

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Методичні вказівки до самостійної роботи
студентів при вивченні дисципліни
"Основи технічної діагностики автомобілів"

для студентів денної форми навчання за
напрямом 6.070106 – "Автомобільний транспорт"

Затверджено методичною
радою університету,
протокол № від 20__ р.

Харків ХНАДУ 2016

Кафедра технічної експлуатації та сервісу автомобілів
ім. Говоруценка М.Я.

Укладачі:

І.А. Мармут

Е.Х. Рабінович

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Цей документ являє собою посібник із самостійної роботи студентів автомобільного факультету, які навчаються в VIII семестрі за професійним спрямуванням 6.070106 "Автомобілі та автомобільне господарство", при вивченні дисципліни "Основи технічної діагностики автомобілів". Робоча програма дисципліни передбачає лекції та лабораторні заняття, виконання домашніх завдань. Оцінка засвоєння матеріалу виконується викладачем за підсумками роботи на лекціях і лабораторних заняттях, за своєчасністю і якістю виконання домашніх завдань, а також за результатами модульних тестів.

Студентам рекомендуються наступні види самостійної роботи:

а) вивчення лекційного матеріалу, а також відповідних розділів рекомендованої літератури;

б) виконання домашніх завдань (контрольних робіт);

в) вивчення питань до модульних тестів, підготовка відповідей на них.

В процесі вивчення дисципліни студент повинен виконати контрольну роботу, головна мета якої – допомогти в освоєнні матеріалу. Доцільно приступати до виконання контрольної роботи після вивчення визначеної частини дисципліни, що відповідає темі роботи.

При виконанні контрольної роботи студент повинен зробити всі необхідні розрахунки відповідно до завдання.

Цей документ містить наступні матеріали:

= виписки з робочої програми дисципліни;

= вказівки до виконання контрольної роботи;

= довідкові матеріали;

= перелік рекомендованої літератури.

РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Загалом на змістовий модуль (год./кр.)	Лекцій (год)	Лаб. занять (год)	СРС (год)
Тема 1. Введення до дисципліни. Роль та призначення діагностики. Ентропія та життя	5 / 0,14	2	--	3
Тема 2. Концепція профілактики та ремонту "за станом"	6 / 0,17	2	--	4
Тема 3. Метрологічне забезпечення діагностичних систем	6 / 0,17	2	--	4
Тема 4. Моделювання режимів діагностування	6 / 0,17	2	--	4
Тема 5. Динаміка усталеного та неусталеного руху колеса на стенді	6 / 0,17	2	--	4
Тема 6. Моделі діагностування двигунів	12 / 0,33	2	5	5
Тема 7. Витрата палива – головний енергетичний показник. Викид шкідливих речовин із відпрацьованими газами	8 / 0,22	2	2	4
Тема 8. Діагностування систем запалювання	6 / 0,17	2	--	4
Тема 9. Діагностування трансмісії	6 / 0,17	2	--	4
Тема 10. Діагностування кермового керування та ходової частини	6 / 0,17	2	--	4
Тема 11. Гальмівна система як об'єкт контролю і діагностування	7 / 0,19	2	--	5
Тема 12. Загальне та поглиблене діагностування гальмівної системи	7 / 0,19	2	--	5
Тема 13. Контроль фар та світлосигнальних пристроїв	8 / 0,22	2	2	4
Тема 14. Стаціонарні та пересувні станції діагностики	8 / 0,22	2	2	4
Тема 15. Розвиток діагностичних технологій на автомобільному транспорті	11 / 0,31	2	4	5
Загалом	108 / 3	30	15	63

ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Контрольна робота включає в себе три завдання, що стосуються питань дорожньої і стендової перевірки робочої гальмівної системи автомобіля, а також двигуна за енергетичними показниками (потужністю або тяговою силою на колесах і витратою палива).

Завдання 1. Розрахувати стендові нормативи гальмівних параметрів

1.1 Теоретичні відомості

В Україні з 1.07.2011р. введений в дію стандарт ДСТУ 3649:2010 «Колісні транспортні засоби. Вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю». Цим документом передбачені два види перевірки робочої гальмівної системи (РГС): дорожні та стендові випробування.

Дорожні випробування РГС виконуються на горизонтальній ділянці сухої і чистої дороги з твердим покриттям у спорядженому стані колісного транспортного засобу (КТЗ) з водієм і засобами вимірів (у разі потреби – з оператором-випробувачем) при “холодних” гальмівних механізмах (РГС не використовувалася протягом 30...40 хвилин).

