

А.П. Поляков, О.В. Свідерський

МЕТОДИ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЯГОВО-ЕКОНОМІЧНИХ ЯКОСТЕЙ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ

У роботі розглянуто порівняльний аналіз методів діагностування тягово-економічних якостей вантажних автомобілів. Встановлено що статичні методи дозволяють з високою точністю визначати тягово-економічні показники, але при цьому дана методика потребує високий рівень капіталовкладень та витрат на проведення випробувань за рахунок того, що вони реалізуються на силових стендах тягових якостей, а динамічні методи реалізуються без допомоги силових стендів.

Ключові слова: тягово-економічні показники, методи діагностування, статичні методи діагностування, динамічні методи діагностування.

The paper considers a comparative analysis of methods for diagnosing the traction and economic qualities of trucks. It is established that static methods allow to determine with high accuracy traction and economic indicators, but this technique requires a high level of investment and cost of testing due to the fact that they are realized on power stands of traction qualities, and dynamic methods are realized without the help of power stands.

Key words: traction-economic indicators, methods of diagnosis, static methods of diagnosis, dynamic methods of diagnosis.

Проблема ресурсозбереження і підвищення екологічної безпеки в автотранспортному комплексі стає все актуальнішою. Одним із значущих напрямів рішення даної проблеми є економія палива і зниження токсичності відпрацьованих газів автотранспортними засобами в експлуатації. У сучасних умовах автомобільний транспорт є основним споживачем продуктів переробки нафти.

На сьогоднішній день несталі режими руху вивчені не достатньо повно. Згідно зі статистикою, несталі режими руху займають більшу частину часу роботи автомобіля, з цього динамічні методи, що реалізують діагностування в цих режимах роботи є перспективними.

Діагностування тягових якостей автомобілів відноситься до функціональної діагностики (або діагностики за принципом «придатний-непридатний" до експлуатації»). Загальний процес функціонального діагностування включає:

- тестовий режим;
- вимірювання діагностичних параметрів;
- обробку отриманої інформації;
- постановку діагнозу згідно заданому нормативу.

Тестовий режим на об'єкт діагностування здійснюється або в процесі функціонування (роботи) автомобіля на заданих навантажувальних і швидкісних режимах, або при імітації функціонування з використанням відповідних привідних пристроїв (стендів з біговими барабанами і навантажувальними пристроями). Режими випробувань і нормативні значення діагностичних параметрів, визначаються технічною документацією та нормативними документами [1].

У практиці діагностування тягових якостей автомобілів, як в нашій країні, так і за кордоном, широке застосування знайшли статичні методи. Така затребуваність пояснюється тим, що дані режими функціонування автомобіля вивчені найбільш повно.

У більшості випадків, роботи багатьох вчених стосуються вивчення окремих факторів, що впливають на тягово-швидкісні властивості та паливну економічність автомобіля. Зокрема, велику увагу приділено впливанню маси автомобіля і опору коченню автомобіля такими дослідниками як Чистовим Ю.А., Литвиновим А.С. [2]. Серйозна увага приділяється вивченню впливу параметрів трансмісії, і зокрема передаточних чисел і коефіцієнта корисної дії. Визначення втрат потужності в трансмісії досліджували Ізвозчиков В.С. і Смирнов Г.А. Вплив потужності двигуна на тягову динаміку досить докладно викладено в працях М.І. Лур'є [3].

Різні методики використовують різні оціночні показники. Зокрема, Чудаков Є.А.

запропонував в якості основних оціночних критеріїв тягово-швидкісних властивостей такі параметри як тягова характеристика $F_k = f(V_a)$ динамічна характеристика $D = f(V_a)$ а також максимальна і середня швидкість руху [3]. Основним критерієм паливної економічності автомобілів при встановленому режимі руху прийнята залежність витрати палива від швидкості руху (рис.1).

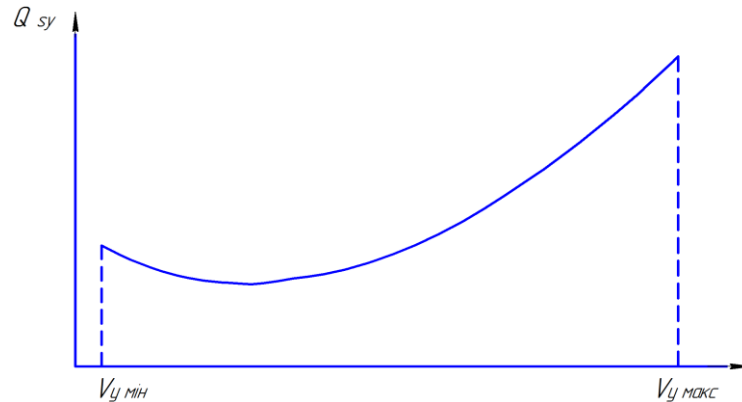


Рисунок 1 - Паливна характеристика встановленого руху автомобіля

При теоретичному розрахунку паливна економічність визначається з виразу:

$$Q_s = \frac{g_a \cdot N_a}{10 \cdot V_a \cdot \gamma_r}; \quad (1)$$

де V_a - швидкість автомобіля;

γ_r - густина палива,

при експериментальному визначенні:

$$Q_s = 100 \frac{Q}{S}, \quad (2)$$

де Q - кількість витраченого палива;

S - пройдений автомобілем шлях.

