

УДК 656.13

Р. І. Топчій

ВСТАНОВЛЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ ОСНОВНИХ КРИТЕРІЇВ ОЦІНЮВАННЯ УМОВ РОБОТИ АВТОМОБІЛІВ ВНУТРІШНІХ ВІЙСЬК МВС УКРАЇНИ

Розглянуто питання, пов'язане з визначенням взаємозв'язків між основними критеріями оцінювання умов роботи автомобілів: швидкістю руху, сумарним опором дороги, передаточним числом коробки передач та їх вираженням у вигляді достатньо простих та точних аналітичних залежностей.

К л ю ч о в і с л о в а: експлуатація, умови роботи, критерій, автомобіль, опір дороги, передаточні числа коробки передач.

Постановка проблеми. Система “автомобіль – водій – дорога” функціонує в складних зовнішніх умовах (середовищі), які постійно змінюються за часом і в просторі. Розмежування середовища та системи умовне і визначається поставленими завданнями. Правильніше говорити не про вплив середовища на систему, а про їх взаємодію. Система “автомобіль – водій – дорога” проявляє свої властивості в процесі цієї взаємодії і сама впливає на середовище.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У розрахунках багатьох експлуатаційних показників роботи автомобілів доводиться використовувати формули, в які входить швидкість руху автомобіля V_a , сумарний опір дороги ψ , передаточні числа коробки передач i_k , маса автомобіля G_a та ін. [1; 2]. Для того, щоб отримати достовірні результати розрахунків, необхідно у вихідні формули підставити реальні значення i_k , ψ , які відповідають прийнятним швидкостям руху. З динамічних характеристик автомобіля виходить, що кожному конкретному значенню швидкості відповідає певне значення сумарного опору дороги ψ та передаточного числа i_k . Іншими словами, можна вважати, що передаточні числа і сумарний опір дороги є функцією швидкості руху автомобіля $V_a = f(\psi, i_k)$. Якщо ці залежності будуть відомими, тоді практично за будь-яких експлуатаційних розрахунків, виразивши ψ та i_k через V_a , можна весь розрахунок звести до аналізу залежності того чи іншого показника від одного найважливішого експлуатаційного параметра – швидкості автомобіля.

Метою статті є встановлення у вигляді достатньо простих та точних аналітичних залежностей взаємозв'язку між основними критеріями оцінювання умов роботи автомобілів: швидкістю їх руху, сумарним опором дороги і передаточним числом коробки передач.

Виклад основного матеріалу. Графічно такий зв'язок можна встановити за допомогою динамічних характеристик автомобіля, що розраховуються, головним чином, для повністю завантаженого автомобіля та повної потужності двигуна.

У експлуатаційних розрахунках користуватися динамічними характеристиками практично не можливо, тому що реальні швидкості руху автомобілів значно відрізняються від швидкостей за динамічною характеристикою. Для розрахунків продуктивності автомобілів, собівартості перевезень, витрати пального та ін. бажано мати інші залежності, що дають більш точні результати.

В основу розрахунків покладено рівняння тягового балансу [3], в якому введено коефіцієнт μ , що враховує зниження обертового моменту в реальних умовах експлуатації автомобіля. Запишемо рівняння тягового балансу в такому вигляді:

$$\frac{\mu M_{об} i_o i_k}{r_k} = \left(G_a \psi + \frac{k F V_a^2}{13} \right), \quad (1)$$

де μ – коефіцієнт зменшення обертового моменту в реальних умовах експлуатації автомобіля; $M_{об}$ – обертовий момент двигуна, Нм; i_o – передаточне число головної передачі; r_k – радіус кочення колеса, м; G_a – вага автомобіля, Н; kF – фактор обтічності автомобіля, $\text{Нс}^2 \text{ м}^{-2}$; V_a – швидкість руху автомобіля, км/год.