Початкова швидкість гальмування V_0 повинна бути в межах від 35 до 45 км/год. Зусилля на гальмівній педалі – не більш 490 Н для КТЗ категорій M_1 і N_1 і не більш 686 Н для КТЗ інших категорій (M_2 , M_3 , N_2 , N_3). У процесі гальмування не допускається коректування водієм траєкторії руху КТЗ.

Стан РГС оцінюється за фактичним значенням гальмівного шляху, який не повинний перевищувати норматив, зазначений у таблиці 1.

Таблиця 1 – Нормативні значення гальмівного шляху для ДТЗ, що знаходяться в експлуатації (за ДСТУ 3649:2010)

Тип КТЗ	Категорія КТЗ (тягача)	Гальмівний шлях для початкової швидкості гальмування, не більше, м	
		40 км/год	іншої
Одиночні КТЗ	M_1	14,7	$V_0 \times (0,10 + V_0 / 150)$
	$M_2, M_3, N_1, N_2,$	18,3	$V_0 \times (0,15 + V_0 / 130)$
	N_3	19,5	$V_0 \times (0,18 + V_0 / 130)$
Автопоїзда	M_1	16,6	$V_0 \times (0,15 + V_0 / 150)$
	N_1, N_2, N_3	19,5	$V_0 \times (0,18 + V_0 / 130)$

V_0 – початкова швидкість гальмування в км/год.

Згідно ДСТУ допускається оцінювати працездатність РГС по усталеному сповільненню КТЗ ($j_{уст}$), яке повинне бути не менш $5,0 \text{ м/с}^2$ для КТЗ категорії M_1, M_2, M_3 та N_1 та $4,5 \text{ м/с}^2$ – для категорій N_2, N_3 . При цьому необхідно контролювати час спрацьовування гальм, який має бути не більш $0,8 \text{ с}$.

При стендових випробуваннях критеріями технічного стану РГС є загальна питома гальмівна сила і час спрацьовування гальм на стенді, а також коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил для кожної осі. Загальна питома гальмівна сила (γ_τ) повинна бути не менш $0,50$ для одиночних КТЗ категорії M_1, M_2, M_3, N_1 та $0,45$ для N_2, N_3 . При цьому максимальне значення коефіцієнта нерівномірності будь-якої осі (K_H) не повинне перевищувати 30% у діапазоні гальмівних сил від 30% до 100% максимальних значень. Зазначені критерії обчислюють за наступними формулами

$$\gamma_\tau = \frac{\sum P_{\Gamma \max i}}{M_A \cdot g}, \quad (1)$$

де $P_{\Gamma \max i}$ – максимальне значення гальмівної сили на i -ому колесі, Н (підсумовування виконується від $i=1$ до n , де n – загальна кількість коліс, обладнаних гальмівними механізмами); M_A - повна маса автомобіля, кг; g - прискорення вільного падіння, $9,80665 \text{ м/с}^2$;

$$K_H = \frac{|P_{ГЛ} - P_{ГП}|}{P_{Г\max}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де $P_{ГЛ}$, $P_{ГП}$ – відповідно значення гальмівної сили на лівому і правому колесі однієї вісі, Н; $P_{Г\max}$ - більше з двох зазначених значень гальмівної сили, Н.

Таким чином, стандарт регламентує для стендової перевірки значення показників працездатності гальмівної системи всього автомобіля. Однак на стенді перевіряють, як правило, гальма тільки однієї осі (спочатку передньої, потім задньої – для двовісних автомобілів і візка для тривісних автомобілів).

У практиці використовують стенди силового та інерційного типів. Перші забезпечують швидкість перевірки 2...5 км/год, випробування проводяться при плавному натисканні на гальмову педаль. На інерційних стендах випробування гальм здійснюються динамічним методом – на реальних швидкостях у режимі екстреного гальмування. Очевидно, що інерційні стенди повніше імітують швидкісні і температурні режими роботи гальма і дають більш об'єктивну оцінку стану гальм.

Діагносту потрібно знати нормативи параметрів для одного колеса: гальмівної сили і часу спрацьовування на силовому стенді або сповільнення, часу спрацьовування, гальмівного шляху (чи повного часу гальмування) на інерційному стенді. Їх легко обчислити за нормативними показниками працездатності, якщо знати коефіцієнт розподілу гальмівних сил між осями автомобіля β (частка гальмівних сил, які створені гальмівними механізмами передньої осі у загальній гальмівній силі КТЗ). Для переднього колеса нормативне значення гальмівної сили $P_{ГНi}$ для i -того колеса у Ньютонах

$$P_{ГНi} = \frac{\beta \cdot M_A \cdot j_{ДН}}{2}, \quad (3)$$

де M_A – маса автомобіля за нормативним документом для дорожніх випробувань (повна чи споряджена), кг; $j_{ДН}$ – сповільнення автомобіля за нормативним документом для дорожніх випробувань,

