

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування  
Навчально–науковий механічний інститут  
Кафедра будівельних, дорожніх та меліоративних машин



**02-01-591М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних завдань і самостійної роботи з дисципліни «Машини для земляних робіт» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Створення та експлуатація машин і обладнання» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання

Рекомендовано науково-методичною  
радою з якості ННМІ  
Протокол №4 від 31.12.2024 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних завдань і самостійної роботи з дисципліни «Машини для земляних робіт» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Створення та експлуатація машин і обладнання» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Кравець С. В., Степанюк Б. І. – Рівне : НУВГП, 2025. – 54 с.

*Укладачі:* Кравець С. В., д.т.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України, професор кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин;  
Степанюк Б. І., старший викладач кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин.

*Відповідальний за випуск:* Тхорук Є. І. к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин.

*Керівник групи забезпечення спеціальності:* Тхорук Є. І. к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин.

Перевидання 02-01-431

© С. В. Кравець,  
Б. І. Степанюк, 2025  
© НУВГП, 2025

## ЗМІСТ

	ст.
Вступ .....	4
1. Практична робота №1. Тяговий розрахунок бульдозера з неповоротнім відвалом.....	4
2. Практична робота №1. Тяговий розрахунок автогрейдера.....	10
3. Практична робота №2. Тяговий розрахунок скрепера.....	17
4. Практична робота №3. Тяговий розрахунок розпушувача мерзлих ґрунтів.....	27
5. Практична робота №4. Розрахунок по кінематичних схемах .....	35
Список використаної літератури .....	54

## Вступ

В результаті виконання практичних робіт по проведенню тягових розрахунків бульдозерів, автогрейдерів, скреперів розпушувачів здобувач вищої освіти повинен:

**Знати** – методику тягових розрахунків бульдозерів, автогрейдерів, скреперів і розпушувачів різних типів і типорозмірів;

**Вміти** – застосовувати ці методики в індивідуальній і бакалаврських роботах при розрахунках цих машин.

### Практична робота №1

#### 1. Тяговий розрахунок бульдозера з неповоротнім відвалом

**Мета роботи:** Виконати тяговий розрахунок бульдозера і визначити продуктивність машини при плануванні і переміщенні ґрунту.

##### Порядок виконання роботи

1. За даними згідно варіанта (табл. 1.2) визначити товщину стружки, що зрізається, з огляду на, те що для забезпечення роботи необхідно виконання умови ( $T_{H_1} \geq W$ ).

2. Визначити необхідну потужність двигуна базової машини.

3. По (табл. 1.3) визначити швидкість машини на кожній ділянці руху, рахуючи, що при переміщенні ґрунту різання не відбувається, а зворотній хід здійснюється заднім ходом.

4. Розрахувати час циклу при різанні і переміщенні ґрунту бульдозером.

5. Розрахувати продуктивність при різанні і переміщенні ґрунту.

6. Розрахувати продуктивність при планувальних роботах.

7. Заповнити (табл. 1.1) результатів розрахунків.

Визначення сумарного опору руху бульдозера провадиться при завершенні формування призми волочіння і закінченні різання ґрунту.

Сумарний опір руху бульдозера дорівнює

$$W = W_p + W_{np} + W_\epsilon + W_n + W_m, \text{ кН}; \quad (1.1)$$

де:  $W_p$  – опір ґрунту різанню, кН;  $W_{np}$  – опір переміщенню призми волочіння, кН;  $W_\epsilon$  – опір тертю при переміщенні ґрунту вверх по відвалу, кН;  $W_n$  – опір тертю при переміщенні ґрунту уздовж по відвалу (при установці відвала під кутом до осі машини), кН;  $W_m$  – опір руху базової машини з бульдозерним устаткуванням, кН.

Максимальна товщина стружки ( $h_{max}$ )\*, що зрізається, знаходиться з виразу:

$$h_{max} = \frac{T_{H_I} - (W_{np} + W_\epsilon + W_n + W_m)}{K \cdot L \cdot \sin(\alpha)}, \text{ м}; \quad (1.2)$$

1. Опір ґрунту різанню

$$W_p = K \cdot F, \text{ кН}; \quad (1.3)$$

де:  $K$  – питомий опір ґрунту різанню, кН/м<sup>2</sup>;  $F$  – площа перерізу стружки ґрунту, що зрізується, м<sup>2</sup>

$$F = h \cdot L \cdot \sin(\alpha); \quad (1.4)$$

де:  $h$  – товщина стружки, що зрізується, м;  $L$  – довжина відвала, м;  $\alpha$  – кут захвату відвала, град.

2. Опір переміщенню призми волочіння ґрунту

$$W_{np} = \gamma \cdot V_{np} \cdot f_1 \cdot \sin(\alpha), \text{ кН}; \quad (1.5)$$

де:  $\gamma$  – об'ємна вага розпушеного ґрунту, кН/м<sup>3</sup>;  $f_1$  – коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту:

$$V_{np} = \frac{L \cdot H^2}{2 \cdot \operatorname{tg}(\varphi_o)}, \text{ м}^3; \quad (1.6)$$

де:  $H$  – висота відвала, м;  $\varphi_o$  – кут природного укосу ґрунту, град.

3. Опір тертю при русі ґрунту вверх по відвалу

$$W_\epsilon = \gamma \cdot V_{np} \cdot f_2 \cdot \cos^2(\delta) \cdot \sin(\alpha), \text{ кН}; \quad (1.7)$$

де:  $f_2$  – коефіцієнт тертя ґрунту по металу;  $\delta$  – кут різання, град.

4. Опір тертя при русі ґрунту вздовж по відвалу

$$W_n = \gamma \cdot V_{np} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot \cos(\alpha), \text{ кН}; \quad (1.8)$$

5. Опір руху базової машини з бульдозерним устаткуванням, кН.

$$W_m = G(f \pm i), \text{ кН}; \quad (1.9)$$

де:  $G$  – маса базової машини з бульдозерним устаткуванням, кН;  $f$  – коефіцієнт опору руху базової машини;  $i$  – похил місцевості.

Умова, що забезпечує роботу бульдозера, записується у вигляді ( $T_{H_1} \geq W$ ), де:  $T_{H_1}$  – тягове зусилля бульдозера на I передачі.

Потужність двигуна визначається по формулі

$$N = \frac{W \cdot \mathcal{G}}{3,6\eta}, \text{ кВт}; \quad (1.10)$$

де:  $N$  – потужність двигуна, кВт;  $\mathcal{G}$  – швидкість руху бульдозера на I передачі, км/год;  $\eta$  – коефіцієнт корисної дії базової машини.

Продуктивність бульдозера при різанні і переміщенні ґрунту ( $\text{м}^3/\text{год}$ )

$$P_p = \frac{3600 \cdot V_{np} \cdot K_n \cdot K_g}{t_{\text{ц}} \cdot K_p}; \quad (1.11)$$

де:  $K_n$  – коефіцієнт, що враховує втрати ґрунту і залежить від довжини переміщення;  $K_g$  – коефіцієнт використання бульдозера за часом;  $K_p$  – коефіцієнт розпушення ґрунту;  $t_{\text{ц}}$  – тривалість одного циклу, с.

$$t_{\text{ц}} = \frac{L_p}{\mathcal{G}_p} + \frac{L_n}{\mathcal{G}_n} + \frac{L_o}{\mathcal{G}_o} + t_o; \quad (1.12)$$

де:  $L_p$  ,  $L_n$  ,  $L_o$  – довжина шляху відповідно різання, переміщення й зворотнього ходу бульдозера, м;  $\mathcal{G}_p$  ,  $\mathcal{G}_n$  ,  $\mathcal{G}_o$  – швидкість руху бульдозера відповідно при різанні, переміщенні й зворотньому ході, м/с;  $t_o$  – час на переключення передач, с.

$$L_p = \frac{\mathcal{G}_{np}}{F}, \text{ м}; L_o = L_p + L_n, \text{ м}; \quad (1.13)$$

Продуктивність бульдозера при планувальних роботах (м<sup>2</sup>/год)

$$P_{nl} = 3600 \frac{L_y \cdot (L \sin(\alpha) - a) \cdot K_e}{(L_y / \mathcal{G}_{nl} + t_{nos}) \cdot n}; \quad (1.14)$$

де:  $L_y$  – довжина ділянки, яка планується м;  $a$  – частина полоси, що перекривається при наступному проході, м;  $\mathcal{G}_{nl}$  – швидкість руху бульдозера при плануванні (на II передачі), м/с;  $t_{nos}$  – час на поворот, с;  $n$  – число проходів по одному місцю.

Таблиця 1.1 – Результати розрахунків

$W_p$ , кН	$W_{np}$ , кН	$W_e$ , кН	$W_n$ , кН	$W_m$ , кН	$W$ , кН	$N$ , кВт	$P_p$ , м <sup>3</sup> /год	$P_{nl}$ , м <sup>2</sup> /год

Таблиця 1.2 – Таблиця варіантів

Вариант	Базова машина	Маса бульдозера, $G$ , кН	Висота вилва-ту, $H$ , м	Довжина вилва-ту, $L$ , м	Кут різання, $\delta$ , град.	Кут установки вилва-ту, $\alpha$ , град.	Похил, $i$	Коеф-т опору різанню, $K$ , кН/м <sup>2</sup>	Довжина шляху переміщення, $L_{пр}$ , м	Довжина ділянки планування, $L_{п.м}$	Число проходів, $n$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	T-74	65,60	0,8	2,56	55	90	0,01	60,00	10	50	1
2	ДТ-75	69,10	0,8	2,56	55	90	0,02	60,00	20	60	2
3	ДТ-75	91,00	0,8	3,5	55	63	0,03	60,00	30	70	1
4	T-100M	141,00	1,1	3,2	50	90	0,04	70,00	40	80	2
5	T-100M	139,00	0,815	3,94	48	63	0,05	70,00	50	90	1
6	T-100MГП	137,10	1,1	3,2	60	90	0,06	70,00	15	100	2
7	T-100M	140,00	0,815	3,94	57	63	0,07	70,00	25	110	1
8	T-100MГП	180,50	1,0	3,98	55	63	0,08	70,00	35	120	2
9	T-130	133,50	1,1	3,2	52	90	0,09	70,00	45	130	1
10	T-130	158,80	1,3	3,2	56	90	0,10	60,00	10	140	2
11	T-130	162,40	1,3	3,22	55	90	0,11	70,00	20	150	1
12	T-130	141,00	0,815	3,94	58	63	0,12	70,00	30	50	2
13	T-180	188,65	1,2	3,35	59	90	0,13	80,00	40	60	1
14	T-180	182,60	1,48	3,64	55	90	0,14	70,00	50	70	2
15	T-180	178,50	1,2	4,43	55	63	0,15	70,00	15	80	1
16	T-180	170,65	1,2	3,36	52	90	0,01	80,00	25	90	2
17	ДЕТ-250	313,80	1,4	4,54	53	90	0,02	90,00	35	100	1
18	T-4АП-2	100,50	0,935	2,64	50	90	0,03	70,00	45	110	2
19	T-4АП-2	104,50	0,935	3,7	55	63	0,04	70,00	10	120	1
20	T-220	185,00	1,1	3,46	54	90	0,05	90,00	20	130	2
21	T-220	204,50	1,2	4,57	58	63	0,06	80,00	30	140	1
22	T-330	263,00	1,2	3,6	53	90	0,07	90,00	40	150	2
23	T-330	292,00	1,3	4,86	59	63	0,08	90,00	50	50	1
24	T-500	369,00	1,4	4,0	55	90	0,09	90,00	15	60	2
25	T-500	401,00	1,4	5,54	58	63	0,10	90,00	25	70	1
26	T-4АП-1	96,40	0,954	2,8	55	90	0,11	80,00	35	80	2
27	T-4АП-1	100,00	0,85	3,28	53	63	0,12	80,00	45	90	1
28	K-702	145,00	1,1	3,2	54	90	0,13	70,00	10	100	2
29	T-50АП	30,70	0,5	1,3	55	90	0,14	50,00	20	50	1
30	МТЗ-52	36,00	0,65	2,1	56	90	0,15	60,00	30	60	2



