

## Лекція 4. Паливна економічність автомобіля

### Оціночні показники та характеристики паливної економічності. Норми витрати палива.

Паливна економічність - сукупність властивостей автомобіля, котрі визначають витрати палива при виконанні транспортної роботи в різних умовах експлуатації.

Зниження витрати палива на транспорті є важливою складовою частиною програми переведення економіки на енергозберігаючі шляхи розвитку.

Паливна економічність автомобіля в значній мірі визначається такими показниками двигуна як годинна витрата палива  $G_n$  км/год - маса палива, яка витрачається двигуном за 1 годину роботи, яка і питома витрата палива  $g_e$  г/кВт · год - маса палива, яка витрачається двигуном за 1 годину на одиницю потужності двигуна.

В нашій і багатьох європейських країнах основним вимірювачем паливної економічності автомобіля є витрата палива в літрах на 100км пройденого шляху,  $Q_s$ , л. Оцінка ефективності використання палива при виконанні транспортної роботи -  $Q_w$ , л/100 т·км - відношення фактичної витрати палива до виконаної транспортної роботи.

Поряд зі шляховою витратою палива використовують такий показник, як довжина пробігу на одиницю об'єму використаного палива.

Згідно діючих стандартів основними показниками паливної економічності є:

1. *Контрольна витрата палива* (використовується для побічної оцінки технічного стану транспортного засобу);

2. *Витрата палива в магістральному їздовому циклі на дорозі* (транспортні засоби всіх категорій, крім міських автобусів, пробігом по вимірювальній ділянці з дотриманням режимів руху, заданих визначеною картою і схемою руху, яка має вигляд, як на рис.8.1);

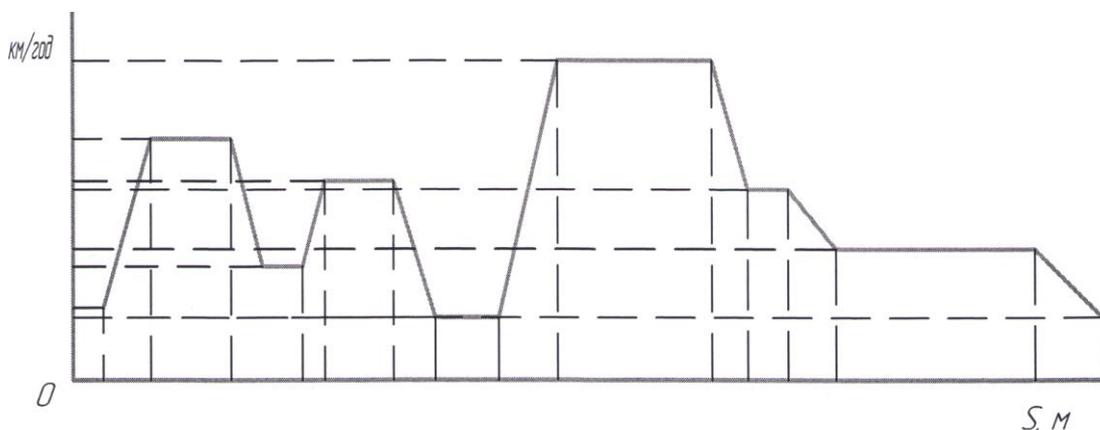


Рис 8.1. Схема маршруту для визначення витрати палива

*в магістральному їздовому циклі на дорозі*

3. Витрата палива на міському їздовому циклі на дорозі (оцінюють для автотранспортних засобів всіх категорій, крім магістральних автопоїздів, міжміських і туристичних автобусів за такою ж методикою, як і в магістральному їздовому циклі, але за іншою схемою);

4. Витрата палива в міському циклі на стенді (визначають тільки для автомобілів масою до 3,5 т випробуванням на стенді з біговими барабанами по їздовому циклу згідно операційній карті і схемі циклу);

5. Паливна характеристика сталого руху (рис.8.2):

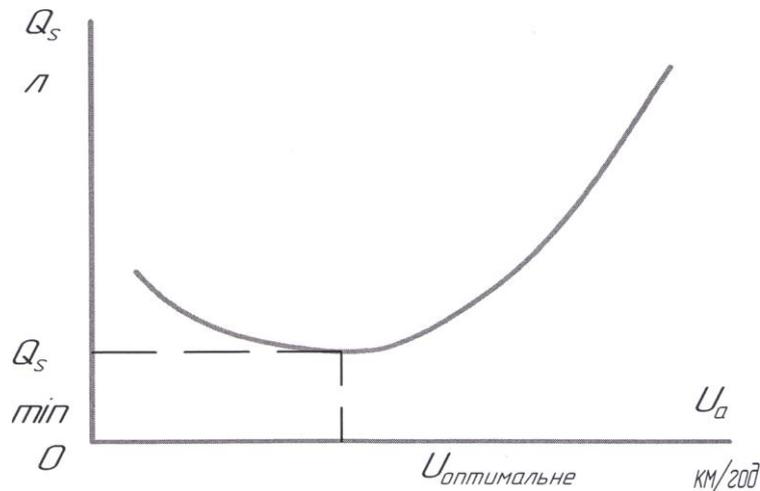


Рис.8.2. Паливна характеристика сталого руху

6. Паливно-швидкісна характеристика на магістально-горбкуватій дорозі (оцінка паливної економічності магістральних автопоїздів, міжміських і туристичних автобусів) – рис.8.3:

