

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.  
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ  
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

для студентів денної та заочної форм навчання  
напряму підготовки 0701 Транспортні технології

Дніпропетровськ  
НГУ  
2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра управління на транспорті**

**ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.**  
**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ**  
**ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

для студентів денної та заочної форм навчання  
напряму підготовки 0701 Транспортні технології

Дніпропетровськ  
2010

Експлуатаційні властивості транспортних засобів. Методичні рекомендації до виконання курсової роботи для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 0701 Транспортні технології/ О.В. Дерюгін, М.А. Кучерява. – Д.: Національний гірничий університет, 2010. – с.

Автори:

О.В. Дерюгін, канд. техн. наук, доц.

М.А. Кучерява, асистент

Затверджено до видання редакційною радою НГУ (протокол № 2 від 17.05.2010) за поданням методичної комісії напряму підготовки 0701 Транспортні технології (протокол № від ).

Відповідальний за випуск завідувач кафедри управління на транспорті, канд. техн. наук, доц. І.О. Таран.

Друкується у редакційній обробці авторів.

## Зміст

1. Мета і задачі курсової роботи.....	5
2. Вихідні дані та графік виконання курсової роботи.....	5
3. Зміст курсової роботи.....	6
4. Вимоги до оформлення курсової роботи.....	19
5. Оцінювання виконання курсової роботи.....	21
Список літератури.....	23

## 1. Мета та задачі курсової роботи

Мета курсової роботи (КР) – закріплення теоретичних знань з дисципліни «Експлуатаційні властивості транспортних засобів», придбання розрахункових навичок з комплексу основних експлуатаційних якостей сучасних автомобільних і залізничних транспортних засобів, їх взаємодії з зовнішнім середовищем. Під час вивчення дисципліни студент знайомиться з процесами тягової і гальмової динаміки, стійкістю і маневреністю, паливною економічністю і надійністю транспортних засобів.

У результаті виконання курсової роботи студент повинен:

- знати основні експлуатаційні якості автомобіля, їх взаємодію з зовнішнім середовищем;
- вміти обґрунтувати вибір транспортних засобів для різних цілей

Для рішення цих задач студент повинен знати основи загальнонаукових, загально інженерних дисциплін, мати достатній рівень знань по дисциплінах "Прикладна математика", "Загальний курс транспорту".

## 2. Вихідні дані та графік виконання курсової роботи

Для виконання КР студенту видається індивідуальне завдання, що містить:

- марку автомобіля;
- максимальну швидкість руху автомобіля;
- максимальний коефіцієнт дорожнього опору руху;
- маса вантажу, що перевозиться або кількість пасажирів.

За узгодженням із керівником КР, вибір марки автомобіля студент може вибрати самостійно.

Виконання КР відбувається згідно з графіку (табл.1)

Таблица 1

### Графік виконання курсового проекту

Найменування етапів	Обсяг, %	Кількість рукописних аркушів	Час виконання, годин
1	2	3	4
Вступ	2	1	1

Визначення повної маси	5	1	1
------------------------	---	---	---

### Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Вибір шин	15	2	2
Визначення потужності двигуна, побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна	25	4-6	5
Визначення передаточних чисел трансмісії	15	3-5	4
Визначення тягово-швидкісних якостей автомобіля	30	6-7	7
Висновки	3	1	1

## 3. Зміст курсової роботи

### Вступ

Охарактеризувати сучасні проблеми автомобільного транспорту та напрями їх вирішення. Визначити задачі курсової роботи та методи їх рішення.

#### 1. Визначення повної маси

Повну масу автомобіля  $m_a$  визначають наступним чином:

- пасажирський

$$m_a = m_o + 75(z + 1) + m_b \quad (1.1)$$

- вантажний

$$m_a = m_o + m_r + 75(z + 1) + m_b \quad (1.2)$$

де  $m_o$  – споряджена маса автомобіля, яка представлена в технічній характеристиці автомобіля;  $z$  – кількість місць для пасажирів;  $m_b$  – маса багажу. Для вантажного автомобіля приймають 5 кг, а для пасажирського – 10 кг на кожну людину.

#### 2. Вибір шин

Шину вибирають по максимальному навантаженню на колесо з врахуванням швидкості руху. Спочатку визначається навантаження на осі

автомобіля, виходячи з того, що навантаження на задню і середню осі автомобіля розраховуються так:

$m_2 = (0,62 \dots 0,67)m_a$  – в двовісних вантажних автомобілях зі здвоєними колесами;

$m_2 + m_3 = (0,75 \dots 0,79)m_a$  – в тривісних вантажних автомобілях зі здвоєними колесами;

$m_2 + m_3 = (0,65 \dots 0,7)m_a$  – в тривісних вантажних автомобілях з одинарними колесами задніх осей;

$m_2 = 0,47 \dots 0,55$  – легкові автомобілі і двовісні вантажні з одинарними колесами задньої осі;

де  $m$  – маси, що доводяться на колеса задніх мостів автомобілів.

Якщо врахувати, що на керованому мосту встановлені одинарні колеса, тоді навантаження на кероване колесо рівне:

$$G_{k_1} = \frac{m_1 \cdot g}{2} \quad (2.1)$$

Навантаження на заднє колесо автомобіля:

- легкового, колісних формул 4x2, 4x4:

$$G_{k_2} = \frac{m_2 \cdot g}{2} \quad (2.2)$$

- вантажного, колісних формул 4x2, 4x4 і із здвоєними колесами заднього моста, визначається так:

$$G_{k_2} = \frac{m_2 \cdot g}{4} \quad (2.3)$$

- вантажного, колісних формул 6x4, 6x6 і із здвоєними колесами середнього і заднього мостів, рівна:

$$G_{k_2} = \frac{[(m)_2 + m_3] \cdot g}{2} \quad (2.4)$$

З довідкової літератури вибирається шина.

