

## АНАЛІЗ ЗАЛЕЖНОСТІ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ АВТОМОБІЛІВ ВІД УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

В статті наведено дані досліджень залежності паливної економічності автомобілів від умов експлуатації.

**Вступ.** Галузь автомобілебудування постійно розвивається, весь час ведуться роботи над конструкцією автомобілів, які б дозволяли оптимізувати експлуатаційні характеристики вузлів, агрегатів та систем, впровадити альтернативні ідеї відносно двигунів внутрішнього згорання. Одним із пріоритетних напрямків є створення більш економічних конструкцій дизелів порівняно з існуючими, зокрема розробка двигунів, в яких можливе використання турбонаддування, що дозволяє підвищувати їх потужність. Більш широка дизелізація автомобільного парку, вдосконалення організаційної структури автомобільного транспорту, дадуть можливість здешевлення автомобільних перевезень. У зв'язку з цим постановка питань, пов'язаних зі зниженням витрати палива автомобілями, є досить актуальною [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** При розробці досконалішої системи нормування і управління витратою палива дуже важливо правильно враховувати все різноманіття умов роботи автомобілів.

Людино-машинна система «автомобіль–водій» функціонує в складних зовнішніх умовах (середовищі). Тому її працездатність необхідно розглядати в безпосередньому зв'язку із зовнішнім середовищем. Система «автомобіль–водій» повністю проявляє свої властивості в процесі взаємодії із зовнішнім середовищем (рис. 1). Автомобіль не можна ізолювати від умов експлуатації і робочих процесів, що протікають в його агрегатах. Під умовами роботи системи розуміється все те, що оточує цю систему і знаходиться в тісній взаємодії з нею. Розмежування середовища і системи при їх аналізі дещо суб'єктивно і визначається умовами вирішуваного завдання.



Рис. 1. Взаємодія системи «автомобіль–водій» з елементами зовнішнього середовища

Ефективність функціонування системи «автомобіль–водій», перш за все, залежить від фізіологічних можливостей водія і технічних даних автомобіля, ступеня їх протидії негативним впливам зовнішнього середовища. Це *дорожні умови* — подовжній профіль, висота над рівнем моря, ширина проїзної частини, тип і стан покриття, зчеплення коліс з дорогою; *транспортні* — рід вантажу, що перевозиться, густина потоку, режим руху, швидкість руху; *атмосферно-кліматичні* — температура повітря, тиск, вологість, опади, видимість; *культура експлуатації* — рівень організації робіт і управління, кваліфікація і старанність водіїв, дотримання правил і інструкцій, матеріально-технічна база, якість автоексплуатаційних матеріалів.

Залежно від умов роботи змінюються основні техніко-економічні показники функціонування автомобіля і водія. Вони досягають найбільших значень в сприятливих умовах і мінімальних у важких. Система «автомобіль–водій» в процесі експлуатації тим або іншим чином пристосовується (адаптується) до різних умов роботи, змінюючи свої експлуатаційні властивості. Наприклад, на дорогах з великою кількістю нерівностей з метою зменшення небезпечних динамічних навантажень знижується швидкість руху, на важких ділянках доріг включаються знижені передачі. За допомогою водія автомобіль «пристосовується» до зміни температури навколишнього повітря завдяки утепленню кабіни і двигуна або більш інтенсивному їх охолодженню, застосуванню спеціальних експлуатаційних матеріалів.

Дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні та інші умови визначають собівартість перевезень, продуктивність автомобілів і безпеку руху. Тому їх необхідно обов'язково враховувати при нормуванні, плануванні й аналізі різних техніко-економічних показників.

*Дорожні умови експлуатації автомобілів.*

Дорожні умови прийнято ділити на постійні і змінні. До постійних належать конструкція дорожнього покриття, план траси, подовжній профіль дороги, ширина проїзної частини, перетин дороги з іншими дорогами. До змінних – ступінь рівності покриттів, що змінюється в процесі експлуатації дороги, зчеплення коліс з дорогою, видимість дороги водієм, що змінюється залежно від атмосферно-кліматичних умов та ін.