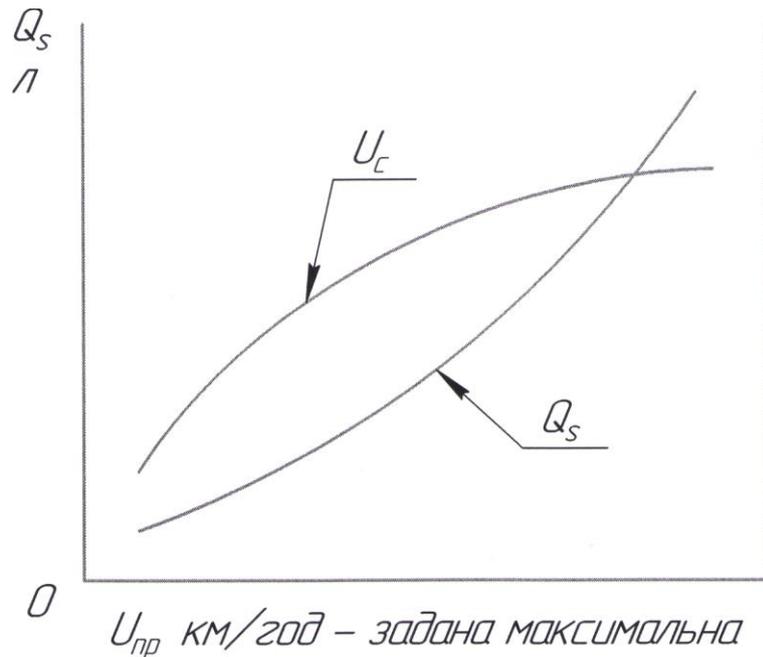


Рис.8.3. Паливно-швидкісна характеристика на магістрально-горбкуватій дорозі

7. Для розрахунку витрати палива  $Q_s$  іноді зручно використовувати графік залежності  $\partial_e$ , від коефіцієнта використання потужності  $B_N = \frac{N_i}{N_{e \max}}$ , який може бути отриманий по нагрузочній і зовнішній характеристикам двигуна

**Аналітичні методи визначення паливної економичності, паливно-економічна характеристика автомобіля.**

Питома годинна витрата палива пов'язана з годинною:

$$g_e = 1000 \frac{G_\Gamma}{M_e} \quad (8.1)$$

звідки

$$G_\Gamma = \frac{g_e N_e}{100} = \frac{g_e N_k}{1000 \eta_T} = \frac{g_e (N_f \pm N_h + N_w \pm N_j)}{1000 \eta_T} = \frac{g_e V_a (P_f \pm P_h + P_w \pm P_i)}{1000 \eta_T} \quad (8.2)$$

де:  $N_k$  - потужність, яка підводиться до ведучих коліс автомобіля.

В свою чергу між витратами  $Q_s$  і  $G_\Gamma$  існує залежність:

$$Q_s = \frac{1000 G_\Gamma}{36 \cdot V_a \cdot \rho_n} \quad (8.3)$$

де:  $V_a$  - швидкість автомобіля, км/год;

$\rho_n$  - густина палива, кг/л.

Підставивши в рівняння (8.3) значення  $G_n$ , отримуємо рівняння витрати палива

$$Q_s = \frac{g_e (N_f \pm N_h + N_w \pm N_j)}{36 \cdot \mathcal{V}_a \cdot \rho_n \cdot \eta_T} = \frac{g_e (P_f \pm P_h + P_w \pm P_i)}{36000 \rho_n \cdot \eta_T} \quad (8.4)$$

Знайти витрату палива за допомогою рівняння (8.4) можливо лише тоді коли відома залежність  $g_e = f(N_e, \omega_e)$ . При відсутності цієї залежності користуються різними методами.

### 1 метод - метод І.С. Шліппе.

В основу даного методу покладена залежність:

$$g_e = g_N \cdot K_{B_N} \cdot K_\omega \quad (8.5)$$

де:  $g_N$  - питома витрата палива при максимальній потужності двигуна;  
 $K_{B_N}; K_\omega$  - коефіцієнти, що враховують залежність питомої витрати палива відповідно від ступеня використання потужності двигуна і частоти обертання колінчастого вала двигуна.

### 2 метод.

Цей метод заснований на тому, що для будь-якого режиму роботи двигуна годинна витрата палива при частковому навантаженні двигуна може бути визначена за формулою:

$$G_{Гі 2} = G_{Г 100} (a_{B_N} \cdot B_N^2 + B_{B_N} \cdot B_N + C_{B_N}) \quad (8.6)$$

де:  $G_{Г 100}$  - годинна витрата палива при повному навантаженні двигуна за тієї ж самої частоти обертання, за якої визначається витрата палива  $G_{нч}$  при його частковому навантаженні.