Простіше за все встановити залежність передаточного числа коробки передач від сумарного опору дороги. З рівняння тягового балансу вираз для визначення i_k буде таким:

$$i_k = \frac{r_k}{\mu M_{\text{дс}} i_o} = \left(G_a \psi + \frac{k F V_a^2}{13} \right). \quad (2)$$

На рис. 1 представлені залежності зміни i_k від добутку $G_a \psi$ для автомобілів ГАЗ-3307, ЗІЛ-130 та КАМАЗ-5320 за різними величинами швидкостей руху (10, 30 та 60 км/год). Згідно з рисунком вплив швидкості на зміну i_k є незначним.

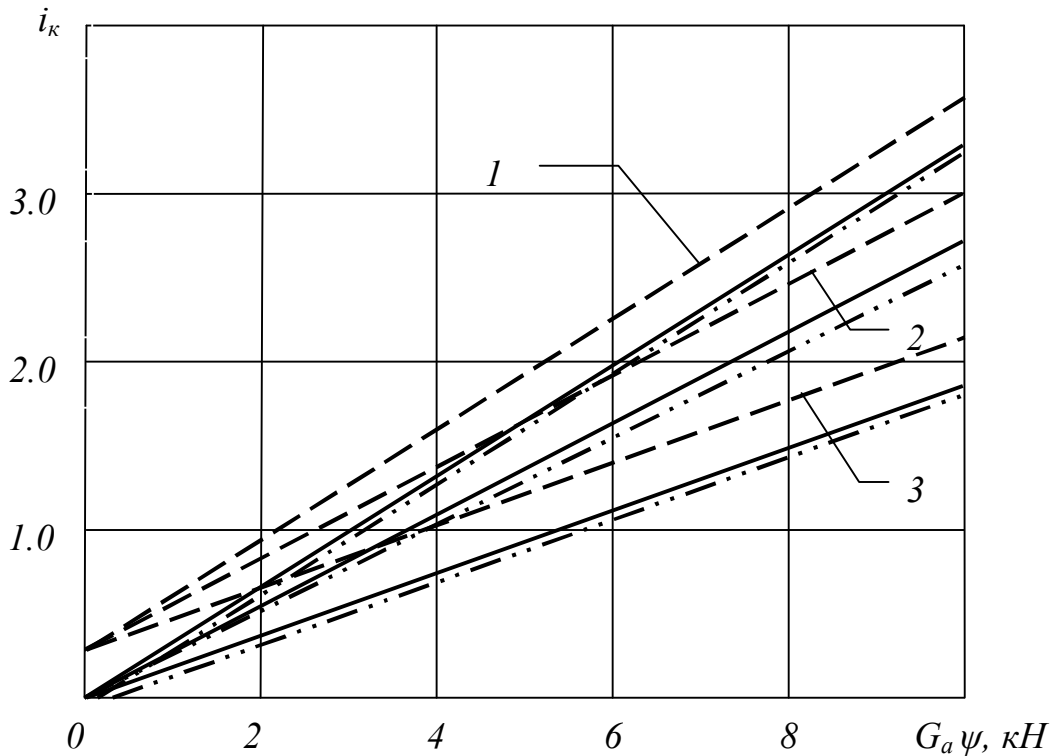


Рис. 1. Зміна передаточного числа коробки передач в залежності від добутку $G_a \psi$:
1 – Газ-3307; 2 – ЗІЛ-130; 3 – КамАЗ-5320

Отже, вираз для визначення i_k можна спростити, якщо знехтувати величиною $\frac{k F V_a^2}{13}$.

Таке спрощення логічне ще і тому, що частіше за все передаточні числа змінюються на низьких швидкостях руху (менше 30 км/год). На швидкостях більше за 40 км/год рух автомобіля здійснюється на прямій передачі, коли $i_k = 1$. Тоді з точністю $\pm 3 \dots 5 \%$ можна записати, що

$$i_k \approx \frac{r_k}{\mu M_{\text{дс}} i_o} G_a \psi. \quad (3)$$

Для конкретного автомобіля $i_k \approx A G_a \psi$, де A – стала величина. Наприклад, для автомобіля ЗІЛ-130 $i_k \approx 0,00028 G_a \psi$. З останньої залежності випливає, що i_k змінюється пропорційно сумарному опору дороги ψ . Ця спрощена залежність у подальшому буде використана при проведенні експлуатаційних розрахунків.

