

ВПЛИВ КУТІВ ВСТАНОВЛЕННЯ КЕРОВАНИХ КОЛІС НА ВИТРАТУ ПАЛИВА АВТОМОБІЛЯ

Проведено експериментальні дослідження впливу кутів встановлення керованих коліс на витрату палива автомобіля. Визначено взаємовплив досліджуваних параметрів на опір коченню автомобіля, а відповідно, і на його паливно-економічну характеристику.

Вступ

Ринкові відносини, які встановилися на Україні, і особливо світова фінансова криза, змушують підприємців шукати ефективні шляхи зменшення виробничих витрат і особливо витрат пов'язаних з транспортними перевезеннями.

Зменшення собівартості вантажних і пасажирських транспортних перевезень прямо пов'язане з пошуком шляхів зменшення витрат палива автотранспортом. Пошук шляхів зниження енергетичних витрат на опір руху автомобілів наразі стає надзвичайно актуальним.

Аналіз останніх досліджень

Узагальненим показником технічного стану трансмісії автомобіля та ходової частини є його паливно-економічна характеристика [1]. Для визначення витрати палива є декілька методів, які відрізняються способами отримання результатів [2]. Паливно-економічна характеристика автомобіля може бути отримана експериментальним або аналітичним методом. Експериментальне визначення витрати палива може здійснюватися в дорожніх умовах або на спеціалізованих стендах з біговими барабанами [3]. Лабораторні випробування мають такі переваги: можуть проводитись у окремому приміщенні і не вимагають спеціалізованої ділянки дороги, забезпечуються постійні умови кочення колеса по опорній поверхні. Однак умови руху автомобіля на дорозі і на стенді відрізняються. Щодо дорожніх методик дослідження розроблено методи аналітичного визначення витрати палива: за питомими показниками [4], метод чотирьох ККД [5], за «шумом прискорень» [6].

Проте усі ці методи мають недоліки. Основним з них є низька точність результатів, тому що постійні коефіцієнти, що входять у розрахункові рівняння, не враховують основних параметрів автомобіля, і визначаються емпіричним шляхом. Жодне з відомих рівнянь не враховує збільшення витрат палива в зоні малих швидкостей, якість палива, стан паливної системи, втрат енергії усередині двигуна та на кочення коліс і деяких інших факторів.

Таким чином, задача визначення впливу витрат на кочення автомобільної шини на витрату палива автомобіля є актуальною.

Основна частина

Відомо, що загальна витрата палива складається з восьми складових [7]. Перші дві складові визначають витрату палива, на подолання сил тертя у двигуні, третя складова — витрата палива на подолання опору повітря, четверта — витрата палива на переміщення автомобіля по рівній поверхні дороги, п'ята — на подолання горизонтальних сил від нерівностей дороги, шоста — на подолання опору амортизаторів, сьома — на подолання внутрішнього опору шин і восьма — на подолання «сухого» тертя в ресорах.

Виходячи з аналізу факторів, що впливають на витрату палива, можна зробити висновок, що в процесі експлуатації автомобіля можна впливати лише на витрати енергії на кочення коліс. Таким чином, за параметр, що безпосередньо впливає на витрату палива на малих швидкостях, вибрано

сумарний дорожній опір ψ як функцію від величини кутів установки керованих коліс та опору підйому $\psi = f(a, \varepsilon, P_v) + i$.

Розглянемо експлуатаційний метод розрахунків витрати палива в режимі усталеного руху автомобіля, який може бути використаний для визначення паливної економічності різних автомобілів, а також автомобільних поїздів.

Між витратою палива й сумарним дорожнім опором ψ немає прямої залежності, бо він включає в себе багато різнотипних компонентів. Кути сходження та розвалу можна віднести до факторів, що впливають на величину опору руху автомобіля і включити їх до сумарного опору руху, як одну з його складових.

З одного боку, зі збільшенням ψ витрата палива зростає за прямолінійним законом, з іншого боку — збільшується навантаження на двигун, що збільшує індикаторний ККД, а отже, зменшує витрати палива. Враховуючи, що ψ складається з коефіцієнта опору коченню f та опору підйому, останній не будемо враховувати, якщо автомобіль рухається по горизонталі ($i = 0$).

