

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ ПІДРОЗДІЛ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
„БЕРЕЖАНСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ”

Кафедра автомобільного транспорту

Методичні вказівки

до курсової роботи з дисципліни

**ТЕОРІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ, ВИПРОБУВАННЯ ТА ТЕХНІЧНА
ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ**

**Тяговий розрахунок та дослідження
тягово-швидкісних властивостей автомобіля**

для студентів спеціальності
274 «Автомобільний транспорт»

УДК 621.42

Укладачі: Кусий А. Г. – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільного транспорту.
Нікітін М. М. - кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільного транспорту,

Рекомендовано до друку методичною радою ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний коледж».
Протокол № 2 від 03.10.2019 р.

У методичних вказівках викладено рекомендації по підготовці та виконанню розрахунково-графічних робіт з предмету Теорія експлуатаційних властивостей, випробування та технічна експлуатація автомобілів.

Розроблено у відповідності до навчального плану підготовки фахівців освітнього ступеня «бакалавр» з технічних спеціальностей.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри Автомобільного транспорту ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний коледж».
Протокол № 2 від 16 вересня 2019 р.

Кусий А.Г., Нікітін М.М.

Курсова робота складається з двох розділів - тягового розрахунку автомобіля і визначення тягово-швидкісних властивостей автомобіля.

При виконанні тягового розрахунку

- визначаються максимальна потужність двигуна і будується його зовнішня швидкісна характеристика
- визначається передатне число головної передачі;
- визначаються передані числа коробки передач.

При визначенні тягово-швидкісних властивостей будується

- діаграма балансу потужностей;
- діаграма тягового балансу;
- динамічна характеристика;
- діаграму величин зворотних прискоренням;
- графіки часу та шляху розгону автомобіля.

Максимальна потужність двигуна визначається за формулою

$$N_{e \max} = \frac{M \cdot g \cdot f_v \cdot V_{\max} + k \cdot F \cdot V_{\max}^3}{1000 \cdot \eta_m \cdot (a_1 \cdot \beta_v + a_2 \cdot \beta_v^2 - a_3 \cdot \beta_v^3)} ;$$

де M - повна маса автомобіля;

f_v - коефіцієнт опору коченню автомобіля;

$$f_v = 0,02(1 + 65 \cdot 10^{-5} V_{\max} -)$$

V_{\max} - максимальна швидкість автомобіля;

k - коефіцієнт опору повітря, $\text{H} \cdot \text{C}^2 \cdot \text{M}^{-4}$

F - площа лобового опору повітря m^2

η_m - ккд трансмісії;

$a_1 = a_2 = a_3 = 1$ - для карбюраторних двигунів;

$a_1 = 0,53$; $a_2 = 1,66$; $a_3 = 1,09$ для дизелів ЯМЗ і КамАЗ.

$\beta_v = n_v/n_n$ - відношення обертів двигуна при максимальній

швидкості до обертів при максимальній потужності

Для побудови **зовнішньої характеристики** використовують формули:

$$N_e = Ne \max \cdot (a_1 \cdot \frac{n}{n_N} + a_2 \cdot (\frac{n}{n_N})^2 - a_3 \cdot (\frac{n}{n_N})^3);$$

$$g_e = g_{eN} \cdot (a_0 - b_0 \cdot (\frac{n}{n_N}) + c_0 \cdot (\frac{n}{n_N})^2) ;$$

$$M_e = 9550 \cdot \frac{N_e}{n_e} ;$$

де $a_0 = 1,2$; $b_0 = 1$; $c_0 = 0,8$ для карбюраторних двигунів,

$a_0 = b_0 = 1,55$; $c_0 = 1$ для дизелів

Передатне число головної передачі

$$u_0 = \frac{n_N \cdot \beta_v \cdot r_k}{9.55 \cdot V_{\max} \cdot u_b}$$

де u_b - передатне число вищої передачі;

Передатне число першої передачі

$$u_1 = \frac{\psi_{\max} \cdot M \cdot g \cdot r_d}{M_{e\max} \cdot u_0 \cdot \eta_m} \quad N_e$$

де ψ_{\max} - максимальний сумарний опір дороги;

r_d - динамічний радіус колеса

Передатні числа проміжних передач якщо вища передача пряма

$$u_k = {}^{m-1}\sqrt{u_1^{m-k}}$$

де m - число передач; k - порядковий номер передачі

Якщо вища передача прискорююча, то

$$u_k = {}^{m-2}\sqrt{u_1^{m-k-1}}$$

Діаграма **балансу потужностей** - це залежності $N_a (V)$ для всіх передач.

$$N_a = N_k - N_w \quad N_k = N_e \eta_m \quad N_w = \frac{\kappa \cdot F \cdot V^2}{1000}; \quad V = \frac{r_k \cdot n}{9.55 \cdot u_0 \cdot u_k}$$

N_k - потужність на ведучих колесах;

N_w - потужність яка затрачується на подолання опору повітря

v - швидкість руху.