Таблиця 1.3 – Таблиця швидкостей і тягового зусилля тракторів

Марка трактора	Передачі, параметри	I		II		III		IV		V		VI		VII		VIII		IX		X		3. X.		
		T, кН	V, км/год	T, кН	V, км/год	T, кН	V, км/год	T, кН	V, км/год	T, кН	V, км/год	T, кН	V, км/год	T, кН	V, км/год	T, кН	V, км/год	T, кН	V, км/год	T, кН	V, км/год	T, кН	V, км/год	
Т-74	T, кН	33,50	27,40	21,60	17,60	13,20	8,85																	
	V, км/год	4,53	5,60	6,76	8,0	10,00	12,0																	5,64
ДП-75р	T, кН	35,40	31,20	27,50	24,30	20,70	18,20	11,10																4,54
	V, км/год	5,3	5,91	6,58	7,31	8,16	9,05	11,18																2,79-6,37
Т-100М	T, кН	100,00	52,00	44,00	27,00	15,00																		3,05-8,5
	V, км/год	2,36	3,78	4,51	6,45	10,15																		3,05-8,5
Т-100МЛП	T, кН	100,00	52,00	44,00	27,00	15,00																		3,21-7,49
	V, км/год	2,36	3,78	4,51	6,45	10,15																		0-20,0
Т-130Т-1	T, кН	94,00	77,00	65,00	53,00	42,00	33,00	27,30																3,05-8,5
	V, км/год	3,17	3,77	4,38	5,22	6,37	7,60	8,79	10,45															3,21-7,49
Т-180Г	T, кН	144,00	74,00	54,00	36,00	23,50																		0-20,0
	V, км/год	2,86	4,62	6,37	8,66	11,96																		0-20,0
ДЕТ-250	T, кН	І діапазон		250,0-220,0	ІІ діапазон		250,0-170,0																	0-20,0
	V, км/год	зон		2,3-12,0	зон		3,0-20,0																	0-20,0
ДП-54А	T, кН	28,50	21,00	17,50	14,50	10,00																		4,8-7,2
	V, км/год	3,59	4,65	5,43	6,26	7,9																		4,8-7,2
Т-4АП-1	T, кН	50,00	50,00	50,00	42,50	34,90	29,30	24,50																4,8-7,2
	V, км/год	3,55	5,12	4,77	5,32	6,50	7,54	8,73	9,74															4,8-7,2
Т-4АП-2	T, кН	50,00	50,00	50,00	45,00	36,20	30,80	25,40																4,8-7,2
	V, км/год	2,4	2,8	3,26	4,05	5,4	6,31	7,33	9,12															4,8-7,2
Т-220	T, кН	І діапазон		150,0-120,0	ІІ діапазон		150,0-110,0		ІІІ діапазон		150,0-100,0		150,0-100,0										0-18,5	
	V, км/год	зон		0-4,9	зон		0-9,0		зон		0-18,5		0-18,5										0-18,5	
Т-330	T, кН	І діапазон		250,00-220,00	ІІ діапазон		250,0-200,0		ІІІ діапазон		250,0-180,0		250,0-180,0										0-18,5	
	V, км/год	зон		0-4,7	зон		0-9,0		зон		0-18,5		0-18,5										0-18,5	
Т-500	T, кН	І діапазон		350,00-310,00	ІІ діапазон		350,0-290,0		ІІІ діапазон		350,0-270,0		350,0-270,0										0-18,5	
	V, км/год	зон		0-5,2	зон		0-9,0		зон		0-18,5		0-18,5										0-18,5	
К-701	T, кН	65,00	55,50	45,00	36,00	27,50	22,00	18,00																5,1-24,3
	V, км/год	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	62,00	50,50	41,00															5,1-24,3
Т-40АП	T, кН	13,20	13,20	13,20	11,00	13,20	10,50	9,60																1,27-3,5
	V, км/год	2,34	3,07	3,62	4,23	6,44	8,45	9,95	11,63	21,56														3,5-5,95
МТЗ-52	T, кН	14,00	14,00	14,00	14,00	11,50	9,50	7,50																3,5-5,95
	V, км/год	1,65	2,8	5,6	6,85	8,15	9,55	11,7	13,85	25,8														3,5-5,95

Примітка: Для трактора К-701 в чисельнику значення для понижених передач, в знаменнику – для нормальних

## 2. Тяговий розрахунок автогрейдера

### 2.1 Розрахунок опорів при русі автогрейдера

При сталому русі в робочому режимі загальний опір складається з опору різанню, опору переміщення призми волочиння, опору переміщення призми волочиння вздовж відвала, опору переміщення призми волочиння вверх по відвалу, опору коліс і опору руху на підйом.

Опір різанню

$$W_p = K \cdot F ; \quad (2.1)$$

де:  $K$  – питомий опір різанню ґрунту, ( $K=120\dots200$ ) кН/м<sup>2</sup>;  $F$  – площа поперечного перерізу вирізаємої стружки, м<sup>2</sup>.

Опір переміщенню призми волочиння

$$W_n = Q_{zp} \cdot \mu_2 \cdot \sin(\alpha) ; \quad (2.2)$$

де:  $\mu_2$  – коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту ( $\mu_2=0,7\dots1,0$ );  $Q_{zp}$  – сила тяжіння ґрунту перед відвалом

$$Q_{zp} = V_{zp} \cdot \gamma ; \quad (2.3)$$

де:  $\gamma$  – сила тяжіння одного кубометра ґрунту ( $\gamma =17000\dots18000$ ) Н/м<sup>3</sup>;  $V_{zp}$  – об'єм призми волочиння

$$V_{zp} = \frac{(H + h_{cp})^2 \cdot l \cdot K_3}{2 \cdot \operatorname{tg}(\varphi_0)} ; \quad (2.4)$$

де:  $h_{cp}$  – середня глибина різання, ( $h_{cp} = h/4$ );  $\varphi_0$  – кут природнього скосу ґрунту, ( $\varphi_0 =38\dots40^\circ$ );  $K_3$  – коефіцієнт заповнення відвала ґрунтом, ( $K_3=1,8\dots2,0$ ).

$$W_c = Q_{zp} \cdot \mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \cos(\alpha) ; \quad (2.5)$$

де:  $\mu_1$  – коефіцієнт тертя ґрунту по сталі ( $\mu_1 \approx 0,75$ ).

Опір переміщення ґрунту вверх по відвалу

$$W_g = Q_{zp} \cdot \cos^2(\delta) \cdot \mu_1 \cdot \sin(\alpha) ; \quad (2.6)$$

де:  $\delta$  – кут різання;  $\alpha$  – кут захвату.

Опір перекочування коліс

$$W_f = G \cdot \sin(\beta) \cdot [(1-a) \cdot f + a \cdot \mu_1]; \quad (2.7)$$

де:  $a$  – коефіцієнт, враховуючий частину сили тяжіння, що сприймається відвалом, в середньому ( $a=0,25$ );  $\beta$  – кут підйому ділянки місцевості в напрямку руху;  $f$  – коефіцієнт опору руху коліс ( $f=0,08\dots0,1$ ).

Опір на подолання підйому

$$W_y = G \cdot \sin(\beta); \quad (2.8)$$

Сумарний опір

$$W = W_p + W_n + W_c + W_e + W_f + W_y; \quad (2.9)$$

Необхідно, щоб сумарний опір переміщення був менше тягового зусилля машини по зчепленню

$$\sum W \leq T = G \cdot \psi \cdot \varphi; \quad (2.10)$$

При транспортному режимі будуть мати місце опори ( $W_f$ ,  $W_y$ ,  $W_{np}$ ,  $W_{in}$ ).

Опір коченню  $W_f = G \cdot \cos(\beta) \cdot f$ , Н; (2.11)

Опір від сил інерції

$$W_{in} = \frac{\sum G}{g} \cdot \frac{V}{t_n}; \quad (2.12)$$

де:  $t_n$  – час розгону.

Опір повітря  $W_{нов} = K_\omega \cdot F_{ок} \cdot \mathcal{G}^2 / 0,86$ ; (2.13)

де:  $K_\omega$  – коефіцієнт опору ( $K_\omega=0,06\dots0,07$ );  $F_{ок}$  – площа лобового контуру машини, м<sup>2</sup>;  $\mathcal{G}$  – швидкість руху машини, км/год.

Сумарний опір

$$\sum W = W_f + W_y + W_{нов} + W_{in}; \quad (2.14)$$

## 2.2 Розрахунок потужності двигуна

Необхідна потужність двигуна на робочому режимі визначається за формулою

$$N_p = P_k \cdot V_\delta / 3600; \quad (2.15)$$

де:  $V_\delta$  – дійсна швидкість руху автогрейдера на робочому режимі, км/год.;  $P_k$  – сила тяги ведучих коліс, Н

$$N_p = \varphi \cdot \psi \cdot \sigma; \quad (2.16)$$

де:  $\varphi$  – коефіцієнт зчеплення.

Втрати потужності на буксування

$$N_\delta = \frac{P_k \cdot V_\delta \cdot (1 - \delta)}{3600}; \quad (2.17)$$

де:  $\delta$  – коефіцієнт буксування, ( $\delta = 0,18 \dots 0,22$ ).

Необхідна потужність двигуна

$$N = \frac{N_p \cdot V_\delta}{\eta_m \cdot \xi}; \quad (2.18)$$

де:  $\eta_m$  – ККД трансмісії;  $\xi$  – коефіцієнт зниження потужності двигуна по причині невстановленого навантаження.

В попередніх розрахунках для механічних трансмісій приймають:  $\eta_m = 0,83 \dots 0,86$ ;  $\xi = 0,88 \dots 0,9$ ; для гідро-механічних трансмісій з непрозорим гідротрансформатором:  $\eta_m = 0,73 \dots 0,76$ ;  $\xi = 1$ .

Потужність двигуна, необхідна в транспортному режимі

$$N = \frac{W_{mp} \cdot V_{\max}}{3600 \cdot \eta_m \cdot \xi} \quad (2.19)$$

де:  $W_{mp}$  – опір руху в транспортному режимі, Н;  $V_{\max}$  – максимальна швидкість руху, ( $V_{\max} = 40 \dots 50$  км/год).

За потужністю, підбирають двигун і визначають його параметри.

Продуктивність автогрейдерів визначають при планувальних роботах за залежністю (1.14)

### Додаткові дані

1. Питома насипна вага ґрунту.....  $\gamma = 16-18 \text{ кН/м}^3$
2. Коефіцієнт опору руху бульдозера:
  - для гусеничних машин .....  $f = 0,066-0,07$
  - для колісних машин .....  $f = 0,06-0,08$
3. Коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту .....  $f_1 = 0,3+0,5$
4. Коефіцієнт тертя ґрунту по сталі .....  $f_2 = 0,35+0,8$
5. Кути природнього укосу ґрунту.....  $\varphi = 40^\circ-45^\circ$
6. К.к.д базової машини .....  $\eta = 0,79-0,85$
7. Коефіцієнт втрат ґрунту.....  $K_n = 0,98-0,9$
8. Коефіцієнт використання машини за часом .....  $K_g = 0,85-0,9$
9. Коефіцієнт розпушення ґрунту .....  $K_p = 1,1-1,35$
10. Час на переключення передач .....  $t_o = 5 \text{ с}$
11. Час на поворот бульдозера .....  $t_{нов} = 10 \text{ с}$
12. Ширина ділянки перекриття.....  $a = 0,3-0,5 \text{ м}$

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики автогрейдерів

Найменування показників	ДЗ-40А, Д-598А	ДЗ-40, Д-598	ДЗ-40Б, Д-598Б	ДЗ-61А, ДЗ-99, Д- 710А	ДЗ-31А, Д-557А	ДЗ-31, ДЗ-31С, Д-557, Д-557С	ДЗ-14, ДЗ-14С, Д-395А, Д-395АС	ДЗ-98, Д-395В	ДЗ-105
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Марка двигуна	Д-60Р	СМД-14	СМД-14	АМ-41	Д-108	АМ-01	ВТ-Д6С2, VI- Д5С3	ВД6-250- ТК-2С	ВД6-250- ТК-С3
Потужність двигуна, кВт	44	55	55	66	79,4	81	121,132	184	184
Довжина відвалу, мм	3040	3040	3040	3040	3700	3700	3700	3700	3660
Висота відвалу, мм	500	500	500	500	560	565	700	700	700
Кут різання, град.	30...70	30...70	30...70	30...70	30...70	30...70	30...80	25...90	25...90
Кут планування откосів, град.	40...90	40...90	40...90	40...90	40...90	40...90	0...70	0...70	0...70
Бокове зміщення, мм	700	700	700	700	800	800	800	800	800
Максимальна глибина різання, мм	250	250	250	200	250	250	500	500	500
Система керування	Гідравлічна				Карданно- редукторна				Гідравлічна
Колісна схема	1×2×3	1×2×3	1×2×3	1×2×3	1×2×3	1×2×3	1×3×3	1×3×3	1×3×3
Модель шин	12,00	12,00	12,00	12,00	14,00	14,00	16,00...24	16,00...24	16,00...24
Тиск повітря в шинах, МПа	0,3	0,3	0,3	0,3	0,28	0,28	Регульований 0,07...0,25		
База, мм									
передніх	4700	4700	4700	4700	5800	5800	6000	6100	6100
задніх	1850	1850	1850	1850	2000	2000	2250	2250	2250
Кут нахилу передніх коліс, град.	-	-	±20	±15	±20	±20	-	-	-
Радіус повороту, м	11	11	10...13	10...13	12	12	18	18	18
Швидкість пересування, км/год.									
вперед	2,78...25,85	3,7...30,4	3,7...30,4	3,7...30,4	3,5...36,8	3,5...36,8	3,5...30	3,5...30	0...35
назад	2,37...9,07	3,2...11,5	3,2...11,6	3,2...11,6	4...16,5	4...16,5	4...5,96	4...9,96	0,15
Габаритні розміри, мм									
довжина	6800	6800	6800	7140	8100	8260	10250	10300	10250
ширина	2200	2200	2200	2300	2550	2650	2710	2710	2710
висота	3030	3030	3030	2950	3430	3475	3650	3650	3650

продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Маса, кг	8600	7700	8250	8700	12100	12340	18270	18500	20000
Експлуатаційна середньогодинна продуктивність при плануванні поверхні ґрунту ІІ-ої категорії і робочому ході в двох напрямках за один прохід, м <sup>2</sup>	3200	3570	3570	4140	4290	4290	5580	5850	6000
Строк служби, років	8	8	8	8	8	8	8	8	-
Міжремонтний період, год.	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	-
Розряд машиніста	5	5	5	5	6	6	6	6	6

Примітка.

1. Автогрейдер ДЗ-99 має модифікацію: з ручним керуванням (ДЗ-99-І-4); з системами автоматизації "Профіль-І" (ДЗ-99-І-І); з гідродинамічною трансмісією (ДЗ-99А-І-4).
2. Автогрейдер ДЗ-31 має модифікацію з гідродинамічною трансмісією (ДЗ-31-2).
3. Автогрейдер ДЗ-98 може мати модифікацію з двигуном потужністю 121 кВт (165 к.с.) (ДЗ-98-І).