За отриманими розрахунковими даними будується графік, що виражає залежність витрати палива на одиницю шляху від швидкості сталого сповільнення. Основним недоліком даної характеристики є обмеженість його застосування в стаціонарних режимах руху, тобто при постійній швидкості руху автомобіля. Так як даний режим не являється характерним для умов експлуатації, застосувати його при діагностуванні тягово-економічних якостей досить важко.

В теорії автомобіля розглянуто загальноприйнятий метод побудови тягово-економічних характеристик по результатам стендових випробувань автомобіля. При випробуваннях визначають в залежності від швидкості встановленого руху силу тяги на ведучих колесах F_k і годинну витрату палива Q_t при різних навантаженнях на двигун і положеннях педалі акселератора. Отримані результати представляють у вигляді графіка, що виражає залежність сили на ведучих колесах і витрати палива від V_y встановленого руху (рис.2).

Також будуються криві сумарного моменту опору руху F_c і по перетину цих кривих визначають величину максимальної швидкості V_{max} і годинної витрати палива Q_{sy}

Як показує практика, найбільш поширеним методом визначення тягово-економічних характеристик автомобілів в умовах експлуатації є вимірювання силових параметрів на ведучих колесах і годинної витрати палива на силовому тяговому стенді з біговими барабанами. Для цього, автомобіль встановлюють на ролики стенда провідними колесами, під'єднують витратомір палива та за стандартною методикою [4] вимірюють силу F_k (потужність N_k) на

провідних колесах, а також годинну витрату палива Q_t , на даному режимі. Після цього, результати вимірювань порівнюються з нормативними значеннями [7] і дається висновок про придатність автомобіля до експлуатації.

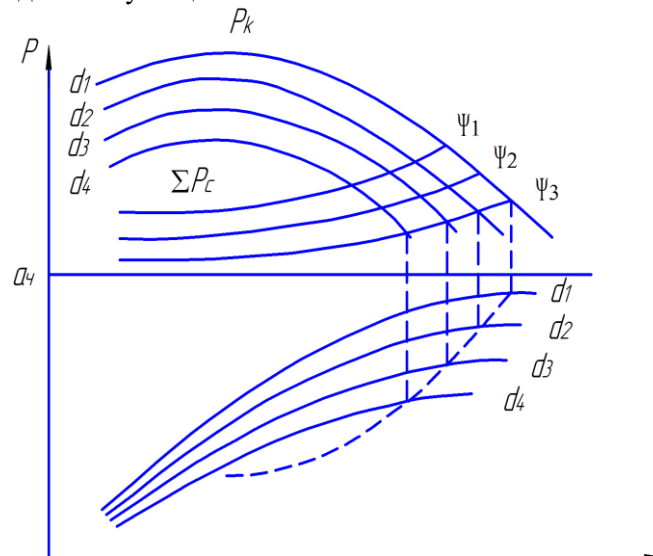


Рисунок 2 - Побудова паливної характеристики встановленого руху за результатами стендових випробувань

Даний підхід характеризує роботу автомобіля на сталих режимах руху. Як правило, ці параметри нормуються для швидкості руху 50-70 км/год в залежності від типу автомобіля. Зокрема для автомобіля КамАЗ нормативним значенням є потужність на колесах і годинна витрата палива при швидкості руху 70 км/год.

При всій простоті використання даного методу визначення тягових якостей, він має ряд істотних недоліків. По-перше обладнання на якому він реалізується, тобто силовий тяговий стенд з біговими барабанами досить дорогий, а його експлуатація пов'язана з великими витратами. Це пояснюється тим, що для стенда необхідно окреме приміщення і досить велика кількість електроенергії, тепла і т.п. Тому придбання, монтаж та експлуатація подібного обладнання під силу лише великим підприємствам.

По-друге, всі стенди розраховані на певну потужність і тип автомобілів. Тому стенди, призначені для діагностування двовісних автомобілів, не можуть використовуватися для діагностики тривісних внаслідок малої потужності навантажувального пристрою та відсутності додаткових виконавчих роликів. Крім того, дана методика дозволяє оцінювати тягово-економічні якості тільки в сталих режимах роботи, відповідним постійним швидкостям руху, а як зазначено вище, даний режим роботи не є характерним для умов експлуатації.