Тому в цьому випадку, якщо прийняти, що опір коченню величина постійна, між витратою палива Q й f буде існувати залежність [4]

$$Q = \frac{1}{\eta_i} \left(A_k i_k + B_k i_k^2 V_a + C_k (G_a f + 0,077 k F V_a^2) \right), \quad (1)$$

де A_k, B_k, C_k — постійні коефіцієнти, що залежать від конструкції автомобіля; i_k — передаточне число найвищої передачі; kF — фактор обтічності автомобіля; η_i — індикаторний ККД двигуна; V_a — швидкість автомобіля; G_a — вага автомобіля; f — коефіцієнт опору коченню.

З використанням формули (1) побудовано графік залежності витрати палива від коефіцієнта опору коченню для автомобіля ВАЗ-2105 з шинами 175/70P13 моделі БЦ-11 (рис. 1). Оскільки питання впливу кутів встановлення керованих коліс на величину коефіцієнта опору коченню до сьогодні залишається відкритим, то для визначення взаємозв'язку цих величин скористаємося методом експериментальних вимірювань.

Лабораторно-дорожні випробування паливної характеристики сталого руху проводилися у відповідності до вимог ДСТУ2942-94.

Паливна характеристика сталого руху визначалася вимірюванням кількості витраченого палива після проходження ділянки дороги довжиною 1000 м зі швидкістю руху 90 км/год на найвищій передачі.

Усі випробування проводилися на одному і тому ж автомобілі ВАЗ-2105 шинами 175/70P13 моделі БЦ-11, який має пробіг більше 1000 км. Агрегати АТЗ, що визначають його залікові показники, відповідали рекомендаціям заводу-виробника. Контроль витрати палива здійснювався за допомогою лабораторного приладу для визначення паливної характеристики сталого руху (рис. 2).

Вимірювальні заїзди проводились у протилежних напрямках не менше 5 разів у кожену сторону. Якщо різниця у результатах вимірювальних заїздів перевищувала 5 % від найбільшого значення, то вимірювання повторювалися.

Зважаючи на те, що кути розвалу несуттєво впливають на коефіцієнт опору коченню, а відповідно, й на витрату палива [5], то виконавши експериментальні дослідження, отримано експериментальне підтвердження цього твердження (рис. 3).

Таким чином, у разі усталеного руху автомобіля зі швидкістю 90 км/год спостерігається найменша витрата палива за умови установки кутів сходження $\varepsilon = 0 \dots 4$ мм. Зі збільшенням сходження до $6 \dots 8$ мм відбувається суттєве збільшення витрати палива до $10 \dots 12$ % за рахунок збільшення опору коченню коліс автомобіля.

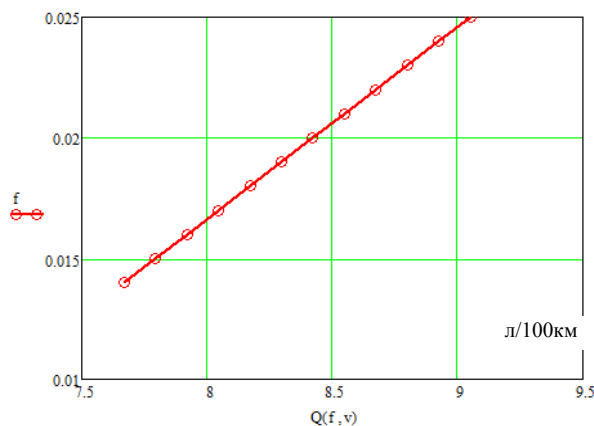


Рис. 1. Залежність витрати палива від зміни коефіцієнта опору коченню для автомобіля ВАЗ-2105