На наведеному зразку діаграми балансу потужностей

Відрізок „а” характеризує втрати потужності в трансмісії;

„б” втрати потужності на подолання опору повітря;

„с” запас потужності на розгон;

„d” втрати потужності на подолання сумарного опору дороги.

Знаючи ці величини можна визначити степінь використання потужності

$$K_N = \frac{a + b + d}{a + b + c + d} \cdot 100\%$$

Діаграма **тягового балансу** це залежності $P_a (V)$ для всіх передач.

$$P_a = P_k - P_w \quad P_k = \frac{I_a \cdot u_k \cdot u_0 \cdot \eta_m}{r_k} \text{ н.} \quad P_w = k \cdot F \cdot V^2 \text{ н.}$$

P_k - тягове зусилля на ведучих колесах автомобіля;

P_w - зусилля опору повітря

Динамічна характеристика це залежності D/V для всіх передач;

$$D = \frac{P_a}{G_a}$$

Для визначення **часу та шляху** розгону автомобіля використовується графоаналітичний метод: $J = dv/dt$. $dt = dv \cdot 1/J$; Проінтегрувавши цей вираз отримаємо $t = v \cdot 1/j$. Тобто час розгону пропорційний площі, яка

обмежена осям швидкості та величинами зворотних прискоренням з врахуванням масштабів по осях. Для цього діаграму величин зворотних прискоренням розбивають на окремі ділянки, починаючи з V_{min} до $0,85V_{max}$. Час розгону в межах кожної ділянки інтервалу швидкостей визначають з виразу

$$t_i = S_i * Mv * M1/j$$

де Mv – масштаб швидкості,

$M1/j$ – масштаб величин зворотних прискоренням Для визначення сумарного часу розгону необхідно просумувати окремі складові.

Шлях розгону визначається аналогічно. $V = ds/dt$. $ds = V * dt$
 роінтегрувавши останній вираз отримаємо $S_k = V * t_k$

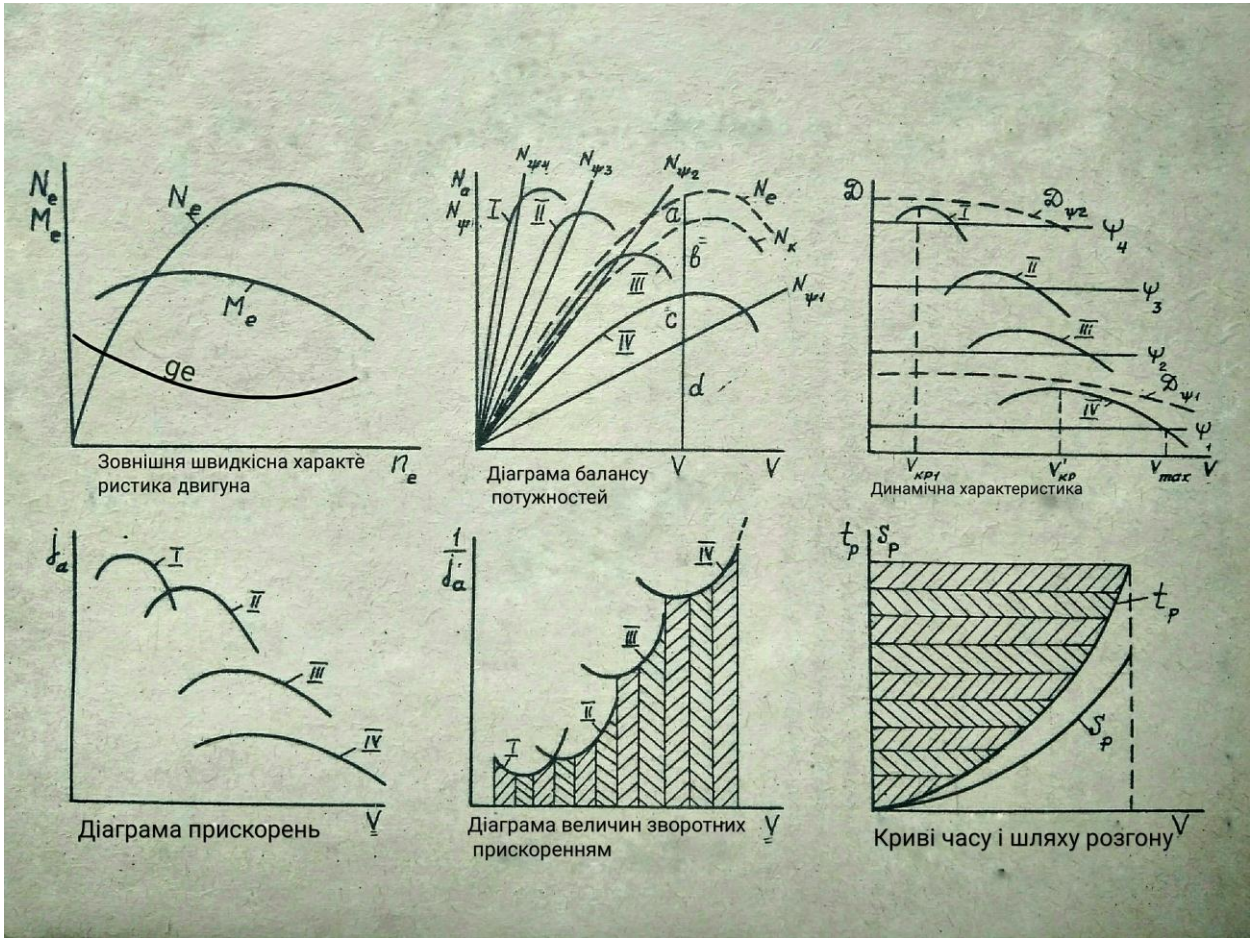
Сумарний шлях розгону отримаєм сумуючи окремі складові.