Для одержання залежності визначення витрата палива формулу (8.4) з урахуванням рівняння (8.3) та (8.6) записують у вигляді:

$$Q_s = \frac{G_{Г 100} (a_{B_N} \cdot B_N^2 + B_{B_N} \cdot B_N + C_{B_N})}{36 \cdot \mathcal{V}_a \cdot \rho_n} \quad (8.7)$$

де:  $a_{B_N}, B_{B_N}, C_{B_N}$  - коефіцієнти одержані внаслідок обробки експериментальних залежностей.

Залежність  $Q_{Г 100} = f(\omega)$  є обов'язковою елементом швидкісної характеристики двигуна. Користуючись залежністю  $\mathcal{V}_a = \frac{\omega r_k}{U_T}$ , можна отримати залежність  $Q_{Г 100} = f(\mathcal{V}_a)$  - в зв'язку з тим, що залежність  $Q_{Г 100} = f(\omega)$  знімають

на стенді на усталених режимах, то і отримані на їх основі значення  $Q_s$  справедливі також для усталених режимів.

Паливно-економічна характеристика - це залежність витрати палива в літрах на 100 км шляху  $Q_{S_i}$  від швидкості  $V_i$  та сумарного опору дороги  $\psi_i$ , за умови, що  $V_i(\psi_i)$  - стала величина.

Ця характеристика розроблена академіком Є.О. Чудаковим

Для побудови цієї характеристики необхідно врахувати весь діапазон зміни швидкості руху  $V_a$ , тобто характеристика повинна відбити якість конструкції автомобіля при роботі на всіх передачах і у всьому діапазоні змін опору руху  $\psi$ .

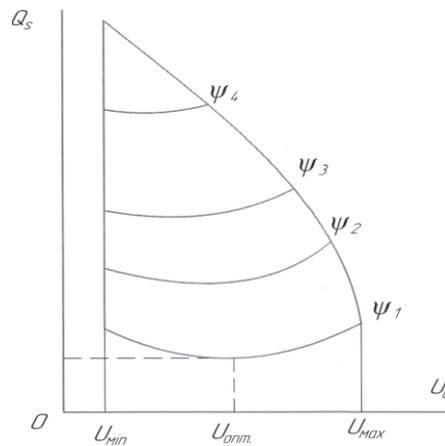


Рис.8.4. Паливно-економічна характеристика

Сімейство кривих  $Q_s = f(V_a)$  з лівого боку обмежене лінією, яка з'єднує всі точки мінімальних усталених швидкостей руху, а із правого боку та згори - кривою, яка відповідає витратам палива при повному використанні потужності двигуна.

Паливно-економічна характеристика може бути побудована на основі результатів дорожніх (стендових) випробувань або аналітичних розрахунків.

Середня витрата палива на заданому маршруті може бути визначена кількома методами:

*Графічно-аналітичний метод.* Метод найбільш простий, але й найменш точний. При його використанні цього методу маршрут задається у вигляді ділянок довжиною  $S_i$  з ухилами  $i_i$ , за умови збереження усталеного руху знаходимо  $V_i$  на кожній ділянці. Знаючи величини  $V_i$  та  $S_i$  можна визначити час руху на кожній ділянці і за формулою:

$$Q_{S_i} = t_i \cdot Q_{S_i} = \frac{1000 \cdot G_n \cdot t_i}{36 \cdot V_a \cdot \rho_n} \quad (8.8)$$

Витрата палива на маршруті:

$$Q_{S_i} = \sum_{i=1}^n Q_{S_i} \quad (8.9)$$

де:  $n$  - кількість ділянок.

Спосіб визначення середньої витрати пального на маршруті на основі знайденої по динамічній ймовірнісній характеристиках середньої швидкості руху автомобіля. Ймовірнісна характеристика уявляє собою інтегральну криву розподілу сумарного опору дороги  $\psi$ , яка побудована за статистичними даними за дорожніх умов, в яких передбачається експлуатація автомобіля.

Маючи динамічний паспорт автомобіля і інтегральну криву розподілу опору дороги за довжиною шляху їх графіки будують відповідно в першому і другому квадрантах координатної площини.

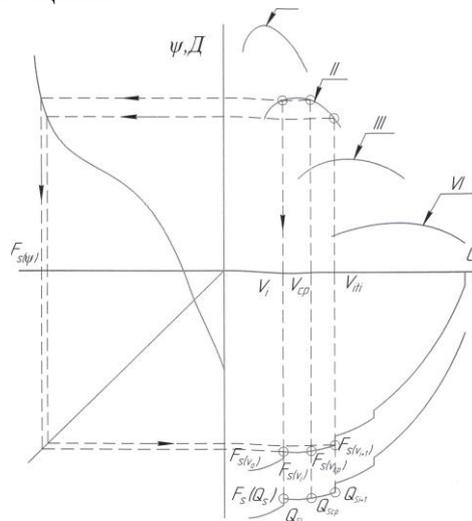


Рис.8.5. До визначення середньої витрати пального по динамічній ймовірнісній характеристиках середньої швидкості руху автомобіля.