З достатньою точністю радіус колеса можна визначити по формулі:

$$r_k = \frac{d}{2} + \lambda_z \frac{D - d}{2} \quad (2.5)$$

де – діаметр обода;

$D$  – зовнішній діаметр колеса;  $\lambda_z$  – коефіцієнт вертикальної деформації, який приймається для тороидних шин – 0,8...0,85, для шин з регульованим тиском – 0,85...0,9.

### 3. Визначення потужності двигуна, побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна

Потужність двигуна визначають із умови, що навантажений автомобіль на горизонтальній дорозі з асфальтобетонним покриттям буде рухатись з максимальною швидкістю  $V_{\max}$ :

$$N_{ev} = N_f + N_B, \text{ кВт} \quad (3.1)$$

де  $N_{ev}$  – потужність двигуна, що забезпечує максимальну швидкість руху  $V_{\max}$ ;  $N_f$  – потужність опору коченню автомобілю на горизонтальній дорозі при максимальній швидкості руху, дорівнює:

$$N_f = f_0 \left( 1 + \frac{V_{\max}^2}{1500} \right) m_1 a g \cdot V_{\max}, \quad (3.2)$$

де  $f_0 = 0,01 \dots 0,02$  – коефіцієнт опору коченню на асфальтобетонній дорозі при малій швидкості;  $N_B$  – потужність опору повітря при максимальній швидкості руху автомобілю, яка дорівнює:

$$N_B = k_B F_B V_{\max}^3, \quad (3.3)$$

де  $k_B$  – коефіцієнт опору повітря в коефіцієнту згідно даних табл. 5.2;  $F_B$  – площа лобового опору в  $\text{м}^2$ , яка розраховується по формулі:

$$F_B = \alpha H B, \quad (3.4)$$

де  $\alpha = 0,75 \dots 0,9$  – коефіцієнт заповнення площі;  $H, B$  – габаритна висота і ширина автомобілю в м, які визначають з технічної характеристики базового автомобілю;  $\eta$  – КПД трансмісії. Приймається для легкових автомобілів. При цьому більше значення відповідає передньопривідним автомобілям, а менше – задньопривідним. Для вантажних автомобілів колісної формули 4x2, для тривісних і полнопривідних автомобілів – . По розрахованій потужності  $N_{ev}$ , що забезпечує максимальну швидкість руху автомобілю, для покращення його



динамічних властивостей визначається остаточно максимальна потужність двигуна.

Якщо двигун дизельний або карбюраторний з обмежувачем максимальних зворотів, то його максимальну потужність приймають:

$$N_{emax} = (1,1 \dots 1,25) N_{ev} \quad (3.5)$$

По розрахованій потужності  $N_{emax}$  з врахуванням колісної формули і прототипу автомобіля вибирається з довідкової літератури двигун. Записуються коефіцієнти двигуна  $a, b, c$  та кутова швидкість колінчастого валу  $\omega_N$  відповідно максимальній потужності двигуна.

Якщо двигун карбюраторний без обмежувача максимального числа обертів колінчастого валу, максимальну потужність двигуна визначають по формулі:

$$N_{emax} = \frac{N_{ev}}{a \cdot \frac{\omega_{emax}}{\omega_N} + b \cdot \left(\frac{\omega_{emax}}{\omega_N}\right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_{emax}}{\omega_N}\right)^3} \quad (3.6)$$

де  $\omega_{emax}$  – максимальна кутова швидкість двигуна, яка вибирається по прототипу;  $\omega_N$  – кутова швидкість обертання двигуна при максимальній потужності, яка дорівнює  $\omega_N = (0,8 \dots 0,9) \omega_{emax}$ ;

Зовнішню характеристику двигуна розраховують по емпіричним залежностям:

$$N_e = N_{emax} \left( a \cdot \frac{\omega_{emax}}{\omega_N} + b \cdot \left(\frac{\omega_{emax}}{\omega_N}\right)^2 - c \cdot \left(\frac{\omega_{emax}}{\omega_N}\right)^3 \right), \text{ кВт} \quad (3.7)$$

$$M_e = 10^3 \frac{N_e}{\omega_e}, \text{ Нм} \quad (3.8)$$

$$(3.9)$$

де  $\omega_e$  – поточне значення кутової швидкості колінчастого валу, рад/с;

Для отримання поточних значень потужності, моменту та питомої витрати палива, кутову швидкість двигуна від  $\omega_{emin}$  до  $\omega_{emax}$   $\omega_{emin}$  приймають по прототипу або в межах 70....90 рад./с.

$K_\omega$ – коефіцієнт, що враховує зміну витрати палива від кутової швидкості колінчастого валу, який розраховують згідно залежності:

$$k_\omega = a_\omega - b_\omega \cdot \frac{\omega_e}{\omega_N} + c_\omega \left(\frac{\omega_e}{\omega_N}\right)^2 \quad (3.10)$$

де  $a_\omega, b_\omega, c_\omega$  – коефіцієнти, які рекомендується приймати для двигунів внутрішнього згорання  $a_\omega = 1,26, b_\omega = 0,85, c_\omega = 0,59$ ;  $g_N$  – питома витрата палива при максимальній потужності. Приймається для дизеля  $g_N = 210...240$  г/кВт ч, для карбюраторного двигуна 310...340 г/кВт ч.

Результати розрахунків зовнішньої швидкісної характеристики двигуна зводяться в табл.4.1.

Таблиця 4.1

**Значення параметрів для побудови зовнішньої швидкісної характеристики**

$W_e, \text{рад/с}$								
$N_e, \text{кВт}$								
$M_e, \text{Нм}$								
$g_e, \text{г/кВтч}$								

За результатами даних таблиці 4.1 будується зовнішня швидкісна характеристика.