Таблиця 2.2 – Варіанти завдань

Варіант	Маса автогрейдера	Число проходів	Грунт	Параметри забою кювету			км год.
				Глибина, м	Внутрішн. відкіс	Зовнішній відкіс	
1	8,5	-	Пісок	0,5	1:2	1:1	3,0
2	-	6		0,6	1:2	1:1,1	3,1
3	9	-		0,5	1:2,5	1:1,2	3,2
4	-	5		0,6	1:2,5	1:1,3	3,3
5	9,5	-		0,5	1:3	1:1,4	3,4
6	-	4		0,6	1:3	1:1,5	3,5
7	8,5	-	Суглинок	0,5	1:2	1:1	3,6
8	-	6		0,6	1:2	1:1,1	3,7
9	9	-		0,5	1:1,25	1:1,2	3,75
10	-	5		0,6	1:1,25	1:1,3	3,8
11	9,5	-		0,5	1:3	1:1,4	3,9
12	-	4		0,6	1:3	1:1,5	4,0
13	12,5	-	Суглинок середній	0,7	1:2	1:1	4,1
14	-	4		0,6	1:2	1:1,1	4,2
15	13,0	-		0,7	1:2,5	1:1,2	4,25
16	-	5		0,6	1:2,5	1:1,3	4,3
17	13,5	-		0,7	1:3	1:1,4	4,4
18	-	6		0,6	1:3	1:1,5	4,5
19	12,5	-	Суглинок важкий	0,7	1:2	1:1	3,6
20	-	4		0,8	1:2	1:1,1	3,7
21	13,0	-		0,7	1:1,25	1:1,2	3,75
22	-	5		0,8	1:1,25	1:1,3	3,8
23	13,5	-		0,7	1:3	1:1,4	3,9
24	-	6		0,8	1:3	1:1,5	4,0
25	18,6	-	Глина	0,7	1:2	1:1	4,1
26	-	4		0,8	1:2	1:1,1	4,2
27	19,0	-		0,7	1:2,5	1:1,2	4,25
28	-	5		0,8	1:2,5	1:1,3	4,3
29	19,5	-		0,7	1:3	1:1,4	4,4
30	-	6		0,8	1:3	1:1,5	4,5



## Практична робота №2

### 3. Тяговий розрахунок скрепера

**Мета роботи:** Виконати тяговий розрахунок скрепера і визначити його продуктивність.

Тяговий розрахунок скрепера варто робити для транспортного і робочого режимів. Для робочого режиму розрахунок може бути виконаний при рішенні однієї з 2-х задач:

1) по заданій місткості ковша визначають необхідну силу тяги і по ній підбирають тягач;

2) по заданому типу тягача визначають місткість ковша скрепера.

В тому й іншому випадку розглядається заключна стадія наповнення ковша скрепера.

Загальний порядок тягового розрахунку по першому варіанті полягає в наступному. Виходячи з заданої місткості ковша та заданих ґрунтах (табл. 3.1) визначають опори, що виникають при роботі скрепера. Потім визначають необхідну силу тяги в кінцевий момент наповнення ковша при різанні стружки товщиною ( $h$ ) і шириною ( $B$ ), рівній ширині різання.

По отриманому значенню сили тяги підбирають тягач.

Широкого поширення одержав метод тягового розрахунку скрепера, запропонований Б.Р. Петерсом, по якому загальний опір, який виникає наприкінці наповнення, дорівнює сумі чотирьох опорів:

$$W = W_m + W_p + W_n + W_n, \text{ кН}; \quad (3.1)$$

де:  $W_m$  – опір переміщенню навантаженого скрепера;

$$W_m = G_{\Sigma} \cdot (f_1 \pm i), \text{ кН}; \quad (3.2)$$

де:  $G_{\Sigma}$  – загальна вага скрепера в спорядженому стані з вантажем, кН  $f$  – коефіцієнт опору пересуванню;  $i$  – кут поверхні руху.

Вага ґрунту в ковші скрепера

$$G = \frac{q \cdot \gamma_2 \cdot K_H}{K_p}, \text{ кН}; \quad (3.3)$$

де:  $q$  – місткість ковша, м<sup>3</sup>;  $\gamma_2$  – об'ємна вага ґрунту в природньому стані, кН/м<sup>3</sup> (табл. 3.2);  $K_H$  – коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом (табл. 3.2);  $K_p$  – коефіцієнт розпушення ґрунту в ковші скрепера (табл. 3.2).

Опір різанню в кН

$$W_p = B \cdot h \cdot K; \quad (3.4)$$

де:  $B$  – ширина різання см,  $h$  – товщина шару ґрунту, що зрізується, см;  $K$  – питомий опір різанню, кН/см<sup>2</sup>.

Опір наповненню в кН

$$W_H = W'_H + W''_H; \quad (3.5)$$

де:  $W'_H$  – опір сили тяжіння ґрунту, що надходить у ківш, кН;  $W''_H$  – опір тертя ґрунту в ковші, кН.

Опір сили тяжіння ґрунту, який поступає в ківш.

$$W'_H = B \cdot h \cdot H \cdot \gamma_2, \text{ кН}; \quad (3.6)$$

де:  $H$  – висота наповнення ковша.

При виборі ( $H$ ) можна керуватися залежністю його від місткості ( $q$ ), ковша скрепера:

$q$ , м <sup>3</sup> .....	< 3	6	10	15
$H$ , м.....	1,0-1,13	1,25-1,5	1,8-2,0	2,3

Опір тертю ґрунту по ґрунту в ковші виникає в результаті тиску бічних призм, що розташовуються по обидві сторони стовпа ґрунту, при його переміщенні у вертикальному напрямку

Усередині ковша:

$$W''_H = x \cdot B \cdot H^2 \cdot \gamma_2, \text{ кН}; \quad (3.7)$$

де:  $x$  – коефіцієнт, що враховує дію сил тертя в процесі руху ґрунту усередині ковша. ( $x = 0,5 \cdot \sin(\varphi_2)$ );  $\varphi_2$  – кут внутрішнього тертя ґрунту, град.

Таблиця 3.1 – Дані для тягового розрахунку

№	Марка скрепера	Геометр ємкість ковша, $q, м^3$	Тип скрепера	Ширина захвату, $B, мм$	Говщина товщини, $h, мм$	Маса скрепера без тягача, $G_2, кН$	Маса скрепера тягачем, $G_{м.с.}, кН$	Грунт	Підйом
1	Д-230	2,25	причіпний	1650	25	18,20	73,80	пісок	0,01
2	Д-458	2,75	причіпний	1900	35	23,80	78,20	пісок	0,02
3	ДЗ-70	2,8	причіпний	1440	25	32,80	61,52	суглинок	0,01
4	ДЗ-30(Д-511А)	3	причіпний	1990	30	23,85	78,85	пісок	0,03
5	ДЗ-33(Д-569)	3	причіпний	2100	35	27,48	82,43	пісок	0,04
6	ДЗ-57(Д-697)	4,5	причіпний	2430	32	44,25	126,00	суглинок	0,02
7	ДЗ-111	4,5	причіпний	2454	52	48,00	130,00	пісок	0,05
8	ДЗ-49(Д-670)	5	причіпний	2460	55	49,90	109,40	суглинок	0,03
9	Д-374А	6	причіпний	2672	60	73,13	184,13	суглинок	0,01
10	ДЗ-20В(Д-498В)	7	причіпний	2650	65	70,00	185,00	суглинок	0,02
11	ДЗ-12(Д-374Б)	8	причіпний	2620	85	67,00	178,00	пісок	0,05
12	ДЗ-74	8	напівпричіп	2650	65	89,00	212,00	суглинок	0,01
13	ДЗ-77С	8	причіпний	2650	90	105,00	220,00	пісок	0,04
14	ДЗ-11(Д-357М)	8	самохідний	2720	70	100,00	190,00	суглинок	0,02
15	Д-213А	10	причіпний	2820	100	95,00	252,50	суглинок	0,05
16	ДЗ-46(Д-612)	10	причіпний	2650	110	118,00	229,00	пісок	0,05
17	Д-511	15	причіпний	2850	120	165,00	433,00	суглинок	0,04
18	ДЗ-13(Д-392)	15	самохідний	2926	150	170,00	340,00	пісок	0,05
19	ЭТМ1-38	15	самохідний	3026	140	-	375,00	суглинок	0,03
20	ЭТМ1-29	15	самохідний	2850	160	-	420,00	пісок	0,05
21	ДЗ-79	15	причіпний	3112	130	165,00	440,00	суглинок	0,04
22	ДЗ-67	25	самохідний	3650	300	-	640,00	пісок	0,02
23	ДЗ-107	25	самохідний	3900	200	-	675,00	суглинок	0,02
24	ДЗ-33(Д-569)	3	причіпний	2100	28	27,48	82,43	суглинок	0,01
25	ДЗ-74	8	напівпричіп	2650	90	89,00	212,00	пісок	0,05
26	ДЗ-11(Д-357М)	8	самохідний	2720	85	100,00	190,00	пісок	0,05
27	ДЗ-49(Д-670)	5	причіпний	2460	50	49,90	109,4	пісок	0,05
28	ДЗ-46(Д-612)	10	причіпний	2650	95	118,00	229,0	суглинок	0,03
29	ДЗ-13(Д-392)	15	самохідний	2926	120	170,00	340,0	суглинок	0,05

Таблиця 3.2 – Фізико-механічні характеристики ґрунтів

Ґрунт	Кут внутр. тертя, $\varphi_2$ , град.	$x$	Коефіцієнт наповнення $K_n$		Коефіцієнт розпушення, $K_p$	Об'ємна вага, $\gamma_2$ , кН/м <sup>3</sup>	Питомий опір копанню, $K$ , кН/м <sup>2</sup>	Коеф. опору руху скрепера, $f$
			без штовхача	з штовхачем				
глина	14-19	0,24-0,31	0,6-0,8	0,9-1,2	1,2-1,4	16-18	До 120	0,1
суглинок	24-30	0,37-0,44	0,8-0,9	1,0-1,2	1,1-1,4	16-18	80-100	0,095
пісок	35-45	0,46-0,5	0,5-0,7	0,8-1,0	1,0-1,2	15-17	50-70	0,09

Опір переміщенню призми волочіння

$$W_{np} = y \cdot B \cdot H^2 \cdot \gamma_{cp} \cdot f, \text{ кН}; \quad (3.8)$$

де:  $y$  – коефіцієнт, що визначає об'єм призми волочіння перед заслінкою і ножами ковша ( $y = 0,5-0,7$ ) – найбільше значення відноситься до сипких ґрунтів;  $f$  – коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту.

При роботі причіпних скреперів максимальна сила тяги ( $T$ ) на гаку трактора або тягача повинна бути, або дорівнювати, або дещо перевищувати максимальний сумарний опір, тобто ( $T_{H_1} \geq W$ ).

Для роботи самохідного скрепера необхідно, щоб максимальне тягове зусилля на ведучих колесах ( $P_k$ ) було рівним, або дещо було більшим сумарного опору, тобто ( $P_{k1} \geq W$ ).

Якщо при наборі ґрунту в ківш крім основного тягача або трактора застосовують трактор-штовхач, то необхідно додержуватися таких умов:

для самохідних скреперів

$$(P_k + T_{ш}) K_o \geq W; \quad (3.9)$$

для причіпних скреперів

$$(T_{H_1} + T_{ш}) K_o \geq W; \quad (3.10)$$

де:  $T_{ш}$  – зусилля трактора-штовхача, що штовхає;  $K_o$  – коефіцієнт, що враховує одночасність роботи базового тягача або трактора і трактора-штовхача, звичайно:  $K_o = 0.85 \dots 0.90$ .

При роботі скреперів максимальний опір звичайно обмежується силою зчеплення ведучих коліс самохідного скрепера, гусениць або ведучих коліс тягача з ґрунтом; тому необхідно перевірити силу зчеплення по рівняннях:

$$G_{зч} \varphi \geq T_{ш} = W ; G_{зч} \varphi \geq P_k = W ; \quad (3.11)$$

де:  $G_{зч}$  – зчіпна вага тобто вага, що припадає на ведучі колеса, або гусеничний хід машини.

Необхідна потужність двигуна тягача для причіпного скрепера при роботі без штовхача (кВт)

$$N = \frac{[G_m \cdot (f_2 \pm i) + W] \cdot \varrho}{3,6 \cdot \eta}, \text{ кВт}; \quad (3.12)$$

де:  $G_m$  – вага тягача, кН;  $f_2$  – коефіцієнт опору руху тягача;  $\varrho$  – швидкість руху, км/год;  $\eta$  – ККД машини.

Для самохідного скрепера із всіма ведучими колесами при роботі без штовхача необхідна потужність двигуна (кВт)

$$N = \frac{W \cdot \varrho}{3,6 \cdot \eta}, \text{ кВт}; \quad (3.13)$$

Вибір базової машини проводять по (табл. 1.3) і (табл. 3.3) При тяговому розрахунку скрепера для транспортного режиму максимальний опір скрепера дорівнює опоріві переміщення скрепера ( $W = W_n$ ).

При наповненні ковша швидкість руху складає (2,2...4) км/год, при транспортному режимі швидкість руху скрепера з вантажем досягає  $((0,5 \dots 0,8) \cdot \varrho_{\max})$ , де:  $\varrho_{\max}$  – максимальна швидкість тягача або трактора.

Спосіб різання при роботі скрепера істотно впливає на ступінь наповнення ковша, що характеризується коефіцієнтом наповнення: при прямому різанні ( $K_n = 0,8$ ); ступінчастому ( $K_n = 0,9$ ) гребінчастому ( $K_n = 1$ ); шахово-гребінчастому ( $K_n = 1,1$ ).