м/с²; 2 - кількість гальмівних механізмів на осі;

для заднього колеса двовісного автомобіля:

$$P_{\text{ГНЗ}} = \frac{(1 - \beta) \cdot M_{\text{А}} \cdot j_{\text{ДН}}}{2}, \quad (4)$$

для колеса візка тривісного автомобіля:

$$P_{\text{ГНТ}} = \frac{(1 - \beta) \cdot M_{\text{А}} \cdot j_{\text{ДН}}}{4}. \quad (5)$$

Нормативне $j_{\text{СН}i}$ сповільнення для i -того колеса на інерційному стенді (при зусиллі на педалі гальма такому ж, як на дорозі), м/с²:

$$j_{\text{СН}i} = \frac{P_{\text{ГН}i}}{(0,5m_{\text{ст}} + m_{\text{к}i})}, \quad (6)$$

де $m_{\text{ст}}$ – приведена інерційна маса стенда, кг; $m_{\text{к}i}$ - приведена інерційна маса i -того колеса, кг.

З урахуванням формул (3), (4) і (5) нормативне сповільнення передніх коліс:

$$j_{\text{СНП}} = \frac{2P_{\text{ГНП}}}{m_{\text{ст}} + 2m_{\text{кП}}}, \quad (7)$$

задніх коліс двовісного автомобіля:

$$j_{\text{СНЗ}} = \frac{2P_{\text{ГНЗ}}}{m_{\text{ст}} + 2m_{\text{кЗ}}}, \quad (8)$$

коліс візка тривісного автомобіля:

$$j_{\text{СНВ}} = \frac{2P_{\text{ГНВ}}}{m_{\text{ст}} + 2m_{\text{кЗ}}}. \quad (9)$$

Гальмівний шлях $S_{\text{ГН}i}$ визначається за формулою

$$S_{\Gamma Hi} = A \cdot V_{0C} + \frac{V_{0C}^2}{26 j_{CHi}}, \quad (10)$$

де A - коефіцієнт, що враховує час спрацьовування ($A=0,1$ для M_1 ; $A=0,15$ для інших категорій; $A=0,15$ для автопоїзда M_1 ; $A=0,18$ для автопоїздів інших категорій); V_{0C} - початкова швидкість гальмування на стенді, км/год.

Повний час гальмування на стенді, с:

$$t_{\Gamma Hi} = A + \frac{V_{0C}}{3,6 j_{CHi}}. \quad (11)$$

1.2 Вихідні дані до завдання 1

Вихідні дані знаходять на перетинанні рядків і стовпців таблиці А.1, де порядковому індексу рядка по горизонталі відповідає остання цифра шифру (номера залікової книжки студента), а порядковий індекс стовпця по вертикалі збігається з передостанньою цифрою того ж номера. Наприклад, якщо шифр студента закінчується цифрами ...76, то для виконання завдання 1 студент повинен розраховувати стендові нормативи гальмівних параметрів автомобіля ВАЗ-2109.

Визначивши модель автомобіля, необхідно з довідника НИИАТ [3] і додатку А виписати потрібні вихідні дані для розрахунку:

- 1.2.1 Модель автомобіля, що перевіряється.
- 1.2.2 Маса автомобіля (споряджена), M_A , кг
- 1.2.3 Дані по шинах: модель, приведена інерційна маса колеса - m_{ki} .
- 1.2.4 Конструктивний розподіл гальмівних сил між осями - β .
- 1.2.5 Приведена інерційна маса стенда - m_{ct} , кг.
- 1.2.5 Нормативне сповільнення на дорозі - $j_{дн}$, м/с².
- 1.2.5 Початкова швидкість гальмування на стенді - V_{0C} , км/год.

1.3 Приклад розрахунків за завданням 1

Розрахувати стендові нормативи гальмівних параметрів автомобіля ГАЗ-3110.

Випишемо необхідні для розрахунку дані. Згідно з табл. А.2. автомобіль відноситься до категорії M_1 . З довідника НІІАТ [3]: споряджена маса - $M_A=1420$ кг. З урахуванням водія, оператора-діагноста і засобів вимірів - $M_A=1420+2\cdot 75+10=1580$ кг. За табл. А.3 коефіцієнт розподілу гальмівних сил $\beta=0,6$, за табл. А.5 – приведена інерційна маса колеса: переднього - $m_{кп}=11,09$ кг, заднього - $m_{кз}=11,49$ кг. Нормативне сповільнення на дорозі - $j_{дн}=5,0$ м/с² (табл. А.6). Приведена маса стенда – $m_{ст}=250$ кг, початкова швидкість гальмування на стенді – $V_{0с}=80$ км/год (табл.А.4).

