\psi \cdot G_a$, Н | 238 | 312 | 385 | 459 | 569 |
| Сопротивление воздуха P_w , Н | 242 | 149 | 100 | 68 | 50 |
| t_{δ}/t_m | 0,61 | 0,025 | 0,8 | 1,52 | 0,3 |
| P_T , Н | 252 | 204 | 313 | 443 | 556 |
| Q , л/100км | 8,48 | 9,9 | 11,3 | 13,2 | 14,7 |

Витрата палива для п'ятої групи відповідає базовій лінійній нормі, помноженій на коригувальні коефіцієнти для роботи в умовах великих міст або під час навчальної їзди. Це свідчить про правильність методичного підходу під час розрахунку нормативів паливної економічності автомобілів з урахуванням обраної моделі витрати палива.

Розроблена методика розрахунку нормативів витрати пального дозволяє відмовитися від трудомістких дорожніх випробувань, забезпечує індивідуальний підхід до кожного автомобіля, а також можливість створення маршрутних норм, незалежність проведення випробувань від погодних умов, та оперативна зміна норм за умов роботи автомобіля, що змінилися, по комплексному критерію – середньої швидкості руху.

Література

1 Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). В двух частях./ Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – 219с.

2 Говорущенко Н.Я. Системотехника проектирования транспортных машин / Н.Я. Говорущенко, А.Н. Туренко. – Харьков: РИО ХНАДУ, 2002. – 166с.

3 Краткий автомобильный справочник – М.: НИИАТ Трансконсалтинг, 1994.- 734с.