2. Продуктивність скреперів у щільному тілі (в м<sup>3</sup>/год)

$$P_e = \frac{3600 \cdot q \cdot K_n \cdot K_e}{K_p \cdot t_u}; \quad (3.14)$$

де:  $q$  – місткість ковша скрепера;  $t_u$  – тривалість циклу;  $K_n$  – коефіцієнт наповнення ковша скрепера (див. табл. 3.2)

$$K_n = q_1 / q; \quad (3.15)$$

де:  $q_1$  – місткість пухкого ґрунту в ковші скрепера,  $K_e$  – коефіцієнт використання робочого часу;  $K_p$  – коефіцієнт розпушення ґрунту (див. табл. 3.2). Тривалість циклу

$$t_u = \frac{L_1}{\mathcal{G}_1} + \frac{L_2}{\mathcal{G}_2} + \frac{L_3}{\mathcal{G}_3} + \frac{L_4}{\mathcal{G}_4} + t_n + 2 \cdot t_{нов}; \quad (3.16)$$

де:  $L_1$  – шлях при заповненні, м;  $L_2$  – шлях при транспортуванні ґрунту, м;  $L_3$  – шлях при розвантаженні, м;  $L_4$  – шлях порожнього скрепера, м; швидкість руху скрепера (м/с):  $\mathcal{G}_1$  – при заповненні,  $\mathcal{G}_2$  – навантаженого;  $\mathcal{G}_3$  – при розвантаженні;  $\mathcal{G}_4$  – порожнього;  $t_n$  – час на переключення передач ( $t_n = 6$ ), с;  $t_{нов}$  – час на один поворот ( $t_{нов} = 15 \dots 20$ ), с.

Стосовно до тракторних (причіпних) скреперів швидкості приймають: при заповненні ковша (0,65...0,8) швидкості руху трактора (тягача) на першій передачі; навантаженого скрепера на рівній ділянці ((0,55...0,75) ·  $\mathcal{G}_{max}$ ) де:  $\mathcal{G}_{max}$  – швидкість руху на вищій передачі; порожнього скрепера на рівних ділянках ((0,75...0,85) ·  $\mathcal{G}_{max}$ ), а на підйомах – рівній швидкості руху трактора (тягача) на другій передачі; при розвантаженні в залежності від умов його в межах від швидкості руху на першій передачі до ( $\mathcal{G}_{max}$ ), швидкість руху на крутому підйомі – швидкість руху на першій передачі.

Таблиця 3.3 – Основні параметри сучасних колісних тягачів

Параметри	Одновісні		Т-125	К-700	МоАЗ-5462	БелАЗ-550	Катерпілер (сідлові)		Вагон 220
	МоАЗ-546	БелАЗ-531					264,6	697,75	
Потужність, кВт	176,4	264,6	75,6	220,5	176,4	264,6	264,6	404,3	1837,5
Найбільша швидкість, км/год	45	50	2,2-31	2,6-30	0,2-40	40	79	70	65
Максимальне тягове зусилля, кН	105	230	50	70	105	150	260	440	750
Маса, кН	100	140	56	120	125	196	160	240	450
База, м	-	-	2,4	3,05	2,6	2,8	3,33	3,76	4,4
Колія, м	2,4	2,49	1,6	1,85	2,4	2,4	2,4	2,54	3,1
Радіус поворота, м	-	-	-	5,5	-	-	-	-	-
Шини	26,5x25	27x33	15x24	23x26	26,5x25	23,1x26	29,5x35	37,6x39	40x5
Тиск в шинах, МПа	0,15-0,35	0,15-0,35	0,11-0,17	0,11-0,17	0,1-0,85	0,11-0,17	0,11-0,25	0,11-0,25	0,11-0,24
Навантаження на передню вісь, кН	200	320	20	75	60	90	60	80	240
Максимальне навантаження на задню вісь, кН	-	-	36	45	65	106	100	160	980
Висота габаритна, м	2,98	3,35	2,6	3,5	2,9	3,1	3,2	3,9	4,5
Навантаження на сідло, кН	100	160	50	80	-	-	320	430	780
									-

Шлях заповнення скрепера

$$L_1 = \frac{q \cdot K_n \cdot K_n}{0,7 \cdot B \cdot h \cdot K_p} + 0,5; \quad (3.17)$$

де:  $K_n$  – коефіцієнт, що враховує втрати ґрунту при утворенні призми волочіння і бокових валиків ( $K_n = 1,2 \dots 1,5$ ); 0,7 – коефіцієнт, що враховує нерівномірність товщини стружки.

Повний шлях, який проходить скрепер при наборі ґрунту:

$$L_n = L_1 + L_a; \quad (3.18)$$

де:  $L_a$  – довжина агрегату (довжина трактора з скрепером).

Довжина шляху розвантаження:  $L_3 = 3 \dots 10$  м.

### Додаткові дані

1. Коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту (суглинки, піски) .....  
.....  $f = 0,3 \dots 0,5$ ;
2. Коефіцієнт зчеплення  
- для гусеничних машин .....  $\varphi_{\max} = 0,85 \dots 0,95$ ;  
- для колісних машин .....  $\varphi_{\max} = 0,8 \dots 0,9$ ;
3. ККД базової машини .....  $\eta = 0,8 \dots 0,85$ ;
4. Коефіцієнт опору руху тягача .....  $f_2 = 0,08 \dots 0,12$ ;
5. Шлях при транспортуванні ґрунту  
- причіпними скреперами .....  $L_2 = 200$  м;  
- самохідним скрепером .....  $L_2 = 500$  м.



Таблиця 3.4 — Викінді дані до виконання контрольної роботи

Остання цифра шифру	Найменування машини	Задані параметри машини	Одиниці вимірювання	Передостання цифра шифру											
				0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
0 або 5	Бульдозер з неповоротним відвалом в плані	1) Довжина відвалу	мм	2000	2280	2560	2560	3030	3030	3360	3360	4500	3360	3200	
		2) Висота відвалу	мм	550	785	800	950	1140	1300	1350	1400	1350	1400	1350	1200
		3) Товщина стружки	мм	100	100	175	175	150	200	200	200	250	250	250	100
		4) Грунт	кат-рія	I	II	II	II	III	II	III	II	III	IV	II	II
		5) Дальність переміщення	м	2,5	60	1,5	50	65	90	100	100	100	100	70	65
1 або 6	Бульдозер з поворотним відвалом в плані	1) Довжина відвалу	мм	1300	3500	3500	4150	3940	4150	4590	4530	4430	3940	3940	
		2) Висота відвалу	мм	500	800	800	1000	1000	1000	1000	1270	1205	1400	1200	1000
		3) Товщина стружки	мм	75	100	120	150	200	130	0	250	150	200	150	200
		4) Кут установки відвалу в плані	град.	60	60	60	62	63	60	62	60	62	65	60	63
		5) Грунт	кат-рія	I	II	II	II	II	II	II	II	II	III	III	III
		6) Дальність переміщення	м	1,5	2,5	40	45	50	60	70	80	90	100	90	100
2 або 7	Скрепер причіпний	1) Місткість ковша	м <sup>3</sup>	2,25	2,75	2,75	3,0	6	6	8	10	10	10	15	
		2) Ширина різання	мм	1650	1900	1900	1900	2592	2590	2590	2590	2878	2878	2820	2900
		3) Товщина стружки	мм	150	100	150	150	150	100	200	150	200	150	125	300
		4) Грунт	кат-рія	I	I	II	II	II	II	II	I	II	II	II	I
		5) Дальність переміщення	м	3,50	200	230	550	500	600	600	750	1500	2000	2500	2500
3 або 8	Скрепер самохідний або напів-причіпний	1) Місткість ковша	м <sup>3</sup>	2,25	2,75	3,0	6,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	10,0	8,0	
		2) Ширина різання	мм	1650	1900	1900	2600	2900	3100	2780	2810	2780	2810	3125	2832
		3) Товщина стружки	мм	100	75	100	150	200	150	200	150	200	150	200	200
		4) Грунт	кат-рія	I	I	II	II	II	II	II	II	II	I	II	I
		5) Дальність переміщення	м	250	350	500	600	700	1500	2000	1500	2000	2500	3000	1500
		6) Спосіб переміщення	м	напів-причіп	напів-причіп	напів-причіп	напів-причіп	напів-причіп	с-мо-хідн.	напів-причіп	с-мо-хідн.	напів-причіп	с-мо-хідн.	напів-причіп	с-мо-хідн.
4 або 9	Авто-грейдер	1) Довжина відвалу	мм	3000	3040	3615	3600	3700	3780	3650	3780	3650	3790	3700	
		2) Висота відвалу	мм	500	500	600	500	540	575	610	575	610	575	700	
		3) Товщина стружки	мм	50	70	75	65	100	150	125	110	150	110	150	200
		4) Маса машини	т	8,5	7,8	9,0	9,3	13,7	9,2	11,5	10,8	12,0	17,6	12,0	17,6
		5) Кут установки відвалу в плані	град.	65	60	62	67	62	55	60	60	62	60	62	63
		6) Грунт	кат-рія	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
		7) Довжина розробки	м	100	200	300	400	500	600	600	150	250	350	450	450

Примітка. 1. Тяговий розрахунок автотрейдера, визначення потужності двигуна виконувати по методичці 031-130 (с. 5...7).

2. Пінгомі опір різанню ґрунту К<sub>п</sub> МПа для автотрейдера становить: I категорія – К = 0,015...0,04 МПа; II категорія – К = 0,04...0,06 МПа3. Пінгомі опір різанню ґрунту К<sub>п</sub> МПа для бульдозера: I категорія – К = 0,06 МПа; II категорія – К = 0,09 МПа; III категорія – К = 0,125 МПа; IV категорія – К = 0,13...0,25 МПа. 4. Для скрепера К вибирають по табл. 2.2.

Таблиця 3.5 — Вихідні дані до виконання контрольної роботи

Остання цифра	Передостання цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1; 13 58; 89	5; 34 74; 104	7; 22 45; 117	11; 64 105; 124	1; 75 81; 108	1; 75 81; 108	2; 18 46; 118	10; 40 44; 88	17; 53 86; 103	6; 38 41; 82
1	31; 43 73; 115	16; 33 57; 120	12; 80 83; 130	2; 77 105; 127	18; 49 84; 122	6; 48 91; 120	15; 45 70; 83	7; 37 51; 107	14; 39 42; 102	17; 47 61; 90
2	22; 41 87; 113	2; 21 66; 97	30; 49 79; 86	9; 21 52; 82	3; 56 87; 126	5; 50 92; 131	26; 55 108; 129	4; 48 94; 104	3; 15 85; 89	23; 52 92; 111
3	19; 55 93; 121	19; 68 100; 123	20; 46 98; 124	8; 54 116; 127	14; 51 119; 128	3; 53 84; 107	18; 66 99; 125	16; 49 101; 111	25; 54 101; 109	24; 70 96; 127
4	18; 59 92; 107	32; 57 118; 122	17; 62 88; 125	16; 51 78; 117	19; 63 95; 124	17; 29 76; 89	28; 54 90; 103	20; 50 93; 126	14; 75 97; 100	16; 72 95; 103
5	35; 43 85; 99	11; 65 96; 128	10; 61 91; 121	8; 65 98; 127	20; 44 109; 123	13; 63 86; 104	14; 76 110; 125	4; 61 93; 100	38; 54 112; 122	34; 52 102; 126
6	40; 60 99; 102	32; 45 94; 123	9; 71 43; 121	12; 64 105; 131	22; 47 73; 116	13; 69 92; 104	33; 62 87; 119	15; 67 90; 122	27; 51 106; 129	13; 50 79; 120
7	14; 31 42; 129	1; 57 108; 130	4; 59 71; 125	2; 60 106; 115	36; 70 109; 114	30; 79 99; 113	21; 48 95; 113	26; 53 69; 107	38; 74 97; 112	5; 71 98; 121
8	10; 72 89; 131	5; 67 86; 121	23; 43 92; 110	27; 47 94; 111	36; 78 88; 118	6; 41 91; 114	7; 77 87; 112	35; 55 90; 109	12; 58 93; 103	37; 56 85; 100
9	24; 56 126; 130	9; 58 103; 126	10; 48 73; 124	3; 44 81; 99	8; 42 67; 123	20; 37 80; 110	28; 49 82; 107	29; 68 83; 102	9; 39 59; 111	11; 73 84; 117

## Практична робота № 3

### 4. Тяговий розрахунок розпушувача мерзлих ґрунтів

#### 4.1 Вибір і розрахунок основних параметрів

Вихідними даними для розрахунку розпушувачів є (табл. 4.1): номінальне тягове зусилля базового трактора по зчепленню з ґрунтом ( $T_{зч}$ ); максимальна глибина розпушення ( $h$ ); тип ґрунту, його вологість і температура; зношування і затуплення різальної кромки ( $a_{зм}$ ); довжина ділянки розпушення ( $l_p$ ); тип навіски.