За формулами (3) і (4) розраховуємо нормативні значення гальмівних сил:

$$\text{переднє колесо} - P_{ГНП} = \frac{0,6 \cdot 1580 \cdot 5,0}{2} = 2370 \text{ Н};$$

$$\text{заднє колесо} - P_{ГНЗ} = \frac{(1 - 0,6) \cdot 1580 \cdot 5,0}{2} = 1580 \text{ Н}.$$

Ці значення можуть служити нормативними для перевірки на силовому стенді.

За формулами (7) і (8) розраховуємо нормативне сповільнення на інерційному стенді:

$$\text{передні колеса} - j_{СНП} = \frac{2 \cdot 2370}{250 + 2 \cdot 11,09} = 17,4 \text{ м/с}^2;$$

$$\text{задні колеса} - j_{СНЗ} = \frac{2 \cdot 1580}{250 + 2 \cdot 11,49} = 11,6 \text{ м/с}^2.$$

Знаходимо стендові нормативи гальмівного шляху (за формулою (10)):

$$\text{переднє колесо} - S_{ГНП} = 0,1 \cdot 80 + \frac{80^2}{26 \cdot 17,4} = 22,2 \text{ м};$$

$$\text{заднє колесо} - S_{\text{ГНЗ}} = 0,1 \cdot 80 + \frac{80^2}{26 \cdot 11,6} = 29,2 \text{ м.}$$

Повний час гальмування на стенді визначаємо за формулою (11):

$$\text{переднє колесо} - t_{\text{ГНП}} = 0,1 + \frac{80}{3,6 \cdot 17,4} = 1,38 \text{ с;}$$

$$\text{заднє колесо} - t_{\text{ГНЗ}} = 0,1 + \frac{80}{3,6 \cdot 11,6} = 2,02 \text{ с.}$$

Завдання 2. Розрахувати контрольну норму витрати палива на роликовому стенді

2.1 Теоретичні відомості

Технічний стан двигуна та його паливну економічність можна оцінити за допомогою методу [1, 2, 7], суть якого полягає в наступному. Установлюються контрольні норми витрати палива при визначених швидкостях обертання коліс автомобіля і зусиллях (крутних моментах у ньютон-метрах) на ведучих колесах. Рекомендується для всіх автомобілів швидкість приймати 50 км/год, а крутні моменти на ведучих колесах у δ раз більшими, ніж максимальний момент двигуна M_{max} ($\delta=1$ для легкових автомобілів; $\delta=2$ для вантажних; $\delta=2,5$ для автобусів). Витрата палива (у літрах на 100 км) у цьому випадку обчислюється за формулою [1, 7]

$$Q_{\text{ст}} = \frac{A + 50B + C \cdot \delta \cdot M_{\text{max}} / r_{\text{к}}}{\eta_i}, \quad (12)$$

де A, B, C – постійні коефіцієнти для конкретної конструкції двигуна; M_{max} – максимальний крутний момент двигуна, Н·м [3]; $r_{\text{к}} \approx r_{\text{ст}}$ – радіус кочення коліс по роликах, м (дорівнює статичному радіусу на дорозі) (табл. А.5); η_i – індикаторний ККД двигуна (для бензинових двигунів – $\eta_i=0,25\dots0,35$; для дизельних двигунів –

$\eta_i=0,42...0,52$).

Постійні коефіцієнти A, B, C обчислюються за формулами [1] для бензинових двигунів:

$$A_{\text{б}} = \frac{358V_h \cdot i_0}{H_{\text{н}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot r_{\text{к}}}, \quad B_{\text{б}} = \frac{9V_h \cdot S_{\text{п}} \cdot i_0^2}{H_{\text{н}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot r_{\text{к}}^2}, \quad (13)$$

для дизельних двигунів:

$$A_{\text{д}} = \frac{381V_h \cdot i_0}{H_{\text{н}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot r_{\text{к}}}, \quad B_{\text{д}} = \frac{11V_h \cdot S_{\text{п}} \cdot i_0^2}{H_{\text{н}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot r_{\text{к}}^2}, \quad (14)$$

