МОДЕЛЮВАННЯ ДОРОЖНЬОГО РУХУ АВТОМОБІЛЯ НА СТЕНДІ З БІГОВИМИ БАРАБАНАМИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ

Конотоп Михайло Юрійович, ст. гр.. А-53
drseven31@gmail.com
Науковий консультант: Зуєв В.О., асистент

Проведення випробувань автомобілів на паливну економічність на дорозі з одного боку має одну істотну перевагу – реальні умови руху (взаємодія колеса з опорною поверхнею, дорожній та аеродинамічний опори, атмосферно-кліматичні умови). Але з іншого боку дорожні випробування небезпечні, тому що режими руху при випробуваннях не збігаються з рухом всього потоку автомобілів. Крім того від вимірювання до вимірювання дорожні умови можуть сильно змінюватись (стан дорожнього покриття, температура, тиск повітря, інтенсивність руху і т.д.).

Переваги стендових випробувань в тому, що вони забезпечують стабільність умов і режимів незалежно від погоди, пори року і доби, стану дорожнього покриття. Випробування проводяться на спеціальному стенді, оснащеному високоточними вимірювальними приладами і пристроями, що дозволяють оцінювати не тільки інтегральні показники, а й диференціювати їх по різних системах автомобіля, що перевіряється. На стенді можна також зімітувати екстремальні навантажувально-швидкісні режими роботи автомобіля, без втрати стійкості руху, тобто без ризику для людей. Тому зробимо спробу рекомендувати перевірки на паливну економічність за ГОСТ 20306-90 проводити на стенді. З точки зору діагностування представляють інтерес показники ГОСТу 20306-90: 1.1 – контрольна витрата палива, 1.4 – витрата палива в міському циклі на стенді, 1.5 – паливна характеристика усталеного руху. Показник 1.4 відображає роботу автомобіля на динамічних режимах. А показник 1.5 дає уявлення про витрату палива при роботі систем автомобіля в сталому русі, тобто про їх технічний стан.

Для адекватного моделювання дорожніх умов на стендах з біговими барабанами необхідно вміти розраховувати і забезпечувати необхідні режими випробувань (швидкість, навантаження стенду і т.д.), щоб витрати пального були тотожні (на дорозі і на стенді). Такий розрахунок може бути проведений тільки на основі моделі, що базується на принципах теорії подібності. Дотримання цієї умови забезпечує облік різноманіття конструктивних і експлуатаційних факторів, що формують витрату палива автомобілем.

Для моделювання певних дорожніх навантажень на стенді необхідно створення гальмівного зусилля, величину якого можна визначити, прирівнявши рівняння витрати палива на дорозі і на стенді.

Скористаємось моделлю витрати палива яку запропонував академік

Говорущенко Н.Я. [1]. Ця модель враховує тип і основні конструктивні параметри конкретного автомобіля.

$$Q = \frac{1}{\eta_i}[\mathrm{Ai_k} + \mathrm{Bi_k^2 v_a} + C(G_a\psi + 0{,}077kFv_a^2)], \quad (1)$$

$$A = \frac{7.95a \cdot V_h \cdot i_0}{H_н \cdot \rho_T \cdot r_к}, B = \frac{0.69b \cdot V_h \cdot S_п \cdot i_0^{\ 2}}{H_н \cdot \rho_T \cdot r_к^2}, C = \frac{100}{H_н \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP}},$$

де *A, B, C* – постійні для даного автомобіля коефіцієнти; η_i – індикаторний ККД двигуна; i_k – середньозважене передавальне число коробки передач; V_a – швидкість автомобіля, км/год; G_a – вага автомобіля, Н; *kF* – фактор обтічності; *a, b* – коефіцієнти, що характеризують тип двигуна; V_h – робочий об'єм циліндрів двигуна, л; i_0 – передавальне число головної передачі; $H_н$ – нижча теплота згоряння палива, кДж/кг; $r_к$ – радіус кочення колеса, м; $S_п$ – хід поршня, м; $\rho_т$ – густина палива кг/м^3; $\eta_{тр}$ – ККД трансмісії.