Таблиця 4.1 – Варіанти завдань

№ варіанту	базова машина	тяговий клас, кН	глибина розпушення, м ( $h$ )	зношення різальної кромки, см ( $a_{зм}$ )	довжина розпушення, м ( $l_p$ )	тип ґрунту	Вологість %	температура, °С ( $t$ )	прототип	кількість ланок в навісці
1	Т-100М	100	0,2	2	300	пісок	15	-10	МГ-1-40	3
2			0,25	3	500	суглинок	15	-15		4
3			0,35	5	400	глина	25	-10		3
4			0,3	2	200	пісок	10	-10		4
5	Т-130	100	0,25	2	400	супісок	10	-15	ДП-26С	4
6			0,35	3	400	супісок	15	-5		3
7			0,35	5	500	супісок	10	-18		4
8			0,25	2	300	супісок	15	-8		3
9			0,3	3	300	глина	25	-15		4
10	Т-180КС	170	0,2	3	500	суглинок	10	-10	ДП-22С	3
11			0,2	4	300	глина	15	-15		4
12			0,2	2	600	пісок	10	-16		3
13			0,35	2	400	суглинок	20	-12		4

Продовження табл. 4.1

14	ДЗТ-250М	260	0,5	4	700	пісок	10	-15	ДП-9С	3
15			0,3	2	700	глина	10	-20		4
16			0,3	3	800	супісок	10	-15		3
17			0,3	4	600	пісок	10	-5		4
18	Т-330	380	0,6	4	800	супісок	15	-15	ДП-10С	4
19			0,4	5	800	суглинок	10	-15		3
20			0,4	3	900	суглинок	15	-8		4
21			0,4	3	800	супісок	10	-16		3
22			0,5	5	700	глина	30	-10		4
23	Т-500	300	0,7	5	900	суглинок	20	-10	ДП-11С	3
24			0,5	3	300	пісок	15	-20		4
25			0,6	4	500	глина	40	-20		3
26			0,5	3	400	суглинок	10	-20		4
27	Т-220	140	0,35	3	600	глина	15	-15	Д-671С	3
28			0,25	4	800	пісок	15	-5		4
29			0,2	2	700	глина	30	-18		3
30			0,2	4	500	глина	25	-10		4

Для подальших розрахунків необхідно вибрати (рис. 4.1): оптимальний кут різання ( $\alpha_p = 30 \dots 45^\circ$ ); задній кут вїзду ( $\varphi_{вз} > 20^\circ$ ); мінімальну відстань від найнижчої точки навісної рами до опорної поверхні трактора ( $K_{\min}$ ) і від наконечника зуба до осі кріплення нижньої тяги навіски ( $l_{зв}$ ); ширину ( $b$ ) і довжину ( $l$ ) зуба.

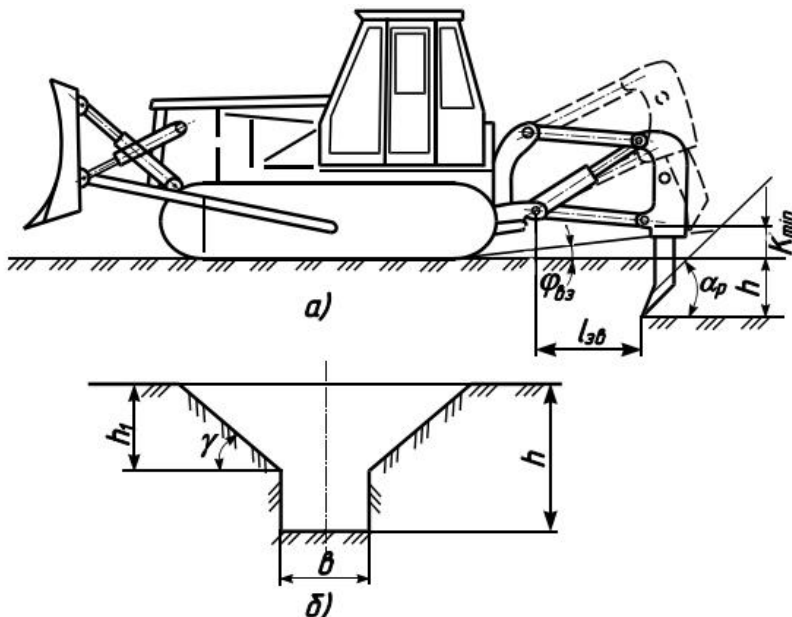


Рисунок 4.1 – Схема навісного розпушувача (а) і поперечного перерізу прорізу (б)

Відстань ( $K_{\min}$ ) повинна бути такою, щоб рама розпушувача вільно проходила над розпушеним ґрунтом при максимальній глибині розпушення. Для тракторів тягового класу до (100 кН) включно, а якщо більше, то ця відстань складає відповідно не менше

$$K_{\min} = (0,65 \dots 0,75) \cdot h; \quad (4.1)$$

$$K_{\min} = (0,3 \dots 0,6) \cdot h; \quad (4.2)$$

Мінімальну відстань ( $l_{36}$ ) назначають із умови вільного підйому ґрунту перед зубом і виключення його заклинювання під гусеницями трактора. В залежності від тягового класу базового трактора воно замінюється у межах

$$l_{36} = (1,5 \dots 2) \cdot h; \quad (4.3)$$

Ширина і довжина зуба вибирається із умови мінімальної енергоємності процесу розпушення

$$b = h/4; \quad (4.4)$$

$$l_{зб} = 4b; \quad (4.5)$$

На рис. 4.1, б показані: ( $h_1$ ) – глибина зони розширення поперечного перерізу прорізу ( $h_1 = k_{пер} \cdot h$ );  $k_{пер}$  – перехідний коефіцієнт, який залежить від кута різання ( $\alpha_p$ ) і типу ґрунту; для  $\alpha_p = 45^\circ$ ,  $k_{пер} = 0,80 \dots 0,85$  – для глини;  $k_{пер} = 0,90 \dots 0,95$  – для піску;  $k_{пер} = 0,85 \dots 0,90$  – для супіску і суглинку. Кут сколювання ґрунту у фронтальній площині ( $\gamma = 30 \dots 60^\circ$ ), (менші значення для піску, супіску; більші - для глини, суглинку).

Середньо максимальне значення дотичної сили різання дорівнює:

- для  $b = 0,01 \dots 0,1$  м.

$$P_2 = 10 \cdot C_{y\partial} (h - h_1) (1 + 0,55 \cdot b) \left( 1 - \frac{90^\circ - \alpha_p}{150^\circ} \right) \cdot \mu \cdot \Delta \cdot \beta + \xi \cdot h \cdot b \cdot \sigma_p \cdot \sin(\alpha_p), \text{ Н}; \quad (4.6)$$

- для  $b > 0,1$  м.

$$P_2 = 10 \cdot C_{y\partial} (h - h_1) \sqrt{b} \left( 1 - \frac{\alpha_p - 30^\circ}{80^\circ} \right) \cdot \mu \cdot \Delta \cdot \beta + \xi \cdot h \cdot b \cdot \sigma_p \cdot \sin(\alpha_p), \text{ Н}; \quad (4.7)$$

де:  $C_{y\partial}$  – число ударів ударника ДорНДІ:

- для супіску  $C_{y\partial} = 10 \cdot |t| + 110$ ;

- для суглинку  $C_{y\partial} = 8,5 \cdot |t| + 180$ ;

- для піску  $C_{y\partial} = 5,5 \cdot |t| + 180$ ;

- для глини  $C_{y\delta} = 5 \cdot |t| + 190$ .

$\sigma_p$  – граничне напруження на розтягування мерзлого ґрунту (рис. 4.2);  $b$  – ширина зуба, см;  $h$  – глибина розпушення, см;  $\alpha_p$  – кут різання, град; (для чотири ланкової паралелограмної навіски не залежить від глибини розпушення, а для триланкової навіски кут  $\alpha_p$  змінюється в залежності від глибини розпушення  $h$ );  $\mu$  – коефіцієнт, який враховує ступінь блокування (для блокованого різання  $\mu = 1$ , для напівблокованого –  $\mu = 0,75$ , для вільного різання –  $\mu = 0,5$ );  $\Delta$  – коефіцієнт, який враховує затуплення і зношування різальної кромки зуба (табл. 4.2);  $\beta$  – коефіцієнт, який враховує кут загострення профілю (табл. 4.3);  $\xi$  – коефіцієнт, який характеризує відношення істинної трапецеїдальної площі прорізу до площі фронтальної проекції розпушувального зуба (табл. 4.4)

Таблиця 4.2 – Значення коефіцієнта ( $\Delta$ ) (для  $h \geq 30$  см) і коефіцієнта ( $\psi$ )

Загальний показник зношування $a_{zm}$ , см	0	0,6	1	2	3	4	5
Коефіцієнт $\Delta$ для мерзлого ґрунту	0,85	1	1,15	1,35	1,6	1,85	2,1
Коефіцієнт $\psi$	0,1	0,15	0,2	0,4	0,6	0,8	1

Таблиця 4.3 – Значення коефіцієнта  $\beta$

Кут загострення зуба, град.	180	120	90	60	50-15
Коефіцієнт $\beta$	1	0,96	0,9	0,83	0,81

Таблиця 4.4 Значення коефіцієнта  $\xi$

Співвідношення ( $h/b$ )	1	2	3	4	5	6	7
Коефіцієнт $\xi$	2	3	3,7	4,2	4,2	3,9	3,9

для  $h=20-30$  см – вказані значення ( $\Delta$ ) збільшуються у (1,25-1,5) рази; для  $h=10-20$  см – у 1,5-2 рази.

Вертикальна складова сили різання ґрунту розпушувачем дорівнює

$$P_g = \psi \cdot P_z; \quad (4.9)$$

де:  $\psi$  – коефіцієнт відношення вертикальної складової сили різання ґрунту до горизонтальної, залежить від ступеня затуплення і зношування різальної кромки (див. табл. 4.2).

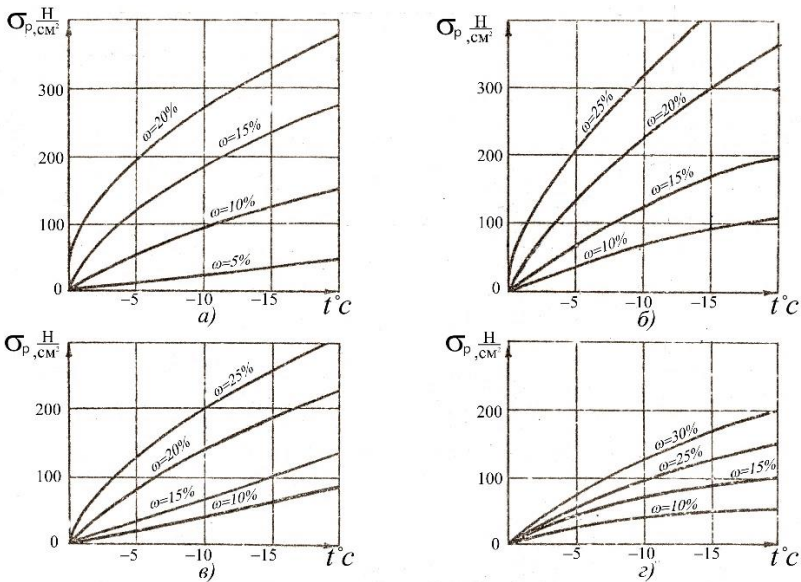


Рисунок 4.2 – Вплив вологості (%) і від’ємної температури ( $t, ^\circ\text{C}$ ) на опір мерзлих ґрунтів розриву: а – пісок; б – супісок; в – суглинок; г – глина.

Число зубів розпушувача через тягове зусилля, яке реалізує базова машина по зчепленню з ґрунтом



$$n \leq \frac{\left[ (M_m + M_{\bar{o}} + M_p) \cdot g \right] \cdot (\varphi_{зч} - f_{он} - i)}{K_{ск} \cdot P_2}; \quad (4.10)$$

де:  $M_m$ ,  $M_{\bar{o}}$ ,  $M_p$  – відповідно маса трактора, бульдозерного і розпушувального обладнання, кг (табл. 4.5);  $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup> ( $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>);  $\varphi_{зч}$  – коефіцієнт зчеплення рушія з ґрунтом ( $\varphi_{зч}=0,6\dots0,8$ );  $f_{он}$  – коефіцієнт опору переміщенню гусеничного ходового обладнання ( $f_{он}=0,10\dots0,15$ );  $i$  – похил ділянки розпушення ( $i=0,05\dots0,1$ );  $K_{ск}$  – коефіцієнт який враховує зниження тягового опору від неодночасності сколювання ґрунту декількома зубами ( $K_{ск}=0,75\dots0,80$  для  $n>1$  і  $K_{ск}=1$  для  $n=1$ ).

Таблиця 4.5 – Технічна характеристика розпушувачів статичної дії

Показники	Модель розпушувача						
	МГ-1-40	ДП-26С	ДП-22С	Д-67С	ДП-9С	ДП-10С	ДП-11С
Максимальне заглиблення зуба ( $h_{\max}$ ), м.	0,46	0,45	0,5		0,7		1
Кількість зубів ( $n$ ), шт.	1	1	1-3				1
Відстань між осями зубів, м.	-	-	0,8	0,96	1,02	0,85	-
Ширина наконечника зуба ( $b$ ), см.	6,6	6,6	8,6	10,4	10,5		12,4

Продовження табл. 4.5

Кут розпушування (при $h_{max}$ ) $\alpha_p$ , град	32-53		45				
Кількість ланок в підвісі	3		4				
Швидкість руху, км./год. вперед $\vartheta_p$	2,36-10,15	3,17-10,45	2,86-11,96	2,67-17,9	2,3-20	0-16,4	0-16,2
назад $\vartheta_{х.х.}$	2,8-7,61	3,05-8,5	3,21-7,49	1,78-14,2	2,3-20	0-13,7	0-13,5
Загальна маса $M_3$ , т.	15,4	17,3	23	23,3	39,7	43,4	40
База	Т-100М (Т-130Г-1)	Т-130Г-1	Т-180КС	Т-220	ДСТ-250М	Т-330	Т-500
Потужність двигуна $N_{дв}$ , кВт	79,4 (103)	103	132	162	202	243	368
Максимальне тягове зусилля $P_{max}$ , кН	95	95	168	14,1	257	380	300

Загальний тяговий опір розпушувача дорівнює

$$W_3 = (M_3 \cdot q + K_{ck} \cdot P_6) \cdot f + M_3 \cdot q \cdot i + K_{ck} \cdot n \cdot P_2; \quad (4.11)$$

де:  $M_3$  – загальна маса розпушувача.