В третьому квадранті проводиться пряма переходу від ймовірності  $\psi$  по шляху до ймовірності по шляху. В четвертому квадранті будується крива, кожна точка якої визначає ймовірність руху автомобіля з відповідною їй швидкістю і більшою. В цьому самому квадранті будують криву паливно-економічної характеристики усталеного руху на кожній передачі за умови повного використання потужності двигуна, тобто при русі автомобіля по ділянці із заданим значенням опору  $\psi$  і повній подачі палива.

Прямі, паралельні осі ординат в четвертому квадранті, які перетинають вісь абсцис в точках  $\mathcal{V}_i$  та  $\mathcal{V}_{i+1}$ , притинають також і ламану криву витрати палива і ламану криву розподілу швидкості. Ординати точок перетину кривої розподілу швидкості по довжині шляху відповідають ймовірності руху зі швидкостями  $\mathcal{V}_i$  і  $\mathcal{V}_{i+1}$  та вищими. Вірогідність руху для цього інтервалу швидкостей:

$$F_S(\mathcal{V}_i) - F_S(\mathcal{V}_{i+1}) = f_S(\mathcal{V}_{i+1} - \mathcal{V}_i) \quad (8.10)$$

Для цього інтервалу може бути використана середня в інтервалі швидкість руху  $V_{cp\ i}$ .

Ординати перетину проведених прямих з кривою витрати палива визначають також інтервал витрати палива для інтервалу швидкостей, який може бути замінений на середню витрату палива в цьому інтервалі:

$$Q_{S\ i\ cp} = \frac{Q_{S\ i} + Q_{S\ i+1}}{2} \quad (8.11)$$

Очевидно, що ймовірність руху зі швидкістю  $V_{i\ cp}$  дорівнює ймовірності витрати палива  $Q_{S\ i\ cp}$ , тобто

$$f_s(V_{i\ cp}) = f_s(Q_{S\ i\ cp}) \quad (8.12)$$

В наступному інтервал швидкостей руху поділяється на  $i$  інтервалів (чим більше інтервалів, тим точніший результат) та проводяться відповідні побудови та розрахунки. В результаті отримуються  $f_{S\ i}$ ,  $V_{i\ cp}$ ,  $Q_{S\ i\ cp}$  для всіх відрізків  $i$  за формулами

$$V_{cp} = \sum_{i=1}^n f_{S\ i}(V_{i\ cp}) \quad (8.13)$$

$$Q_{S\ cp} = \sum_{i=1}^n f_{S\ i}(Q_{S\ i\ cp}) \quad (8.14)$$

підраховуються ймовірнісні значення середньої швидкості руху та витрати палива на заданій інтегральною кривою  $F_S(\psi)$  ділянці маршруту.

Більш точний спосіб визначення  $Q_{S\ cp}$  заснований на діленні ділянок маршруту по характеру режиму руху і використанні відповідних отриманих раніше формул для підрахунків витрати палива при заданому шляху, часу і інтервалах швидкостей руху на цих ділянках з наступним підсумовуванням з використанням ЕОМ цих значень для всього маршруту.

### ***Навантажувальна характеристика двигуна та вплив режимів роботи двигуна на ефективну питому витрату палива.***

Для побудови паливно-економічної характеристики автомобіля використовують залежність:

$$Q_S = \frac{g_N \cdot k_\omega \cdot k_N}{3,6 \cdot 10^4 \cdot \eta_{тр} \cdot \rho_n} (P_\psi + P_W) \quad (8.15)$$

де:  $g_N$  - питома витрата при максимальній потужності двигуна, г/кВт·год;

$\rho_n$  - питома вага палива, г/см<sup>3</sup> (для бензину  $\rho_b = 0,75$  г/см<sup>3</sup>, для дизельного палива  $\rho_d = 0,83$  г/см<sup>3</sup>);

$k_\omega$  - коефіцієнт, який враховує зміну питомої витрати палива в залежності від

частоти обертання колінчастого валу двигуна визначається за графіком (рис.8.6);

$K_N$  - коефіцієнт впливу ступеня використання потужності двигуна на величину  $g_N$  (визначається за графіком рис. 8.7):