де V_h – робочий об'єм циліндрів двигуна, л [3]; $S_{\text{п}}$ – хід поршня, м [3]; i_0 – передаточне число головної передачі [3]; $H_{\text{н}}$ – нижча теплота згоряння палива, кДж/кг (бензин - $H_{\text{н}}=44000$ кДж/кг; дизпаливо - $H_{\text{н}}=43000$ кДж/кг); $\rho_{\text{п}}$ – густина палива, г/см³ (бензин - $\rho_{\text{п}}=0,74...0,76$ г/см³, дизпаливо - $\rho_{\text{п}}=0,82...0,86$ г/см³);

$$C = \frac{100}{H_{\text{н}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{тр}}}, \quad (15)$$

де $\eta_{\text{тр}}$ – ККД трансмісії (для легкових автомобілів - $\eta_{\text{тр}}=0,92$; для вантажних автомобілів з одинарною головною передачею - $\eta_{\text{тр}}=0,90$; для вантажних автомобілів з подвійною головною передачею - $\eta_{\text{тр}}=0,88$; для вантажних тривісних автомобілів - $\eta_{\text{тр}}=0,84$).

2.2 Вихідні дані до завдання 2

Вихідні дані цього завдання знаходять аналогічно завданню 1 (з табл.А.1). Визначивши марку автомобіля, необхідно з довідника НИИАТ [3] і додатку А вписати потрібні вихідні дані для розрахунку контрольної витрати палива для роликового стенда.

2.3 Приклад розрахунків за завданням 2

Розрахувати контрольну норму витрати палива автомобіля ГАЗ-3110 для роликового стенда.

Випишемо необхідні дані для розрахунку. З довідника НИИАТ [3]: об'єм двигуна - $V_h=2,445$ л; передаточне число головної передачі - $i_0=4,1$; хід поршня - $S_{\text{п}}=0,092$ м; для шини 185-14 - $r_{\text{к}}=0,315$ м; максимальний крутний момент - $M_{\text{max}}=186,3$ Н·м при $n=2300$ хв⁻¹.

Автомобіль ГАЗ 3110 оснащений бензиновим двигуном; нижча теплота згоряння бензину - $H_{\text{н}}=44000$ кДж/кг, густину бензину приймаємо - $\rho_{\text{п}}=0,75$ г/см³. Приймаємо ККД трансмісії - $\eta_{\text{тп}}=0,92$.

За формулами (13) і (15) розрахуємо значення коефіцієнтів A, B, C :

$$A_6 = \frac{358 \cdot 2,445 \cdot 4,1}{44000 \cdot 0,75 \cdot 0,315} = 0,3452, \quad B_6 = \frac{9 \cdot 2,445 \cdot 0,092 \cdot 4,1^2}{44000 \cdot 0,75 \cdot 0,315^2} = 0,0103,$$
$$C = \frac{100}{44000 \cdot 0,75 \cdot 0,92} = 0,0033.$$

Підставимо ці значення у формулу (12) і розрахуємо витрату палива (при $\delta=1$ – для легкових автомобілів), прийнявши значення індикаторного ККД - $\eta_i=0,3$:

$$Q_{\text{ст}} = \frac{0,3452 + 50 \cdot 0,0103 + \frac{0,0033 \cdot 1 \cdot 186,3}{0,315}}{0,3} = 9,4 \text{ л/100 км.}$$

Завдання 3. Розрахувати норматив тягової сили на колесах автомобіля

3.1 Теоретичні відомості

Тягову силу на колесах автомобіля знаходять за формулою

$$P_k = \frac{M_{кр} \cdot i_k \cdot i_0 \cdot \eta_{тр}}{r_k}, \quad (16)$$

де $M_{кр}$ – крутний момент двигуна, Н·м; i_k - передаточне число коробки передач; i_0 - передаточне число головної передачі; r_k - радіус кочення колеса, м.

Крутний момент двигуна знаходять в інструкції з експлуатації автомобіля відповідного варіанту завдання (табл. А.1), або в автомобільному довіднику НІІАТ [3].

Зазначені значення обертаючого моменту найчастіше є відповідними значенням потужності брутто, в якій не враховуються втрати потужності двигуна у впускній системі (випробування проводяться без повітроочисника), у системі охолодження (водяний насос і термостат можуть бути демонтовані), у системі випуску, на привод генератора (навантаження генератора повинне бути обмежене мінімально необхідними приладами електроустаткування; зарядка акумуляторів під час випробувань не допускається).

Таким чином, потужність і крутний момент реального двигуна, що встановлено на автомобіль, виявляються нижче зазначених у довідниках величинах на 10...15 %.

Втрати потужності, що витрачається на привід різних механізмів приведені в таблиці 2 [9].