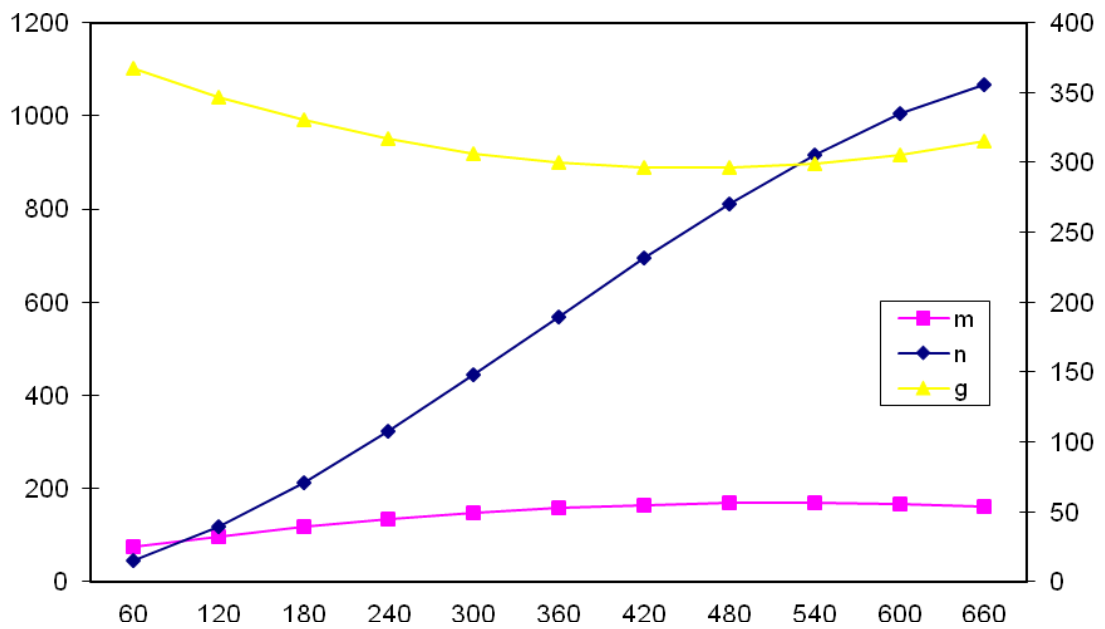


Рис. 4.1 – Зовнішня швидкісна характеристика двигуна.

**4. Визначення передаточних чисел трансмісії**

Передавальне число головної передачі  $u_0$  визначається, виходячи з максимальної швидкості автомобіля:

$$u_0 = \frac{r_k n_{max}}{u_k V_{max}} \quad (4.1)$$

Якщо вищою є пряма передача, то  $u_k = 1$ , якщо ж вищою буде прискорююча передача, то у формулу підставляються значення  $i_k$  для цієї передачі. Набуто значення  $u_0$  необхідно зіставити з аналогічними величинами автомобілів прототипів і уточнити шляхом дослідження балансу потужності з врахуванням умов експлуатації автомобіля і конструктивних особливостей головної передачі. При цьому необхідно пам'ятати, що збільшення  $u_0$  разом із збільшенням прийомистості і тягових властивостей автомобілю, необхідних при експлуатації в містах і на пересіченій місцевості, супроводжується збільшенням витрати пального та зносу двигуна, оскільки кількість зворотів колінчастого валу, що доводиться на одиницю дороги, збільшується.

#### 4.1 Визначення передавальних чисел коробки передач

Використовуючи рівняння силового балансу, і, нехтуючи силоміць опори повітря, можна визначити передавальне число першої передачі з умови подолання максимального опору дороги:

$$u_1 = \frac{G_a \psi_{max} r_k}{M_{emax} u_0 \eta}, \quad (4.2)$$

де  $\psi_{max}$  – коефіцієнт максимального опору дороги ( $\psi_{max} = 0,27 \dots 0,35$ , при чому великі значення відносяться до вантажних автомобілів);  $M_{emax}$  – максимальний крутильний момент двигуна.

Число передач в коробці залежить від типу автомобіля, потужності двигуна і передбачуваних умов експлуатації. Чим більше передач в коробці, тим більше середня потужність, використовувана при розгоні, тобто збільшується середня швидкість руху автомобіля, покращується прийомистість. Проте збільшення числа передач затрудняє управління автомобілем, збільшує час перемикання при розгоні і ускладнює конструкцію коробки.

Методикою вибору передавальних чисел є вибір з умови якнайповнішого використання потужності двигуна при розгоні автомобіля на передачах в певному діапазоні зворотів колінчастого валу. В цьому випадку передавальні числа змінюються за законом геометричної прогресії, і при їх визначенні рекомендується використовувати вираження:

$$u_m = \sqrt[n-1]{u_1^{n-m}}, \quad (4.3)$$

де  $m$  – порядковий номер передачі, що розраховується;  $n$  – число рівнів коробки передач, не рахуючи прискорюючу передачу.

Прискорююча передача вибирається в межах 0,7...0,85 з умови забезпечення паливної економічності і мінімального зносу двигуна і коректується по потужностному балансу автомобіля. Передавальне число попередньої передачі в цьому випадку має бути рівним одиниці.

## 5. Визначення тягово-швидкісних якостей автомобіля

### 5.1 Загальні положення

По тягово-швидкісним якостям автомобіля судять про його динамічність. В даний час загальноприйняті характеристики граничних тягово-швидкісних якостей автомобілю, визначувані по зовнішній швидкісній характеристиці двигуна. Такими характеристиками є тягова й потужностна діаграми, динамічна характеристика автомобілю. По цих характеристиках легко визначаються граничні показники тягово-швидкісних властивостей автомобіля:

- абсолютна й питома величина сили тяги;
- швидкість руху при заданому опорі дороги;
- прискорення;
- максимальний сумарний опір, подоланий автомобілем;
- максимальна швидкість руху;
- підйоми, подоланні автомобілем на різних передачах.