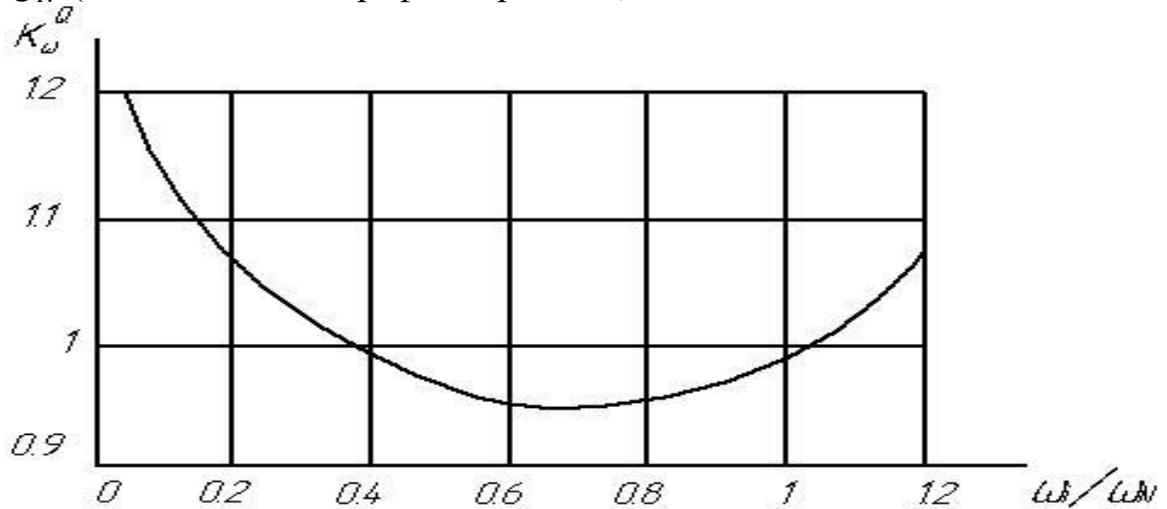


Рис. 8.6. Залежність коефіцієнта  $K_\omega$  від відношення  $\omega_i/\omega_N$

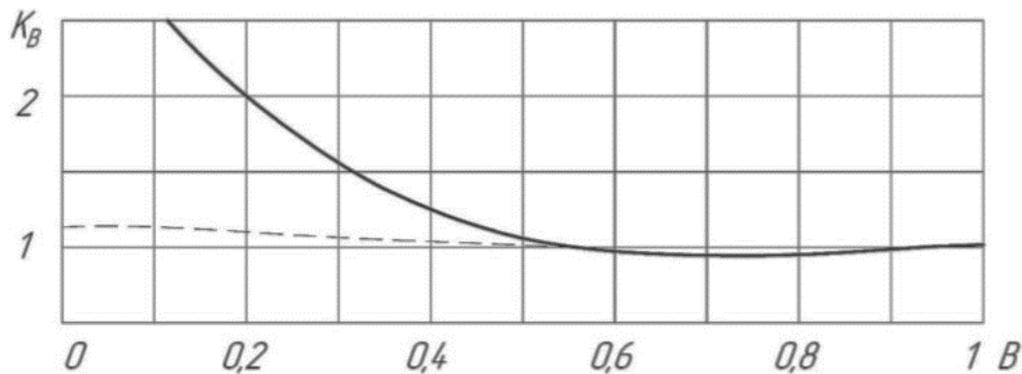


Рис. 8.7. Залежність коефіцієнта  $K_N$  ( $K_B$ ) від ступеня використання потужності: ----- бензиновий двигун; - - - - -дизель.

Розрахунки для отримання даних для побудови паливно-економічної характеристики автомобіля виконують в такій послідовності. До табл. 8.1 виписують значення  $\frac{\omega_i}{\omega_N}$ ,  $N_{ei}$ ,  $v_{ai}$  (для вищої передачі). Туди ж заносять визначені за графіками рис. 8.6 і 8.7 значення коефіцієнтів  $K_\omega$  і  $K_N$ .

Після підрахунку сил  $P_\psi = \Psi \cdot G_a$ ,  $P_{wi} = W \cdot v_i^2$  та потужності  $N_{ni}$ , яка дорівнює:

$$N_{ni} = \frac{\Psi \cdot G_a \cdot v_i + P_{wi} \cdot v_i}{(1000 \cdot \eta_{тр})} \quad (8.16)$$

де:  $N_{ni}$  - потужність, яку повинен розвинути двигун при русі автомобіля по дорозі з коефіцієнтом опору  $\psi = 0,02$  зі швидкістю  $v_i$ . значення  $P_\psi$ ,  $P_{wi}$  та  $N_{ni}$  заносять до табл.8.1.

На основі вихідних даних (табл. 8.1) розраховують значення  $Q_{Si}$  (за формулою (8.15)) і будують графік залежності  $Q_{Si} = f(v_a)$  (рис.8.8).

Таблиця 8.1

До визначення показників паливно-швидкісної характеристики автомобіля

| Величина            | Частота обертання колінчастого валу $\omega_i, c^{-1}$ |            |            |            |            |       |            |
|---------------------|--|------------|------------|------------|------------|-------|------------|
|                     | $\omega_1$   | $\omega_2$ | $\omega_3$ | $\omega_4$ | $\omega_5$ | ..... | $\omega_n$ |
| $\omega_1/\omega_n$ |  |            |            |            |            |       |            |
| $N_{ei}, кВт$       |  |            |            |            |            |       |            |
| $v_i, км/год$       |  |            |            |            |            |       |            |
| $K_{\omega i}$      |  |            |            |            |            |       |            |
| $K_N$               |  |            |            |            |            |       |            |
| $P_{\psi}, Н$       |  |            |            |            |            |       |            |
| $P_{wip}, Н$        |  |            |            |            |            |       |            |
| $N_{ni}, кВт$       |  |            |            |            |            |       |            |
| $N_{ni}/N_i$        |  |            |            |            |            |       |            |
| $Q_{Si}, л/100км$   |  |            |            |            |            |       |            |