Враховуючи вищесказане, а також те, що в умовах сучасної економічної ситуації багато великих підприємств поділяються на більш дрібні, здають рухомий склад на умовах оренди, а невеликі фірми обзаводяться власними транспортними підрозділами, використання даного методу діагностування тягово-економічних якостей не завжди ефективно.

Різними школами розраховуються методи визначення потужностних характеристик двигунів, шляхом відключення частини циліндрів з роботи. Дослідження і розробки методів і засобів визначення технічного стану тракторних та автомобільних двигунів за потужностними показниками в умовах експлуатації на основі парціальних методів випробувань, присвячені роботи Йофинова С.А., Николаенко О.В., Улитовского Б.А., Иванова А.С., Китанина В.С., Миносяна Д.П., Бадиєва А.А. [5, 6].

Дана група, так званих, парціальних методів ґрунтується на тому що, відключається частина циліндрів і тим самим переводиться в режим роботи компресора. Крім того, проводиться додаткове довантаження дроселюванням впускної або випускної системи, включенням додаткового та навісного обладнання або гальмівним навантаженням. Тим самим зменшується ефективна потужність двигуна, а працюючі циліндри довантажуються додатковим моментом

опору.

Відомо кілька варіантів парціального методу, що дозволяє випробовувати двигуни на гальмівних установках малої потужності. Ці варіанти розрізняються по величині необхідного гальмівного довантаження і кількості суміщених сполучень працюючих і виключених циліндрів при випробуваннях.

З точки зору мінімізації циклу випробувань, найкращим є метод відключення половини циліндрів, $Z_p = 0,5Z$. При цьому варіанті потужність довантажуючого пристрою може бути нижча за потужність випробовуваного двигуна в 2,5...3 рази.

У роботі Бадиева А.А. [5] розглядається питання функціонального діагностування автомобілів КамАЗ на основі парціальних випробувань на силових стендах з біговими барабанами малої потужності. Дається порівняння результатів випробувань двигуна КамАЗ 740 гальмівним, динамічним і парціальним методом. Відзначено, що найбільшою точністю володіє гальмівний метод вимірювання потужностних показників двигуна. Парціальні методи дають похибку не більше 2 %. У той же час, при випробуваннях автомобіля на силовому тяговому стенді, різниця в результатах вимірювань динамічним методом і парціальним становить не більше 3 %. Однак можна сказати, що володіючи гарною точністю, парціальні методи досить трудомісткі, внаслідок того, що діагностування пов'язано з частковим розбиранням системи живлення і з великою кількістю тестових режимів.

В даний час все більше уваги дослідників приділяється динамічним методам діагностування. Відмінною особливістю даних методів є вимірювання параметрів в несталих режимах руху. При вимірюванні тягових якостей, ці режими включають в себе фази розгону, сповільнення і гальмування. Основи динамічних методів дослідження закладені в загальних рівняннях динаміки руху автомобіля і наводяться у всіх працях з теорії автомобіля [2, 8].

Одними з основоположників динамічного методу діагностування двигунів внутрішнього згорання є Змановский А.В., і Лившиць В.М. [9]. Ними запропонований метод вимірювання ефективної потужності ДВЗ як із зовнішнім, так і внутрішнім сумішоутворенням без застосування спеціальних гальмівних пристроїв. В основу методу покладено рівняння руху двигуна в несталому режимі:

$$J_{\text{об}} = \frac{d\omega}{dt} = M_i - M_c, \quad (3)$$

де $J_{\text{об}}$ – наведений момент двигуна;

ω і $\frac{d\omega}{dt}$ – кутова швидкість і прискорення колінчастого валу двигуна;

M_i – індикаторний момент двигуна;

M_c – момент сил внутрішнього опору.

З виразу видно, що моменту інерції двигуна і кутового прискорення є не що інше, як крутний момент M_k . Домноживши крутний момент на номінальну частоту обертання двигуна, легко отримати ефективну потужність. Величина наведеного моменту інерції двигуна, може бути прийнята з достатньою точністю постійною для даного типу двигуна.

Процес діагностування дизельного двигуна полягає в наступному. У прогрітого до робочої температури двигуна, що працює на мінімальних обертах холостого ходу, виробляють миттєве збільшення подачі палива до максимуму. При цьому під час розгону вимірюється прискорення колінчастого валу двигуна в момент досягнення ним номінальних обертів.

Використання даної методики для визначення потужності карбюраторного двигуна не зовсім коректне, оскільки при різкому відкритті дросельних заслінок в роботу вступає прискорювальний насос, збагачуючи горючу суміш. Це різко знижує точність визначення потужності двигуна. Підвищення точності вимірювань здійснюється наступним чином. У ланцюг низької напруги системи запалювання включається пристрій, для автоматичного регулювання обертів. Прогрітий двигун запускається і повністю відкриваються дросельні заслінки. При досягненні верхньої межі частоти обертання колінчастого валу, система регулювання відключає подачу іскри в циліндри. При падінні частоти обертання до нижньої

межі, запалювання знову включається. Таким чином, відбувається вільний розгін двигуна, прискорення якого повністю визначається ефективною потужністю двигуна.

