

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання курсової роботи з дисципліни
«Експлуатаційні властивості автомобіля».**

**Тягово-швидкісні і паливно-економічні
властивості автомобіля.**

Для студентів спеціальності

**133 «Галузеве машинобудування»
(«Колісні та гусеничні транспортні засоби»)
усіх форм навчання**

2017

Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобіля». Тягово-швидкісні і паливно-економічні властивості автомобіля. Для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби») усіх форм навчання. /Укл.: О.С. Слюсаров. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. - 50 с.

В методичних вказівках містяться рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Експлуатаційні властивості автомобіля». Викладені методика розрахунків основних тягово-динамічних і паливно-економічних показників автомобіля та необхідні довідкові матеріали. Приведені приклади графічного представлення результатів розрахунків і їх аналізу.

Методичні вказівки призначені для студентів указаної спеціальності та керівників розрахунково-графічної роботи.

Укладач: О.С. Слюсаров, доцент, канд. техн. наук

Рецензенти: В.Х. Козирев, професор, канд. техн. наук;
А.В. Щербина, старший викладач

Відповідальний
за випуск: А.Ф. Головчук, професор, доктор техн. наук

Затверджено
на засіданні кафедри «Автомобілі»
Протокол № 6
від « 14 » лютого 2017.

Рекомендовано до видання
НМК Транспортного факультету
Протокол № 25
від « 02 » березня 2017.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
1 Тягово-динамічні властивості автомобіля.....	5
1.1 Зовнішня швидкісна характеристика автомобільного двигуна.....	5
1.2 Тяговий баланс автомобіля.....	8
1.3 Динамічний баланс автомобіля.....	12
1.4 Характеристика прискорень автомобіля.....	14
1.5 Характеристика розгону автомобіля за часом.....	17
1.6 Характеристика розгону автомобіля по шляху.....	20
1.7 Баланс потужності автомобіля.....	23
2 Паливно-економічні властивості автомобіля.....	25
2.1 Паливно-економічна характеристика автомобіля.....	25
2.2 Основні показники тягово-швидкісних і паливно- економічних властивостей автомобіля.....	29
Перелік посилань.....	31
Додаток А. Варіанти завдань та вихідні дані по автомобілям...	32
Додаток Б. Варіанти і характеристики двигунів автомобілів....	42
Додаток В. Значення моментів інерції обертальних частин двигунів.....	47
Додаток Г. Значення моментів інерції коліс автомобіля в зборі з шинами.....	49

ВСТУП

Метою курсової роботи є надбання студентом практичних навичок проведення розрахунків по визначенню тягових, динамічних і паливно-економічних властивостей заданої моделі автомобіля. Матеріали методичних вказівок можуть використовуватися студентом при виконанні розділів курсового проекту і випускної роботи зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» («Колісні та гусеничні транспортні засоби»).

При виконанні роботи проводиться розрахункове визначення тягової характеристики автомобіля, побудова графіків тягового балансу, динамічної характеристики, динамічного балансу, часу розгону, шляху, який проходить автомобіль у процесі розгону до заданої швидкості, балансу потужності, паливно-економічної характеристики.

У результаті виконання роботи студент буде графіки: зовнішньої характеристики двигуна; тягового балансу автомобіля; динамічного балансу автомобіля; характеристики прискорень автомобіля; величин зворотних прискорень; часу розгону автомобіля; пройденого в процесі розгону шляху; характеристик навантаження двигуна; балансу потужності автомобіля; паливно-економічної характеристики автомобіля.

В результаті виконання завдання необхідно скласти звітну таблицю основних експлуатаційних показників досліджуваного автомобіля та відомих вітчизняних і закордонних аналогів, що включає наступні дані: максимальну швидкість автомобіля на горизонтальному асфальтовому шосе; максимальні тягові зусилля на нижчій і вищій передачах в коробці передач; максимальний динамічний фактор автомобіля при русі на нижчій передачі і на передачі, що забезпечує рух із максимальною швидкістю; максимальне прискорення при розгоні на нижчій передачі на горизонтальному асфальтовому шосе; час розгону автомобіля на горизонтальному асфальтовому шосе для легкових автомобілів до швидкості 100 км/год., для вантажних автомобілів особливо малої, малої та середньої вантажопідйомності - до швидкості 80 км/год., і для вантажних автомобілів великої та надвеликої вантажопідйомності - до швидкості 60 км/год.; мінімальний час проходження 400 метрів шляху для легкових автомобілів і 1000 метрів шляху для інших автомобілів

при розгоні на горизонтальному асфальтовому шосе; максимальну швидкість, що досягається на шляху в 400 м легковими автомобілями і на шляху в 1000 м іншими автомобілями і автопоїздами при розгоні на горизонтальному асфальтовому шосе; максимальний кут підйому при русі на нижчій передачі в коробці передач і на передачі, що забезпечує рух із максимальною швидкістю, при русі на дорозі з коефіцієнтами зчеплення 0,8 і 0,6; витрату палива при русі легкового автомобіля зі швидкостями 90 км/год. і 120 км/год. і вантажного автомобіля із швидкістю 60 км/год.

1 ТЯГОВО-ДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АВТОМОБІЛЯ

Методи розрахунків тягово-динамічних властивостей базуються на теоретичних положеннях, викладених в посібниках і науково-технічних джерелах, приведених в переліку посилань [1-6].

1.1 Зовнішня швидкісна характеристика автомобільного двигуна

Зовнішня швидкісна характеристика автомобільного двигуна є графічним представленням залежностями потужності двигуна N_e в кВт, обертового моменту M_e в Н·м і питомої витрати палива g_e в г/(кВт·год.) у функції частоти обертання колінчастого валу двигуна n_e в хв^{-1} при повній подачі палива в циліндри двигуна.

Величини потужності двигуна, обертового моменту і питомої витрати палива повинні відповідати двигуну, повністю укомплектованому для роботи на автомобілі, тобто обладнаного глушником шуму вихлопу, радіатором і вентилятором системи охолодження, фільтром очищення повітря, компресором, насосом гідропідсилювача керма, системою відбору вакууму для підсилювача гальмівної системи та ін.

За відсутності таких даних допустимо при виконанні цього завдання користуватися даними, що відповідають стандартам на стендові випробування автомобільних двигунів.

У довідкових даних окремих фірм в якості зовнішньої характеристики двигуна наводиться тільки залежність потужності від кутової швидкості обертання валу двигуна.

В цьому випадку залежність обертального моменту від кутової швидкості або частоти обертання валу двигуна можна розрахувати по відомій із механіки залежності

$$M_e = \frac{N_e}{\omega_e}, \quad (1.1)$$

де: M_e - обертальний момент, кН·м;

N_e - потужність, кВт;

ω_e - кутова швидкість обертання валу двигуна, рад/с.

Кутова швидкість обертання валу двигуна в рад/с однозначно пов'язана з частотою n_e в хв.⁻¹ залежністю

$$\omega_e = \frac{\pi \cdot n_e}{30}. \quad (1.2)$$

Звідси значення обертального моменту M_e в кН·м за даними зовнішньої характеристики, вираженої через залежність потужності N_e в кВт від частоти обертання колінчастого валу двигуна n_e в хв.⁻¹ визначається за залежністю

$$M_e = \frac{30N_e}{\pi n_e}. \quad (1.3)$$

За наявності на двигуні обмежувача або регулятора частоти обертання на графіки зовнішньої характеристики наноситься регуляторна характеристика цього двигуна. Регуляторна характеристика є прямою, по якій потужність двигуна лінійно зменшується до нуля, при збільшенні частоти обертання валу двигуна на 10% від частоти спрацювання регулятора.

У першому наближенні можна допустити і лінійну регуляторну залежність обертального моменту двигуна по якій зменшується обертальний момент до нуля.

На зовнішній характеристиці мають бути відмічені: максимальна потужність двигуна і частота обертання валу двигуна, що відповідає максимальній потужності двигуна; максимальний обертальний момент і частота обертання валу двигуна, що відповідає максимальному моменту; мінімальна питома витрата палива і частота обертання валу двигуна, що відповідає мінімальній питомій витраті (рис. 1.1).

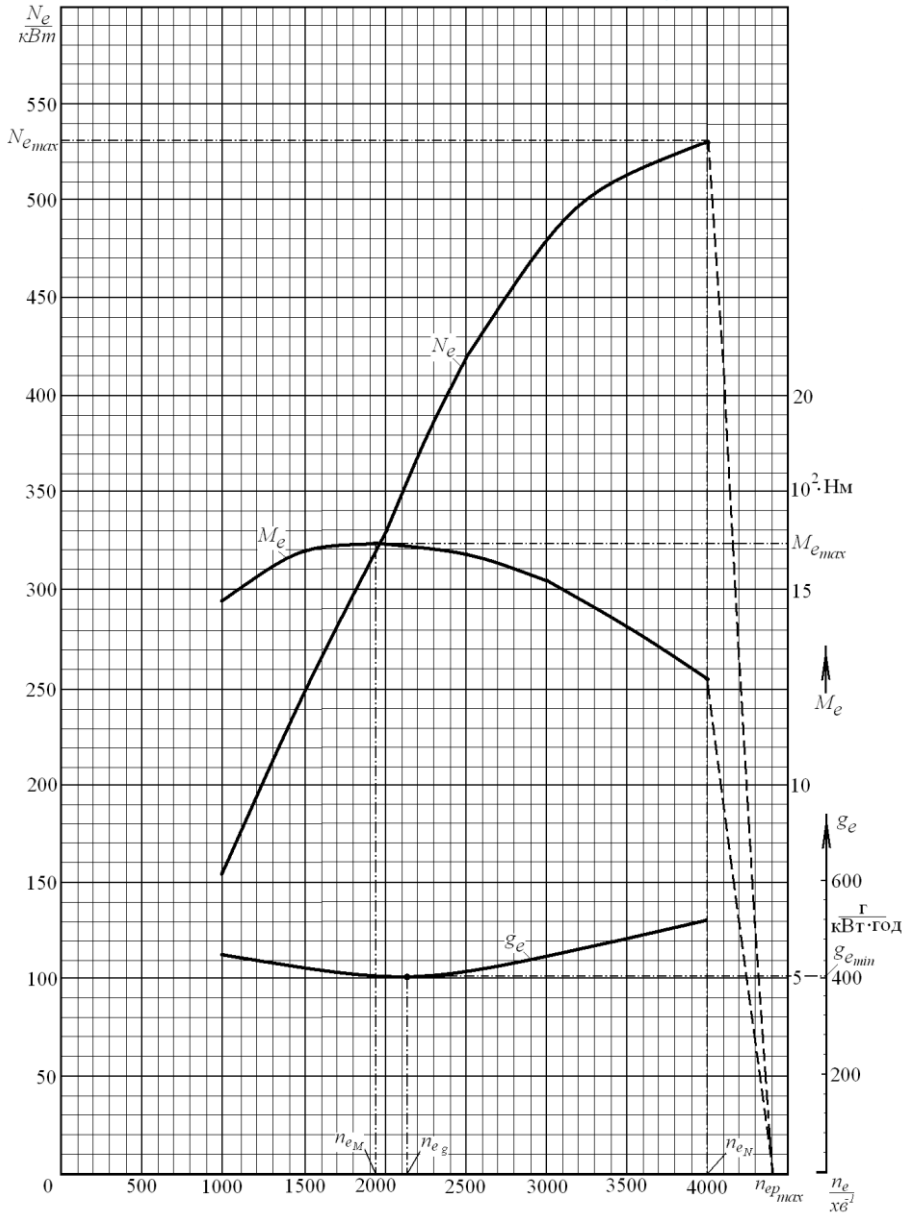


Рисунок 1.1 - Зовнішня швидкісна характеристика двигуна

1.2 Тяговий баланс автомобіля

Тяговий баланс автомобіля є графічним зображенням тягової характеристики автомобіля і сил опору при рівномірному русі.