Таблиця 2 – Втрати потужності в механізмах двигуна

Механізм двигуна	Втрати потужності, %
Масляний насос	1,0...1,5
Водяной насос	2,0...4,0
Вентилятор	4,0...8,0
Генератор	0,3...0,4
Глушник	2,0
Повітряний фільтр	1,0...1,5

Варто враховувати, що більший відсоток втрат відноситься до двигунів меншої потужності.

Перераховані втрати і невідповідність умов експлуатації

двигуна стендовим умовам враховуються введенням у розрахунки коефіцієнта зниження потужності k_3 . Цей коефіцієнт залежно від типу двигуна і типу автотранспортного засобу можна приймати $k_3=0,8...0,9$ (менші значення відносяться до автомобілів з меншою питомою потужністю). Тоді крутний момент нового двигуна, встановленого на автомобіль,

$$M_{кр} = M_{max} \cdot k_3. \quad (17)$$

В процесі експлуатації відбувається припустиме зниження крутного моменту двигуна через погіршення технічного стану його механізмів і систем приблизно на 12...15%. Тобто необхідно ввести коефіцієнт, що враховує зниження моменту двигуна в експлуатації $k_e^{ДБ}=0,85...0,88$.

Випробування тягових якостей автомобіля проводяться переважно на прямій (або вищій) передачі коробки передач.

Важливе значення при визначенні тягової сили на колесах має коефіцієнт корисної дії трансмісії $\eta_{тр}$. Для нового автомобіля при подовжньому розташуванні двигуна $\eta_{тр}=0,88...0,92$, при поперечному – $\eta_{тр} = 0,91...0,95$.

У залежності від технічного стану автомобіля ККД трансмісії знижується приблизно на 8...10% [6], тобто коефіцієнт зниження ККД в експлуатації - $k_e^{Тр} = 0,9...0,92$.

Для практичних розрахунків радіус колеса r_k можна визначити за такими формулами

$$\text{для діагональних шин - } r_k = 0,51d_{ш} + 0,91B_{ш},$$

$$\text{для радіальних шин - } r_k = 0,52d_{ш} + 0,93B_{ш},$$

де $d_{ш}$ – діаметр обода, м; $B_{ш}$ - ширина (висота) профілю, м.

Наприклад, на ЗИЛ-431410 встановлюються радіальні шини розміром 260-508Р. Радіус кочення:

$$r_k = 0,52 \cdot 508 + 0,93 \cdot 260 = 505,8\text{мм} \approx 0,5\text{м}.$$

Припустимий знос протектора колеса легкового автомобіля складає 7...11 мм, вантажного – 18...25 мм.

Таким чином, верхня границя значення тягової сили на колесах визначається крутним моментом нового справного двигуна при шинах, які мають мінімальний радіус, а нижня границя визначається зниженням значення верхньої границі на величину припустимого зносу деталей і систем двигуна та припустимим зниженням ККД трансмісії при укомплектуванні коліс шинами з максимальним радіусом:

$$P_{\text{к}}^{\text{в}} = \frac{M_{\text{max}} \cdot k_{\text{с}} \cdot i_{\text{кв}} \cdot i_0 \cdot \eta_{\text{тр}}}{r_{\text{к min}}}, \quad (18)$$

$$P_{\text{к}}^{\text{н}} = \frac{M_{\text{max}} \cdot k_{\text{с}} \cdot k_{\text{е}}^{\text{дв}} \cdot i_{\text{кв}} \cdot i_0 \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot k_{\text{е}}^{\text{тр}}}{r_{\text{к max}}}. \quad (19)$$

3.2 Вихідні дані до завдання 3

Вихідні дані цього завдання аналогічні завданням 1 і 2 (з табл.А.1). Для відповідної марки автомобіля треба виписати з довідника НИИАТ [3] необхідні дані для розрахунку нормативу тягової сили на колесах (формули (18) і (19)).

3.3 Приклад розрахунків за завданням 3

Розрахувати норматив тягової сили (верхню і нижню границі) для автомобіля ГАЗ-3110. Для цього автомобіля - $M_{\text{max}}=186,3 \text{ Н}\cdot\text{м}$; передаточні числа: головної передачі - $i_0=4,1$, вищої передачі - $i_{\text{кв}}=1,0$; $\eta_{\text{тр}}=0,92$.

Приймаємо значення коефіцієнтів - $k_{\text{с}}=0,85$; $k_{\text{е}}^{\text{дв}}=0,86$; $k_{\text{е}}^{\text{тр}}=0,91$.