### 5.2 Тягова діаграма руху автомобіля

Тягова діаграма руху автомобіля є графічним вирішенням рівняння руху автомобіля методом силового (тягового) балансу:

$$P_m = P_{\psi} + P_w + P_j. \quad (5.1)$$

Для сталого руху ( $P_j = 0$ ) тягова сила на провідних колесах на кожній передачі знаходиться по формулі:

$$P_m = \frac{M_e u_{mp} \eta}{r_k}, \quad (5.2)$$

де  $u_{mp} = u_o u_k$  – передавальне число трансмісії автомобіля.

Величина крутильного моменту  $M_e$  знаходиться по зовнішній швидкісній характеристиці двигуна для тих зворотів колінчастого валу  $n_e$ , які відповідають даним швидкостям руху автомобіля.

Швидкість руху автомобіля визначається по формулі:

$$V = n_e r_k / u_{mp} \quad (5.3)$$

Сила опору дороги:

$$P_\psi = G_a \psi, \quad (5.4)$$

де  $\psi = f + i$ ;  $i$  – величина дороги.

Сила опору повітря:

$$P_w = k F V^2 \quad (5.5)$$

Дані розрахунків заносяться в табл. 5.1 и по ним в координатах  $P_m$ ,  $V$  будується тягова діаграма руху автомобіля.

Таблица 5.1.

#### Тяговий баланс автомобіля

Параметр	Частота обертання колінчастого валу двигуна, $n_e$					
	60	120	180	240	300	360
$M_e$						
$V_1$						
$P_{m1}$						
$P_{\psi1}$						
$P_{w1}$						
$V_2$						
...						

Використовуючи отриманий графік, визначають показники динамічності автомобілю при рівномірному русі

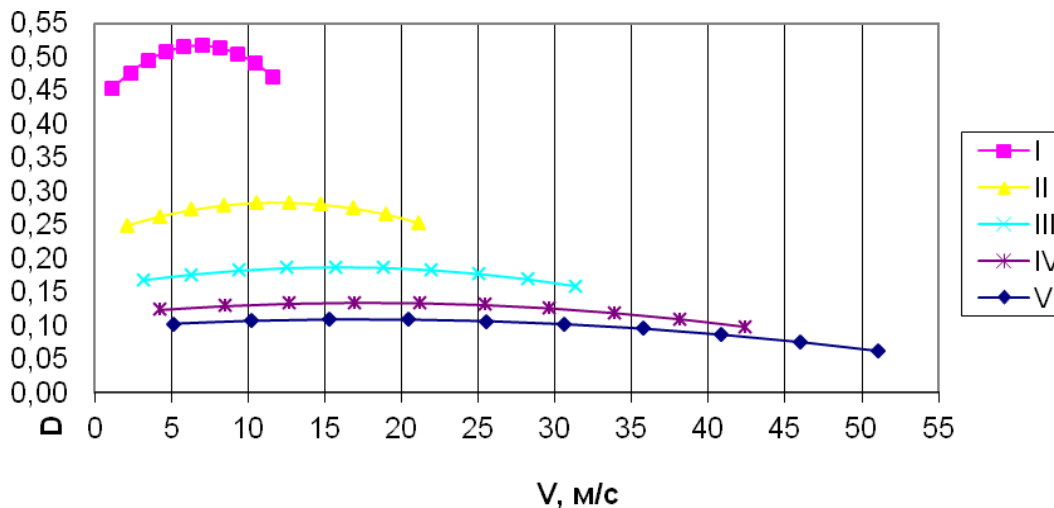


Рис. 5.1 – Тяговий баланс автомобіля

### 5.3 Динамічна характеристика автомобіля

Узагальнюювальним показником, дозволяючим не лише оцінити тягові якості даного автомобіля, але й порівняти автомобілі різних конструкцій, є динамічний чинник, що є питомою залишковою силою тяги:

$$D = \frac{P_m - P_w}{G_a} \quad (5.6)$$

Графічне зображення залежності динамічного чинника від швидкості руху при різних передачах в коробці і повному навантаженню на автомобіль називається динамічною характеристикою автомобіля. Значення швидкості руху автомобіля на передачах і відповідні ним значення сил  $P_m$  і  $P_w$  можна узяти з табл. 3.1. Результати розрахунку динамічного чинника заносяться в табл. 5.2.

Таблиця 5.2

#### Динамічний чинник автомобіля

Параметр	Частота обертання колінчастого валу двигуна, $n_e$					
$V_1$						
$D_1$						
$V_2$						
...						

Щоб визначити по динамічній характеристиці розраховується динамічний чинник по зчепленню:

$$D_{\varphi} = \frac{G_2 m_2 \varphi - P_w}{G_a} \quad (5.7)$$

Необхідно підрахувати  $D_{\varphi}$  при двох значеннях коефіцієнта зчеплення  $\varphi = 0,2$  і  $\varphi = 0,4$ , визначивши для кожної швидкості максимальний динамічний чинник, який може бути реалізований для заданих умов руху. За отриманими даними в координатах  $D, V$  будується графік динамічної характеристики автомобіля, на якому пунктирними лініями наносяться криві динамічного чинника по зчепленню.

На підставі динамічної характеристики по зчепленню необхідно зробити висновок про можливість руху автомобіля в даних дорожніх умовах, виходячи з умови безупинного руху автомобіля:

$$\psi \leq D \leq D_{\varphi} \quad (5.8)$$

#### 5.4 Динамічний паспорт автомобіля

Для комплексного вирішення практичних завдань за визначенням тягово-швидкісних якостей автомобіля в конкретних умовах його експлуатації служить динамічний паспорт автомобіля.

Динамічний паспорт є динамічною характеристикою автомобіля з номограмою навантажень і графіком контролю буксування. Разом з показниками тягово-швидкісних якостей автомобіля при змінному навантаженні, він дозволяє знаходити і мінімальний коефіцієнт зчеплення, при якому ці показники можуть бути реалізовані.