Формула для розрахунку витрати палива на стенді прийме вигляд [2]:

$$Q_{ст} = \frac{1}{\eta_{i_{ст}}} \cdot [A \cdot i_{ст} + B \cdot i_{ст}^2 \cdot V_a + C \cdot (G_{в.о.} \cdot f_k + P_т)] \quad (2)$$

де $Q_{ст}$ – витрата палива на стенді, л/100км; $\eta_{іст}$ – індикаторний ККД двигуна на стенді; $i_{ст}$ – передавальне число коробки передач при випробуваннях на стенді; $G_{в.о.}$ – вага привідної осі на стенді, Н; f_k – коефіцієнт опору кочення на стенді; $P_т$ – гальмівне зусилля створюване стендом, Н.

Отже прирівняємо ці рівняння і отримаємо (5.2):

$$\frac{[\mathrm{Ai_k} + \mathrm{Bi_k^2 v_a} + C(G_a\psi + 0{,}077kFv_a^2)]}{\eta_i} = \frac{[\mathrm{Ai_{ст}} + \mathrm{Bi_{ст}^2 v_a} + C(G_{ведущ.оси} f_{ст} + P_T)]}{\eta_{i_{ст}}} \quad (3)$$

Індикаторний ККД двигуна на дорозі і на стенді буде однаковим, якщо оберти і відсоток використання навантаження будуть збігатися. Виконавши цю умову ККД скорочується і з урахуванням того що передавальні числа коробки передач на дорозі при постійній швидкості і на стенді будуть однаковими отримуємо вираз для визначення гальмівного зусилля, $P_т$, Н, стенді:

$$P_T = G_a \cdot \psi + 0.077kF \cdot v_a^2 - G_в \cdot f_{CT} + \left(\frac{A + B \cdot i_k \cdot v_a}{C}\right). \quad (4)$$

При випробуваннях згідно ГОСТ 20306-90 повинна застосовуватися половина повної маси вантажу, але не менше 180 кг – для АТЗ повною конструктивною масою до 3,5 т.

Результати розрахунків навантаження гальмівного пристрою для автомобілів представлені в таблиці 1 та на рисунку 1.

Таблиця 1 – Результати розрахунків навантаження гальмівного пристрою для різних автомобілів

Автомобіль	Навантаження гальмівного пристрою $P_т$, Н при швидкості $V_а$, км/год										
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Hyundai i30	211	205	209	221	242	273	312	360	417	484	559
Skoda Octavia	211	213	223	243	272	310	358	414	480	555	640

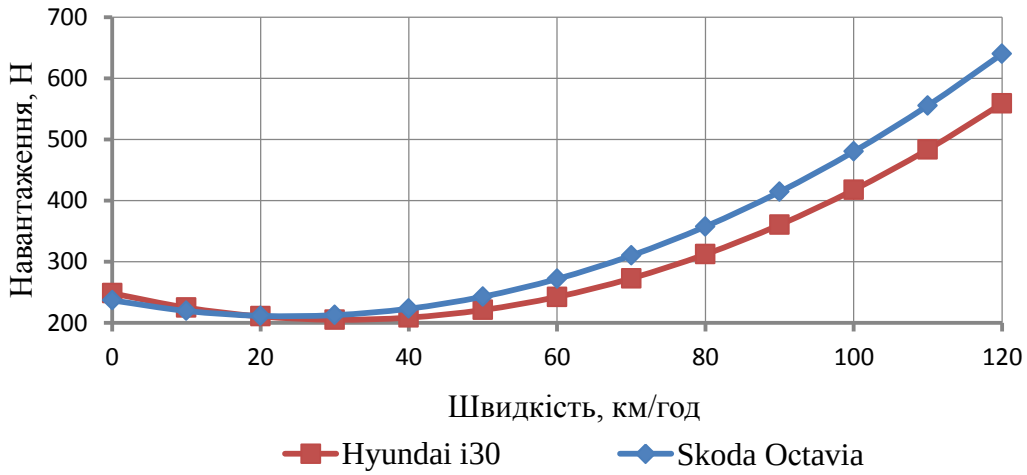

Рисунок 1 – Необхідне навантаження стендом для імітації руху автомобіля по рівній дорозі з рівномірною швидкістю

Отже, як що навантажувальний гальмівній пристрій буде працювати за розрахунковою залежністю, на стенді автомобіль буде рухатись під дією сил еквівалентними сумарному дорожньому опору та опору повітря як на дорозі.

Література

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

2. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований): монографія / Н.Я. Говорущенко. – Харьков: ХНАДУ, 2011. – 292 с.