

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

**ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**
до вивчення дисципліни
«Основи технічної діагностики автомобілів»
для студентів центру заочного навчання напряму підготовки
6.070106 – «Автомобільний транспорт»

Затверджено методичною
радою університету
протокол № ____
від “ ____ ” _____ 20__ р.

Харків ХНАДУ 2014

Автори: Мармут І.А.
Рабінович Е.Х.
Зуєв В.О.

Кафедра технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім.
проф. Говорущенко М.Я.

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

«Основи технічної діагностики автомобілів» – спеціальна дисципліна, яка необхідна для підготовки фахівців з напрямку 6.070106 "Автомобільний транспорт".

Предметом навчальної дисципліни є методи та засоби технічного діагностування автомобілів та їх використання в практичній діяльності фахівців.

Головна мета курсу – закласти основи підготовки майбутнього фахівця до виконання найскладнішої функції інженера-механіка автомобільного транспорту: практичного діагностування технічного стану автомобілів і раціонального використання методів діагностики та прогнозування в системі технічного обслуговування (ТО) і ремонту.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні знати:

- спеціальну термінологію в області технічного діагностування автомобілів;
- систему організації ТО і ремонту автомобілів із застосуванням діагностування;
- вимоги стандартів до технічного стану автомобілів;
- пристрої і принцип дії діагностичних стендів і приладів;
- діагностичні параметри і нормативи;
- принцип вибору контрольних режимів і нормативних значень діагностичних параметрів;
- принципи постановки діагнозу;
- принципи організації роботи зони діагностики.

вміти:

- вибирати контрольні режими і розраховувати нормативні значення діагностичних параметрів;
- користуватися діагностичними стендами і приладами;
- аналізувати результати діагностичних вимірів і ставити діагноз;
- призначати необхідні дії для усунення дефектів автомобіля;
- прогнозувати ресурс працездатного стану автомобіля;
- планувати роботу зони діагностики.

Вивчення дисципліни «Основи технічної діагностики автомо-

білів» базується на знаннях студентами дисциплін: «Автомобілі», «Технічна експлуатація автомобілів», «Автомобільні ДВС», «Електроустаткування автомобілів», «Використання експлуатаційних матеріалів», а також фізики, електротехніки, електроніки тощо.

В процесі вивчення дисципліни студенти виконують одну контрольну роботу.

Ці вказівки є методичним керівництвом до вивчення дисципліни «Основи технічної діагностики автомобілів» для студентів заочної форми навчання за напрямком 6.070106 "Автомобільний транспорт". Вони містять як загальні рекомендації, так і методичні вказівки по виконанню контрольної роботи.

Основним видом навчальних занять студентів-заочників є самостійна робота над навчальним матеріалом, що включає в себе наступні елементи: вивчення дисципліни за підручниками та навчальними посібниками; виконання контрольної роботи; виконання лабораторних робіт; індивідуальні консультації; відвідування лекцій. В процесі рецензування контрольної роботи студент одержує вказівки до виконання роботи. Завершальним етапом вивчення дисципліни «Основи технічної діагностики автомобілів» є здача заліку відповідно до навчального плану.

Робота з книгою. При вивченні курсу спочатку треба намагатися одержати загальну уяву про матеріал, що викладається, відзначаючи важкі і незрозумілі місця, не затримуючись на математичних висновках (перше читання). При повторному читанні необхідно засвоїти основні теоретичні положення, а також ідеї методів діагностування і принципи дії установок, стендів. Вникаючи в задачі технології, варто зводити їхнє різноманіття до відносно невеликого числа базових моделей, використовуючи таку властивість, як універсальність.

Контрольна робота. 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.

Рецензія на контрольну роботу дозволяє студенту судити про

ступінь засвоєння їм відповідного розділу дисципліни, вказує на наявні пробіли і допомагає сформулювати питання до викладача на консультаціях.

Консультації. У випадку труднощів при вивченні дисципліни студент повинен звернутися до викладача для одержання письмової чи усної консультації, точно вказуючи при цьому, в чому полягають труднощі. За консультацією також варто звертатися з питань самостійної роботи.

Лекції і лабораторні роботи. Для студентів-заочників всі види занять проводяться згідно з графіком навчального процесу. На лекціях глибоко і детально розглядаються принципи, але не досить освітлені в літературі, проблемні питання. Крім того, читаються настановчі й оглядові лекції по окремих розділах курсу.