Спочатку будується номограма навантажень. По осі абсцис ліворуч від початку координат знов побудованої динамічної характеристики, відповідної 100% навантаженості, відкладають відсоток навантаження автомобіля, що зменшується до нуля. У цієї точки осі абсцис, де навантаження дорівнює 0%, проводять другу вісь ординат, на якій відкладають значення динамічного

чинника ненавантаженого автомобіля  $D_0 = \frac{DG_a}{G_0}$  з тим же кроком (наприклад,

0,1), що й на осі  $D$ . Масштаб  $a$ , в якому відкладаються значення  $D_0$ , визначають в залежності від масштабу  $a$ , прийнятого для  $D$  по вираженню  $a_0 = \frac{aD_0}{D}$ .

Рівні значення величин  $D_0$  і  $D$  з'єднують прямими лініями. Кожна з цих ліній є сукупністю рівних значень динамічного чинника для усіх можливих навантажень автомобіля. Кожна з цих ліній, в разі сталого руху автомобіля, відповідає своєму певному значенню коефіцієнта сумарного опору дороги, оскільки в цьому випадку  $D = \psi$ .

Номограму навантажень доповнюють графіком контролю буксування. Для цього на осях  $OD_{\phi}$  і  $OD$  в прийнятих масштабах і з певним кроком (наприклад 0,1) відкладають відповідно значення динамічних чинників по

зчепленню для ненавантаженого  $D_{\phi o} = \frac{G_{\phi} \varphi}{G_o}$  й повністю навантаженого автомобіля  $D_{\phi} = \frac{G_{\phi} \varphi}{G_o}$ . При цьому вважають, що оскільки буксування відбувається на малих швидкостях, то  $D_{\phi}$  пропорційний навантаженню на автомобіль. Рівні значення величин  $D_{\phi}$  і  $D_{\phi o}$  з'єднують пунктирними прямими лініями. Над кожною суцільною й пунктирною лінією записують відповідні ним значення  $\varphi$  і  $\psi$ .

Користуючись динамічним паспортом автомобіля, можна легко встановити, наприклад, чи рухатиметься автомобіль в заданих дорожніх умовах і при заданому навантаженні. Для цього через точку із заданим навантаженням проводять вертикаль і, якщо точка пересічення вертикалі із заданим дорожнім опором виявиться вищою за точку пересічення із заданим чинником по зчепленню, то матиме місце буксування провідних коліс. Інакше буксування не буде і можна визначити всі тягово-швидкісні автомобіля.

### 5.5. Потужностна діаграма руху автомобіля

Для аналізу динамічних якостей автомобіля разом з рівнянням силового балансу можна скористатися рівнянням потужностного балансу:

$$N_m = N_{e\eta} = N_{\psi} + N_w + N_j \quad (5.9)$$

де

$$N_{\psi} = \frac{P_{\psi} V}{1000} \quad (5.10)$$

$$N_w = \frac{P_w V}{100} \quad (5.11)$$

$$N_j = \frac{P_j V}{1000} \quad (5.12)$$

Потужностна діаграма руху автомобіля є графіком вирішення рівняння потужностного балансу. Для побудови потужностної діаграми доцільно скористатися даними табл. 5.1.

Складова потужностного балансу  $N_j$ , знаходиться для кожної передачі по рівнянню:

$$N_j = N_{e\eta} - (N_{\psi} + N_w) \quad (5.13)$$



Результати розрахунку заносяться в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

### Потужностний баланс автомобіля

Параметр	Частота обертання колінчастого валу двигуна, $n_e$					
$V_1$						
$N_{e1}$						
$N_{m1}$						
$N_{\psi 1}$						
$N_{w1}$						
$N_{j1}$						
$V_2$						
...						

За даними табл. 5.3 в координатах  $N, V$  будуються криві на кожній передачі. У нижній частині графіка будується залежність  $N_{\psi} = f(V)$ , вгору від якої відкладаються значення потужності  $N_w$ .

Графік запасів потужності  $N_j = f(V)$ , будується окремо із збереженням раніше прийнятих масштабів.

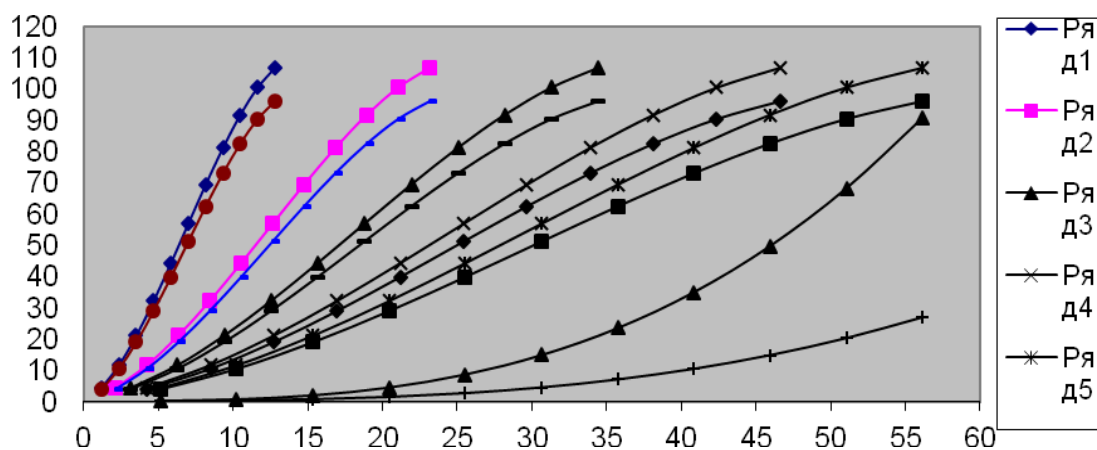


Рис. 5.2 – Потужностний баланс автомобіля

### 5.6. Прискорення при розгоні автомобіля

Для оцінки динаміки розгону автомобіля найчастіше використовують залежність прискорення від швидкості руху автомобіля по передачах, а також значення шляху і часу розгону в інтервалі швидкостей.