Тягова характеристика автомобіля - це залежність сили тяги на колесах у функції швидкості руху при роботі автомобіля на усіх передачах, окрім передачі заднього ходу.

Сила тяги визначається за залежністю

$$P_{T_{ij}} = \frac{M_e \cdot u_{\kappa n_i} \cdot u_{\partial \kappa_j} u_z \cdot \eta_{mp_{ij}}}{r_d}, \quad (1.4)$$

де: $P_{T_{ij}}$ - сила тяги на колесах автомобіля, Н;

M_e - обертальний момент двигуна (береться із зовнішньої характеристики двигуна), Н·м;

$u_{\kappa n_i}$ - передатне число i - того ступеня коробки передач;

$u_{\partial \kappa_j}$ - передатне число j - того ступеня додаткової коробки;

u_z - передатне число головної передачі;

η_{mp} - ККД трансмісії автомобіля, яке у розрахунках можна визначити по залежності

$$\eta_{mp} = 0,98^k \cdot 0,97^l \cdot 0,99^m \cdot 0,99^n, \quad (1.5)$$

де: k - число прямозубих зачеплень;

l - число косозубих зачеплень;

m - число карданних шарнірів;

n - число редукторів при передачі потужності до одного ведучого моста;

r_d - динамічний радіус колеса.

У першому наближенні можна прийняти рівними динамічний радіус колеса і статичний радіус колеса.

Статичний радіус колеса за відсутності даних можна розрахувати по залежності

$$r_{ст} = 0,5 \cdot d + H \cdot (1 - \lambda_u), \quad (1.6)$$

де: $\lambda_{ш}$ - коефіцієнт радіальної деформації шини, приймаємо для діагональних шин рівним 0,05...0,10, для радіальних - 0,15...0,20, для аромчних - 0,20...0,30;

d - посадочний діаметр шини;

H - висота профілю шини.

Швидкість автомобіля, що відповідає цьому значенню сили тяги, визначається по залежності

$$V_{a_{ij}} = 0,377 \frac{n_e \cdot r_k}{u_{кп_i} \cdot u_{ок_j} \cdot u_z}, \quad (1.7)$$

де n_e - частота обертання валу двигуна в хв^{-1} , що відповідає вибраному за зовнішньою характеристикою значенню обертального моменту, прийнятому для обчислення сили тяги.

Графіки сили тяги будуються для усіх передач прямого ходу в основній коробці передач. За наявності роздавальної коробки графіки сили тяги будуються для нижчої ($j=1$) і вищої ($j=2$) передач роздавальної коробки. За наявності в трансмісії дільника графіки сили тяги будуються відповідно для усіх значень передатних чисел у дільнику (рис. 1.2).

Зі сил опору на графік тягового балансу наноситься сила опору коченню і сила аеродинамічного опору (сила опору повітря).

Сила опору коченню розраховується за залежністю

$$P_k = G_a \cdot f_0 (1 + k_v \cdot V_a^2), \quad (1.8)$$

де: G_a - повна вага автомобіля, Н;

f_0 - коефіцієнт опору коченню при малій швидкості, який приймається для сухого асфальту або асфальтобетону рівним 0,014 для легкових автомобілів і 0,010 для вантажних автомобілів та $f_0 = 0,030$ на ґрунтовій дорозі для усіх автомобілів;

k_v - коефіцієнт впливу швидкості на опір коченню, який приймаємо $k_v = 5 \cdot 10^{-5}$;

V_a - швидкість руху автомобіля, км/год.

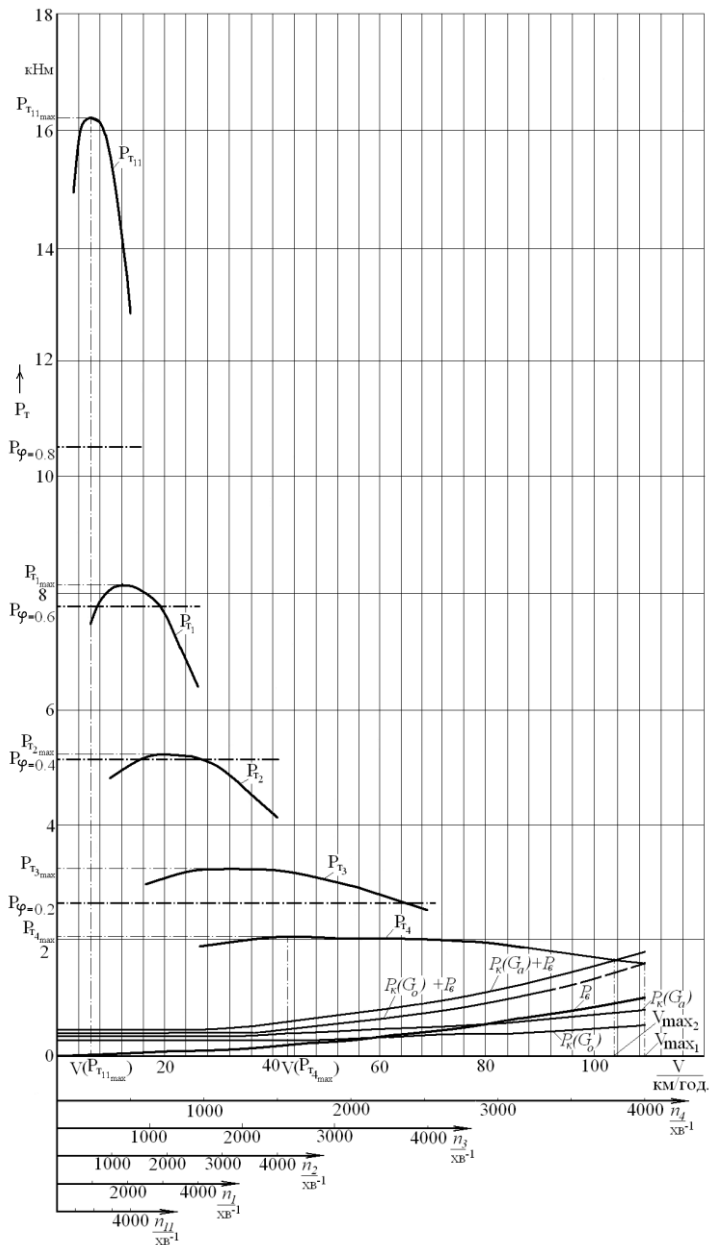


Рисунок 1.2 - Тягова характеристика автомобіля

Розрахунок ведемо для асфальту або асфальтобетону і для ґрунтової дороги.

Силу аеродинамічного опору розраховуємо по залежності

$$P_{\epsilon} = \frac{c_x \cdot \rho \cdot \Omega \cdot V_a^2}{2 \cdot 3,6^2}, \quad (1.9)$$

де: c_x - коефіцієнт аеродинамічного опору, який береться із даних по автомобілю, приведених у таблицях А.2-А4 додатку А;

ρ - щільність повітря, яка приймається в розрахунках постійною ($\rho = 1,24 \text{ кг/м}^3$);

Ω - площа поперечного перетину автомобіля, м^2 .

У першому наближенні розраховуємо значення Ω по залежності

$$\Omega = \gamma_{\Omega} B \cdot H, \quad (1.10)$$

де: γ_{Ω} - коефіцієнт повноти площі поперечного перетину автомобіля;

B - габаритна ширина автомобіля, м;

H - габаритна висота автомобіля, м

На графіці тягового балансу будуємо окремо залежності сил опору коченню і аеродинамічного опору і сумарну силу опору руху.

Під горизонтальною віссю швидкості необхідно помістити шкали частот обертання валу двигуна при русі на різних передачах. На кожній шкалі мають бути нанесені відповідні цифри з рівномірним розбиттям (наприклад, через 500 хв^{-1}).

На графік тягової характеристики наносяться лінії максимальних значень сили тяги по умові зчеплення ведучих коліс із дорогою для коефіцієнтів зчеплення $\phi = 0,8; 0,6; 0,4$ і $0,2$.

При розрахунку тягового балансу автопоїздів слід збільшити значення коефіцієнта аеродинамічного опору порівняно з одиночним автомобілем на 50...60%.

1.3 Динамічний баланс автомобіля

На графіку динамічного балансу зображується динамічна характеристика автомобіля і залежність коефіцієнта опору коченню від швидкості.

Динамічна характеристика автомобіля (рис. 1.3) - це залежність динамічного фактора автомобіля від швидкості при русі автомобіля на усіх передачах переднього ходу.

Динамічний фактор визначається за залежністю

$$D_{ij} = \frac{P_{T_{ij}} - P_{\epsilon}}{G_a}. \quad (1.11)$$

На графіку залежності коефіцієнта опору від швидкості будуються для асфальту або асфальтобетону і для ґрунту ($f_o = 0,025 \dots 0,030$).

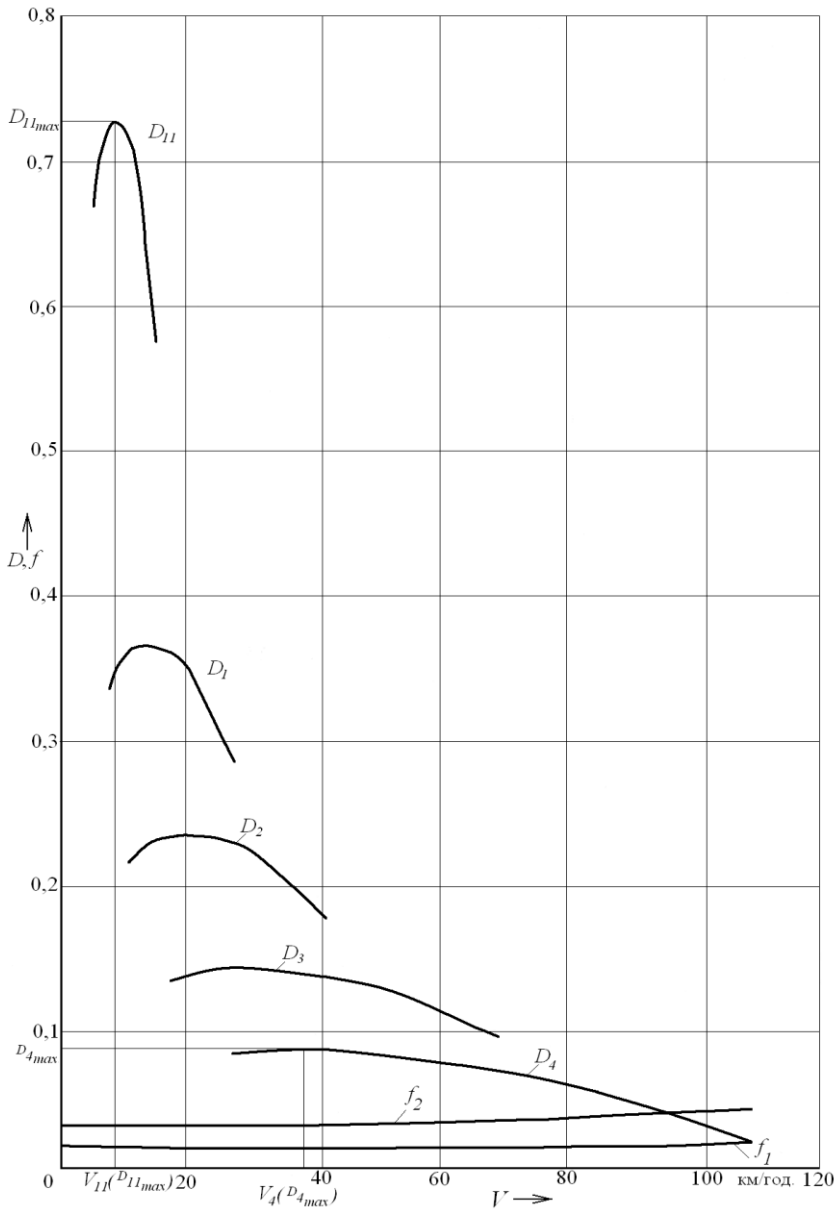


Рисунок 1.3 - Динамічна характеристика автомобіля

1.4 Характеристика прискорень автомобіля

Характеристика прискорень автомобіля (рис. 1.4) є залежністю прискорень, які може розвинути автомобіль при русі на усіх передачах переднього ходу при повній подачі палива в двигун від швидкості руху автомобіля.