Під час екзаменаційно-лабораторних сесій проводяться також лабораторні роботи для придбання практичних навичок з технології діагностування агрегатів, систем і механізмів автомобіля, а також у роботі з діагностичними засобами.

Залік. Для здачі заліку необхідне міцне і глибоке засвоєння всіх теоретичних і практичних питань програми. До здачі заліку допускаються студенти, що виконали контрольні роботи і здали залік по лабораторних заняттях.

РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Вступна лекція (2 години).

Предмет, мета і задачі курсу, його структура. Рекомендована література. Вихідні поняття: технічна діагностика; параметри, структурні та вихідні; технічний стан, технічно справний стан, працездатний стан; напрацювання, реалізація параметра; діагноз, прогноз, генез.

Література: [2, с.6-21], [6, ч.1, с. 48-51], [7, с. 41-45].

Тема 2. Концепція профілактики та ремонту «за станом» (2 години).

Функції контрольно-діагностичної (КД) підсистеми в системі технічної експлуатації машин. Контроль, пошук дефектів, прогнозування. Загальне діагностування (ЗД) і поглиблене діагностування (ПД). Діагностування як технічні діяння (Д-1 і Д-2). Вимоги до обладнання для КД підсистеми. Об'єкти діагностування, дискретні й аналогові. Режими: робочі та тестові; часткові та повні; усталені та неусталені; швидкісні, навантажувальні, температурні.

Література: [1, с.57-62], [2, с.126-148], [5, с.4-15], [7, с. 65-80].

Тема 3. Витрата палива – головний енергетичний показник (2 години).

Об'ємна та масова витрата. Бортові та зовнішні витратоміри. Обґрунтування режимів стендової перевірки.

Література: [1, с.228-257].

Тема 4. Технологія діагностування (2 години).

Методи і засоби контролю гальмівної системи та силового агрегату. Типи стендів. Розрахунок нормативів. Контроль вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах.

Література: [1, с.188-196, 242-248], [5, с.15-48, 115-135], [7, с.

128-145].

Тема 5. Діагностування кермового керування та ходової частини (2 години).

Вимоги нормативних документів. Параметри, прилади та стенди. Діагностування ходової частини і трансмісії. Прилади і стенди.

Література: [1], [5, с.48-96], [8].

Тема 6. Діагностування систем автомобіля (2 години).

Діагностування фар та світлосигнальних пристроїв. Вимоги нормативних документів. Контроль за допомогою екрану та оптичних приладів. Діагностування системи запалювання двигуна та системи керування двигунів нової генерації.

Література: [5, с.165-169], [7, с. 185-219], [8].

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

З 1 липня 2011 р. набув чинності національний стандарт України ДСТУ 3649:2010 «Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання», який розроблено на заміну ДСТУ 3649-97 «Засоби транспортні дорожні».

Експлуатаційні 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 хв.).

Початкова швидкість гальмування V_0 може 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 КТЗ, 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	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	$V_0 \times (0,18 + V_0 / 130)$
Авто-поїзди	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 м/с² для КТЗ категорій M_1 , M_2 , M_3 , N_1 , та 4,5 м/с² для категорій N_2 , N_3 . При цьому необхідно контролювати час спрацьовування гальм,

який для КТЗ з гідравлічним приводом має бути не більш 0,5 с і для КТЗ з пневматичним приводом – не більш 0,8 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 категорій N_2, N_3 . При цьому максимальне значення коефіцієнта нерівномірності будь-якої осі (K_H) не повинне перевищувати 30% у діапазоні гальмівних сил від 50% 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 м/с²;

$$K_H = \frac{|P_{\Gamma \text{Л}} - P_{\Gamma \text{П}}|}{P_{\Gamma \max}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де $P_{\Gamma \text{Л}}, P_{\Gamma \text{П}}$ – відповідно значення гальмівної сили на лівому і правому колесі однієї вісі, Н;

$P_{\Gamma \max}$ - 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 гальмівну педаль.