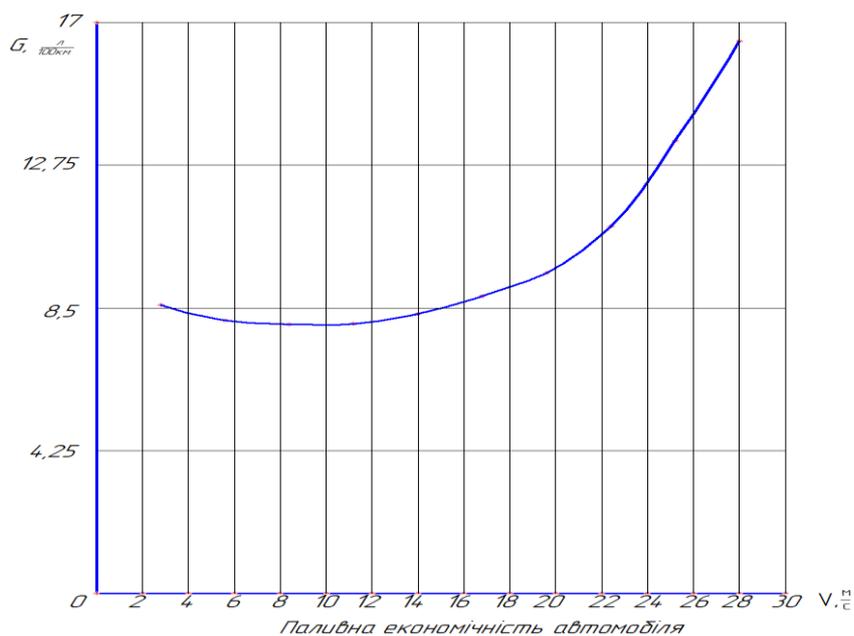


Рис.8.8. Паливно-швидкісна характеристика автомобіля

**Паливна економічність автомобілів із ДВЗ,  
що працюють на газі, і газодизелів.**

В основу розрахунків паливної економічності автомобілів покладено вже відоме нам рівняння витрати рідкого палива (8.15), що має вигляд:

$$Q_S = \frac{g_N \cdot K_\omega \cdot K_N}{3,6 \cdot 10^4 \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot \rho_{\text{п}}} (P_\psi + P_W),$$

до якого входить питома ефективна витрата палива – витрата палива на 1 кВт потужності (ефективної) за 1 годину:

$$g_e = \frac{G_{\text{нал}}}{N_e} = \frac{3600}{H_i \eta_e}, \text{ кг/кВт} \cdot \text{ год.}$$

Враховуючи те, що кількість газу вимірюється в м<sup>3</sup>, то для газових двигунів годинна витрата палива буде визначатися за наступним рівнянням:

$$V_e = \frac{v_z}{N_e} = \frac{3600}{Q_i \eta_e}, \text{ м}^3 / \text{кВт} \cdot \text{ год}, \quad (8.17)$$

а питома ефективна витрата теплоти

$$g_e = v_e Q_i \text{ кДж/кВт} \cdot \text{ год}. \quad (8.18)$$

де:  $Q_i$  – нижча теплота згоряння 1 м<sup>3</sup> газу.

Для газодизелів, що працюють на суміші рідкого палива і газу, питома годинна витрата палива визначається як сума теплоти, що утворилася при згорянні рідкого палива і газоподібного палива, поділена на потужність двигуна :

$$g_e = \frac{Q_i v_z + H_i G_{\text{нал}}}{N_e}, \text{ кДж/кВт} \cdot \text{ год}. \quad (8.19)$$

Орієнтовні значення показників питомої ефективної витрати палива існуючих двигунів наведені у табл.8.2.

Табл.8.2.

*Ефективні показники ДВЗ за витратою палива*

| Тип ДВЗ       | $g_e$ , г/кВт · год.  |
|---------------|-----------------------|
|               | $V_e$ , мДж/кВт · год |
| Бензиновий    | 250...320             |
| Дизель:       |                       |
| - без наддуву | 212...255             |
| - з наддувом  | 200...242             |

|               |           |
|---------------|-----------|
| Газовий       | 12...17   |
| Газодизель:   |           |
| - без наддуву | 9...11    |
| - з наддувом  | 8,5...9,5 |

### *Вплив різних факторів на ефективні показники ДВЗ*

На ефективні показники ДВЗ найбільший вплив здійснюють наступні фактори:

- механічні втрати;
- оптимізація конструкції ДВЗ, вибір матеріалів та технологія виготовлення;
- раціональний вибір експлуатаційних матеріалів (паливо, олива, охолоджуюча рідина та ін.
- оптимальні режими роботи ДВЗ;
- технічний стан і регулювання.