До експлуатаційних показників доріг належить швидкість руху автомобіля, допустиме навантаження на колеса (на вісь), максимальна пропускна спроможність, зчеплення коліс з дорогою і ступінь безпеки руху. Швидкість руху залежить в основному від ступеня рівності покриття, подовжного профілю і плану дороги, а навантаження на колеса — від міцності дорожнього покриття.

При експлуатації автомобільних доріг значно змінюється ступінь рівності покриття, яке істотно впливає на швидкість руху, витрату палива, спрацювання і термін служби автомобіля, продуктивність рухомого складу і собівартість одиниці транспортної продукції. Від ступеня рівності покриття залежить термін служби самої дороги, оскільки зі збільшенням числа нерівностей зростають динамічні дії автомобіля, що рухається, на її поверхню.

В нашій країні велика частина перевезень вантажів здійснюється по дорогах, що мають велику кількість нерівностей. Специфіка роботи автомобільного транспорту така, що він перевозить значну кількість вантажів в умовах сільської місцевості, лісорозробок, нафтовидобувної промисловості, де не завжди доцільна споруда спеціальних автомобільних доріг.

Безперервні динамічні навантаження на дорогу викликають явища втомленості, виникають тріщини і, нарешті, настає руйнування дорожнього покриття.

Значний вплив на ефективність роботи автомобілів має подовжній профіль доріг і їх розташування над рівнем моря, що зрештою визначається рельєфом місцевості. Вплив типу покриття на режим роботи автомобіля [1] наведено в таблиці 1.

У гірських умовах порушується нормальна робота системи живлення двигуна, що призводить до зниження динаміки й економічності автомобіля і збільшення спрацювання двигуна. Наприклад, швидкість руху автомобілів на гірських дорогах зменшується в середньому на 35...40 %, а витрата палива збільшується на 15...20 %.

Таблиця 1

*Вплив типу покриття дороги  
на режим роботи агрегатів автомобіля великої вантажопідйомності*

Показник	Цементобетон, асфальтобетон	Бітумінеральні суміші	Щебінь, гравій	Булижник, фунтукріплення	Природний ґрунт
Коефіцієнт опору коченню	0,014	0,020	0,032	0,040	0,08
Середньо-технічна швидкість, км/год.	66	56	36	27	20
Середня кількість обертів колінчастого валу двигуна на 1 км (шляху)	2228	2561	2628	3185	4822
Середнє квадратичне відхилення кута повороту рульового колеса, град.	8	9,5	12	15	18
Кількість гальмувань на 1 км	0,24	0,25	0,34	0,42	0,9
Кількість перемикачів передач на 1 км	0,52	0,62	1,24	2,10	3,20
Кількість коливань підвіски з амплітудою більше 30 мм на 100 км	68	128	214	352	625

*Транспортний потік автомобілів та транспортні умови – їх характеристика.*

До транспортних умов належить цілий ряд специфічних умов, що характеризують організацію транспортного процесу, тип рухомого складу, вид вантажів, що перевозяться, інтенсивність, густину, режим руху тощо [2].

Важливою характеристикою транспортних умов є інтенсивність руху рухомого складу і густина потоку. Існує взаємозв'язок між середньою швидкістю  $V_a$ , середньою інтенсивністю потоку  $U$ , авт./год. і середньою густиною  $q$ , авт./км:  $U = qV_a$  автомобіля. З цього рівняння можна знайти таке значення густини автомобілів  $q$ , при якій інтенсивність потоку буде максимальною.

Інтенсивність робить основний вплив на швидкість руху. Існує безліч емпіричних формул, що дозволяють обчислювати середні швидкості вантажних і легкових автомобілів залежно від інтенсивності руху. Між швидкістю й інтенсивністю руху приймається лінійна залежність вигляду:

$$V_a = V_0 - K_v U, \quad (1)$$

де  $V_0$  — швидкість автомобіля при низькій інтенсивності руху (55...65 км/год. для вантажних автомобілів і 70...85 км/год. для легкових);  $K_v$  — постійні коефіцієнти (для вантажних автомобілів 0,01...0,02 і для легкових 0,03...0,05).

Ця залежність справедлива при зміні інтенсивності в межах 50...800 авт./год.