Прискорення розраховуються тільки для випадку розгону на асфальтовому або асфальтобетонному шосе, для передач основного діапазону трансмісії на якому забезпечується досягнення максимальної швидкості руху при повній масі автомобіля.

При розгоні автомобіля передбачається робота двигуна з повною подачею палива, тобто за зовнішньою характеристикою.

Прискорення розраховують за залежністю

$$J_{a_{ij}} = \frac{dV}{dt} = (D_{ij}(V) - f_v) \cdot \frac{g}{\delta_{mp_{ij}}}, \quad (1.12)$$

де: j_a - прискорення автомобіля, м/с²;

g - прискорення вільного падіння, 9,8 м/с²;

$\delta_{mp_{ij}}$ - коефіцієнт урахування інерції обертальних мас, який з припущенням, що радіус динамічний приблизно рівний радіусу кочення, розраховується за залежністю

$$\delta_{mp_{ij}} = 1 + \sigma_{1ob} \cdot u_{mp_{ij}}^2 + \sigma_{2ob}; \quad (1.13)$$

σ_{1ob} - коефіцієнт урахування інерції обертальних мас двигуна, який розраховується за залежністю

$$\sigma_{1ob} = \frac{J_e \cdot u_{mp_{ij}}^2 \cdot g}{\eta_{mp_{ij}} G_a \cdot r_k^2}, \quad (1.14)$$

де: J_e - приведений момент інерції рухомих деталей двигуна, кг/м²;

σ_{2ob} - коефіцієнт урахування інерції коліс, який розраховується з таким же припущенням за залежністю

$$\sigma_{2об} = \frac{J_{\kappa\Sigma} g}{G_a \cdot r_k^2}, \quad (1.15)$$

де: $J_{\kappa\Sigma}$ - момент інерції коліс автомобіля, кг/м²

$$J_{\kappa\Sigma} = z_{\kappa} \cdot J_{\kappa}, \quad (1.16)$$

де: z_{κ} - число коліс автомобіля;

J_{κ} - момент інерції колеса (диска з шиною у зборі), кг/м².

Прискорення розраховуються тільки для розгону на асфальтовому або асфальтобетонному шосе. Для автомобілів із роздавальною коробкою прискорення розраховуються тільки для варіанту з вищою передачею в роздавальній коробці.

На графіці прискорень необхідно відмітити величини максимальних прискорень на нижчій передачі і на передачі, на якій досягається максимальна швидкість.

Точку прискорення на першій передачі при мінімально стійкій швидкості сполучаємо тонкою лінією з точкою 0 при нульовому значенні швидкості. Припускаємо, що в процесі розгону зі зчепленням, яке пробуксовує, прискорення автомобіля лінійно зростають від 0 до значення при мінімально стійкій швидкості.

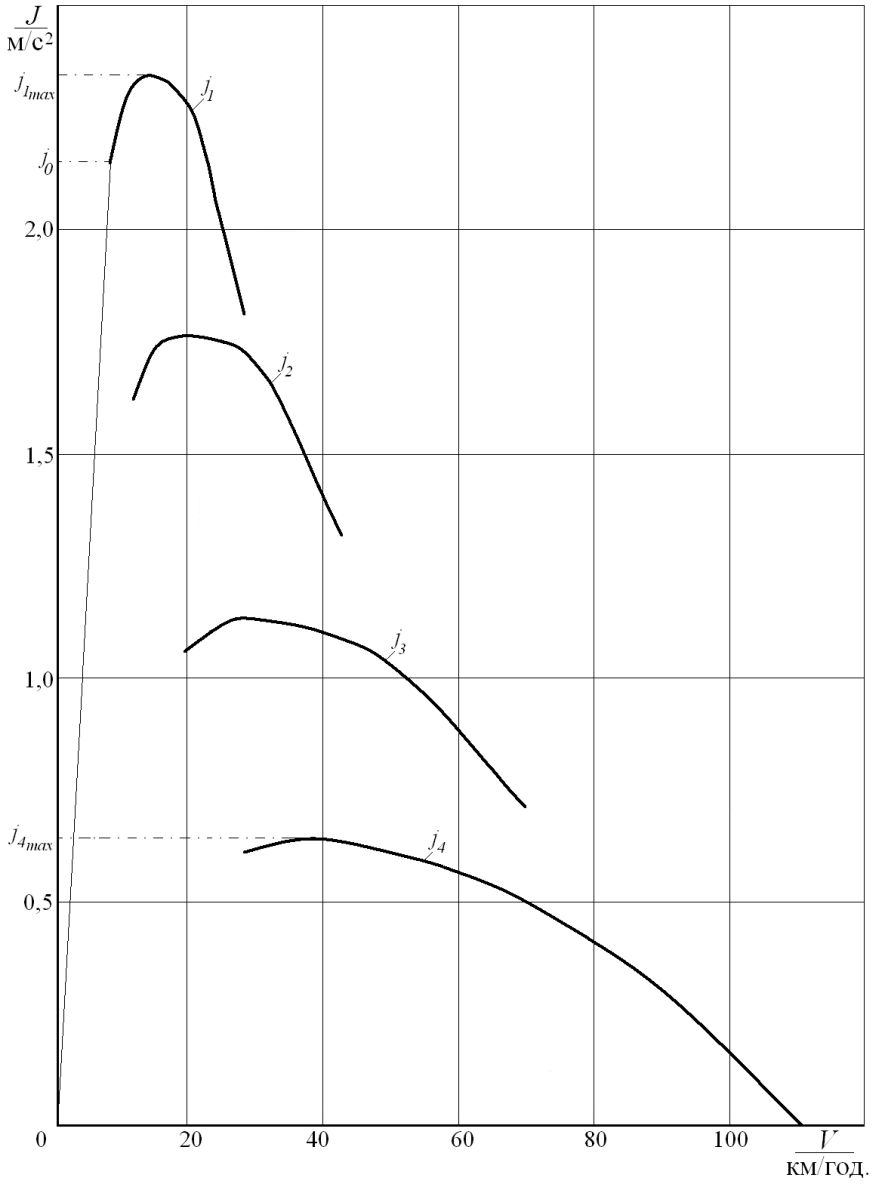


Рисунок 1.4 - Характеристика прискорень автомобіля

1.5 Характеристика розгону автомобіля за часом

Розрахунок часу розгону автомобіля ведеться шляхом інтеграції залежності величин, які зворотні прискоренням автомобіля від швидкості

$$t_p = \int_{v_0}^{v_k} \frac{1}{J(v)} \cdot dv, \quad (1.17)$$

де t_p - час розгону автомобіля від початкової v_0 до кінцевої швидкості v_k .

При відсутності аналітичного опису функціональної залежності величин, які зворотні прискоренням автомобіля від швидкості, можна застосувати один із видів числової інтеграції, наприклад, графічну інтеграцію.

Для цього будуємо допоміжний графік величин, які зворотні прискоренням автомобіля від швидкості (рис. 1.5).

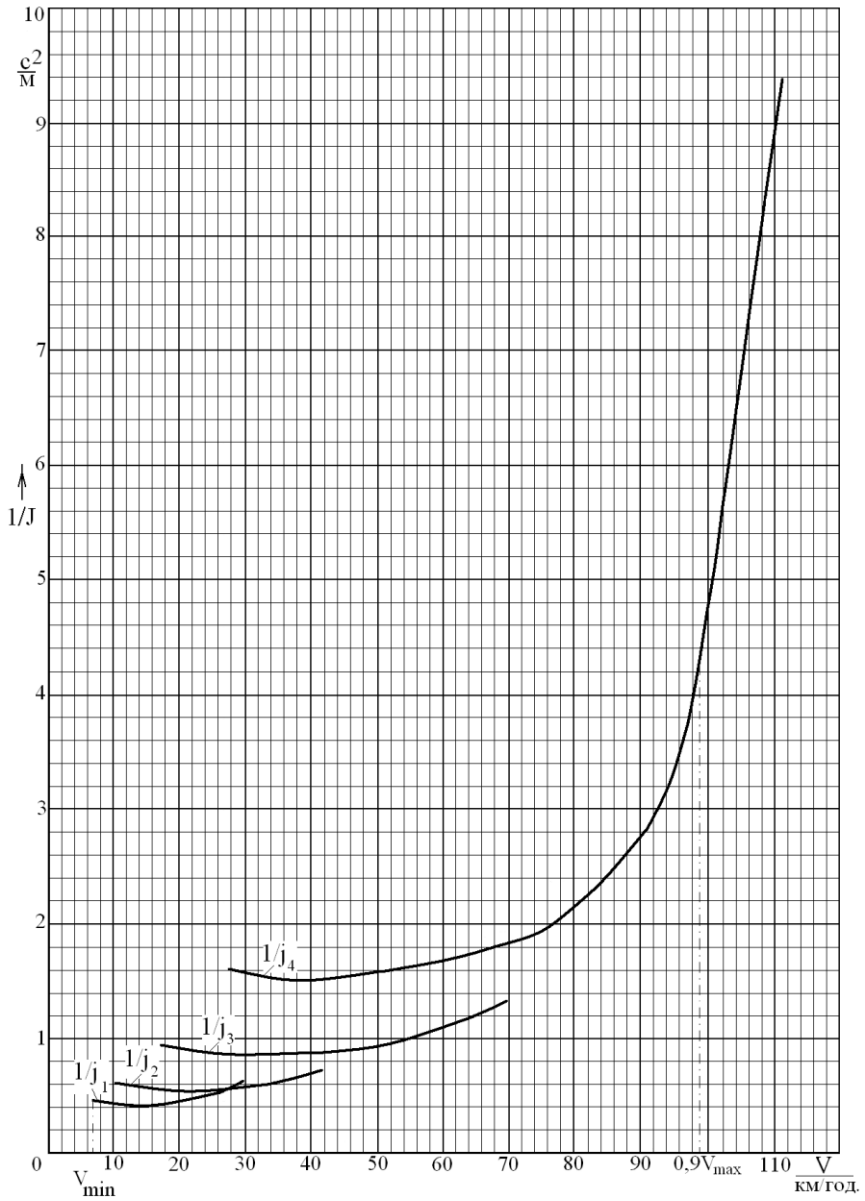


Рисунок 1.5 - Графік величин, які зворотні прискоренням автомобіля

Точки перетину кривих величин, які зворотні прискоренням на суміжних передачах, визначають момент перемикання передач. Якщо криві не перетинаються, то на попередній передачі розгін ведеться до досягнення максимальних оборотів двигуна.