### *Вплив конструктивних та експлуатаційних факторів на паливну економічність, шляхи її підвищення.*

На основі аналізу економічних характеристик автомобіля можна стверджувати, що на витрату палива автомобілем під час виконання транспортної роботи здійснюють конструктивні, експлуатаційні і професіональні фактори.

До головних *конструктивних факторів* впливу на паливну економічність відносяться:

- Тип двигуна.

Переваги дизельних двигунів в цьому напрямку зумовлено як більш низькими значеннями питомої витрати палива  $g_{e\ min}$ , так і меншою залежністю  $g_e$ , від використання потужності двигуна. При зменшенні коефіцієнта використання потужності зі 100 до 0,1 у карбюраторних двигунів  $g_e$  зростає майже в 3 рази, а у дизельних - на 30%. Це дозволяє при заміні карбюраторного двигуна на дизельний знизити витрату палива легкових автомобілів на 25-... 30%, вантажних автомобілів і автобусів - на 30.. 40%.

- Конструкція механізмів і систем двигуна.

Поперше, до цього відносяться конструкції систем живлення і запалювання, ступінь стиску паливної суміші. Показники паливної економічності поліпшуються при застосуванні електронної системи запалювання, використання мікропроцесорів для оптимізації складу суміші і випередження запалювання, встановлення форкамерно-факельного запалювання, системи безпосереднього впорскування бензину.

Ефективним в цьому напрямку є також використання двигунів з наддувом і

охолодження повітря, яке нагнітається; відключення частини циліндрів на часткових режимах роботи двигуна. Автоматичне відключення допоміжних агрегатів, напрямку вентилятора системи охолодження (економія палива 0...3%). Зниження механічних втрат в двигунах може дати 4... 10% економії палива.

- Удосконалення робочого процесу двигуна.

В даний час проводяться роботи по створенню двигунів, в яких робочий процес близький до адіабатного, тобто втрати тепла в охолоджуюче середовище мінімальні, завдяки чому очікується економія палива 15...25%.

- Питома потужність двигуна.

Питома потужність двигуна  $(N_n = \frac{N_e}{G_a})$  в великій мірі визначає коефіцієнт використання потужності. Недовантаженість двигуна викликає невиправдане збільшення витрати палива.

- Тип трансмісії та її параметри.

Використання безступінчастих трансмісій дозволяє забезпечити роботу двигуна на оптимальних режимах в широкому діапазоні умов руху. Зменшенню витрати палива при використанні транспортної роботи сприяє також збільшення числа передач ступінчастих трансмісій, а також оптимізація значень передаточних чисел. В зв'язку з цим все ширше на легкових автомобілях використовують 5-ступінчасті, а на вантажних - 8...20 ступінчасті коробки передач.

- Повна маса автомобіля.

Зміна повної маси автомобіля  $M_a$  впливає на витрату палива головним чином в результаті зміни сили  $P_k$ . Значення  $M_a$  також визначає сили  $P_p$  і  $P_j$ .

На основі аналізу витрати палива сучасними автомобілями встановлена лінійна залежність витрати  $Q_s$  від маси  $M_a$ .

$$Q_s = a + bM_a$$

де:  $a, b$  - коефіцієнти регресій, визначені для різних автомобілів і доріг.

Поділивши рівняння на  $M_a$  отримаємо рівняння питомої витрати палива  $Q_w$  л/100т · км

$$Q_w = b + \frac{a}{M_a}$$

Проаналізуємо залежності  $Q_w = f(M_a)$  для сучасних вітчизняних автомобілів.

Аналіз наведених графіків дозволяє стверджувати, що при підвищенні повної маси і частки корисного навантаження в цілому зменшується питома витрата палива, при чому вплив підвищення повної маси автомобіля на паливну економічність має найбільшу ефективність при малих і середніх значеннях  $M_a$ .

При цьому важливо збільшувати масу вантажу за рахунок зменшення власної

сили автомобіля, чого можна досягти при раціональному виборі компонованої схеми автомобіля, створенні рівномірних конструкцій різних елементів шасі і кузова, широкому використанні високозамінних сталей, алюмінію, пластмас, композитних матеріалів тощо.

- Аеродинамічні властивості автомобіля.

Зменшення коефіцієнта обтічності легкових автомобілів на 25% дає можливість зменшити витрати палива на  $\sim 10\%$ . Реалізація повного комплексу міроприємств по покращенню аеродинаміки вантажного автомобіля, автопоїзда може забезпечити зниження опору повітря на  $\sim 50\%$  (при  $V_a = 15..25$  м/с) і зменшити витрати палива на 10... 15%.

- Енергетичні характеристики шин.

Зменшення коефіцієнта опору кочення шини/п на 10% за рахунок удосконалення її конструкцій дозволить знизити витрату палива на 2,5.. 3,5%.

Основними експлуатаційними факторами впливу на паливну економічність автомобіля є:

- Вибір оптимальної швидкості руху.