Значний вплив на швидкість руху має також густина потоку  $q$ . Між швидкістю і густиною також встановлена наближена лінійна залежність вигляду:

$$V_a = V_0 - K_d q. \quad (2)$$

Так для вантажних автомобілів рекомендується формула:

$$V_a = 55 - 0,5 q. \quad (3)$$

При двосмуговій проїзній частині в одному напрямі автомагістралі для легкових автомобілів:

$$V = 80 - 0,5 q. \quad (4)$$

*Вплив природно-кліматичних умов на роботу ДТЗ.*

Рухомий склад автомобільного транспорту експлуатується в найрізноманітніших атмосферно-кліматичних умовах.

Атмосферно-кліматичні умови роблять значний вплив на роботу автомобілів. При низькій температурі повітря ускладнюється пуск двигуна, відбувається його переохолодження, замерзання води в системі охолодження, підвищення в'язкості палива, загусання мастила, зниження ємності акумуляторних батарей, збільшення зносу двигуна й інших агрегатів. Особливо ускладнюється пуск дизельних двигунів, оскільки температура кінця стиснення пропорційна температурі повітря в кінці випуску.

Ефективність роботи системи охолодження двигуна також залежить від температури навколишнього повітря. При високій температурі навколишнього повітря двигун перегрівается, закипає вода, знижується потужність і збільшується витрата палива. При низькій температурі двигун переохолоджується, знижується потужність (унаслідок загусання масел в 2...2,5 рази збільшується момент опору провертанню колінчастого вала і трансмісії автомобіля) і збільшується витрата палива.

При низьких температурах ємність акумуляторних батарей знижується (приблизно в 1,5...2 рази) внаслідок підвищення в'язкості і збільшення внутрішнього опору електроліту.

В середньому ємність батарей зменшується, починаючи від +18 до -20 °С, приблизно на 1 % при пониженні температури на 1 °С. Зниження ємності акумуляторних батарей зменшує працездатність і не забезпечує запуск двигуна при температурах від -15 до -20 °С. При значному розряді батарей можливо замерзання електроліту і руйнування бака батареї.

Спрацьовування двигуна у момент пуску і прогрівання при низькій температурі навколишнього повітря відбувається внаслідок погіршення змащування, змивання масла із стінок циліндрів рідким паливом, що не випарувалося, і електрохімічної корозії. При охолодженні стінок циліндрів від 80 до 40 °С спрацювання збільшується приблизно в 3 рази. При високій температурі повітря погіршуються умови праці водіїв. Температура в кабіні вантажних автомобілів досягає плюс 50...60 °С, що викликає швидку стомлюваність водія. Підвищена сонячна радіація і висока температура призводять до швидкого старіння гумо-технічних виробів. При рясних опадах у весняний і осінній періоди знижується прохідність ґрунтових доріг, збільшуються опір руху, витрата палива і знос агрегатів автомобіля. У вітряну погоду зростає потужність, що витрачається на подолання опору повітряного середовища.

Вологість повітря практично не впливає на роботу автомобіля, хоча при зниженій вологості утворюється дорожній пил. При цьому не тільки погіршується видимість дороги і умови праці водія. Пил шкідливо діє на роботу механізмів, сприяючи їх підвищеному спрацьовуванню.

Норми витрати палива підвищуються при роботі в зимовий час (при сталій середній температурі повітря нижче 0 °С) на 5...20 %. Найбільший вплив атмосферно-кліматичні умови мають на роботу карбюраторних двигунів. При роботі автомобілів у гірських умовах на великій висоті в значних межах змінюється тиск, густина і температура повітря. Все це зрештою впливає на склад суміші, індикаторний ККД, потужність і витрату палива. На жаль, конструкція систем живлення (карбюраторів) розрахована на експлуатацію автомобілів в умовах помірного клімату. На звичайних карбюраторах відсутні пристрої, що забезпечують їх ефективну роботу при різному тиску і температурах у гірських умовах. В зв'язку з цим у високогірних районах карбюратори не забезпечують економічний склад суміші.

Атмосферно-кліматичні умови і висота над рівнем моря (тиск і температура повітря, напрямок вітру) роблять вплив на температуру під капотом двигуна, яка, у свою чергу, впливає на температуру бензину в камері поплавця. На температуру бензину в карбюраторі також впливає температура палива в бензобаку.