Оскільки при максимальній швидкості прискорення автомобіля рівне нулю, побудова залежності величин, які зворотні прискоренням ведеться до швидкості, рівній 0,9 від максимальної.

При графічній інтеграції увесь діапазон швидкостей у межах руху на кожній передачі розбивається на елементарні відрізки. Максимально допустима величина елементарного відрізка приймається рівною 5 км/год.

Впродовж часу перемикання передач автомобіль рухається уповільнено, проте при прийнятній точності можна нехтувати падінням швидкості за час перемикання передач. Час перемикання передач можна при розрахунку прийняти рівним одній секунді. Час руху зі зчепленням, яке пробуксовує, розраховується по залежності

$$t_{\text{бз}} = \frac{V_{\text{min}} \cdot 2}{J_0 \cdot 3,6}. \quad (1.18)$$

В процесі графічної інтеграції на кожному елементарному інтервалі швидкості визначається середнє постійне значення величини, зворотної прискоренню і підраховується елементарна площа прямокутника ΔS , у межах вибраного інтервалу швидкостей в мм².

За допомогою вибраних масштабів швидкості μ_v і величин, зворотних прискоренню $\mu_{1/J}$ визначається масштаб часу μ_t .

Масштаб швидкості μ_v вибирається розраховувачем із умови наочності графіку залежності величин, зворотних прискоренню від швидкості і має розмірність $a \frac{\text{км/год}}{\text{мм}}$ або, відповідно, $\frac{a}{3,6} \cdot \frac{\text{м/с}}{\text{мм}}$.

Масштаб величин, зворотних прискоренню $\mu_{1/J}$ також вибирається розраховувачем із умови наочності графіку залежності величин, зворотних прискоренню від швидкості і має розмірність $b \cdot \frac{\text{с}^2/\text{м}}{\text{мм}}$.

Тоді масштаб часу визначиться за залежністю

$$\mu_t = \frac{a \cdot b}{3,6} \cdot \frac{c}{\text{мм}^2}. \quad (1.19)$$

Умноживши кожен елементарну площу інтегрованої кривої на масштаб часу, визначимо елементарний час розгону автомобіля в заданому інтервалі швидкостей.

За отриманими даними будемо графік часу розгону автомобіля у функції швидкості (рис. 1.6), додаючи на графіці в точках перемикавання передач вертикальні сходи, що відповідають часу перемикавання передач (при нехтуванні втратою швидкості за час перемикавання передач).

1.6 Характеристика розгону автомобіля по шляху

Шлях розгону автомобіля можна розрахувати, провівши інтеграцію залежності часу розгону автомобіля від швидкості його руху

$$S_p = \int_{t_0}^{t_k} v(t) \cdot dt, \quad (1.20)$$

де S_p - шлях розгону автомобіля від початкового t_0 до кінцевого часу t_k .

За відсутності аналітичного опису залежності часу розгону автомобіля від швидкості руху можна скористатися одним із видів чисельної інтеграції - графічною інтеграцією. Для проведення такої інтеграції розбиваємо вісь часу на графіці залежності часу розгону від швидкості руху на елементарні відрізки часу Δt . Через графік $t = f(V)$ визначаємо ті відрізки швидкості ΔV , що відповідають кожному елементарному відрізку часу Δt .

Приймаючи на кожному елементарному відрізку часу середнє значення швидкості V , визначаємо площу елементарного прямокутника в заданому інтервалі часу.

Використовуючи значення масштабу часу, прийнятого при побудові графіка $t = f(V)$ - μ_t із розмірністю $a \cdot \frac{c}{\text{мм}}$ і прийнятий масштаб швидкості μ_v із розмірністю $\frac{a}{3,6} \cdot \frac{\text{м/с}}{\text{мм}}$, визначимо необхідний при проведенні численного графічного інтегрування масштаб шляху μ_s

$$\mu_s = \frac{a \cdot d}{3/6} \cdot \frac{m}{mm^2}. \quad (1.21)$$

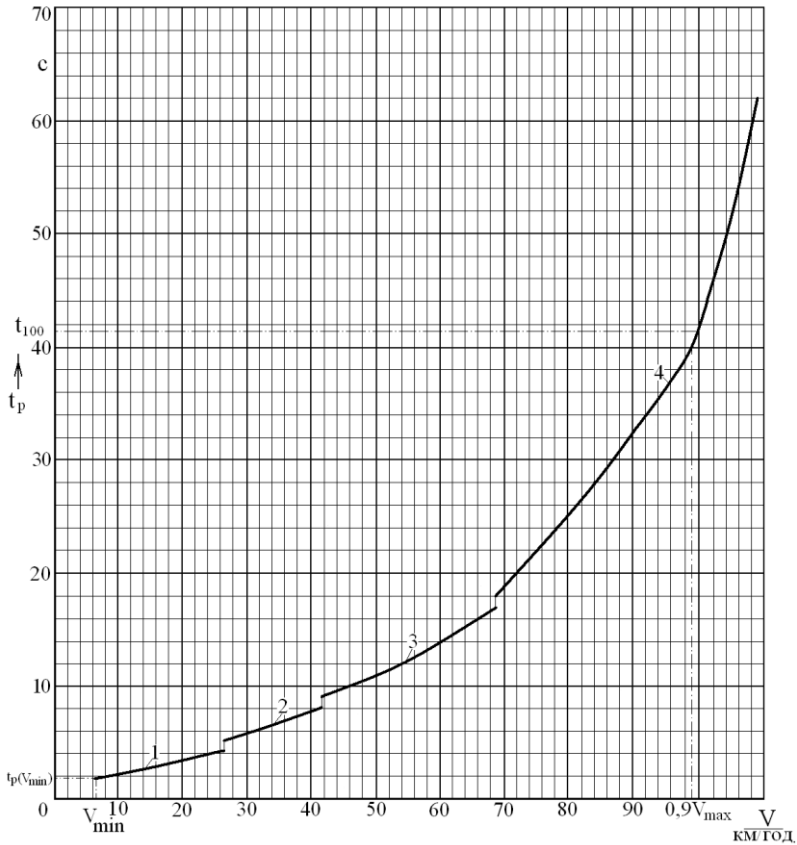


Рисунок 1.6 - Графік часу розгону автомобіля від швидкості

Перемноживши елементарні площі інтегрованого графіку на отриманий масштаб шляху, визначимо значення елементарних відрізків шляху, пройденого за інтервали вибраного часу, а отже і у вибраних інтервалах швидкостей.

За отриманими результатами будемо графік залежності шляху, пройденого автомобілем у процесі розгону у функції швидкості автомобіля (рис. 1.7).

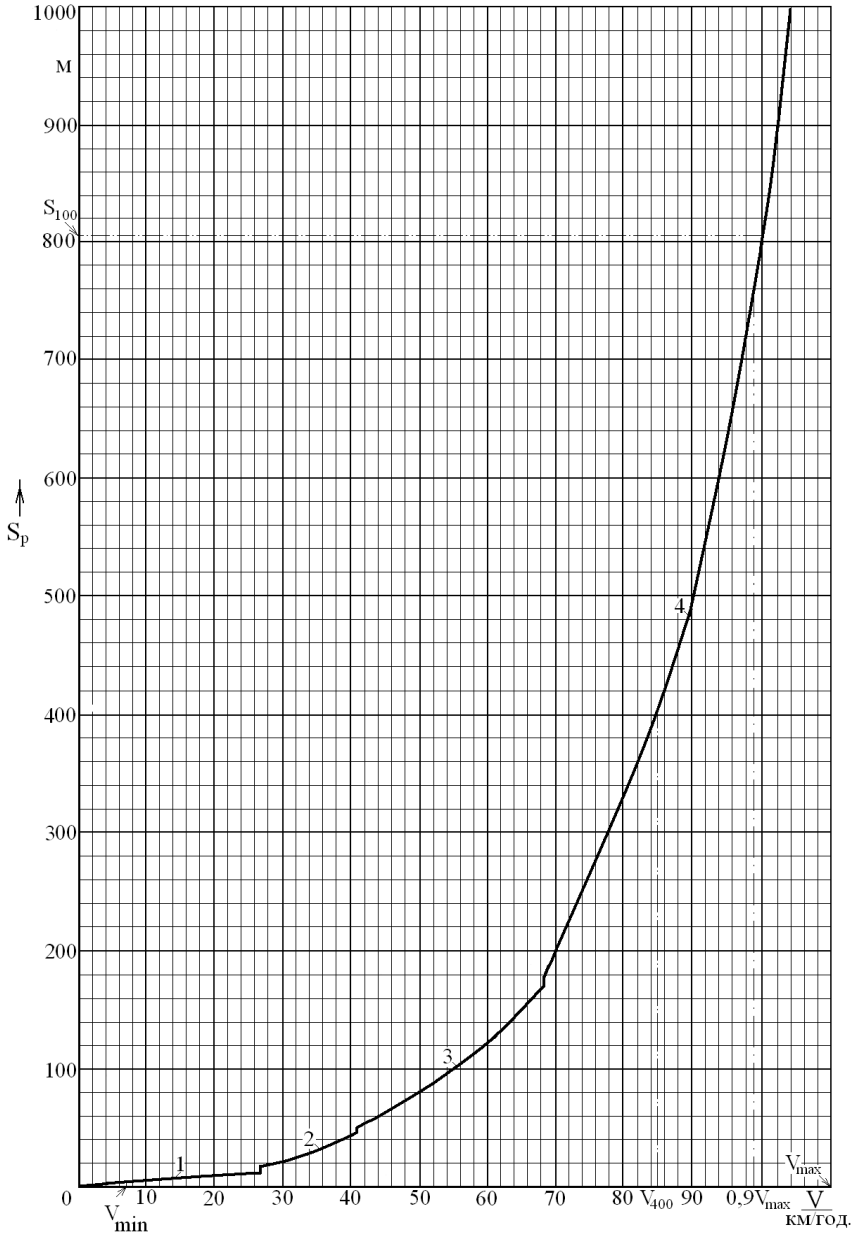


Рисунок 1.7 - Графік шляху розгону автомобіля від швидкості

У моменти перемикання передач на графіці при нехтуванні падінням швидкості за час перемикання передач зображуємо вертикальні відрізки графіку, що характеризують шлях, пройдений автомобілем за час перемикання передач.

1.7 Баланс потужності автомобіля

На графіці балансу потужності (рис. 1.8) зображується характеристика потужності автомобіля на усіх передачах прямого ходу і сумарна потужність опору коченню і аеродинамічного опору при рівномірному русі автомобіля на асфальтовому або асфальтобетонному шосе ($f_0=0,014$ для легкових автомобілів і $f_0=0,010$ для вантажних автомобілів) і при русі на ґрунтовій дорозі ($f_0=0,030$ для усіх автомобілів).

Характеристика потужності автомобіля являє собою залежності потужності на його ведучих колесах від швидкості руху автомобіля.