З рівняння тягового балансу можна також отримати вираз для визначення найбільшої експлуатаційної (крейсерської) швидкості руху автомобіля (км/год) масою G_a на дорозі з сумарним опором ψ :

$$V_a = \sqrt{\frac{13}{kF} \left(\frac{\mu M_{ov} i_o i_k}{r_k} - G_a \psi \right)}. \quad (4)$$

Відомо, що обертальний момент двигуна не є величиною сталою, він залежить від обертів двигуна (швидкості автомобіля).

У роботах [4; 5] прийнято, що M_{ov} змінюється за законом $an - bn^2$ або $a - bn^2$, де a та b незмінні для даного двигуна коефіцієнти, що визначаються за експериментальними кривими.

Суттєвим недоліком цих формул є те, що вони характеризують зміну обертового моменту (ефективної потужності) залежно тільки від обертів двигуна і не враховують його основні конструктивні параметри (об'єм циліндрів, ступінь стиснення, площу поперечного перетину впускного клапана, коефіцієнт наповнення, температуру робочої суміші та відпрацьованих газів й ін.). Жодне з відомих емпіричних рівнянь (Хлистова, Лейдермана та ін.) [6] не дає можливості заздалегідь побудувати криву зміни потужності двигуна, що проектується, для заданого ступеня стиснення, об'єму циліндрів, діаметра впускних клапанів та ін. Таке аналітичне рівняння вкрай необхідне для розроблення експлуатаційних методів розрахунку швидкостей руху, витрати пального й інших розрахункових параметрів.

Подальші дослідження доцільно спрямовувати на отримання аналітичних рівнянь визначення обертових моментів і швидкісних характеристик автомобільних двигунів, які ґрунтуються на теорії двигунів, що в поєднанні з отриманими залежностями надасть можливість визначити комплексний зв'язок між основними критеріями оцінювання умов експлуатації автомобіля.

Висновок

Таким чином, за допомогою рівняння (4) уявляється можливим проводити аналіз взаємозв'язків між швидкістю руху автомобіля, сумарним опором дороги та передаточним числом коробки передач всіх автомобілів, що знаходяться на озброєнні в підрозділах внутрішніх військ МВС України.

Список використаних джерел

1. Дорожные условия и режимы движения автомобилей [Текст] / Ф. Н. Бабков, М. Б. Афанасьев, А. П. Васильев и др. – М. : Транспорт, 1968. – 224 с.
2. Нутович, А. А. Модель динамики движения автомобилей по разнопрофильным дорогам [Текст] / А. А. Нутович, А. Е. Колесников, В. Д. Гогунский // Труды Одесского политехнического университета. – О., 2000. – Вып. 2 (11). – С. 124 – 127.
3. Філіпов, В. В. Вплив інтенсивності руху на швидкість окремого автомобіля в потоці [Текст] / В. В. Філіпов // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К. : Будівельник, 1967. – № 3. – С. 140 – 146.
4. Бельский, А. Е. Расчеты скоростей движения на автомобильных дорогах [Текст] / А. Е. Бельский. – М. : Транспорт, 1966. – 120 с.
5. Кликовштейн, Г. И. Методика нормирования скоростей движения [Текст] / Г. И. Кликовштейн. – М. : НИИАТ, 1964. – 368 с.
6. Бельский, А. Е. Аналитический расчёт скоростей движения автомобилей с учётом переменной величины коэффициента сопротивления качению [Текст] / А. Е. Бельский // Автомобильная промышленность. – 1963. – № 10. – С. 10–13.

Стаття надійшла до редакції 20.10.2011 р.