Висновок про вплив швидкості руху автомобіля на його паливну економічність можна зробити на основі аналізу графіка  $Q_S = f(V_a)$ :

Значення  $V_{a\text{ опт}}$  звичайно невелике (7.. 8 м/с - для вантажних і 10... 12 м/с легкових автомобілів, тому оптимізувати процес руху тільки по паливній економічності недоцільно)

- Вантажопідйомність і коефіцієнт використання вантажопідйомності.

Збільшення коефіцієнта використання вантажопідйомності означає збільшення частки маси вантажу в повній масі автомобіля, тобто збільшення частки палива на виконання транспортної роботи. Найбільша економія палива на одиницю маси вантажу, що перевозиться, має місце при використанні автопоїздів. Це пояснюється перш за все виконання маси (для причепів  $\eta_v = 2..2,5$ , для напівпричепів  $\eta_v = 3..4$ ). Крім того, зменшується співвідношення  $P_B/M_B$ , оскільки зростання  $M_B$  автопоїзда в 2 рази викликає збільшення  $P_B$  всього на 20...25%, збільшується коефіцієнт використання потужності.

- Технічний стан автомобіля.

Технічний стан автомобіля має значний вплив на питому витрати палива і сили опору руху і в наслідку, на його економічність.

Збільшення питомої витрати палива де може бути наслідком порушень роботи систем живлення і запалювання, регулювання зазорів клапана механізму і фаз газорозподіл, виникнення нагару на стінках камери згорання і днищах поршнів, порушення роботи систем охолодження і мащення, використання низькосортних видів палива, відсутність вільного ходу педалі зчеплення

(пробуксовка) і зменшення зазорів в гальмових механізмах, надмірний знос вузлів і агрегатів автомобіля, що викликає виникнення вібрацій. Зменшення тиску повітря в шинах і порушення кутів встановлення коліс також негативно впливає на паливну економічність автомобіля.

Професійна *майстерність водія* має суттєвий вплив на показники паливної економічності керованого ним автомобіля.

Для економії палива можуть бути рекомендовані спеціальні прийоми водіння:

- оптимальна економічна швидкість руху повинна бути на горизонтальній ділянці дороги  $\sim 0,75 V_{max}$ ;
- частота обертання колінчастого вала двигуна  $\omega_{сер} = 0,6.. 0,7 \omega_N$ ;
- на горизонтальній ділянці дороги необхідно використовувати вищі передачі, віддаючи перевагу останній;
- у всіх випадках необхідно забезпечувати рівномірний рух автомобіля без різних розгонів і гальмувань, зайвих переключень передач;
- в процесі руху необхідно використовувати режими роботи двигуна, які забезпечують найменшу витрати палива згідно його багатопараметрової паливної характеристики.

Економія палива при використанні цих прийомів може досягати 20.. 25%

В результаті роботи автомобільних двигунів в атмосфері викидаються шкідливі речовини. На долю відпрацьованих газів автотранспортних засобів випадає більше 50% всіх шкідливих речовин, які викидаються в атмосферу. За кожний кілометр пробігу автомобіль викидає в атмосферу біля 100 г токсичних речовин.

Практично всі заходи, спрямовані на покращення паливної економічності, впливають на кількість шкідливих викидів в атмосферу та на їх склад.

Шкідливими компонентами відпрацьованих газів є оксид вуглецю CO, вуглеводневі з'єднання CH, оксиди азоту NOx, тверді частинки (сажа), оксиди сірки, солі свинцю. Нормативними документами передбачена межа концентрації в атмосфері (в г/м<sup>3</sup>) CO - 0,001, CH - 0,0015, NO<sub>2</sub> - 0,000085. Більшість міроприємств, спрямованих на підвищення паливної економічності призводить до зниження в відпрацьованих газах CO. Так вміст CO в відпрацьованих газах дизельних двигунів в 10 разів менше, ніж у карбюраторних. До зниження CO призводять всі міроприємства, спрямовані на покращення сумішоутворення і згорання палива в циліндрах, більш рівномірний розподіл суміші по циліндрам, використання електронних і електромеханічних систем впорскування, безконтактних транзисторних систем запалювання, регулювання оптимальної температури двигуна, використання форкамерно-факельних процесів і

пошарового запалювання, а також використання газоподібного палива і бензоводневих сумішей.

В той же час деякі заходи, спрямовані на зниження витрати палива, є причиною збільшення вмісту в відпрацьованих газах інших токсичних складових: в відпрацьованих газах дизелів збільшений вміст  $\text{CH}$ ,  $\text{NO}_x$  і особливо небезпечних ароматичних вуглеводнів (бензопирену) та сажі; підвищення ступеня стиску карбюраторних двигунів супроводжується збільшенням викидів  $\text{NO}_x$ , а використання протидетонаційних присадок в бензині для двигунів збільшує викиди в атмосферу сильнодіючих солей свинцю.

Кількість токсичних речовин в відпрацьованих газах в значній мірі залежить від технічного стану систем і агрегатів автомобіля, які впливають на витрату палива.

Перспективними конструктивними напрямками зменшення шкідливих викидів в атмосферу є обладнання автомобілів системами допалювання відпрацьованих газів і каталізаторів.