Графік прискорення будується на підставі наявної динамічної характеристики автомобіля по рівнянню:

$$j = \frac{(D - \psi)g}{\delta_p} \quad (5.14)$$

Прискорення при розгоні розраховується для горизонтальної дороги з малим опором руху за умови максимального використання потужності і відсутності буксування.

Коефіцієнтт урахування мас автомобіля, що обертаються, дозволяє врахувати додаткові опори розгону, пов'язані з розкручуванням деталей, що обертаються, розраховується по формулі:

$$\delta_p = 1 + \sigma_1 u_k^2 + \sigma_2 \quad (5.15)$$

де

$$\sigma_1 = \frac{g J_m u_0^2 \eta}{G_a r_k^2} \quad (5.16)$$

$$\sigma_2 = g \sum \frac{J_k}{G_a r_k^2}; \quad (5.17)$$

$$\sum J_k = J_{k1} + J_{k2}; \quad (5.18)$$

$$J_{k1} = z_1 J_k; \quad (5.19)$$

$$J_{k2} = 1,1 z_2 J_k; \quad (5.20)$$

де  $z_1$  – кількість ведених коліс;  $z_2$  – кількість провідних коліс.

Значення моментів інерції двигуна і коліс приведені в додатку.

Результати розрахунку прискорень на кожній передачі і величин зворотних прискоренню  $1/j$ , необхідних для графічного визначення часу й шляху розгону автомобіля, заносяться в табл. 5.4.

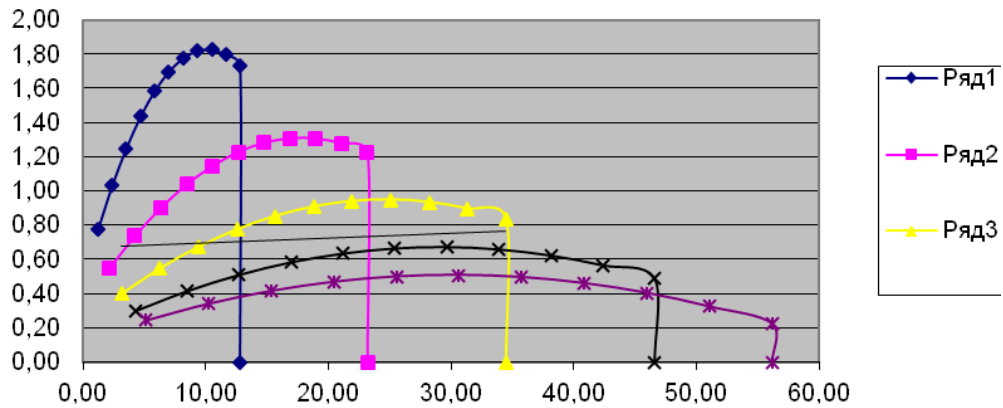
Таблица 5.4

### Прискорення при розгоні автомобіля

Параметр	Частота обертання колінчастого валу двигуна , $n_e$					
$V_1$						
$j_1$						

$1/j_1$						
$V_2$						
...						

За даними табл. 5.4 будують графіки прискорень та величин зворотних прискоренню на кожній передачі.



Мал. 5.3 – Графік прискорення при розгоні

### 5.7. Визначення часу розгону автомобіля

Зважаючи на відсутність аналітичного зв'язку між прискоренням і швидкістю автомобіля, час і дорогу розгону зазвичай визначають графоаналітичним способом.

Час розгону підраховується по рівнянню:

$$t = \int_{V_1}^{V_2} 1/j dV, \tag{5.21}$$

де  $V_1, V_2$  – початкова і кінцева швидкість розгону.

Права частина рівняння є площею під кривою в межах швидкостей  $V_1 \dots V_2$ .

Для побудови залежності часу розгону від швидкості вся площа під

кривою вертикальними лініями розбивається на ділянки. Ширина

кожної ділянки визначає величину інтервалу швидкостей (зазвичай 1...2 м/с), в якому розраховуватиметься час розгону. Залежність часу розгону від швидкості будується за результатами підрахунку або виміру площ окремих ділянок під

кривою і їх підсумовування.

Масштаб по осі абсцис: 1 мм відповідає  $X$  м/с. Масштаб по осі ординат: 1 мм відповідає  $Y$  с<sup>2</sup>/м. Отже масштабний коефіцієнт для знаходження часу розгону визначиться з вираження  $m_t = XY$ .

Результати розрахунку часу розгону заносяться в табл. 5.5.

Таблица 5.5

### Время разгона автомобиля

Параметри	Інтервали швидкостей					
Площа під кривою в кожному інтервалі швидкостей						
Сумарна площа						
Час розгону						

За даними табл. 5.5 будується графік залежності часу розгону від швидкості руху автомобіля.

Необхідно відзначити, що в розрахунку не врахований час на перемикання передач, яке визначається умовами руху і кваліфікацією водія і не перевищує зазвичай за наявності синхронізаторів 1...2 с. Мінімальний загальний час розгону вийде лише в разі, якщо перемикання передач буде зроблено при швидкостях, відповідних пересіченню кривих прискорень, а за відсутності пересічення – на найбільших швидкостях, що розвиваються автомобілем на передачах.

### 5.8. Визначення шляху розгону автомобіля

Шлях розгону розраховується із рівняння:

$$S = \int_{t_1}^{t_2} V dt, \tag{5.22}$$

де  $t_1, t_2$  – час початку і закінчення розгону.