Потужність на ведучих колесах визначається потужністю двигуна за зовнішньою його характеристикою, підведеною до ведучих коліс із урахуванням втрат у трансмісії

$$N_{kij} = N_e \cdot \eta_{mpij} \cdot \quad (1.22)$$

Швидкість руху автомобіля при цьому значенні потужності, визначаємо з урахуванням передатних чисел включених передач в коробці передач і додатковій коробці за залежністю (1.7).

Потужність опору коченню N_f визначаємо за залежністю

$$N_f = 10^{-3} \cdot G_a \cdot f_0 \cdot \left(1 + k_v \cdot V_a^2\right) \frac{V_a}{3,6}, \quad (1.23)$$

в якій величини прийняті в розмінностях: $[G_a]$ - Н; $[V_a]$ - км/год.; $[N_f]$ - кВт; $[k_v]$ - (км/год.)⁻².



Рисунок 1.8 - Баланс потужності автомобіля

Потужність аеродинамічного опору N_w розраховуємо по залежності

$$N_w = 36^{-3} \cdot \frac{c_x \cdot \rho}{2} \cdot \Omega V_a^3, \quad (1.24)$$

в якій величини прийняті в розмінностях: $[\rho]$ - кг/м³; $[\Omega]$ - м²; $[V_a]$ - км/год.; $[N_w]$ - кВт.

Під горизонтальною віссю швидкості поміщаються додаткові шкали частот обертання колінчастого валу двигуна на усіх передачах переднього ходу.

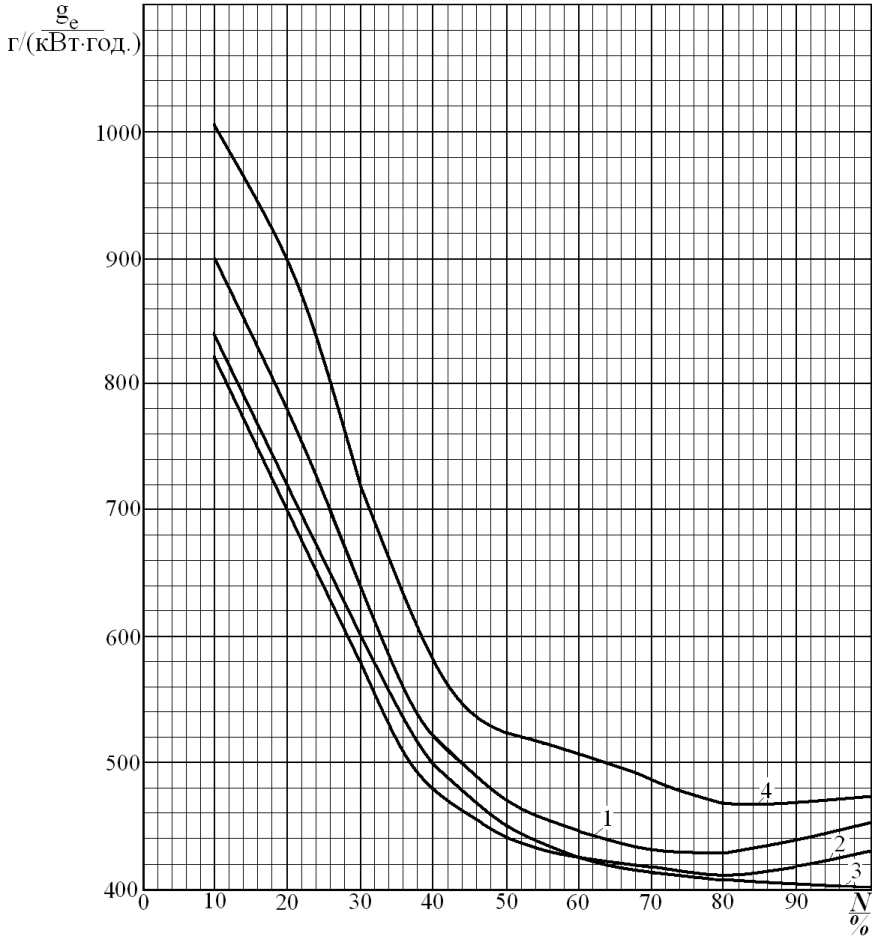
2 ПАЛИВНО-ЕКОНОМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АВТОМОБІЛЯ

2.1 Паливно-економічна характеристика автомобіля

Паливно-економічна характеристика автомобіля являє собою залежністю шляхової витрати палива Q_s в л/100 км, визначеної на різних швидкостях при рівномірному русі автомобіля на заданій дорозі із заданою передачею в коробці передач.

Для побудови паливно-економічної характеристики автомобіля потрібна характеристика навантаження двигуна цього автомобіля.

Характеристика навантаження (рис. 2.1) представляється двовимірним масивом, що характеризує залежність питомої витрати палива цим двигуном g_e , заданої в г/кВт·год. або годинної витрати палива G_e , заданої в кг/год., у функції двох змінних чинників - міри завантаження двигуна (% Ne) і частоти обертання колінчастого валу двигуна (n_e).



1 - $n_e = 1000 \text{ хв}^{-1}$; 2 - $n_e = 1500 \text{ хв}^{-1}$; 3 - $n_e = 2500 \text{ хв}^{-1}$; 4 - $n_e = 3500 \text{ хв}^{-1}$

Рисунок 2.1 - Навантажувальна характеристика двигуна

Звичайно міра навантаження задається набором значень - 20%, 40%, 60%, 80% і 100% навантаження.

Частота обертання колінчастого валу двигуна задається набором дискретних значень частот, узятих із певним інтервалом.

Для побудови паливно-економічної характеристики доцільно представити характеристику навантаження двигуна у вигляді графіку

залежності питомої або годинної витрати палива при фіксованих значеннях частоти обертання валу двигуна від міри завантаження двигуна

$$g_e = f(\%N_e). \quad (2.1)$$

Потім для кожного фіксованого значення частоти обертання колінчастого валу двигуна визначаємо на заданих передачах в трансмісії відповідну швидкість автомобіля за залежністю (1.7)

Далі розраховуємо величину сумарної потужності опору руху при рівномірному русі автомобіля з цією швидкістю на заданій передачі на заданій дорозі за залежностями (1.23, 1.24 та 2.2)

$$N_{\Sigma} = N_f + N_w. \quad (2.2)$$

Потім на графіці балансу потужності визначаємо міру навантаження двигуна при рівномірному русі автомобіля з цією швидкістю на заданій передачі на заданій дорозі.

Міра навантаження двигуна являє собою відношення сумарної потужності від опору руху до потужності, яку може розвинути двигун при повній подачі палива при роботі на вибраній частоті обертання валу двигуна. При відомій мірі навантаження і частоті обертання колінчастого валу двигуна за характеристикою навантаження, наприклад представленої графічною залежністю, визначаємо значення питомої g_e або годинної витрати палива G_z , з якою працює двигун на заданому швидкісному режимі руху автомобіля.

Визначаємо значення шляхової витрати палива Q_s в л/100 км на заданому швидкісному режимі руху автомобіля по одній із залежностей

$$Q_s = \frac{g_e \cdot (N_f + N_w)}{10 \cdot V_a \cdot \rho_n \cdot \eta_{mp}}, \quad (2.3)$$

або

$$Q_s = \frac{G_z}{V_a \cdot \rho_n} \cdot 100, \quad (2.4)$$

де ρ_n - щільність палива.

Приймаємо щільність бензину 0,73, а щільність дизельного палива - 0,80.

Повторивши наведену вище операцію на усіх значень частот обертання колінчастого валу двигуна, приведених в характеристиці навантаження двигуна, отримаємо набір точок, що характеризують значення шляхової витрати палива при різних значеннях швидкості руху автомобіля на заданій дорозі на заданій передачі в коробці передач.

Припускаючи, що між точками неможливі сплески і викиди, сполучаємо їх гладкою кривою, яку і називають паливно-економічною характеристикою автомобіля (рис. 2.2).

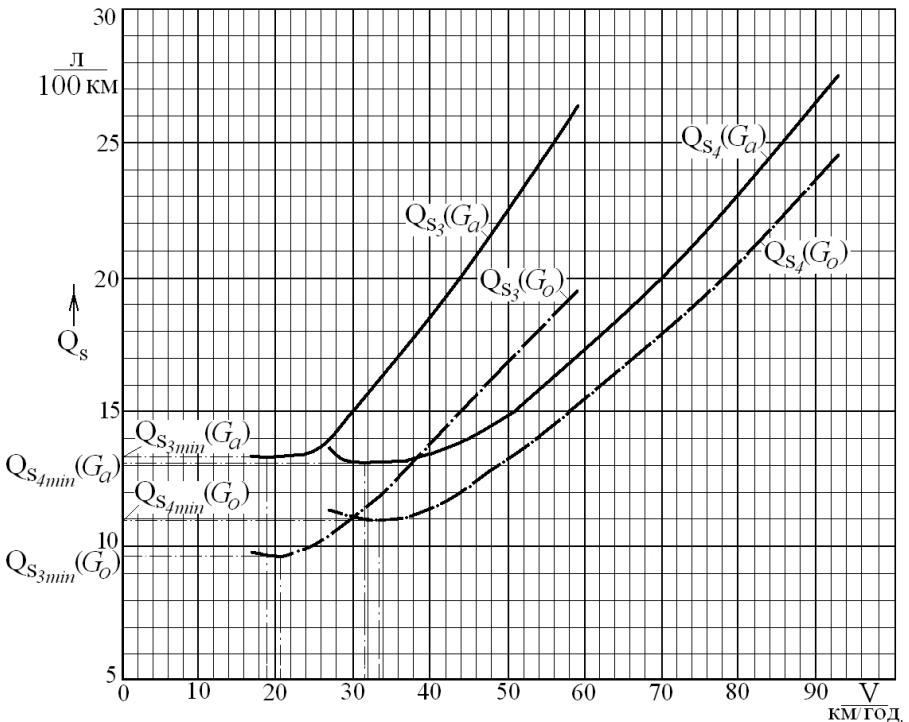


Рисунок 2.2 - Паливно-економічна характеристика автомобіля

Потім на графіці балансу потужності визначаємо міру навантаження двигуна при рівномірному русі автомобіля з цією швидкістю на заданій передачі на заданій дорозі.

Повторюємо розрахунок для іншої дороги і за завданням викладача, на іншій передачі. Розрахунки ведуться для автомобіля як при повній масі, так і для автомобіля з частковим навантаженням - у спорядженому стані.