Рис. 2. Прилад для визначення паливної характеристики сталого руху

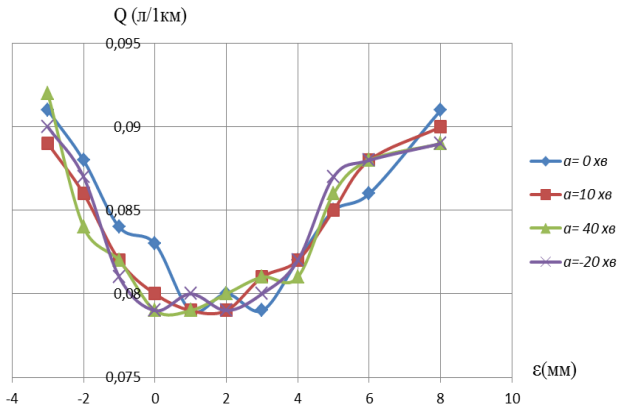


Рис. 3. Залежність витрати палива для різних значень сходження ϵ та розвалу α

З установкою колеса з розвалом у межах $\alpha = 0 \dots 40$ хв та сходження $\epsilon = 0 \dots 4$ мм напруження в контактї шини з опорною поверхнею зменшується, що веде до зменшення величини тертя, тобто створюються умови рівномірного зношування всіх доріжок протектора та зменшення опору коченню і, відповідно, зменшення витрати палива.

Висновки

В результаті проведених досліджень встановлено, що на витрату палива має суттєвий вплив коефіцієнт опору коченню, який, в свою чергу, залежить від кутів встановлення керованих коліс, а саме сходження, оскільки розвал на опір коченню впливає несуттєво, що доведено експериментально. З іншого боку коефіцієнт опору коченню — це гістерезисні втрати в шині та опір на деформування дорожнього покриття. На покриттях з високою якістю за умови малої швидкості руху помітні зміни другої складової не відбуваються і загальний коефіцієнт опору коченню залежить в основному від першої складової, тобто деформування шини і дороги, кутів встановлення керованих коліс, тертя між шинами й дорожнім покриттям.

Дослідження, виконанні за запропонованою методикою, показали, що у разі навантаження шини 175/70R13 моделі БС-11 зусиллями виконані за запропонованою методикою, які діють під час руху повністю навантаженого автомобіля, у контактї шини з дорогою не виникне збільшення опору коченню за умови таких параметрів установки керованих коліс: кут розвалу коліс $\alpha = 0 \dots 40$ хв, сходження коліс $\epsilon = 0 \dots 4$ мм.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Говорушенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Н. Я. Говорушенко. — Харьков : Вища школа, 1984. — 312 с.
2. Говорушенко Н. Я. Техническая кибернетика транспорта : учеб. пос. / Н. Я. Говорушенко, В. Н. Варфоломеев. — Харьков : ХГАДТУ, 2001. — 271 с.
3. Говорушенко Н. Я. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта). [В 2-х Ч]. Ч. 1 / Н. Я. Говорушенко, А. Н. Туренко. — Харьков : Изд-во ХГАДТУ. — 1998. — 255 с.
4. Говорушенко Н. Я. Алгоритм оценки топливной экономичности транспортных машин по удельным показателям / Н. Я. Говорушенко, С. И. Кривошапов // Девета научно-техническа конференция с международно участие «Транспорт, экология — устойчиво развитие» (15—17 май 2003). — Болгария, Варна : Технически университет, 2003. — С. 188—194.
5. Говорушенко Н. Я. Новая методика нормирования расхода топлива транспортных машин (метод четырех КПД) / Н. Я. Говорушенко, С. И. Кривошапов // Автомобильный транспорт : сб. научн. тр. — Харьков : ХНАДУ, 2004. — № 15 — С. 31—34.
6. Говорушенко Н. Я. Методика нормирования расхода топлива и выбросов / Н. Я. Говорушенко, С. И. Кривошапов // Транспорт, экология — устойчивое развитие : XIV научно-техническа конф. : сб. докл. — Болгария, Варна : ТУ, 2008.
7. Техническая эксплуатация автомобилей : учебн. для вузов / [Е. С. Кузнецов, В. П. Веронов, А. П. Болдин и др.] ; под ред. Е. С. Кузнецова. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Транспорт, 1991. — 413 с.

Рекомендована кафедрою технології підвищення зносостійкості

Стаття надійшла до редакції 25.02.11
Рекомендована до друку 15.03.11

Добровольський Олександр Леонідович — асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту.

Злиденний Богдан Володимирович — студент Інституту машинобудування та транспорту.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця