

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з дисципліни
«Проектування трансмісій будівельних і дорожніх машин»
Частина 1
для студентів механічного факультету спеціальності 133 –
«Галузеве машинобудування»

Затверджено радою
механічного факультету,
протокол № 2 від 14.10.2022

Харків ХНАДУ –2022

Укладач: С.Г. Ковалевський

Кафедра будівельних і дорожніх машин

Вибір варіанта для виконання практичних робіт проводиться студентом стосовно номеру за списком групи за таблицею 1,2.

Таблиця 1

Дані для трансмісії самохідного скрепера з колісною формулою 4 × 4 та дизельним двигуном

Параметри	Значення параметрів по варіантам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$V, \text{ м}^3$	6	8	10	12	14	16	20	25	30	40
$N_N, \text{ кВт}$	110	190	230	250	310	380	450	510	570	610
$n_N, \text{ рад/с}$	230	225	220	215	210	205	200	195	190	185
$G_a, \text{ кН}$	260	330	390	450	510	570	630	760	870	110
$G_o, \text{ кН}$	170	210	240	270	300	330	360	390	420	510
$H, \text{ м}$	2,7	2,9	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
$B, \text{ м}$	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
i_{TP1}	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93
i_{TP2}	41	43	45	47	49	51	52	53	54	55
i_{TP3}	18	21	23	25	27	28	29	30	26	24
$r_k, \text{ м}$	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3
$k_0, \text{ Нс}^2/\text{м}^4$	0,8									
f	0,05									
φ	0,7									
i	0,02									

Таблиця 2

Дані для трансмісії самохідного скрепера з колісною формулою 4 × 2 та дизельним двигуном

Параметри	Значення параметрів по варіантам									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$V, \text{ м}^3$	7	9	11	13	15	17	21	24	31	41
$N_N, \text{ кВт}$	115	195	235	255	315	385	455	515	575	615
$n_N, \text{ рад/с}$	235	220	215	210	205	200	195	190	180	185
$G_a, \text{ кН}$	260	330	390	450	510	570	630	760	870	1100

G_o , кН	170	210	240	270	300	330	360	390	420	510
G_{a1} , кН	130	170	190	230	260	290	320	380	430	550
G_{o1} , кН	80	110	120	140	150	170	180	200	210	260
H , м	2,7	2,9	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
B , м	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
i_{TP1}	75	77	79	81	83	85	87	89	91	93
i_{TP2}	41	43	45	47	49	51	52	53	54	55
i_{TP3}	18	21	23	25	27	28	29	30	26	24
r_k , м	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3
k_0 , Нс ² /м ⁴	0,7									
f	0,04									
φ	0,8									
i	0,01									

Літерами в таблиці позначені слідуючи параметри:

V – об'єм ковшу скреперу,

N_N - максимальна потужність двигуна,

n_N – кутова швидкість колінчатого вала при максимальній потужності двигуна,

G_a – повна вага скреперу,

G_o – власна вага скреперу,

G_{a1} – вага, що припадає на ведучі колеса при повністю завантаженому скрепері,

G_{o1} - вага, що припадає на ведучі колеса при порожньому скрепері,

H – висота скреперу,

B – колія передніх коліс,

$i_{TP1,2,3}$, - передатні числа трансмісії на першій, другій і третій передачі,

r_k – радіус колеса,

k_0 - коефіцієнт опору повітря,

f - коефіцієнт опору коченню,

φ - коефіцієнт зчеплення,

i – коефіцієнт укліну.

Практична робота № 1.

Розрахунок та побудова зовнішньої швидкісної характеристики двигуна машини.

В першій практичній роботі треба розрахувати й побудувати дві криві зовнішньої швидкісної характеристики двигуна, потужності й моменту на колінчатому валу двигуна.

Текучі значення потужності рекомендується розрахувати за допомогою емпіричного рівняння:

$$N_e = N_N (a\lambda + b\lambda^2 - c\lambda^3),$$

де: N_N - максимальна потужність, кВт;

a, b, c - емпіричні коефіцієнти, для дизельних двигунів:

$a = 0,6$; $b = 1,4$; $c = 1$;

значення λ варто вибирати в діапазоні від 0,2 до 1,0 для дизельних двигунів, наприклад: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0. У роботі повинне бути розраховано не менш п'яти значень потужності.

Текучі значення кутової швидкості колінчатого вала:

$$n_e = \lambda n_N,$$

де: n_N - кутова швидкість колінчатого вала при максимальній потужності двигуна, рад/сек.