При цьому повинна виконуватися умова

$$\varphi_{3ч} \cdot M_3 \cdot q > W_3; \quad (4.12)$$

Маса розпушувача без бульдозерного обладнання дорівнює

$$M_3 = (1,18 \dots 1,23) \cdot Mm; \quad (4.13)$$

Маса розпушувача з бульдозерним обладнанням дорівнює

$$M_3 = (1,35 \dots 1,45) \cdot Mm; \quad (4.14)$$

## Практична робота № 4

### 5. Розрахунок по кінематичних схемах

**Тема:** Розрахунки за кінематичними схемами однокішшевих (одномоторних) екскаваторів.

**Мета роботи:** Виконати кінематичні та силові розрахунки в передачах екскаваторів.

#### Методика розрахунку

1. Креслимо схему запасовки канатів заданого екскаватора (див. рис. 5.2, 5.4, 5.6, 5.8, 5.10).

2. Вивчаємо кінематичну схему заданого екскаватора та креслимо її (див. рис. 5.1, 5.3, 5.5, 5.7 і 5.9).

Щоб дістати чіткіше уявлення про місце розташування та призначення механізмів, зображених на кінематичній схемі, треба спочатку розібратися в будові ходового, напірного і поворотного механізмів екскаватора, механізму реверса, головної лебідки та інших елементів конструкції екскаватора.

На накресленій кінематичній схемі позначаємо всі основні елементи, і в пояснювальній записці описуємо їх призначення, а також роботу екскаватора за тією частиною кінематичної схеми, яка належить до завдання. На цій частині схеми позначаємо всі

дані передачі, потрібні для розрахунку (кількість зубів, потужність двигуна, діаметр барабана і т. ін.).

3. При визначенні передаточних чисел слід мати на увазі:

а) під передаточним числом розуміють відношення числа зубів веденого колеса до числа зубів ведучої шестерні; для черв'ячної передачі - числа зубів черв'ячного колеса до числа заходів черв'яка. Числа зубів наведені на (рис. 5.1, 5.3, 5.5, 5.7 і 5.9);

б) загальне передаточне число визначається як добуток окремих передаточних чисел:

$$i_{заг} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots \cdot i_n; \quad (5.1)$$

4. Частоту обертання шуканого елемента механізму підраховуємо за числом обертів двигуна і загальним передаточним числом:

$$n = \frac{n_{дв}}{i_{заг}}, \text{ хв}^{-1}; \quad (5.2)$$

5. Колову швидкість колеса (шестерні) визначаємо за формулою:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \text{ м/с}; \quad (5.3)$$

де:  $D$  – діаметр барабана, ведучого колеса, початкового кола шестерні ( $d_{ш}$ ) або зірочки ( $D_{зір}$ ), м;  $n$  - частота обертання,  $\text{хв}^{-1}$ .

Діаметр початкового обводу шестерні обчислюємо за формулою:

$$d_{ш} = m \cdot z, \text{ мм}; \quad (5.4)$$

$$D_{зір} = \frac{t}{\sin(180^\circ/z)}, \text{ мм}; \quad (5.5)$$

де:  $m$  – модуль шестерні, мм;  $z$  – число зубів шестерні або зірочки;  $t$  – крок зубів зірочки, мм.

6. Для обчислення швидкості скорочення поліспасти стріли спочатку визначаємо його кратність, потім за швидкістю навивання каната на барабан і кратністю поліспасти обчислюємо швидкість скорочення поліспасти стріли:

$$v_{\text{нол}} = v/i, \text{ м/с}; \quad (5.6)$$

7. Тягове зусилля на барабані, ведучому колесі або шестерні визначаємо, виходячи з потужності двигуна за формулою:

$$P = \frac{N_{\text{дв}} \cdot \eta}{v}, \text{ кН}; \quad (5.7)$$

де:  $N_{\text{дв}}$  – потужність двигуна, кВт;  $\eta$  – к. к. д. передачі;  $v$  – колова швидкість, м/с.

8. Зусилля на рухомій обоймі поліспасти визначаємо за формулою:

$$T = P \cdot i \cdot \eta, \text{ кН}; \quad (5.8)$$

де:  $P$  – тягове зусилля на барабані, кН;  $i$  – кратність поліспасти; ( $\eta = \eta_{\text{ол}}^{\kappa}$ ) к.к.д. поліспасти, тут  $\eta_{\text{ол}}^{\kappa}$  – коефіцієнт корисної дії одного блока (0,96 – 0,98);  $\kappa$  – кількість блоків, яку визначаємо за схемою запасовки канатів.

№ поз.	Z	№ поз.	Z
1	16	16	27
2	40	17	18
3	20	18	52
4	81	19	44
5	33	20	11
6	21	21	85
7	38	22	16
8	76	23	22
9	42	24	14
10	17	25	27
11	25	26	11
12	38	27	22
13	38	28	17
14	25	29	17
15	17	30	51

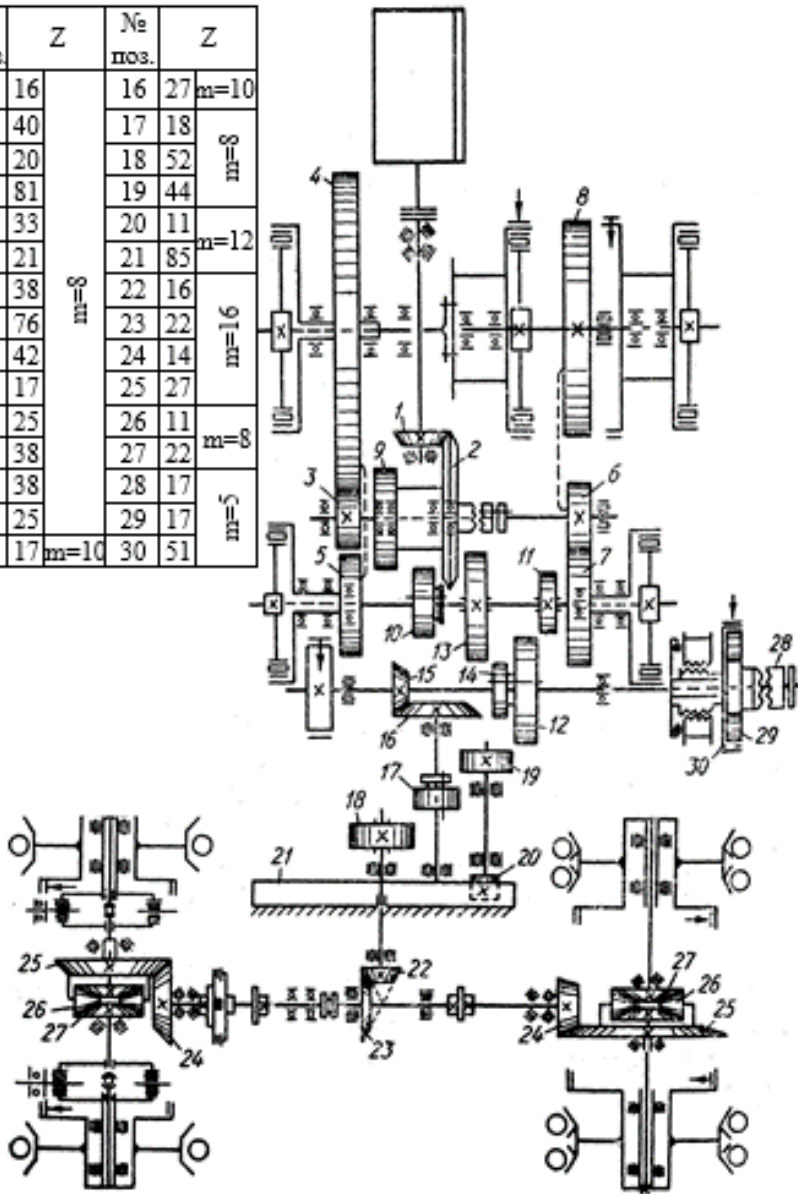


Рисунок 5.1 – Кінематична схема екскаватора Э – 302.

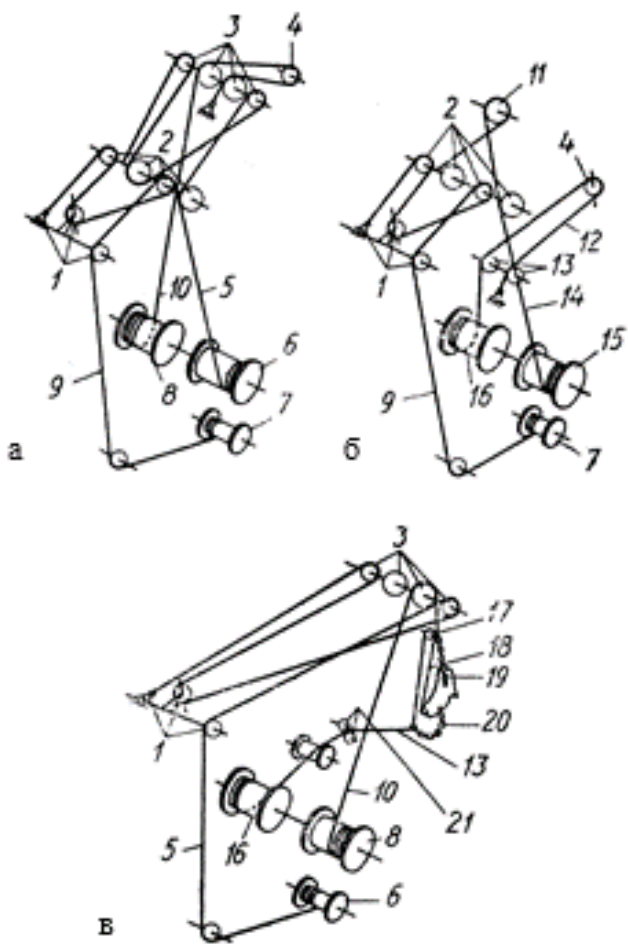


Рисунок 5.2 – Схема запасовки канатів екскаватора Э – 302: а – з прямою лопатою; б – із зворотною лопатою; в – з драглайном; 1 – блоки двоногого стояка; 2 – блоки переднього стояка; 3 – блоки на голові стріли; 4 – блок ковша; 5 – канат для підйому стріли; 6 – барабан лебідки підйому стріли; 7 – барабан лебідки підйому переднього стояка; 8 – барабан лебідки підйому ковша; 9 – канат для підйому переднього стояка; 10 – канат для підйому ковша; 11 – блок рукояті; 12, 13 – тяговий канат; 14 – канат для підйому робочого обладнання; 15 – барабан лебідки підйому

робочого обладнання; 16 – барабан тягової лебідки; 17 – блок розвантажувального каната; 18 – розвантажувальний канат; 19 – підйомні ланцюги; 20 – тягові ланцюги; 21 – направляючі блоки тягового каната (блоки наведення).