2.2 Основні показники тягово-швидкісних і паливно-економічних властивостей автомобіля

Результати розрахунків тягово-швидкісних і паливно-економічних властивостей автомобіля заносяться до підсумкової табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Підсумкова таблиця основних показників тягово-швидкісних і паливно-економічних властивостей автомобіля

Показники, розмірність	Позначення	Величина показника розрахункова	Величина показника із довідкових джерел	Примітки
Максимальна швидкість, км/год.	V_{max}			
Максимальне тягове зусилля на ведучих колесах без обмеження по зчепленню, кН	$P_{K_{max}}$			
Максимальне тягове зусилля на ведучих колесах із обмеженням по зчепленню, кН	$P_{K_{\phi}}$			
Максимальна сила тяги на вищій передачі, кН	P_{K_e}			
Максимальний динамічний фактор автомобіля	D_{max}			
Максимальний динамічний фактор на вищій передачі	D_e			

Продовження таблиці 2.1

Показники, розмірність	Позначення	Величина показника розрахункова	Величина показника із довідкових джерел	Примітки
Швидкість на вищій передачі при русі з D_v , км/год.	V_{Dv}			
Максимальне прискорення автомобіля, м/с ²	j_{max}			
Максимальне прискорення на вищій передачі, м/с ²	J_v			
Час проходження шляху 400 м, с	t_{400}			
Швидкість при розгоні на шляху 400 м, км/год.	V_{400}			
Максимальний долаємий підйом, град	α_{max}			
Максимальний долаємий підйом, %	i_{max}			
Витрата палива при русі із швидкістю 60 км/год., л/100 км	Qs_{60}			
Витрата палива при русі із швидкістю 90 км/год., л/100 км	Qs_{90}			
Витрата палива при русі із швидкістю 120 км/год., л/100 км	Qs_{120}			

Порівнюючи розрахункові величини основних показників тягово-швидкісних і паливно-економічних властивостей автомобіля із відповідними величинами показників із довідкових джерел для автомобілів аналогів або які установлюються у відповідності до діючої нормативно-технічної документації зробити висновки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств. Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» - М.: Машиностроение, 1989. - 240 с., ил.

2. Гришкевич А.И. Автомобили: Теория. Учебник для вузов. - Минск: Высшая школа, 1986. - 208 с., ил.

3. Вахламов В.К. Автомобили: Эксплуатационные свойства. Учебник для студентов высших учебных заведений. - М: Издательский центр «Академия», 2005. - 240 с.

4. ГОСТ 20306-85. Топливная экономичность автотранспортных средств. Номенклатура показателей и методы испытаний. - М.: Изд-во стандарт, 1985. - 38 с.

5. Кнороз В.И., Кленников Е.В. Шины и колеса. - М.: Машиностроение, 1975. - 184 с., ил.

6. Н.Н. Алекса, В.Н. Алексеенко, А.Б. Гредескул. Теория эксплуатационных свойств автотранспортных средств в примерах и заданиях. Учебное пособие. - К.: УМК ВО, 1990. - 100 с., ил.

Додаток А

Варіанти завдань та вихідні дані по автомобілям

Варіанти завдань розрахунково-графічної роботи студенти різних груп, у відповідності до другої цифри шифру групи, вибирають за порядковим номером у списку журналу академічної групи, із табл. А.1 цього додатку.

Шифр варіанту завдання включає тип автомобіля: ЛА - легковий автомобіль, А - автобус, ВА - вантажний автомобіль; клас автомобіля – перші дві цифри та порядковий номер моделі автомобіля вихідні дані яких приведені у табл. А.2 - А.4 додатку.

Таблиця А.1 - Варіанти завдань

Порядковий номер за списком	Тип, клас і номер моделі автомобіля		Порядковий номер за списком	Тип, клас і номер моделі автомобіля	
	Група 1	Група 2		Група 1	Група 2
1	ЛА - 1101	ЛА - 2109	14	А - 2206	ВА - 5318
2	А - 1201	А - 3210	15	ВА - 3305	ВА - 5314
3	ВА - 3301	ВА - 4310	16	ЛА - 2106	ЛА - 3113
4	ЛА - 1102	ЛА - 1102	17	А - 2207	ВА - 4319
5	А - 1202	А - 3211	18	ВА - 4306	ВА - 5315
6	ВА - 3302	ВА - 5311	19	ЛА - 2107	ЛА - 3114
7	ЛА - 2103	ЛА - 3110	20	А - 2208	ВА - 5320
8	А - 1204	А - 3212	21	ВА - 4307	ВА - 6316
9	ВА - 3303	ВА - 5312	22	ЛА - 2108	ЛА - 3115
10	ЛА - 2104	ЛА - 3111	23	А - 3209	ВА - 5321
11	А - 2205	А - 3213	24	ВА - 4308	ВА - 6317
12	ВА - 3304	ВА - 5313	25	ВА - 5309	ЛА - 3116
13	ЛА - 2105	ЛА - 3102	26		

В табл. А.2, А.3 та А.4 приведені вихідні дані для завдань по легковим автомобілям, автобусам та вантажним автомобілям, відповідно.

В стовбцях таблиць задані наступні характеристики: кл. авт. - клас автомобіля за основною класифікаційною ознакою; тип х.ч. - тип ходової частини; m_{cn} , кг - споряджена маса автомобіля; m_a , кг - повна маса автомобіля; m_1/m_2 , кг - розподіл повної маси автомобіля на ведені і ведучі колеса; вар. дв. - варіант двигуна; B , мм - ширина габаритна; H , мм - висота габаритна; C_x - коефіцієнт аеродинамічного опору; U_{ki} - передатні числа коробки передач; U_{oj} - передатні числа додаткової коробки передач; U_e - передатне число головної передачі; Шини - типорозмір шин m_n , кг - повна маса причепа.

Таблиця А.2 - Вихідні дані для завдання по легковим автомобілям

№ п/п	Кл. авт.	Тип х.ч.	Кіл. пас.	$m_{сп},$ кг	$m_a,$ кг	$m_1/m_2,$ кг	Вар. дв.	$B,$ мм	$H,$ мм	C_x	U_{ki}	U_{oj}	U_z	Шини
1	11	4x2	4	650	950	$\frac{380}{570}$	1	1160	1450	0,52	3,83 2,29 1,39 0,90		4,63	5,2-13
2	11	4x2	4	780	1080	$\frac{465}{675}$	2	1220	1370	0,56	3,73 2,29 1,39 0,96		4,63	155-330
3	21	4x4	4	950	1350	$\frac{680}{670}$	2	1325	1790	0,64	7,20 3,80 2,12 1,40 0,82		5,54	5,9-13
4	21	4x2	5	945	1345	$\frac{632}{713}$	5	1349	1440	0,48	3,75 2,30 1,49 1,00 0,89		4,30	155-330
5	21	4x2	5	1050	1450	$\frac{667}{783}$	6	1365	1440	0,48	3,24 2,00 1,99 1,29 1,0		4,10	165-13 P
6	21	4x4	4	1150	1550	$\frac{750}{800}$	6	1430	1590	0,52	3,24 1,99 1,29 1,00	1,20 2,14	4,30	6,95-16

Продовження таблиці А.2.

№ п/п	Кл. авт.	Тип х.ч.	Кіл. пас.	$m_{сп},$ кг	$m_a,$ кг	$m_1/m_2,$ кг	Вар. дв.	$B,$ мм	$H,$ мм	C_x	$U_{кi}$	$U_{\partial j}$	U_c	Шини
7	21	4х2	5	1080	1480	$\frac{682}{798}$	3	1270	1480	0,51	3,81 2,42 1,45 1,00		4,22	6,40-13
8	21	4х2	5	1080	1480	$\frac{682}{798}$	4	1270	1480	0,51	3,49 2,04 1,33 1,00 0,93		4,22	6,45-13
9	21	4х2	5	1120	1520	$\frac{690}{830}$	4	1270	1525	0,48	3,49 2,04 1,33 1,00		4,55	6,40-13
10	31	4х2	5	1450	1875	$\frac{890}{985}$	8	1420	1620	0,48	3,51 2,42 1,52 1,00 0,87		4,55	6,7-15
11	31	4х2	7	1545	2095	$\frac{995}{1100}$	8	1420	1650	0,51	3,51 2,42 1,52 1,00 0,87		4,55	7,10-15
12	31	4х2	5	1400	1825	$\frac{870}{955}$	8	1470	1490	0,48	3,50 2,26 1,45 1,00 0,94		4,10	7,35-14

Продовження таблиці А.2.

№ п/п	Кл. авт.	Тип х.ч.	Кіл. пас.	$m_{сп},$ кг	$m_a,$ кг	$m_1/m_2,$ кг	Вар. дв.	$B,$ мм	$H,$ мм	C_x	U_{ki}	U_{oj}	U_e	Шини
13	31	4x2	7	1550	2040	$\frac{920}{1120}$	8	1470	1610	0,46	3,50 2,26 1,45 1,00 0,94		4,10	7,35-14
14	31	4x2	5	1400	1825	$\frac{870}{955}$	10	1470	1490	0,48	3,50 2,26 1,45 1,00 0,94		4,10	7,35-14
15	31	4x4	7	1540	2290	$\frac{960}{1330}$	8	1442	2015	0,62	4,12 2,64 1,58 1,00 0,87	1,94 1,00	5,13	8,40-15
16	31	4x4	7	1540	2290	$\frac{960}{1330}$	10	1442	2015	0,62	4,12 2,64 1,58 1,00 0,87	1,94 1,00	5,13	8,40-15

Таблиця А.3 - Вихідні дані для завдання по автобусам

№ п/п	Кл. авт.	Тип х.ч	Кіл. пас.	$m_{сп},$ кг	$m_a,$ кг	$m_1/m_2,$ кг	Вар. дв.	$B,$ мм	$H,$ мм	C_x	$U_{кл}$	$U_{дж}$	U_z	Шини
1	12	4х2	10*/10**	1675	2545	<u>1230</u> 1315	8	1420	2110	0,56	3,49 2,04 1,33 1,00		4,55	7,00-15
2	12	4х2	11/11	1670	2630	<u>1240</u> 1390	8	1474	1970	0,50	3,50 2,26 1,45 1,00		4,10	185-15P
3	12	4х4	10/10	1870	2690	<u>1310</u> 1380	8	1442	2090	0,51	4,12 2,64 1,58 1,00	1,94 1,00	5,13	8,40-15
4	22	4х2	45/23	4340	7640	<u>2735</u> 4905	9	1900	2800	0,51	6,48 3,09 1,71 1,00		6,83	8,25-20
5	22	4х2	58/23	4535	7825	<u>2538</u> 5287	10	1940	2952	0,51	6,55 3,09 1,71 1,00		6,83	8,25-20
6	22	4х4	26/26	4860	7155	<u>2643</u> 4512	10	1812	3044	0,61	6,55 3,09 1,71 1,00	1,96 1,00	6,83	240-508
7	22	4х2	28/21	4080	6545	<u>1700</u> 4845	10	1690	2835	0,72	6,55 3,09 1,71 1,00		6,83	7,50-20

Продовження таблиці А.3.