На інерційних стендах випробування гальмів 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 гальмовими механізмами передньої осі у загальній гальмівній силі КТЗ). Для переднього колеса нормативне значення гальмівної сили $P_{ГНі}$ для i -того колеса у Ньютонках

$$P_{ГНі} = \frac{\beta \cdot M_{\text{адн}} \cdot j_{\text{дн}}}{2}, \quad (3)$$

де $M_{\text{адн}}$ – маса автомобіля за нормативним документом для дорожніх випробувань (повна чи споряджена), кг;

$j_{\text{дн}}$ – сповільнення автомобіля за нормативним документом для дорожніх випробувань, м/с²;

2 - кількість гальмівних механізмів на осі;

для заднього колеса двовісного автомобіля:

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

для колеса візка тривісного автомобіля:

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

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

$$j_{\text{CHi}} = \frac{P_{\text{ГHi}}}{(0,5m_{\text{ст}} + m_{\text{ki}})}, \quad (6)$$

де $m_{\text{ст}}$ – приведена інерційна маса стенда, кг;

m_{ki} - приведена інерційна маса i -того колеса, кг.

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

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

задніх коліс двовісного автомобіля:

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

коліс візка тривісного автомобіля:

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

Гальмівний шлях $S_{\text{ГHi}}$ визначається за формулою

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

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);

$V_{0\text{C}}$ - початкова швидкість гальмування на стенді, км/год.

Повний час гальмування на стенді, с:

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

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 гальмових параметрів автомобіля ВАЗ-2109.

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

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

1.3 Приклад розрахунків за завданням 1

Розрахувати стендові нормативи гальмових параметрів автомобіля ГАЗ-31029.

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

швидкість гальмування на стенді – $V_{0c}=80$ км/год (табл.А.4).

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

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

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

Ці значення можуть служити нормативними для перевірки на силовому стенді.

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

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

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

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

$$\text{переднє колесо} - S_{\text{ГНП}} = 0,1 \cdot 80 + \frac{80^2}{26 \cdot 17,4} = 22,15 \text{ м};$$

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

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

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

$$\text{заднє колесо} - t_{\text{ГНЗ}} = 0,1 + \frac{80}{3,6 \cdot 11,49} = 2,03 \text{ с}.$$

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]

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

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 – $\eta_i=0,42\dots0,52$).

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:

$$A_d = \frac{381V_h \cdot i_0}{H_n \cdot \rho_n \cdot r_k}, \quad B_d = \frac{11V_h \cdot S_n \cdot i_0^2}{H_n \cdot \rho_n \cdot r_k^2}, \quad (14)$$

де V_h – робочий об'єм циліндрів двигуна, л [3];

S_n - хід поршня, м [3];

i_0 - передаточне число головної передачі [3];

H_n - нижча теплота згоряння палива, кДж/кг (бензин - $H_n=44000$ кДж/кг; дизпаливо - $H_n=43000$ кДж/кг).

ρ_n - густина палива, г/см³ (бензин - $\rho_n=0,74...0,76$ г/см³, дизпаливо - $\rho_n=0,82...0,86$ г/см³);

$$C = \frac{100}{H_n \cdot \rho_n \cdot \eta_{тр}}, \quad (15)$$

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

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 виписати 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 автомобільного довідника [3]: об'єм двигуна - $V_h=2,445$ л; передаточне число головної передачі - $i_0=4,1$; хід поршня - $S_n=0,092$ м; для шини 185-14 -

$r_k=0,315$ м; максимальний крутний момент - $M_{\max}=186,3$ Н·м при $n=2300$ хв⁻¹.

Автомобіль ГАЗ-31029 оснащений бензиновим двигуном; нижча теплота згоряння бензину - $H_H=44000$ кДж/кг, густину бензину приймаємо - $\rho_T=0,75$ г/см³. Приймаємо ККД трансмісії - $\eta_{\text{тр}}=0,92$.

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

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

де $M_{\text{кр}}$ – 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 [3].

Зазначені значення обертаючого моменту найчастіше є відповідними значенням потужності брутто, в якій не враховуються втрати потужності двигуна у впускній системі (випробування проводяться без повітроочистника), 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,

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

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 $k_e^{ДВ} = 0,85...0,88$.

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 - $k_e^{ТД} = 0,9...0,92$.

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:

$$P_{\text{к}}^{\text{В}} = \frac{M_{\text{max}} \cdot k_3 \cdot i_{\text{кв}} \cdot i_0 \cdot \eta_{\text{тр}}}{r_{\text{к min}}}, \quad (18)$$

$$P_{\text{к}}^{\text{Н}} = \frac{M_{\text{max}} \cdot k_3 \cdot k_e^{\text{ДВ}} \cdot i_{\text{кв}} \cdot i_0 \cdot \eta_{\text{тр}} \cdot k_e^{\text{ТР}}}{r_{\text{к max}}}. \quad (19)$$

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 автомобільного довідника [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-31029. 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 - $k_3 = 0,85$; $k_e^{\text{ДВ}} = 0,86$; $k_e^{\text{ТР}} = 0,91$.