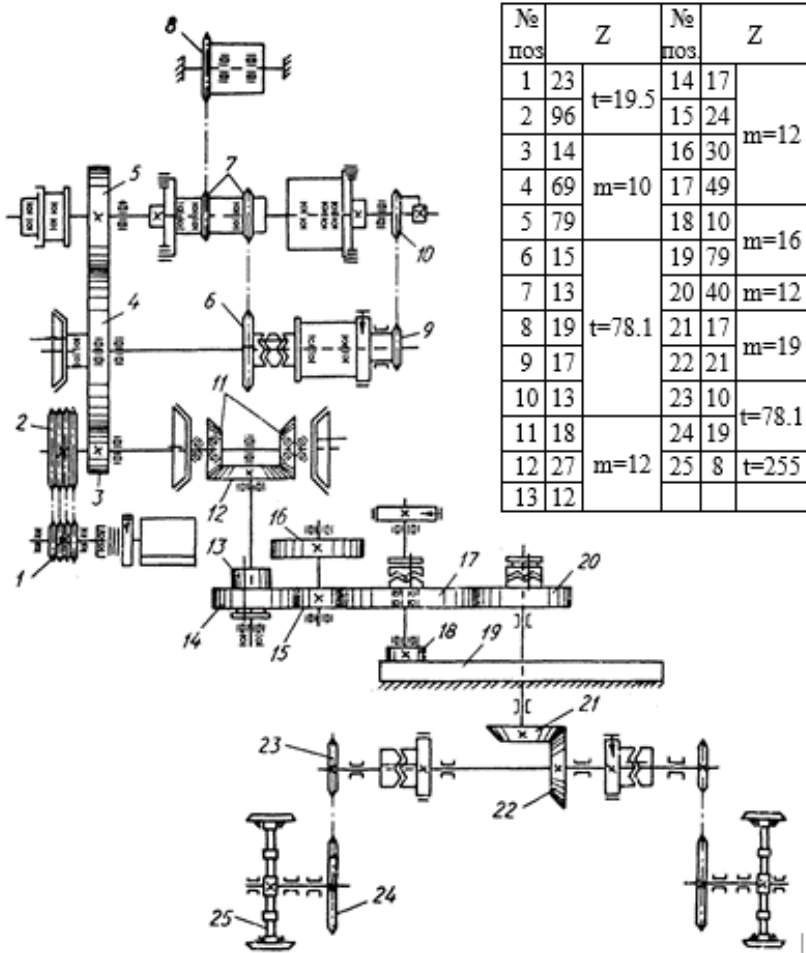


Рисунок 5.3 – Кінематична схема екскаватора Э – 652



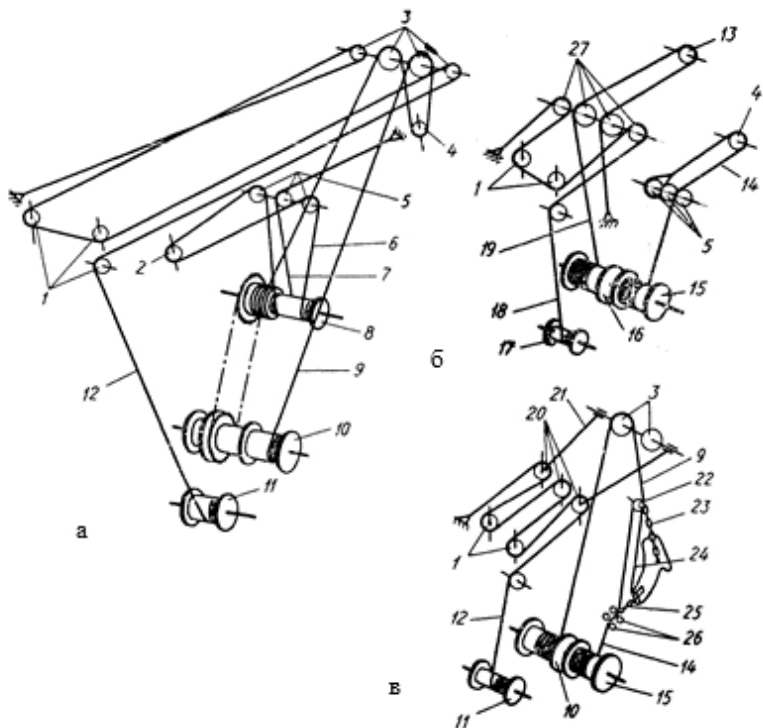


Рисунок 5.4 – Схема запасовки канатів екскаватора Э – 652: а – з прямою лопатою; б – із зворотною лопатою; в – з драглайном; 1 – блоки двоногого стояка; 2 – зрівняльний блок на кінці рукояті; 3 – блоки на голові стріли; 4 – блок ковша; 5 – блоки на осі сідлового підшипника; 6 – канат для напору рукояті; 7 – канат для повернення рукояті; 8 – напірний барабан; 9 – канат для підйому ковша; 10 – барабан лебідки підйому ковша; 11 – барабан лебідки підйому стріли; 12 – канат для підйому стріли; 13 – блок на рукояті; 14 – тяговий канат; 15 – барабан тягової лебідки; 16 – барабан лебідки підйому робочого обладнання; 17 – барабан лебідки підйому переднього стояка; 18 – канат для підйому переднього стояка; 19 – канат для підйому робочого обладнання; 20 – блоки траверси; 21 – канатні відтяжки; 22 – блок розвантажувального каната; 23 – підйомні ланцюги; 24 – розвантажувальний канат; 25 – тягові ланцюги; 26 – напрямні

блоки тягового каната (блоки наведення); 27 – блоки додаткового переднього стояка.

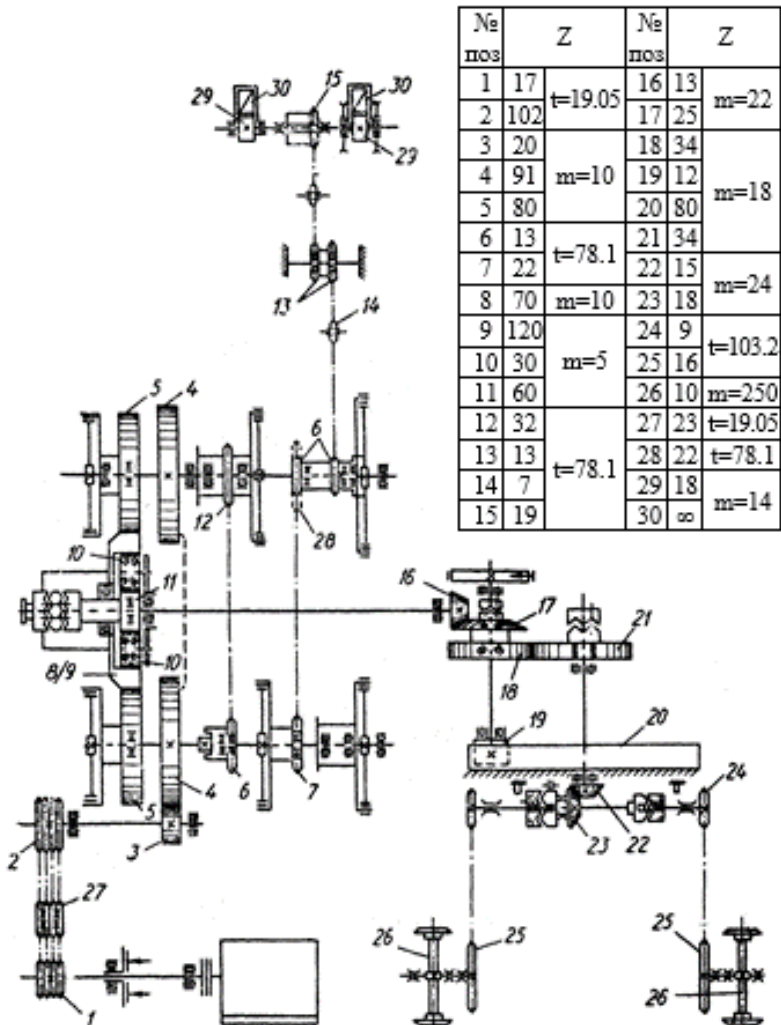


Рисунок 5.5 – Кінематична схема екскаватора Э – 801

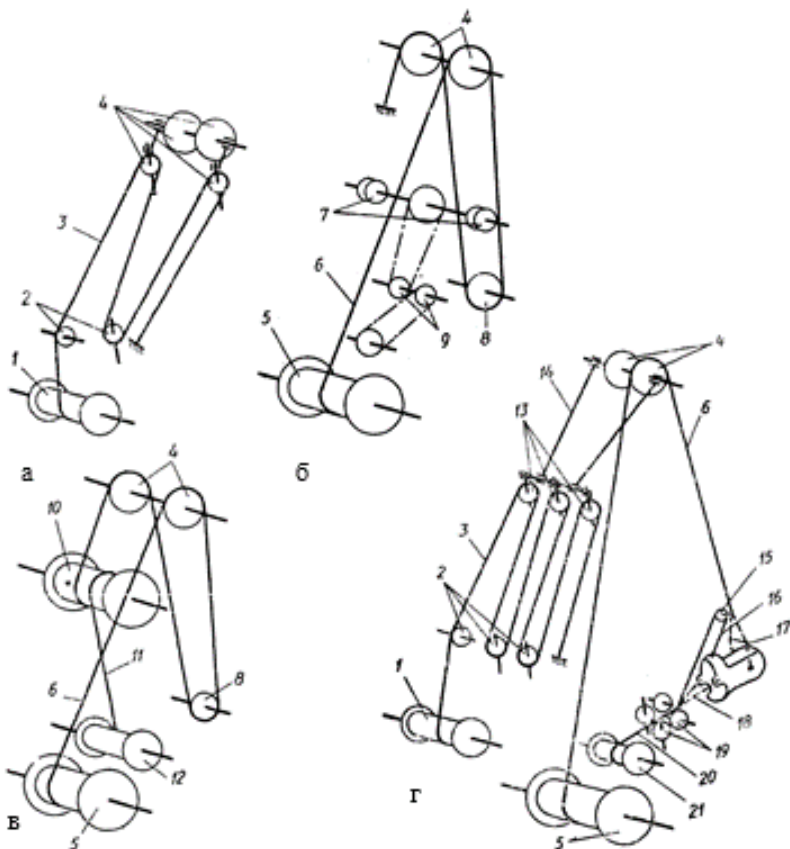


Рисунок 5.6 – Схема запасовки канатів екскаватора Э – 801: а – стрілопідйомної лебідки; б – з прямою лопатою і незалежним напором; в – з прямою лопатою і комбінованим напором; г – з драглайном; 1 – барабан лебідки підйому стріли; 2 – блоки двоногого стояка; 3 – канат для підйому стріли; 4 – блоки на голові стріли; 5 – барабан лебідки підйому ковша; 6 – канат для підйому ковша; 7 – кремальєрні шестерні та зірочка на напірному валі; 8 – блок ковша; 9 – зірочки на осі п'яти стріли; 10 – напірний барабан; 11 – канат для повернення рукояті; 12 – барабан лебідки повернення рукояті; 13 – блоки траверси; 14 – канатні відтяжки; 15 – блок розвантажувального каната; 16 – розвантажувальний канат; 17 – підйомні ланцюги; 18 – тягові

ланцюги; 19 – напрямні блоки тягового каната (блоки наведення); 20 – тяговий канат; 21 – барабан тягової лебідки.

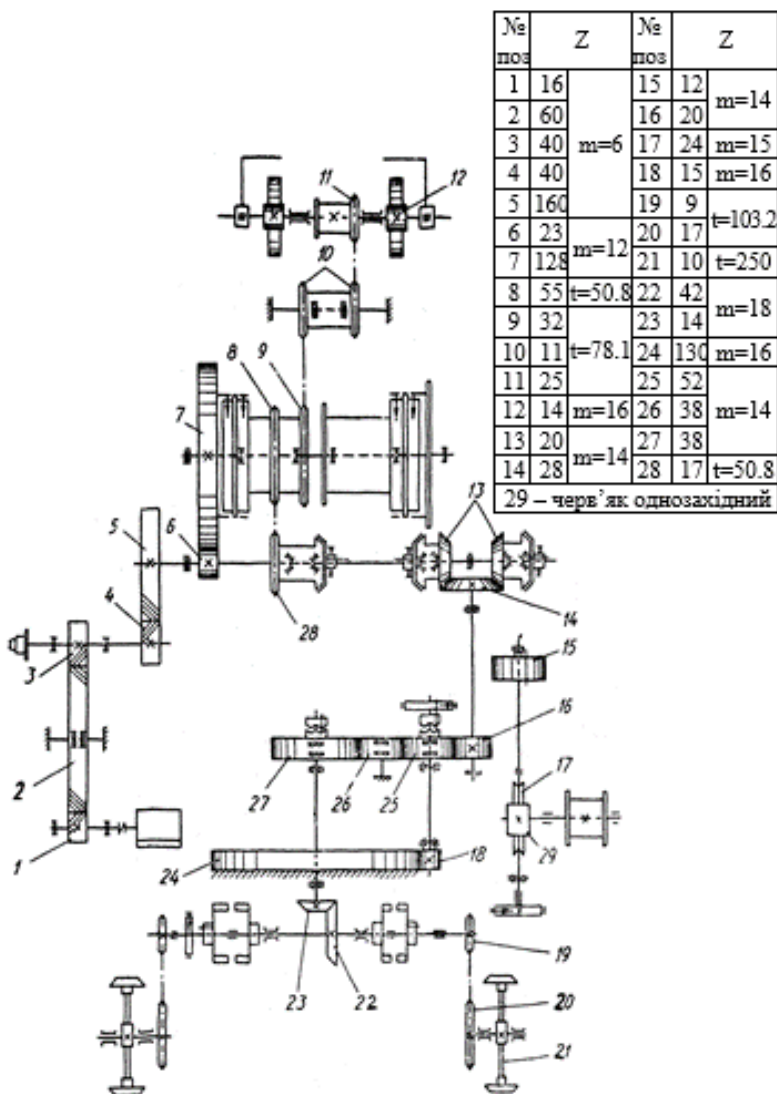


Рисунок 5.7 – Кінематична схема екскаватора Э – 1252

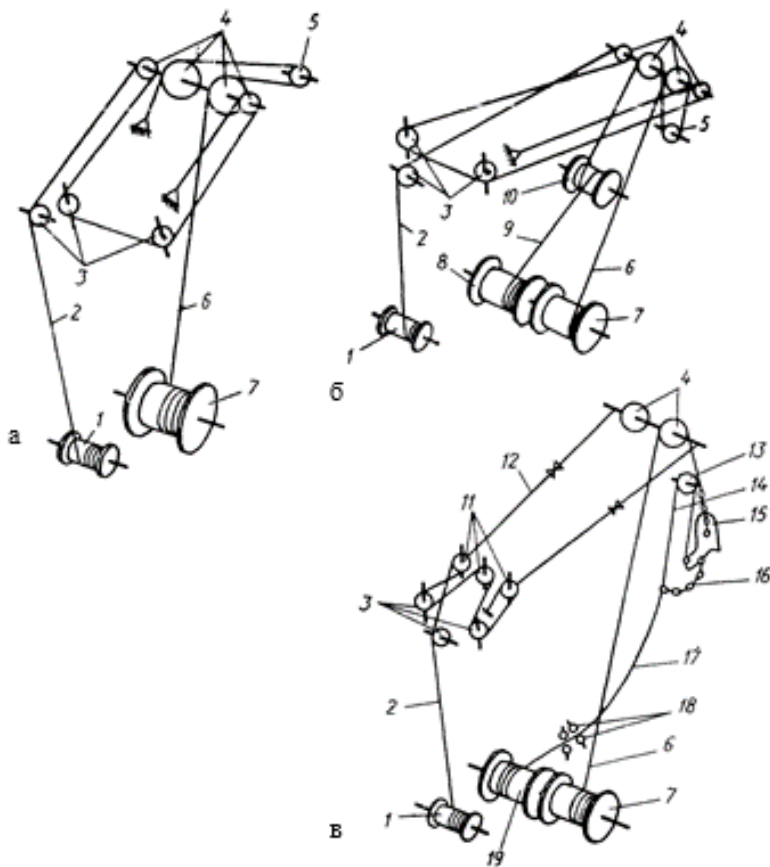


Рисунок 5.8 – Схема запасовки канатів екскаватора Э – 1252: а – з прямою лопатою і незалежним напором; б – з прямою лопатою і залежним напором; в – з драглайном; 1 – барабан лебідки підйому стріли; 2 – канат для підйому стріли; 3 – блоки двоногого стояка; 4 – блоки на голові стріли; 5 – блок ковша; 6 – канат для підйому ковша; 7 – барабан лебідки підйому ковша; 8 – барабан лебідки повернення рукояті; 9 – канат для повернення рукояті; 10 – напірний барабан; 11 – блоки траверси; 12 – канатні відтяжки; 13 – блок розвантажувального каната; 14 – розвантажувальний канат; 15 – підйомні ланцюги; 16 – тягові ланцюги; 17 – тяговий

канат; 18 – напрямні блоки тягового каната (блоки наведення); 19 – барабан тягової лебідки.