№ п/п	Кл. авт.	Тип х.ч	Кіл. пас.	$m_{сп},$ кг	$m_a,$ кг	$m_1/m_2,$ кг	Вар. дв.	$B,$ мм	$H,$ мм	C_x	U_{ki}	U_{dj}	U_e	Шини
8	32	4х2	62/32	6500	10980	<u>4140</u> 6840	11	2116	3000	0,64	7,44 4,10 2,29 1,47 1,00		7,63	11,00-20
9	32	4х2	62/33	6850	11425	<u>3975</u> 7450	12	2116	2900	0,58	7,44 4,10 2,29 1,47 1,00		7,53	280-508
10	32	4х2	33/33	7300	10625	<u>3550</u> 7075	12	2116	2900	0,58	7,44 4,10 2,29 1,47 1,00		6,98	280-508
11	32	4х2	41/41	8555	12640	<u>4670</u> 7970	13	2100	3090	0,48	6,17 3,40 1,79 1,00 0,78		7,52	280-508
12	32	4х2	41/41	8555	12640	<u>4670</u> 7970	14	2100	3090	0,48	7,82 4,03 2,50 1,53 1,00		7,22	260-508

Таблиця А.4 - Вихідні дані для завдання по вантажним автомобілям

№ п/п	Кл. авт.	Тип х.ч.	m_2 , кг	$m_{сп}$, кг	m_a , кг	m_1/m_2 , кг	Вар. дв.	B , мм	H , мм	C_x	U_{ki}	U_{dj}	U_e	Шини	m_n , кг
1	13	4x2	1000	1510	2660	$\frac{1120}{1540}$	8	1442	2070	0,8	4,12 2,64 1,58 1,00		5,13	8,40-15	
2	13	4x4	800	1670	2620	$\frac{1190}{1430}$	8	1442	2070	0,8	4,12 2,64 1,58 1,00	1,94 1,00	5,13	8,40-15	850
3	23	4x2	2500	2500	5150	$\frac{1540}{3610}$	9	1650	2130	0,96	6,4 3,09 1,69 1,0		6,67	7,5-20	2500
4	33	4x2	4000	3250	7400	$\frac{1810}{5590}$	10	1690	2200	0,88	6,08 3,09 1,71 1,0		6,83	8,25-20	4000
5	33	4x4	2000	3470	5800	$\frac{2730}{3070}$	10	1800	2440	0,8	6,55 3,09 1,71 1,0	1,98 1,00	6,83	12,00-18	2000
6	43	4x2	4000	4100	8325	$\frac{2160}{6165}$	11	1800	2350	0,96	7,44 4,10 2,29 1,47 1,0		6,45	9,00-20	8000
7	43	4x2	5000	4300	9525	$\frac{2575}{6950}$	12	1800	2350	0,95	7,44 4,10 2,29 1,47 1,0		6,32	260-20	8000

Продовження таблиці А.4.

№ п/п	Кл. авт.	Тип х.ч.	m_2 , кг	$m_{сп}$, кг	m_a , кг	m_1/m_2 , кг	Вар. дв.	B , мм	H , мм	C_x	U_{ki}	U_{dj}	U_z	Шини	m_n , кг
8	43	6x6	5000	6460	10185	<u>3055</u> 7130	12	1820	2975	0,96	7,44 4,10 2,29 1,47 1,00	2,08 1,00	7,34	13,00-20	6500
9	53	6x4	8000	6875	15175	<u>4175</u> 11000	13	1850	2345	0,96	7,44 4,10 2,29 1,47 1,00		6,33	260-20	
10	43	6x6	4500	5800	10450	<u>3050</u> 7400	11	1755	2360	1,04	7,44 4,10 2,29 1,47 1,00	2,27 1,16	6,67	12,00-18	3600
11	53	6x4	8000	6875	15175	<u>4175</u> 11000	14	1850	2345	0,96	6,17 3,40 1,79 1,00 0,78		6,33	260-20	
12	53	6x4	7500	7275	15000	<u>4000</u> 11000	13	2020	2620	1,04	6,17 3,40 1,79 1,0 0,78	2,15 1,30	8,90	14,00-20	10500
13	53	6x4	7500	7275	15000	<u>4000</u> 11000	16	2020	2620	1,04	7,82 4,03 2,50 1,53 1,00	2,15 1,30	8,90	14,00-20	10500

Продовження таблиці А.4.

№ п/п	Кл. авт.	Тип х.ч.	m_2 , кг	$m_{сп}$, кг	m_a , кг	m_1/m_2 , кг	Вар. дв.	B , мм	H , мм	C_x	U_{ki}	U_{oj}	U_z	Шини	m_n , кг
14	53	6x4	8000	7080	15305	<u>4375</u> 10930	16	2010	2630	0,8	7,82 4,03 2,50 1,53 1,00	1,00 0,82	7,22	260-508P	11500
15	53	4x2	8000	6600	14825	<u>4825</u> 10000	14	1970	2650	0,85	5,26 2,90 1,52 1,0 0,66		7,24	11,00-20	12000
16	63	6x4	14000	9550	23700	<u>5700</u> 18000	15	1970	2650	0,86	8,70 3,40 1,79 1,00 0,73		7,24	300-508	14000
17	63	6x4	12000	11130	23355	<u>4665</u> 18590	15	1950	2620	1,12	5,26 2,90 1,52 1,00 0,66	2,28 1,15	8,21	12,00-20	16600
18	53	6x6	7500	11950	19675	<u>5450</u> 14225	15	2160	2940	1,12	7,82 4,03 2,50 1,53 1,00	2,28 1,23	8,21	1300x530 -533	30000
19	43	6x6	5000	8020	13425	<u>4350</u> 9075	14	2000	2370	1,04	5,61 2,89 1,64 1,00 0,72	2,15 1,30	7,32	14,00-20	7000

Продовження таблиці А.4.

№ п/п	Кл. авт.	Тип х.ч.	m_2 , кг	$m_{сп}$, кг	m_a , кг	m_1/m_2 , кг	Вар. дв.	B , мм	H , мм	C_x	U_{ki}	U_{dj}	U_z	Шини	m_n , кг
20	53	6х4	8770	10000	18920	<u>4470</u> 14450	16	2010	2700	0,8	7,82 4,03 2,50 1,53 1,00		7,22	260-508P	
21	53	4х2	3600	7225	15375	<u>5375</u> 10000	14	1970	2785	0,86	5,26 2,90 1,52 1,00 0,66		7,73	11,00-20	

Типи двигунів, які застосовуються на автомобілях приведені в табл. Б.1 додатку Б.

Додаток Б

Варіанти і характеристики двигунів автомобілів

Варіанти двигунів різних типів, які застосовуються на автомобілях приведені в табл. Б.1.

Тип двигуна визначається видом палива на якому він працює: Б - бензиновий, Д - дизельний; розташуванням циліндрів: V - подібне, L - рядне; числом циліндрів; робочим об'ємом двигуна, л; ефективною потужністю двигуна в кВт при відповідній частоті обертів колінчатого валу, хв^{-1} , у відповідності до схеми приведеної на рис. Б.1.

Характеристики навантаження та зовнішні характеристики двигунів різного типу приведені в табл. Б.2 і Б.3, відповідно.

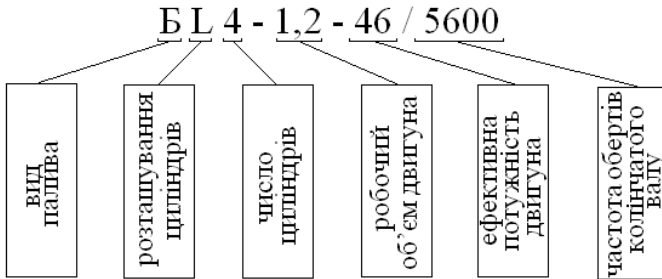


Рисунок Б.1 - Схема означення типу двигуна

Таблиця Б.1 - Варіанти двигунів автомобілів

Варіант двигуна	Тип двигуна	Варіант двигуна	Тип двигуна
1	BLV4-0,9-20/4400	9	BL6-3,5-66/3600
2	BV4-1,2-30/4400	10	BV8-4,3-85/3300
3	DL4-1,4-50/4600	11	BL6-5,6-74/2800
4	BL4-1,5-55/5800	12	BV8-6,0-110/3200
5	BL4-1,2-46/5600	13	BV8-7,0-132/3200
6	BL4-1,6-59/5400	14	DV6-11,2-132/2100
7	BL4-1,6-59/5200	15	DV8-14,5-206/2100
8	BL4-2,5-72/4500	16	DV8-10,9-154/2600

Таблиця Б.2 - Характеристики навантаження двигунів

Тип двигуна (Варіант)	Частота обертання колінчатого вала, хв. ⁻¹	Навантаження двигуна до повної потужності, %				
		20	40	60	80	100
		Годинна витрата палива, кг/год.				
BV4-0,9 - 20 /4400 (1)	1500	1,20	1,51	1,93	2,38	3,44
	2200	1,64	2,24	2,74	3,73	5,10
	3000	2,14	2,07	3,72	4,70	6,45
	4000	2,35	3,13	4,04	5,12	7,80
BV4-1,2-30/4400 (2)	1500	1,20	1,51	1,93	2,38	3,44
	2200	1,64	2,24	2,74	3,73	5,10
	3000	2,14	2,07	3,72	4,70	6,45
	4000	2,35	3,13	4,04	5,12	7,80
DL4-1,4 -50/4600 (3)	1000	1,86	1,90	1,97	2,42	4,27
	2000	2,78	3,12	3,51	4,72	8,32
	3000	3,65	4,07	4,76	6,44	11,30
	4000	5,15	3,13	6,00	8,24	14,2
BL4-1,5-55/5800 (4)	1400	2,00	2,27	2,50	3,34	5,00
	2600	3,25	3,96	4,75	6,30	9,3
	3400	3,96	5,80	7,25	8,20	12,00
	4200	5,00	7,60	9,50	11,80	14,20
BL4-1,2-46/5600 (5)	2000	2,22	2,85	3,50	4,15	5,80
	3000	3,34	4,44	5,50	6,90	9,10
	4000	4,22	5,55	7,33	9,28	10,94
	5000	5,20	7,00	9,15	10,88	14,00
BL4-2,5 -72/4500 (Б8)	1000	1,80	2,40	3,00	3,90	5,70
	2200	3,60	5,40	7,20	9,70	13,60
	3000	5,50	8,10	10,70	13,90	18,40
	4000	8,00	11,50	15,20	18,80	23,70
BV8-4,3-85/3300 (10)	1000	3,40	4,00	4,90	6,30	9,00
	1600	5,10	6,70	9,00	11,50	14,90
	2400	6,90	9,30	12,00	14,40	21,90
	3000	9,50	13,90	18,10	21,00	28,10
BL6-5,6-74/2800 (11)	800	3,10	4,80	6,80	7,30	8,90
	1000	4,60	6,40	7,90	9,10	11,70
	1500	6,60	8,70	10,80	12,80	15,20
	2000	7,40	10,70	13,40	15,60	21,20
BV8-7,0-132/3200 (13)	800	4,00	5,60	7,10	9,70	15,20
	1200	5,60	8,00	10,50	14,30	22,60
	1600	8,00	11,10	14,00	19,20	26,00
	2400	12,00	16,80	21,40	27,40	38,60

Продовження таблиці Б.2.