Права частина цього рівняння відповідає площі між кривою залежності часу від швидкості розгону і віссю ординат в межах часу  $t_1 \dots t_2$ . Таким чином, якщо на графіку залежності часу від швидкості двома горизонтальними прямими виділити на вертикальній осі інтервал часу, то добуток величини цього інтервалу на середню швидкість руху за цей час, тобто площа, обмежена двома горизонтальними прямими, вертикальною віссю й кривою часу, визначить в відповідному масштабі шлях розгону автомобіля.

Вимірюючи послідовно послідовно ділянки площі, ув'язнені між сусідніми горизонтальними прямими і підсумовуючи їх, можна побудувати залежність дороги розгону від швидкості.

Масштаб по осі абсцис: 1 мм відповідає  $X$  м/с. Масштаб по осі ординат: 1 мм відповідає  $Y$  с. Масштабний коефіцієнт для визначення шляху розгону:

$$m_s = XY \quad (5.23)$$

Результати розрахунків часу розгону заносяться в табл. 3.6.

Таблиця 5.6

### Шлях розгону автомобіля

Параметри	Інтервали швидкостей					
Площа між кривою і віссю в кожному інтервалі						
Сумарна площа						
Шлях розгону						

За даними табл. 5.6 на графік залежності  $t=f(V)$  наноситься графік залежності шляху розгону від швидкості руху автомобіля.

В цьому випадку, так само як і при побудові кривої часу розгону, не врахований процес перемикання передач, період руху при буксуванні зчепленн. Моменти перемикання передач, вибрані для здобуття найменшого часу розгону, забезпечують також й найменший шлях розгону автомобіля.

## Висновки

У висновках необхідно проаналізувати отримані розрахунки.

### 4. Вимоги до оформлення роботи

Пояснювальна записка до курсової роботи оформляється з використанням матеріалу розділу IV стандарту вищої освіти НГУ [8].

Обсяг курсового проекту складає 25...30 сторінок рукописного тексту, у тому числі: вступ – 1 сторінка, основна частина – 20...25 сторінок, висновки – 1...3 сторінки, перелік посилань – 10...15 джерел.

Курсовий проект виконується на папері стандартного формату А4 (270x297 мм), додержуючись таких розмірів полів: верхнє і нижнє – не менше 20 мм, ліве не менше 25 мм, праве – не менше 10 мм. Усі сторінки повинні бути пронумеровані. При підготовці рукопису засобами текстового редактора Word рекомендується дотримуватись вимог: шрифт – Times New Roman Cyr, розмір 14, міжрядковий інтервал – 1,5; відступ – 1,25 см; вирівнювання тексту – за шириною.

По ходу викладу матеріалу в тексті виділяються всі заголовки згідно зі змістом роботи. Скорочення в тексті не допускаються, крім загальноприйнятих, які звичайно при першому вживанні супроводжуються розшифровкою, наприклад, організація дорожнього руху (ОДР).

Важливі, довгі та нумеровані формули розташовують окремим рядком. Порядкові номери формул позначають арабськими цифрами у круглих дужках з правого краю тексту, наприклад:

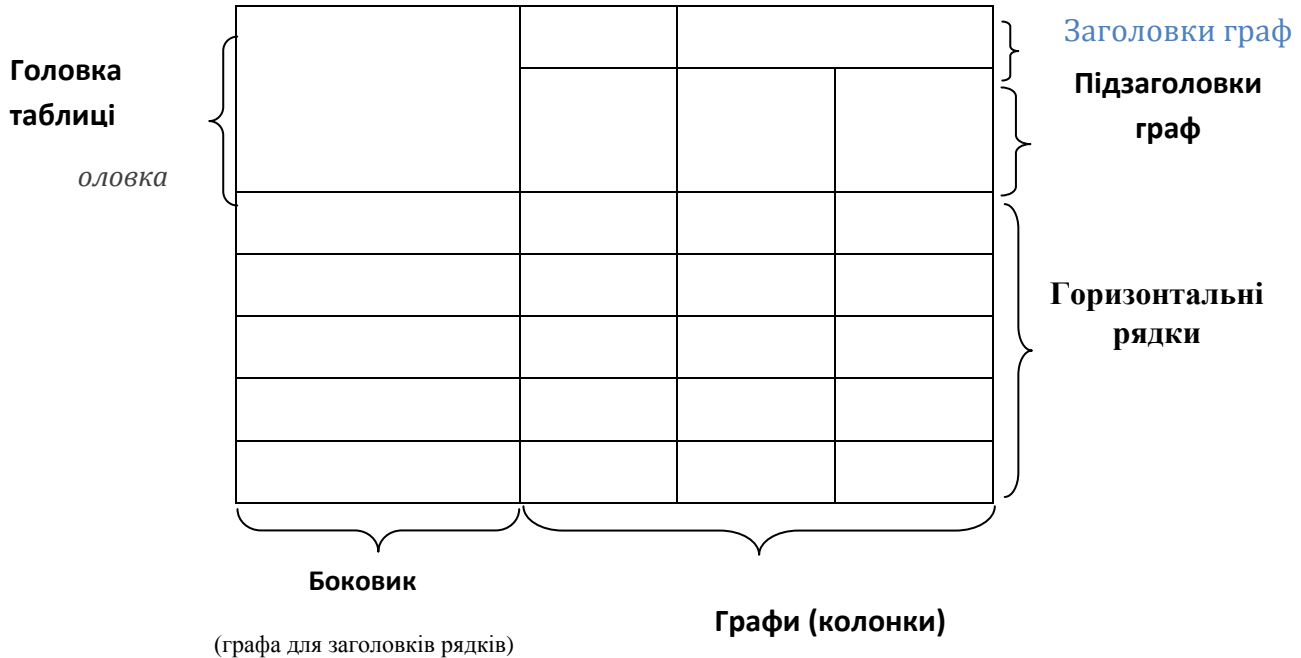
$$F \pm T - W - P_u = 0 \quad (2.2)$$

Експлікацію (розшифровку літерних позначень величин формули) обов'язково рекомендується подавати в підбір, нижче формули. При посиланнях на будь-яку формулу її номер подають у тій же графічній формі, що і після формули:

...у формулі (5.2);

...з рівнянь (7.4) впливає ...