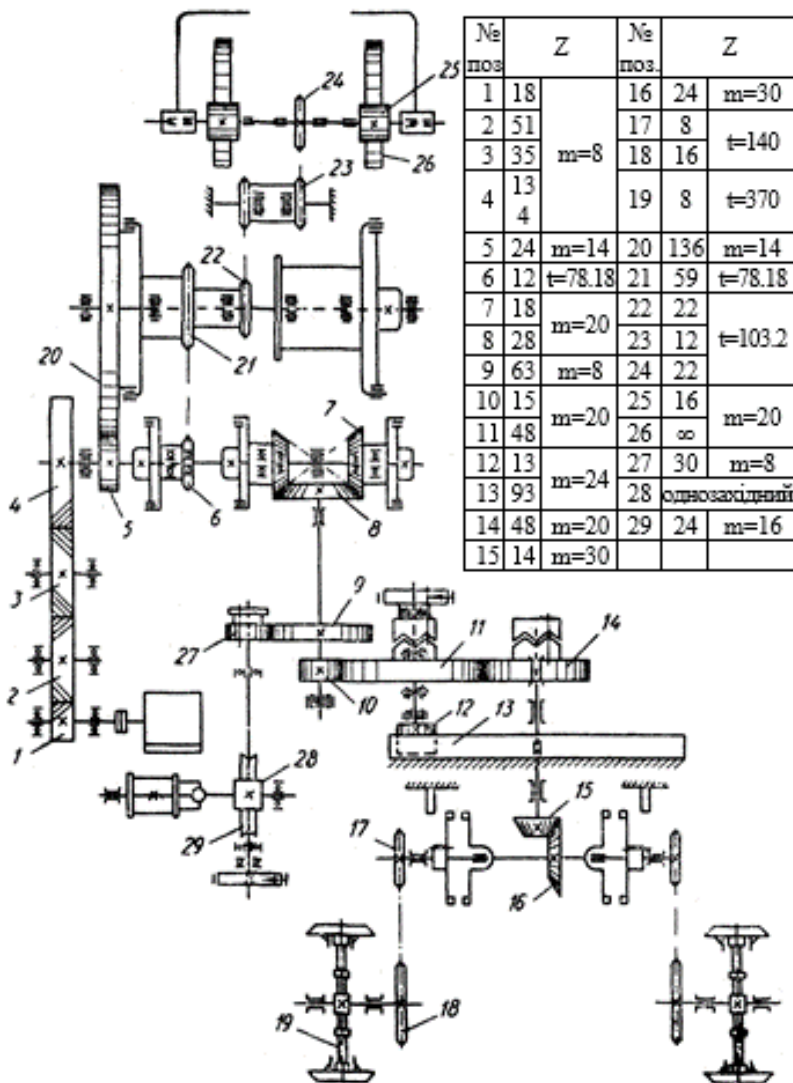


Рисунок 5.9 – Кінематична схема екскаватора Э – 2002

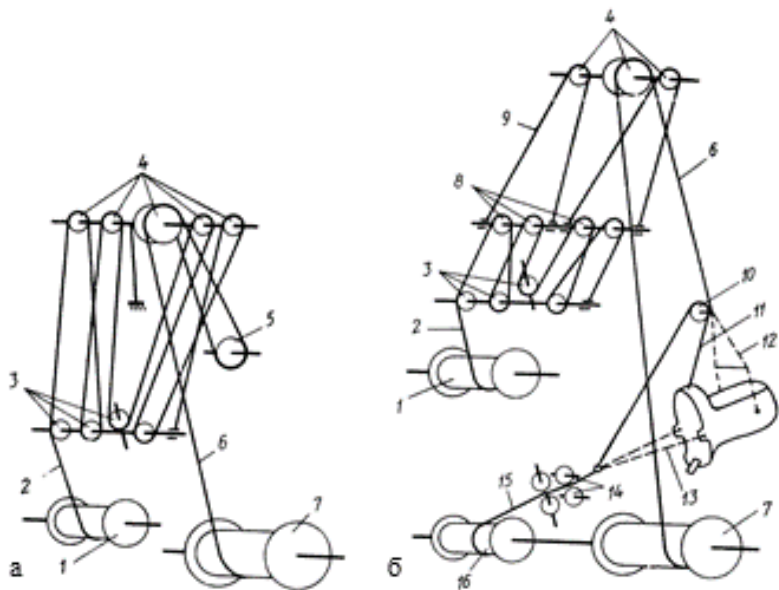


Рисунок 5.10 – Схема запасовки канатів екскаватора Э – 2002: а – з прямою лопатою; б – з драглайном; 1 – барабан лебідки підйому стріли; 2 – канат для підйому стріли; 3 – блоки двоногого стояка; 4 – блоки на голові стріли; 5 – блок ковша; 6 – канат для підйому ковша; 7 – барабан лебідки підйому ковша; 8 – блоки траверси; 9 – канатні відтяжки; 10 – блок розвантажувального каната; 11 – розвантажувальний канат; 12 – підйомні ланцюги; 13 – тягові ланцюги; 14 – напрямні блоки тягового каната (блоки наведення); 15 – тяговий канат; 16 – барабан тягової лебідки.

Таблиця 5.1 – Варіанти завдань до практичної роботи

№	Визначити	К.к.д. $\eta$ від двигуна до	Діаметр, мм
1	2	3	4
Екскаватор Э – 302 (двигун Д – 35:потужність 27 кВт, частоту обертання –1400хв <sup>-1</sup> )			
З прямою лопатою			
1	Швидкість скорочення поліспасти підйому стріли та зусилля в ньому	барабана лебідки підйому стріли – 0,86	барабана – 300
	Швидкість пересування і тягове зусилля при першій передачі	ведучих коліс – 0,75	колеса – 500
2	Швидкість скорочення поліспасти переднього стояка і тягове зусилля в ньому	барабана лебідки для зміни положення переднього стояка – 0,63	барабана – 185
	Частоту обертання поворотної платформи і крутний момент на валу ведучої шестерні при першій передачі	вала шестерні – 0,75	
3	Швидкість підйому ковша і тягове зусилля в ньому	барабана лебідки підйому ковша – 0,84	барабана – 300
	Швидкість пересування і тягове зусилля при другій передачі	ведучих коліс – 0,75	колеса – 500
Із зворотною лопатою			
4	Швидкість і зусилля тяги ковша	барабана тягової лебідки – 0,84	барабана – 300
	Швидкість пересування і тягове зусилля при третій передачі	ведучих коліс – 0,5	колеса – 500



Продовження табл. 5.1

5	Швидкість скорочення поліспасти підйому робочого обладнання та зусилля в ньому	барабана лебідки підйому робочого обладнання – 0,84	барабана – 300
	Частоту обертання поворотної платформи і крутний момент на валу ведучої шестерні при другій передачі	вала шестерні – 0,75	
3 драглайном			
6	Швидкість і зусилля тяги ковша	барабана тягової лебідки – 0,84	барабана – 300
	Швидкість пересування і тягове зусилля при четвертій передачі	ведучих коліс – 0,75	колеса – 500
7	Швидкість і зусилля підйому ковша	барабана лебідки підйому ковша – 0,84	барабана – 300
	Швидкість скорочення поліспасти підйому стріли та зусилля в ньому	барабана лебідки підйому стріли – 0,63	барабана – 185
Екскаватор Э – 652 (двигун КДМ – 46: потужність 59 кВт, частота обертання – 835 хв <sup>-1</sup> )			
3 прямою лопатою			
8	Швидкість та зусилля підйому ковша	барабана лебідки підйому ковша – 0,84	барабана – 500
	Швидкість і зусилля напірного руху рукояті з ковшем	напірного барабана – 0,78	барабана – 320

Продовження табл. 5.1

9	Швидкість скорочення поліспасти підйому стріли та зусилля в ньому	барабана лебідки підйому стріли – 0,85	барабана – 250
	Швидкість і зусилля зворотного руху рукояті з ковшем	барабана звороту рукояті – 0,78	барабана – 320
10	Напірне зусилля для залежного напірного механізму	напірного барабана – 0,78	барабана – 500
	Швидкість пересування і тягове зусилля при другій передачі	гусениць – 0,75	
Із зворотною лопатою			
11	Швидкість і зусилля тяги ковша	барабана тягової лебідки – 0,84	барабана – 500
	Швидкість пересування і тягове зусилля на гусеницях при першій передачі	гусениць - 0,75	
12	Швидкість скорочення поліспасти підйому ковша	барабана лебідки підйому ковша – 0,84	барабана – 550
	Частоту обертання поворотної платформи і крутний момент при другій передачі	вала ведучої шестерні – 0,86	
З драглайном			
13	Швидкість і зусилля тяги ковша	барабана тягової лебідки – 0,84	барабана – 500
	Частоту обертання поворотної платформи і крутний момент при першій передачі	вала ведучої шестерні – 0,86	

Продовження табл. 5.1

14	Швидкість скорочення поліспасти підйому стріли і зусилля в ньому	барабана лебідки підйому стріли – 0,88	барабана – 250
	Швидкість та зусилля підйому ковша	барабана лебідки підйому ковша – 0,84	барабана – 550
Екскаватор Э – 801 (двигун КДМ – 100: потужність – 68 кВт, частота обертання – 1000 хв <sup>-1</sup> )			
3 прямою лопатою			
15	Швидкість та зусилля підйому ковша	барабана лебідки підйому ковша – 0,82	барабана – 531
	Швидкість пересування і тягове зусилля на гусеницях при першій передачі	гусениць – 0,75	
16	Напірні швидкість і зусилля	вала кремальєрних шестерень – 0,78	
	Частоту обертання поворотної платформи та крутний момент при першій передачі	вала ведучої шестерні – 0,80	
17	Швидкість і зусилля зворотного руху рукояті при незалежному напорі	вала кремальєрних шестерень – 0,68	
17	Швидкість і зусилля зворотного руху рукояті при залежному напорі	напірного барабана – 0,70	барабана напору – 536 зворотного барабана – 461
3 драглайном			

Продовження табл. 5.1

18	Швидкість і зусилля тяги ковша	барабана тягової лебідки – 0,82	барабана – 424
	Швидкість і тягове зусилля на гусеницях при другій передачі	гусениць – 0,70	
19	Швидкість скорочення поліспасти підйому стріли та зусилля в ньому	барабана лебідки підйому стріли – 0,84	барабана – 531
	Частоту обертання поворотної платформи та крутний момент при другій передачі	вала ведучої шестерні – 0,80	
Екскаватор Э – 1252 (двигун 2Дб: потужність – 88 кВт, частота обертання – 1500 хв <sup>-1</sup> )			
З прямою лопатою			
20	Швидкість і зусилля підйому ковша	барабана лебідки підйому ковша – 0,85	барабана – 680
	Швидкість і зусилля зворотного руху рукояті при залежному напорі	напірного вала – 0,72	барабана напору – 500 зворотного барабана – 780
21	Зусилля залежного напору	напірного барабана – 0,72	барабана – 500
	Швидкість і зусилля незалежного напору	напірного вала – 0,72	
22	Швидкість скорочення поліспасти підйому стріли та зусилля в ньому	барабана лебідки підйому стріли – 0,62	барабана – 289
	Швидкість і зусилля зворотного руху рукояті при незалежному напорі	напірного вала – 0,72	

3 драглайном			
23	Швидкість і зусилля тяги ковша	барабана тягової лебідки – 0,85	барабана – 405
	Швидкість переміщення і тягове зусилля на гусеницях	гусениць – 0,68	
24	Швидкість скорочення поліспасти підйому стріли і зусилля в ньому	барабана лебідки підйому стріли – 0,62	барабана – 298
	Швидкість і зусилля підйому ковша	барабана лебідки підйому ковша – 0,85	барабана – 855
Екскаватор Э – 2002 (двигун 2Д – 12: потужність – 184 кВт, частота обертання – 1500 хв <sup>-1</sup> )			
3 прямою лопатою			
25	Швидкість і зусилля підйому ковша	барабана лебідки підйому ковша – 0,88	барабана – 825
	Швидкість і тягове зусилля при переміщенні	гусениць – 0,72	
26	Швидкість і зусилля напірного та зворотного рухів	напірного вала – 0,82	
	Частоту обертання поворотної платформи і крутний момент на валу шестерні повороту	вала шестерні повороту – 0,78	
3 драглайном			
27	Швидкість і зусилля тяги ковша	барабана тягової лебідки – 0,88	барабана – 770
	Швидкість скорочення поліспасти підйому стріли та зусилля в ньому	барабана лебідки підйому стріли – 0,70	барабана – 420

28	Швидкість і зусилля підйому ковша	барабана лебідки підйому ковша – 0,88	барабана – 910
	Швидкість і тягове зусилля заднього ходу екскаватора	гусениць – 0,72	

### Список використаної літератури

1. Машины для земляних робіт / за заг. ред. Л. А. Хмари, С. В. Кравця. Рівне; Дніпропетровськ; Харків, 2010.  
URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/13107/1/REPOZ1.pdf>
2. Будівельні і меліоративні машини / під ред. акад. В. Л. Баладінського. Рівне : РДТУ, 1999.
3. Кравець С. В., Скоблюк М. П., Ткачук В. Ф., Романюк В. В. Експлуатація меліоративних і будівельних машин. Київ : Вища школа, 1992.
4. Машины для земляних робіт / під ред. Ю. А. Ветрова. Київ : Вища школа, 1981.
5. Кравець С. В. Теорія руйнування робочих середовищ : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2008. 124 с.  
URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/2113/1/123%20zah.pdf>
6. Практичні вправи за курсом «Будівельні машини» / за заг. ред. д. т. н. Ю. О. Ветрова, О. С. Фідедева. Київ : Вища школа, 1970.