Границі робочих обертів двигуна беруться в діапазоні $n_{min} - n_{max}$ з рівним кроком розрахунків так щоби отримати 7 – 10 точок.

Всі результати розрахунків заносять в табл. 1,

Таблиця 1 Параметри тягово-швидкісних властивостей автомобіля

№ п/п	Параметри	Значення параметрів				
		n_{min}	$n_{min+\Delta n}$	$n_{min+2\Delta n}$	„„	n_v
1	$n, 1/хв$					
2	$N_e, кВт$					
3	$N_k, кВт$					
4	$M_e, Нм$					
5	$g_e, г/кВт.год$					
6	$V, м/с$					
7	$N_w, кВт$					
8	$N_a, кВт$					
9	$P_k, Н$					
10	$U_1=$	$P_w, Н$				
11	$\delta_1=$	$P_a, Н$				
12		D				
13		$J, м/с^2$				
14		$1/J, с^2/м$				
6,,14	$U_2=; \delta_2=;$					
6,,14	$U_3=; \delta_3=;$					
6,,14	$U_4=; \delta_4=;$					
6,,14	$U_5=; \delta_5=;$					



Зразок графічної частини курсової роботи

Базові варіанти завдань для курсової роботи (шифр 00)

Остан цифра шифу	G, кг	V _{max} м/с	K Нс ² м ⁻⁴	F м ²	n N	g еN	η m	β _v	U _v	г _k М	Ψ _{max}	м	Тип двиг
0	1000	27,78	0,21	1,7	5000	210	0,93	1,1	1,0	0,27	0,42	4	К
1	1300	38,8	0,22	1,8	5400	220	0,94	1,05	1,0	0,28	0,38	4	К
2	1500	44,4	0,28	1,9	5500	230	0,94	1,1	1,0	0,29	0,39	4	К
3	1800	37,5	0,25	2,1	4500	240	0,93	1,23	1,0	0,31	0,43	5	К
4	2100	38,9	0,26	2,1	4600	180	0,93	1,25	1,0	0,32	0,45	5	Д
5	7400	20,6	0,35	3,5	3200	250	0,92	1,0	1,0	0,47	0,39	5	К
6	10500	26,4	0,4	4,3	3200	190	0,9	1,0	1,0	0,48	0,36	5	Д
7	14900	25,5	0,41	5,3	2400	200	0,9	0,97	0,78	0,51	0,27	5	Д
8	22500	22,5	0,81	5,5	2600	210	0,87	0,98	0,8	0,53	0,3	5	Д
9	15400	25,1	0,51	7,4	2600	230	0,9	1,0	0,75	0,48	0,34	5	Д

Примітка (важлива)

- для завдань з передостанньою цифрою шифру
- 1 „G” = 1200 кг
 - 2 „G” = 1400 кг
 - 3 „G” = 1600 кг
 - 4 „G” = 2000 кг
 - 5 „V_{max}” = 21,6 м/с
 - 6 „V_{max}” = 27,4 м/с
 - 7 „V_{max}” = 26,5 м/с
 - 8 „V_{max}” = 23,5 м/с
 - 9 g = 220 г/(кВт,год)
еN

Кусий Адріян Григорович
Нікітін Микола Миколайович

**ТЕОРІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ,
ВИПРОБУВАННЯ ТА ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ АВТОМОБІЛІВ**

*Методичні вказівки до курсових проектів
для студентів спеціальності Автомобільний транспорт*

Навчальне видання

Відповідальний за випуск – Нікітін М.М.
Технічний редактор – Штогрин С.С.
Коректор – П'єнтак Г.І
Комп'ютерний набір, верстка – Нікітін М.М.

Підписано до друку 30.10. 2019 р.
Формат 60x84 1/16 Папір офсетний
Друк різнограф. Гарнітура Times.
Ук.друк. арк 36
Наклад 50 примірників.

ВІКТ ВП НУБіП України «БАТІ»
вул. Академічна, 20
м. Бережани Тернопільська обл., 47501
тел./факс 2-11-59