Отримані значення потужності двигуна N_e , та кутової швидкості колінчатого вала n_e , дозволяють розрахувати крутний момент на колінчатому валу при відповідній частоті обертання колінчатого вала n_e по формулі:

$$M_e = 1000 \frac{N_e}{n_e},$$

Результати розрахунків параметрів звести в таблицю 3.

По отриманих значеннях побудувати дві криві зовнішньої швидкісної характеристики двигуна (рис. 1).

Таблиця 3

Параметри двигуна

Найменування параметрів	Чисельні значення параметрів
Кутова швидкість колінчатого вала n_e , рад/сек	$n_1 n_2 n_3 n_4 n_5$
Потужність N_e , кВт	$N_1 N_2 N_3 N_4 N_5$
Момент на колінчатому валу M_e , Н м	$M_{e1} M_{e2} M_{e3} M_{e4} M_{e5}$

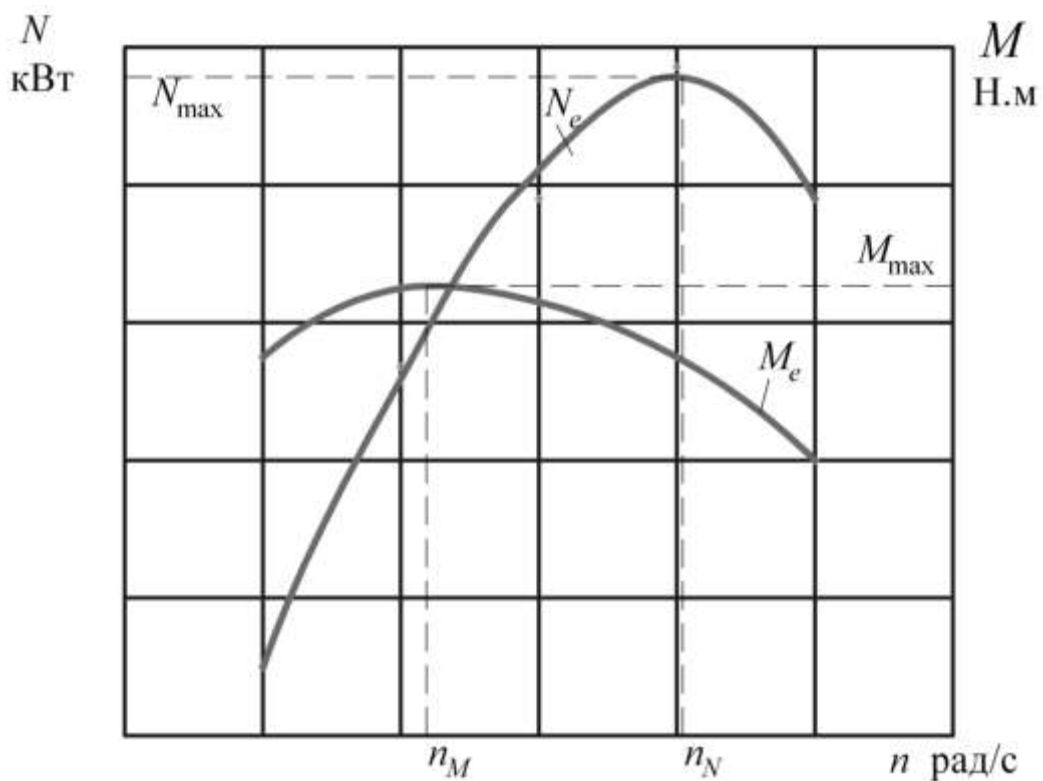


Рис. 1. Зовнішня характеристика двигуна

Практична робота № 2.

Розрахунок та побудова тягової характеристики скрепера.

В другій практичній роботі, використовуючи зовнішню швидкісну характеристику двигуна, зробити розрахунок тягової характеристики машини.

Тягову силу визначити по формулі:

$$P_T = \frac{M_e i_{TP}}{r_k} \eta,$$

де: M_e - поточне значення крутного моменту (вибирається не менш п'яти значень зі швидкісної характеристики двигуна);

i_{TP} - передатні числа трансмісії;

η - КПД трансмісій;

r_k - радіус колеса, м

Швидкість машини, м/с, що відповідає обраним по швидкісній характеристиці значенням n_e :

$$V = \frac{n_e r_k}{i_{TP}},$$

де: n_e - кутова швидкість колінчатого вала, рад/сек.

Розрахунки провести для трьох значень i_{TP} . Результати розрахунків звести в таблицю 4.

За отриманими значеннями P_T і V побудувати, тягову характеристику машини - графік залежності $P_T = f(V)$ (рис. 2).