Радіус кочення радіальної шини 185-14 (185-355):

$$r_{\text{к max}} = 0,52 \cdot 355 + 0,93 \cdot 185 = 357 \approx 0,357 \text{ м.}$$

Мінімальне значення радіуса кочення при зносі протектора 11 мм складе:

$$r_{\text{к min}} = 0,357 - 0,011 = 0,346 \text{ м.}$$

Тоді верхня і нижня границі тягової сили складуть:

$$P_{\text{к}}^{\text{в}} = \frac{186,3 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 4,1 \cdot 0,92}{0,346} = 1726 \text{ Н},$$

$$P_{\text{к}}^{\text{н}} = \frac{186,3 \cdot 0,85 \cdot 0,86 \cdot 1 \cdot 4,1 \cdot 0,92 \cdot 0,91}{0,357} = 1309 \text{ Н}.$$

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Говорущенко Н. Я. Техническая эксплуатация автомобилей. – Х.: Вища школа, 1984. – 312 с.
2. Говорущенко Н.Я. Диагностика технического состояния автомобилей. – М.: Транспорт, 1970. – 223 с.
3. Краткий автомобильный справочник НИИАТ. – М.: Трансконсалтинг, 1994. – 779 с.
4. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. Г.В. Крамаренко. -2-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
5. Практика диагностирования автомобилей / Юрченко А.Н., Бажинов А.В., Варфоломеев В.Н. и др. – К.: НКМ ВО, 1993. – 216 с.
6. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта) // В двух частях. – Х.: ХГАДТУ, 1998. – 255 с., 219 с.
7. Говорущенко Н.Я., Варфоломеев В.Н. Техническая кибернетика транспорта. – Х.: ХГАДТУ, 2001. – 271 с.
8. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю. Введ. 01.07.2011. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – 56 с.
9. Проектирование трансмиссии автомобилей / Гришкевич А.Н., Бусел Б.У. и др.-М.: Машиностроение, 1984. – 268с.
10. BOSCH. Автомобильный справочник (перевод с англ.).- М.: Изд-во «За рулем», 2000. – 896с.
11. Говорущенко Н.Я., Волков В.П., Рабинович Э.Х., Мармут И.А., Зуев В.А. Роликовые стенды для проверки тормозных и тяговых свойств автомобилей (теория, расчет и конструирование).– Х.: ХНАДУ, 2009. – 344 с.
12. Основы технической диагностики автомобилей. Курс лекций. Составители: И.А. Мармут, Э.Х. Рабинович (электронный ресурс), 2013.
13. Мигаль В.Д. Техническая диагностика автомобилей. Теоретические основы [текст]: Учебн. пособ. / В.Д. Мигаль. – Х.: Изд-во «Майдан», 2014. – 516 с.

Додаток А

Нормативно-довідковий матеріал до завдань

Таблиця А.1 – Марки автомобілів для варіантів

Остання цифра шифру	Передостання цифра шифру		
	0, 3, 5	1, 7, 9	2, 4, 6, 8
0	МАЗ-5335	ЗИЛ-133Г	МАЗ-5432
1	ВАЗ-2107	УАЗ-31512	ГАЗ-3302 «Газель»
2	КамАЗ-5320	КрАЗ-257 Б	ВАЗ-2110
3	ЗИЛ-431410	ЛАЗ-6205	Икарус-280
4	ВАЗ-2105	ЛиАЗ-5256	ГАЗ-3110
5	ЛАЗ-52523	Mazda 6	КрАЗ-260
6	ГАЗ-3307	ВАЗ-2109	КамАЗ-5511
7	ЗАЗ-1102	Икарус-260	Урал-4320
8	УАЗ-3303201	ПАЗ-3201	ЗИЛ-ММЗ-4502
9	ГАЗ-32212	ГАЗ-31029	МАЗ-5549

Таблиця А.2 – Класифікація КТЗ

Категорія	Тип КТЗ	Повна маса, т	Найменування КТЗ
M_1	КТЗ з двигуном, призначені для перевезення пасажирів, що мають не більше 8 місць для сидіння, крім водія, чи створені на їхній базі модифікації, призначені для перевезення дрібних вантажів (пікапи, універсали тощо), при повній масі, яка відповідає повній масі базової моделі легкового автомобіля	—	Автобуси, пасажирські автомобілі та їхні модифікації, а також пасажирські автопоїзди
M_2	Те ж, але які мають більше 8 місць для сидіння крім місця водія	До 5,0	Те ж
M_3	Те ж	Понад 5,0	Те ж
N_1	КТЗ з двигуном, призначені для перевезення вантажів	До 3,5	Вантажні автомобілі, автомобілі-тягачі і вантажні автопоїзди
N_2	Те ж	Понад 3,5 до 12,0	Те ж
N_3	Те ж	Понад 12,0	Те ж