Оскільки атмосферно-кліматичні умови і рельєф місцевості роблять вплив на роботу карбюратора (склад суміші), то це призводить до зміни основних показників роботи двигуна й автомобіля в цілому. На рисунку 2 наведені криві зміни коефіцієнта надлишку повітря залежно від температури повітря і висоти над рівнем моря.

Виконані дослідження показують, що при зміні температури повітря і бензину в камері поплавця склад суміші в значних межах змінюється.

В середньому коефіцієнт надлишку повітря на кожні 10 °С одночасної зміни температури повітря і бензину в камері поплавця відхиляється на 3 %.

Найбільший вплив на склад суміші має висота над рівнем моря. При збільшенні висоти до 5000 м зменшується на 30 %, тобто в середньому на 6 % на кожні 1000 м висоти. Це підтверджує доцільність установки висотних коректорів на карбюраторних двигунах при експлуатації автомобілів у гірських умовах, їх установка дозволила б економити до 10–20 % палива.

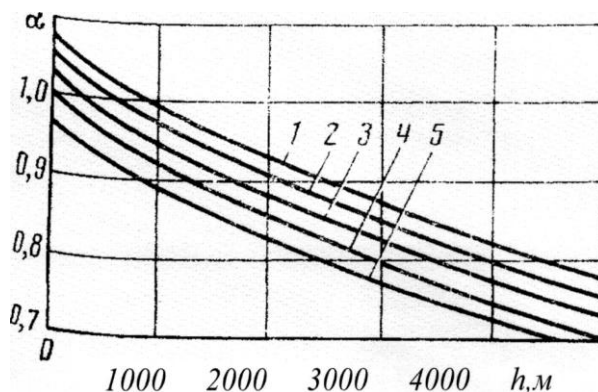


Рис. 2. Зміна коефіцієнта надлишку повітря залежно від висоти над рівнем моря (тиску) і температури повітря: 1 – 20 °С; 2 – 0 °С; 3 – +20 °С; 4 – +40 °С; 5 – +60 °С

**Висновки.** Автомобіль не може бути ізольованим від умов експлуатації, які впливають на його ефективність роботи. Складовими умов експлуатації є дорожні, транспортні, атмосферно- кліматичні та інші умови, від яких залежать собівартість перевезень, продуктивність автомобілів і безпека руху.

Дорожні умови характеризуються експлуатаційними показниками такими, як швидкість руху, допустиме навантаження на колеса, максимальна пропускна спроможність, зчеплення коліс з дорогою, ступінь безпеки руху.

Транспортні умови складають інтенсивність руху рухомого складу та густини потоку.

Природно-кліматичні умови за низьких температур та підвищеного розрідження повітря, суттєво знижують ефективність роботи двигуна.

#### Список використаної літератури:

1. Автомобільні двигуни : підручник / Ф.І. Абрамчук, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долгунов та ін. – К. : Арістей, 2007. – 476 с.
2. Екологія та автомобільний транспорт : навч. посібник / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. – К. : Арістей, 2006. – 292 с.

ЧУВАЄВ Петро Іванович – кандидат технічних наук, доцент Національного транспортного університету.

Наукові інтереси:

– покращання техніко-експлуатаційних показників транспортних засобів.

Тел.: (044)280–81–77.

E-mail: Chuvaev@ntu.edu.ua

Стаття надійшла до редакції 31.08.2012

**Чуваєв П.І.** Аналіз залежності паливної економічності автомобілів від умов експлуатації  
**Чуваєв П.И.** Анализ зависимости топливной экономичности от условий эксплуатации  
**Chuvaev P.I.** Analysis of the dependence of the fuel efficiency of channel use.

УДК 621.43

**Анализ зависимости топливной экономичности от условий эксплуатации / П.И. Чуваев**

В статье приведены данные исследований зависимости топливной экономичности автомобилей от условий эксплуатации.

УДК 621.43

**Analysis of the dependence of the fuel efficiency of channel use / P.I. Chuvaev**

The article presents research findings based on car fuel efficiency of channel use.