Таким чином, потужність двигуна визначається з наступного виразу:

$$N_e = k \cdot v_p, \quad (4)$$

де k - постійна для двигунів однієї марки величина;

v_p - число циклів «розгін-вибіг» за час T .

Аналізуючи можливості даного методу, можна сказати, що він достатньо точно для умов експлуатації дозволяє визначити показники потужності (хоча і поступається гальмівному і парціальному методам), а також оцінити сили внутрішнього опору двигуна. Він реалізовується на дуже компактному приладі, що дозволяє використовувати його в умовах відриву від станцій діагностики. Однак слід зазначити, що для діагностування приладами типу ІМД-Ц, наприклад, автомобілів КамАЗ, необхідно зробити отвір і нарізати різьбу в кожусі зчеплення навпаки маховика для установки індуктивного датчика, так як він не передбачений заводом-виробником автомобіля. Це збільшує трудомісткість первісної діагностики. Похибки вимірювання потужності при цьому досягає 5% [5].

Крім того, даний метод оцінює потужнісні показники тільки двигуна і не дає оцінити вплив трансмісії і ходової частини на погіршення тягово-економічних якостей автомобіля. Тому як, наприклад, не правильно відрегульовані гальмівні механізми або буксуюче зчеплення можуть значною мірою погіршити і тягову динаміку, і паливну економічність автомобіля.

Огляд методів і засобів діагностування тягово – економічних показників показав, що існують статичні та динамічні режими діагностування. Так статичні методи дозволяють з високою точністю визначати тягово – економічні показники, але при цьому дана методика потребує високий рівень капіталовкладень та витрат на проведення випробувань за рахунок того, що вони реалізуються на силових стендах тягових якостей. Динамічні ж методи реалізуються без допомоги силових стендів. Навантаження двигуна та трансмісії автомобіля виробляється за допомогою сил інерції, що виникають в процесі розгону автомобіля. Це дозволяє спростити процес та засоби діагностування, зробити його менш економічним та трудомістким в порівнянні зі статичними методами, але дані методи реалізуються на спеціальному обладнанні і володіють не високою точністю внаслідок швидкодії тестового режиму.

Список використаних джерел

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; Под ред. Е.С. Кузнецова. – 3^е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
2. Литвинов А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности „Автомобили и автомобильное хозяйство”. / А.С.Литвинов, Я.Е.Фаробин – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.: ил.
3. Диагностирование и обслуживание автомобилей: Учеб. пособие / Н.С. Сапон. – К.: УМК ВО, 1990. – 175 с.
4. Осепчугов В.В. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета для студентов вузов по специальности „Автомобили и автомобильное хозяйство”. / В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин– М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.
5. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технологическое проектирование АТП и СТО» с применением вычислительной техники для студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / Сост. Н.С. Сапон, В.П. Воронов. – Винница: ВПИ, 1989. – 71 с.
6. Автомобили КамАЗ-5320 и Урал-4320: Учебное пособие / В.И. Медведьков, С.Т. Билык, И.П. Чайковский и др.. – М.: ДОССАФ, 1981. – 334 с.
7. 1976ОНТП-01-91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. - М.: Гипроавтотранс, 1991.- 184с.
8. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Підручник / О.А.Лудченко– К.: Знання – Процес, 2003. – 511с.

9. Канарчук В.Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Книга 2: організація, планування і управління: підручник/ В.Є.Канарчук, О.А.Лудченко, А.Д.Чигиринець – К. : «Вища школа», 1994. – 383 с.

Поляков Андрій Павлович, доктор технічних наук, завідувач кафедри військової підготовки, Вінницький національний технічний університет, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3334, e-mail: poliakovap61@gmail.com.

Свідерський Олександр Вікторович, слухач кафедри військової підготовки, навчальна група 03-21, Вінницький національний технічний університет, 21021, м. Вінниця, вул. Воїнів–Інтернаціоналістів, 7, ауд. 3334, e-mail: poliakovap61@gmail.com.

Polyakov Andriy, Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of Military Training, Vinnytsia National Technical University, 21021, Vinnytsia, vul. Warriors-Internationalists, 7, room 3334, e-mail: poliakovap61@gmail.com.

Svidersky Oleksandr, student of the Department of Military Training, study group 03-21, Vinnytsia National Technical University, 21021, Vinnytsia, vul. Warriors-Internationalists, 7, room 3334, e-mail: poliakovap61@gmail.com.