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:

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

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей / Говорущенко Н.Я. – Харьков: Вища школа. Из-во при Харьк. ун-те, 1984. – 312 с.
2. Говорущенко Н.Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Говорущенко Н.Я. – М.: Транспорт, 1970. – 224 с.
3. Краткий автомобильный справочник в 5-ти томах. – М.: НПСТ «Трансконсалтинг», 2002-2005.
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 / Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – 256 с., 220 с.
7. Говорущенко Н.Я., Варфоломеев В.Н. Техническая кибернетика транспорта / Говорущенко Н.Я., Варфоломеев В.Н. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 272 с.
8. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання: ДСТУ 3649:2010. – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011. – V, 28 с. – (Національний стандарт України).
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», 2005. – 896с.
11. Роликовые стенды для проверки тормозных и тяговых свойств автомобилей (теория, расчет и конструирование) / [Говорущенко Н.Я., Волков В.П., Рабинович Э.Х., и др.]. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2009. – 344 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-5336	КамАЗ-43114	МАЗ-5432
1	ВАЗ-2111	УАЗ-31512	ГАЗ-3302 «Газель»
2	КамАЗ-53215	Tatra T815	ВАЗ-2110
3	ЗИЛ-4331	ЛАЗ-А141	Икарус-435
4	ВАЗ-2105	ЛиАЗ-5256	ГАЗ-3110
5	ЛАЗ-42072	Иж-2126	Tatra T163
6	ГАЗ-3307	ВАЗ-21099	КамАЗ-55111
7	ЗАЗ-1102	VOLVO B10M	Урал-4320
8	УАЗ-3303	ПАЗ-3205	ГАЗ-САЗ-3507
9	ГАЗ-3259	ГАЗ-3102	МАЗ-551605

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 – Орієнтовані 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 (орієнтовані)

Тип автомобіля	Діаметр барабанів, 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 радіс, $r_{ст}$, м	Приведена інерційна маса колеса, кг	
		Переднього $I_{КП}$	Заднього $I_{КЗ}$		Переднього $m_{КП}$	Заднього $m_{КЗ}$
155/70 R13	ЗАЗ-1102	0,48	0,46	0,267	6,73	6,45
165/80 R13	ВАЗ-2104,05,06	0,47	0,49	0,271	6,40	6,67
165/70 R13	ВАЗ-2108,09,099	0,40	0,39	0,260	5,92	5,77
175/70 R13	ВАЗ, Иж-2126	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	ГАЗ-3259 ГАЗ-3302	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, ПАЗ-3205	8,63	16,48	0,457	41,32	78,91
260-508P	ЗИЛ-4331, ГАЗ-САЗ-3507, ЗИЛ-431510	16,28	30,79	0,476	71,85	135,89
260-508P	КамАЗ-53215	15,0	28,0	0,476	66,20	123,58
280-508P	ЛАЗ- А141, 42072 ЛиАЗ-5256	20,0	37,0	0,488	83,98	155,37
300-508P	МАЗ-5432, Икарус-435, VOLVO B10M	24,12	46,09	0,505	94,58	180,73
320-508P	Tatra T815 Tatra T163	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 спрацьовування приводу τ_c , с	Загальна питома гальмівна сила γ_τ	Коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил осі K_n , %	Час спрацьовування приводу τ_c , с
M_1	40	5,0	0,5	0,50	30	0,5
M_2			0,8			0,8
M_3			0,5			0,5
N_1		4,5	0,8	0,45	0,8	
N_2						
N_3						

Навчальне видання

**ПРОГРАМА, МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ТА КОНТРОЛЬНІ ЗАВДАННЯ**

до вивчення дисципліни
«Основи технічного діагностування автомобілів»
для студентів факультету заочного навчання спеціальності 7.090258

Укладачі: Мармут Ігор Арнольдович
Рабінович Ернест Хаїмович
Зуєв Володимир Олександрович

Відповідальний за випуск: Волков Володимир Петрович

План

Підписано до друку

Формат 60x84 1/16. Папір газетний. Гарнітура Times New Roman.

Друк RISO. Умовн. друк. арк. Обл.-вид. арк.

Замовлення № Тираж прим. Ціна договірна

Видавництво ХНАДУ, 61002, м. Харків-МСП, вул. Петровського, 25

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