

РОЗРАХУНОК ЧАСУ РОЗГОНУ АВТОМОБІЛІВ ПРИ ЇХ ДІАГНОСТУВАННІ НА ІНЕРЦІЙНО-СИЛОВИХ СТЕНДАХ

З метою зниження затрат на обладнання та час діагностування тягово-швидкісних властивостей легкових автомобілів було запропоновано метод утрудненого розгону автомобіля [1] та його реалізацію на стенді ПДС-Л.

Якщо потужність, підведена до коліс автомобіля N_k , більше, ніж потужність навантажувального пристрою N_n , технічний стан автомобіля оцінюють за часом розгону t_p від однієї швидкості V_1 до іншої V_2 .

$$t_p = (V_2 - V_1) \cdot (m_{cm} + 2m_k + m_{mp} + m_{dvc}) / (F_k - F_n - F_{kc}), \quad (1)$$

де m_{cm} , m_k , m_{mp} , m_{dvc} – приведені (або ж інерційні) маси стенда, ведучого колеса, трансмісії та двигуна відповідно, кг.

Час розгону залежить від характеристик та технічного стану силового агрегату автомобіля, приведеної маси стенда, сили навантаження, створюваної навантажувально-привідним пристроєм (НПП), та прийнятого діапазону швидкості, у якому відбувається випробування. Максимальна сила навантаження НПП та приведена маса стенда визначаються на етапі проектування ($m_{cm}=200$ кг; $F_{n \max}=1530$ Н; $V_{\max}=87$ км/год). Швидкісний діапазон розгону автомобіля на стенді обрано від 50 до 70 км/год.

Для визначення нормативного часу розгону задамося значенням допустимого зниження тягової сили на колесах автомобіля на 15 %, тобто, якщо час розгону довший ніж нормативний час, який розраховано для сили на колесах, зниженої на указаний відсоток – автомобіль потребує поліпшення технічного стану.

Нормативний час розгону визначаємо за формулою

$$t_p^H = (V_2 - V_1) \cdot (m_{cm} + 2m_k + m_{mp} + m_{dvc}) / (0,85 \cdot F_k - F_n - F_{kc}). \quad (2)$$

Одна з задач визначення режимів випробувань – це розрахунок сили навантаження НПП стенда. Вона має бути такою, щоб час розгону був мінімальним, але достатнім для реєстрації з прийнятною похибкою. Рекомендований час розгону на інерційних стендах лежить у межах 4...8 с.

Для розрахунків треба знати моменти інерції коліс та двигуна або їх приведені до радіусу коліс маси. Наші дослідження дозволили знайти емпіричну залежність моменту інерції коліс від їх статичного радіусу [2]

$$J_k = 12,9 - 103,2 \cdot r_{cm} + 214 \cdot r_{cm}^2. \quad (3)$$

В роботі [3] приведено залежності для розрахунків моментів інерції

$$I_{дв} = J_0 + \gamma_{дв} \cdot \frac{i \cdot V_R}{\sqrt{i}}, \quad (4)$$

де i – кількість циліндрів;

V_h – робочий об'єм циліндра двигуна;

$J_0, \gamma_{дв}$ – значення, які запропоновано авторами у залежності від типу двигуна

$$J_{тр} = J_k \cdot n_b \cdot \gamma_{тр}, \quad (5)$$

де n – кількість ведучих коліс

$\gamma_{тр}$ – значення, які запропоновано авторами в залежності від колісної формули

Сумарна приведена маса системи автомобіль – стенд:

$$\sum m_{пр} = m_{ст} + 2m_k + m_{тр} + m_{дв} = (J_{ст} + 2J_k + J_{тр} + i_{тр} \cdot J_{дв}) / r_k, \quad (6)$$

Виходячи з даних ЗШХД були побудовані графіки залежності тягової сили на колесах автомобіля від швидкості. Суму сил опору котінню і тертя в стенді було визначено експериментально. Залежність сумарного коефіцієнту опорів від швидкості [4] задовільно описується рівнянням $f_{кc} = 0,00000059 \cdot V^2 + 0,000222 \cdot V + 0,022$.

Якщо у рівняння 5 замість змінних $F_k, F_n, F_{кc}$ підставити їх функції від швидкості та проінтегрувати, отримаємо рішення у загальному вигляді [1]. Після підстановки необхідних даних отримаємо час розгону. Розрахунки показують, що для гранично зношених автомобілів потужністю менш ніж 100 кВт, в обраному діапазоні швидкостей, навантаження не потрібне, бо час розгону залишається в межах 4...8 с.

Література

1. Рабинович Э.Х. Стендовая проверка тяговых свойств автомобиля по динамике разгона / Э.Х. Рабинович, В.А. Зуев // Автомобильный транспорт. - № 4. - 2000. - С. 29-31.
2. Рабинович Э.Х. Учет моментов инерции автомобильных колес в задачах диагностики тормозных и тяговых свойств / Э.Х. Рабинович, В.А. Зуев // XIII Научно – техническа конференция с международно участие Варна 2007 – С. 709-715.
3. Вохминов Д.Е. Методика расчета тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автомобиля на стадии проектирования. / Д.Е. Вохминов, В.В. Коновалов, В.В. Московкин [и др.] // Учебное пособие. – Москва, 2000, С. 43
4. Мармут И.А. Определение сопротивлений вращению колес легкового автомобиля на роликовом стенде / И.А. Мармут, Э.Х. Рабинович, В.А. Зуев [и др.] // XIII Научно – техническа конференция с международно участие – Варна, 2009. – С. 542-550