На тягову характеристику треба нанести сили опору дороги та повітря.

Значення тягової сили та швидкості

Передача	Розрахункові параметри									
	$P_T,$ Н	$V,$ м/с	$P_T,$ Н	$V,$ м/с	$P_T,$ Н	$V,$ м/с	$P_T,$ Н	$V,$ м/с	$P_T,$ Н	$V,$ м/с
1										
2										
3										

Силу опору дороги розрахувати по формулі:

$$P_{\psi} = G_a \psi,$$

де: G_a - повна вага машини, Н; ψ - коефіцієнт опору дороги, дорівнює сумі коефіцієнта опору коченню f й ухилу дороги i , значення яких вибирають відповідно до завдання.

Сила опору повітря визначається по формулі:

$$P_w = k_0 F V^2,$$

де: k_0 - коефіцієнт опору повітря, (Н сек²/м⁴),

F - лобова площа скреперу, м² (приймається рівної добутку колії скреперу B на його висоту H),

V - довільне значення швидкості, м/с, приймається не менш п'яти значень в інтервалі від 0 до V_{\max} .

Сила тяги по зчепленню визначається по формулі:

$$P_{TC} = G_a \phi,$$

де: ϕ - коефіцієнт зчеплення коліс з дорогою.

Розрахункові крапки P_w відкладаються від прямої P_{ψ} , для отримання на графіку кривої сумарної сили опору. У результаті

виконаних побудов одержуємо графік силового балансу скрепера.

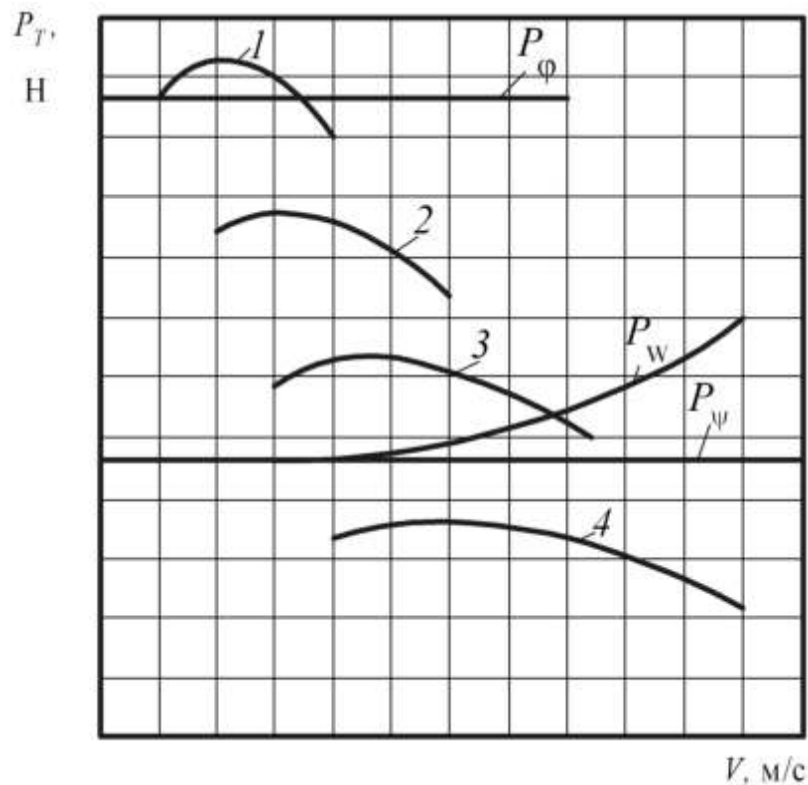


Рис. 2. Графік силового балансу скрепера

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі / Я.Ю. Білоконь – К. Вища освіта, 2013. – 523 с.
2. Хмара Л.А. Машини для земляних робіт / Л.А. Хмара, С.В. Кравець, В.В. Нічке та ін. - Дніпропетровськ., 2014.- 560с.
3. Кириченко І.Г. Модульня концепция проєктирования технологических машин для строительного производства / І.Г. Кириченко - Харьков., ХНАДУ, 2012.-119 с.
4. Міренський І.Г. Промисловий транспорт: навчальний посібник І.Г. Міренський, С.Г.Ковалевський - Харків, ХНАДУ, 2015. – 144 с.
5. Самокиш М.І. Трансмисії сільськогосподарських енергетичних засобів / М.І. Самокиш – К.: Урожай, 2018. – 216 с.
6. Бучок В.С., Ясюк В.Ф., Ковальчук В.О. Трактори та автомобілі Навчальний посібник Київ. 2019. – 123 с.