Таблиця А.3 – Орієнтовні значення коефіцієнта розподілу гальмівних сил

Автомобілі	Коефіцієнт розподілу гальмівних сил - β
Легкові з передніми дисковими і задніми барабанними гальмами	0,7
Легкові з усіма барабанними гальмами	0,6
Мікроавтобуси	0,78
Вантажні двовісні автомобілі та автобуси	0,35...0,4
Вантажні тривісні	0,33...0,35

Таблиця А.4 – Дані інерційних стендів (орієнтовні)

Тип автомобіля	Діаметр роликів, D , м	Приведена інерційна маса стенда - $m_{ст}$, кг	Швидкість стендової перевірки - V_{0C} , км/год
Легкові M_1	0,240	250	80
Мікроавтобуси M_2 і вантажні кат. N_1	0,320	300	80
Автомобілі кат. N_2	0,370	500	60
Автомобілі кат. M_3	0,400	1600	60
Автомобілі кат. N_3	0,475	2000	60

Таблиця А.5 – Дані по моментам інерції та інерційним масам коліс автомобілів

Розмір шини	Модель автомобіля	Момент інерції колеса, кг·м ²		Статичний радіус, $r_{ст}$, м	Приведена інерційна маса колеса, кг	
		Переднього $I_{кп}$	Заднього $I_{кз}$		Переднього $m_{кп}$	Заднього $m_{кз}$
155/70 R13	ЗА3-1102	0,48	0,46	0,267	6,73	6,45
165/80 R13	ВА3-2104,05,06	0,47	0,49	0,271	6,40	6,67
165/70 R13	ВА3-2108,09,099	0,40	0,39	0,260	5,92	5,77
175/70 R13	ВА3	0,54	0,52	0,265	7,69	7,40
165/80 R14	АЗЛК-2141	0,78	0,75	0,284	9,67	9,30
185-14 (7,35-14)	ГАЗ-24-10	1,1	1,14	0,315	11,09	11,49
205/70 R14	ГАЗ-31029, 3110	1,214	1,214	0,295	13,95	13,95
185/80 R15	РАФ-2203	1,37	1,42	0,310	14,26	14,78
8,40-15	УАЗ	2,97	3,08	0,364	22,42	23,25
240-508P	ГАЗ-3307, ПА3-3201	8,63	16,48	0,457	41,32	78,91
260-508P	ЗИЛ-431410, ЗИЛ-ММЗ-4502, ЗИЛ-431510	16,28	30,79	0,476	71,85	135,89
260-508P	КамАЗ-5320	15,0	28,0	0,476	66,20	123,58
280-508P	ЛАЗ-695Н, ЛиАЗ-5256	20,0	37,0	0,488	83,98	155,37
300-508P	МАЗ-5335, Икарус-260	24,12	46,09	0,505	94,58	180,73
320-508P	КрАЗ-257Б1 КрАЗ-258	23,44	44,82	0,540	80,38	153,70

**Таблиця А.6 – Нормативи ефективності робочої гальмівної системи
за ДСТУ 3649:2010**

Категорія КТЗ	Дорожні випробування			Стендові випробування		
	Початкова швидкість гальмування V_d , км/год	Стале сповільнення на дорозі $j_{дн}$, м/с ²	Час спрацювання приводу τ_c , с	Загальна питома гальмівна сила γ_τ	Коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил осі K_n , %	Час спрацювання приводу τ_c , с
M_1	35...45	5,0	0,8	0,50	30	0,8
M_2						
M_3						
N_1		4,5		0,45		
N_2						
N_3						

Навчально-методичне видання

МАРМУТ Ігор Арнольдович
РАБІНОВИЧ Ернест Хаїмович

Методичні вказівки до самостійної роботи
студентів при вивченні дисципліни
"ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ АВТОМОБІЛІВ"

для студентів денної форми навчання за
напрямом 6.070106 – "Автомобільний транспорт"

Відповідальний за випуск В.П. Волков

Авторська редакція

План 2016 р. Поз. .
Підписано до друку _____ р. Формат 60□84 1/16. Папір офсетний.
Гарнітура Times New Roman Cyr . Віддруковано на ризографі.
Ум. друк. арк. _____. Обл.-вид. арк. _____.
Зам. № _____. Тираж _____ прим. Ціна договірна

ВИДАВНИЦТВО

Харківського національного автомобільно-дорожнього університету

Видавництво ХНАДУ, 61200, Харків-МСП, вул. Петровського, 25.
Тел. /факс: (057)700-38-72; 707-37-03, e-mail: rio@khadi.kharkov.ua

*Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення
та радіомовлення України про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції, серія № ДК №897 від 17.04 2002 р.*