(тематичний заголовок таблиці)



Цифровий матеріал зручно оформляти у вигляді таблиць:

Якщо у тексті одна таблиця, то буде без номера. Тематичний заголовок повинен відбивати основне призначення таблиці, її суть та тенденцію. Якщо таблиця цілком складає зміст розділу, тематичний заголовок не потрібен. Порядок розташування елементів заголовка граф: словесне визначення, літерне позначення, позначення одиниці, вказівка про обмеження (від, до, не більш, не менш). У багаторусній головці насамперед повідомляється про розташовані у графах дані, указуються об'єкти, які ними характеризуються.

Ілюстрації виконуються у вигляді креслень, ескізів, схем, графіків, діаграм, фотографій і т.п. Усі ілюстрації умовно називаються рисунками. Рисунки нумеруються в межах кожного розділу двома цифрами, поділеними крапкою – номером частини і порядковим номером рисунка. Повний підпис до ілюстрації включає елементи: умовне скорочення назви ілюстрації для посилань; порядковий номер ілюстрації; власне підпис; експлікація (пояснення деталей ілюстрації); розшифровка умовних позначень та інші тексти типу приміток.

Усі схеми, таблиці, діаграми та інші ілюстративні матеріали повинні мати назву і відповідний номер, на кожен ілюстрацію необхідне відповідне посилання в тексті. Ілюстративний матеріал у залежності від його важливості включається в основний текст курсової роботи чи виноситься в додаток, де йому привласнюється порядковий номер і на нього дається посилання в тексті.

У списку літератури дається перелік тільки використаних у роботі джерел. По кожному джерелу вказується прізвище і ініціали автора, назва роботи, місце видання, найменування видавництва, рік видання, обсяг джерела (для приклада дивися приведений у даних методичних указівках список літератури, що рекомендується). На кожену цитату, думку, ідею, положення, матеріали (таблиці, схеми та ін.), запозичені з таких джерел повинні бути дані посилання в тексті. При цьому посилання позначаються в такий спосіб [6, с. 27]. Це значить, що студент посилається на сторінку 27 джерела, що у списку використаної літератури знаходиться під номером 6.

## **6. Оцінювання виконання курсового проекту**

Подаються критерії оцінювання у вигляді переліку припущених недоліків, що знижують оцінку якості виконання курсового проекту.

Вимоги, виконання яких, забезпечує максимальну оцінку:

- об'єктивне висвітлення стану питання з творчим використанням сучасних джерел інформації;
- оригінальність технічних, технологічних, організаційних та управлінських рішень;
- практичне значення результатів;
- обґрунтування рішень та пропозицій відповідними розрахунками;
- повнота структури розрахунків (постановка задачі, розрахункова схема, рішення, оцінка рішення);
- всебічність оцінки впливу результатів (надійність системи, безпека, екологія, ресурсозбереження тощо);
- органічний зв'язок пояснювальної записки з графічною частиною;
- наявність посилань на джерела інформації;
- відсутність дублювання, описового матеріалу, стереотипних рішень, що не впливають на суть та висвітлення отриманих результатів;
- використання прикладних пакетів комп'ютерних програм;
- оформлення креслень та пояснювальної записки відповідно до чинних стандартів;
- загальна та професійна грамотність, лаконізм і логічна послідовність викладу матеріалу;
- якість оформлення;
- самостійність виконання (діагностується при захисті).



## Список литературы

1. Гришкевич А.И. Автомобили: Теория. –Минск.:Выш.шк., 1986. – 208 с.
2. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств. –М.: Машиностроение, 1989. - 240 с.
3. Егоров Ю.И., Нарбут А.Н. Толковый словарь по автомобильному транспорту. –М.6 Русский язык, 1989. - 288 с.
4. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. –М.: Машиностроение, 1981. - 271 с.
5. Вонг Дж. Теория наземных транспортных средств. –М.: Машиностроение, 1982. – 284 с.
6. Топливная экономичность автомобилей с бензиновыми двигателями/ Т.Н.Асмут, К.Боргнакке, С.К.Клерк и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 504 с.
7. Краткий автомобильный справочник/ А.Н.Понизовкин, Ю.М.Власко, М.Б.Ляликов и др. –М.:Трансконсалтинг, НИИАТ, 1994. – 779 с.
8. Платонов В.Ф. Полноприводные автомобили. –М.: Машиностроение, 1981. – 279 с.
9. Рождественский Ю.В. Автотранспортные средства. Применение ЭВМ при изучении теории автомобиля: Учебное пособие. – Челябинск: ЧПИ, 1986. -60 с.
10. Токарева А.А. Топливная экономичность и тягово-скоростные качества автомобиля. –М.:Машиностроение, 1982. – 224 с.
11. Фаробин Я.Е., Шупляков В.С. Оценка эксплуатационных свойств автопоезда для международных перевозок. –М.:Транспорт, 1983. – 200 с.
12. Оформление пояснительной записки и графической части курсового и дипломного проектирования/ составители: М.К.Ахтямов, А.А.Блюденков.- Челябинск: ЧГТУ, 1989. – 86 с.

Дерюгін Олег Валентинович  
Кучерява Марія Анатоліївна

ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ.  
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ  
РОБОТИ  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ  
НАПРЯМУ ПІДГОТОВКИ 0701 ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Підписано до друку . Формат 30x42/4.  
Папір офсетний. Ризографія. Ум. друк. арк.  
Обл.-вид. арк. Тираж 80 прим. Зам. №

Національний гірничий університет

49005, м. Дніпропетровськ, просп. К. Маркса, 19