Тип двигуна (Варіант)	Частота обертання колінчатого вала, хв. ⁻¹	Навантаження двигуна до повної потужності, %				
		20	40	60	80	100
		Годинна витрата палива, кг/год.				
БЛ4-1,6 -59/5400 (6)	2000	628	424	340	306	340
	3000	605	394	326	299	326
	4000	571	374	324	303	313
	5000	605	415	360	319	326
БЛ6-3,5 -66/3600 (9)	950	843	507	408	381	462
	1500	714	469	381	353	381
	1900	680	449	367	333	347
	3000	693	469	381	473	360
БВ8-6,0-110/3200 (12)	950	843	510	408	381	462
	1500	714	469	381	353	381
	1900	680	449	367	333	347
	2250	680	462	374	333	353
ДВ6-11,2 -132/2100 (14)	900	442	374	310	299	333
	1200	408	347	385	280	313
	1500	306	268	231	226	254
	1800	340	296	251	245	272
ДВ8-14,5 -206/2100 (15)	1000	353	261	238	230	250
	1300	348	258	232	2303	239
	1600	353	256	236	231	239
	1800	394	275	245	236	243
ДВ8-10,9-154/2600 (16)	1000	279	247	228	222	231
	1400	306	256	224	220	227
	1800	364	269	235	227	234
	2200	401	303	246	232	238

Таблиця Б.3 - Зовнішні характеристики двигунів

Тип двигуна	Показник	Значення показників							
БВ4-0,9-20/4400	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	750	1375	2000	2500	3000	3500	4100	4500
	$N_e, \text{кВт}$	3,8	7,8	11,8	14,7	17,0	18,8	20,0	18,8
БВ4-1,2-30/4400	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	1400	2100	2700	3300	3800	4100	4500	
	$N_e, \text{кВт}$	8,0	15,0	20,0	25,8	28,7	29,4	28,8	
ДЛ4-1,4-50/4600	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	1000	1600	2200	2800	3400	4000	4750	5500
	$N_e, \text{кВт}$	9,0	15,2	21,3	27,0	31,6	35,0	36,8	35,0
БЛ4-1,5-55/5800	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	1000	1800	2600	3400	4200	5000	5800	6000
	$N_e, \text{кВт}$	8,0	19,3	29,4	39,0	47,8	53,3	55,2	53,0
БЛ4-1,2-46/5600	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	1000	1800	2600	3400	4200	5000	5600	6000
	$N_e, \text{кВт}$	6,4	14,3	23,2	31,3	38,0	43,2	45,6	44,0
БЛ4-1,6-59/5400	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	1000	2000	3000	4000	4600	5200	6000	
	$N_e, \text{кВт}$	9,9	24,3	38,6	51,5	56,6	58,8	56,0	
БЛ-1,6-59/5400	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	1000	2000	3000	4000	4600	5200	6000	
	$N_e, \text{кВт}$	9,9	24,3	38,6	51,5	56,6	58,8	56,0	
БЛ4-2,5-72/4500	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	1000	2500	3000	3500	4300	4500	5000	
	$N_e, \text{кВт}$	18,4	47,8	58,0	64,7	70,6	72,0	70,0	
БЛ6-3,5-66/3600	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	780	1140	1640	2000	2300	2840	3600	4000
	$N_e, \text{кВт}$	14,7	23,5	35,3	44,0	50,0	58,8	66,2	63,2
БВ8-4,3-85/3300	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	1000	2000	2250	2500	3000	3200	3600	
	$N_e, \text{кВт}$	26,5	58,8	66,2	73,5	82,4	84,6	82,4	

Продовження таблиці Б.3.

Тип двигуна	Показник	Значення показників							
БЛ6-5,6-74/2800	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	700	1000	1250	1500	2000	2600	2800	
	$N_e, \text{кВт}$	20,6	33,0	43,0	50,0	64,4	71,0	73,5	
БВ8-6,0-110/3200	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	750	1250	1600	2000	2500	3000	3200	
	$N_e, \text{кВт}$	28,0	50,0	65,8	79,7	96,5	109,0	110,0	
БВ8-7,0-132/3200	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	800	1200	1600	2000	2500	3100	3200	
	$N_e, \text{кВт}$	14,7	23,5	35,3	44,0	50,0	58,8	66,2	
ДВ6-11,2-132/2100	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	900	1200	1500	1800	2100			
	$N_e, \text{кВт}$	50	75	103	120	132			
ДВ8-14,5-206/2100	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2100	
	$N_e, \text{кВт}$	98	117	148	172	190	200	206	
ДВ8-10,9-154/2600	$n_e, \text{хв.}^{-1}$	950	1300	1700	2100	2500	2600		
	$N_e, \text{кВт}$	60,0	90,0	118,0	136,0	152,0	154,0		

Додаток В

Значення моментів інерції обертальних частин двигунів

Значення моменту інерції обертальних частин двигуна можуть визначатись за графіками приведеними на рис. В.1 і В.2 або за формулами В.1 і В.2 додатка В у залежності від робочого об'єму двигуна або потужності, відповідно.

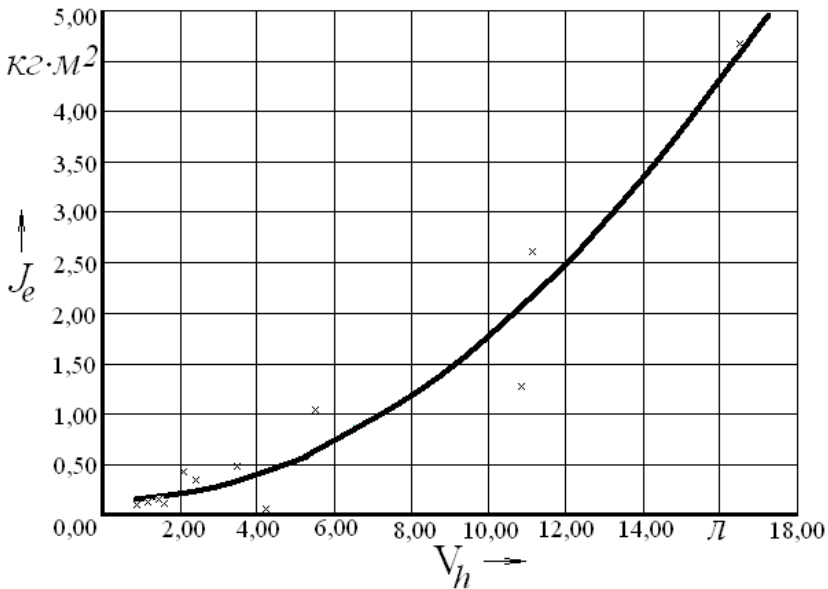


Рисунок В.1 - Залежність моменту інерції обертальних частин двигуна від його робочого об'єму

Момент інерції обертальних частин двигуна від його робочого об'єму може визначатися за залежністю

$$J_e = 0,017V_h^2 - 0,008V_h + 0,153, \quad (\text{В.1})$$

де: J_e - момент інерції обертальних частин двигуна, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;
 V_h - робочий об'єм двигуна, л.

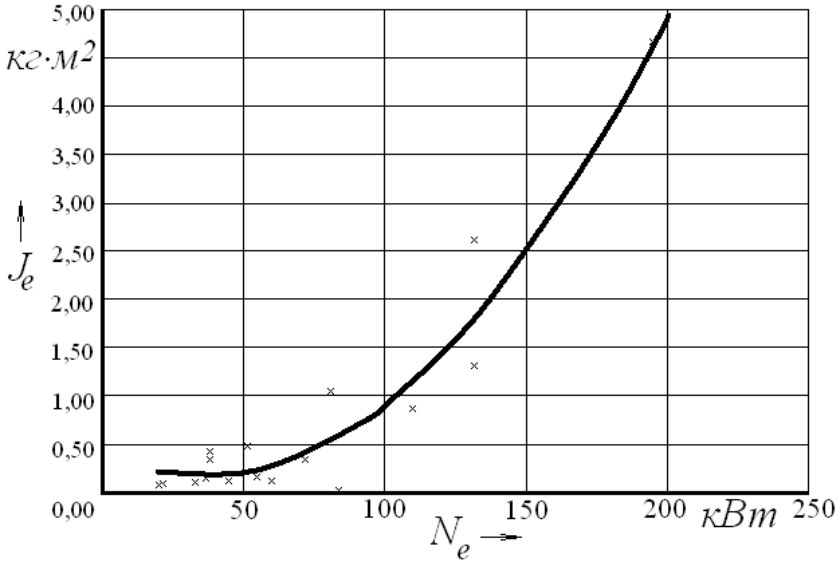


Рисунок В.2 - Залежність моменту інерції обертальних частин двигуна від його максимальної потужності

Момент інерції обертальних частин двигуна від його потужності може визначатися за залежністю

$$J_e = 0,0002N_e^2 - 0,0131N_e + 0,3993, \quad (\text{B.2})$$

де: J_e - момент інерції обертальних частин двигуна, $\text{kg}\cdot\text{m}^2$;

N_e - максимальна потужність двигуна, кВт.

Додаток Г

Значення моментів інерції коліс автомобіля в зборі з шинами

Характеристики шин і коліс в зборі з шинами автомобілів приведені в табл. Г.1.

Таблиця Г.1 - Характеристики шин і коліс в зборі з шинами

Розмір шини	Вільний діаметр шини, м	Ширина профілю шини, м	Маса колеса, кг	Момент інерції колеса, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$	Статичний радіус шини, м
150-330(5,9-13)	0,620	0,150	18	0,50	0,292
155-330(6,15-13)		0,155	12,5	0,87	0,278
165-330(6,45-13)	0,610	0,167	15	0,72	0,285
185-355(7,35-14)	0,668	0,185	20	0,94	0,310
205/70R14	0,652	0,206	21	0,65	0,295
175-406(6.95-16)	0,692	0,178	22	0,85	0,322
185/80R15	0,674	0,185	15	0,72	0,310
220-508(7,50-20)	0,932	0,217	65	6,69	0,445
240-508(8,25-20)	0,974	0,235	85	8,33	0,464
260-508(9,00-20)	1,028	0,260	90	11,96	0,485
280-508(10,00-20)	1,060	0,275	109	14,78	0,498
300-508(11,00-20)	1,075	0,292	118	16,68	0,507
320-508(12,00-20)	1,133	0,315	137	19,25	0,527
320-457(12,00-18)	1,084	0,337	108	17,65	0,505
370-508(14,00-20)	1,260	0,390	165	31,20	0,555
1300x530-533	1,280	0,525	227	40,20	0,585

Значення моментів інерції коліс можуть також визначатись за графіком приведеним на рис. Г.1 або за формулою Г.1 додатка Г в залежності від розмірів шин.

Момент інерції колеса від вільного діаметру його шини може визначатися за залежністю

$$J_k = 86,503D_{ш}^2 - 111,105D_{ш} + 36,312, \quad (\text{Г.1})$$

де: J_k - момент інерції колеса, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

$D_{ш}$ - вільний діаметр шини, м.

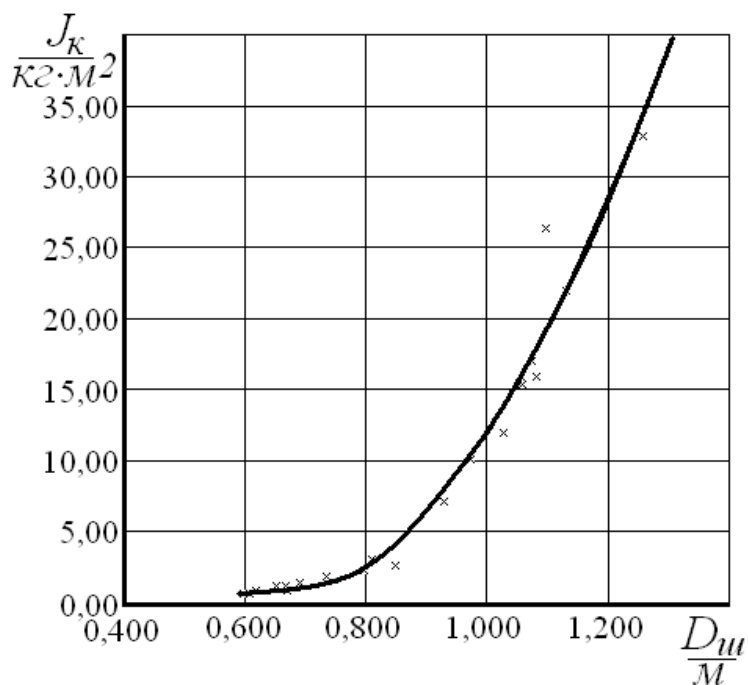


Рисунок Г.1 - Залежність моменту інерції колеса від вільного діаметру його шини