

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет водного господарства та  
природокористування

Навчально-науковий механічний інститут  
Кафедра будівельних, дорожніх та меліоративних машин

**02-01-598М**

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання практичних завдань та самостійної роботи  
з навчальної дисципліни

**«Машини та обладнання для водного господарства»**  
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 – 2024

Методичні вказівки до виконання практичних завдань та самостійної роботи з дисципліни «Машини та обладнання для водного господарства» 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] / Лук'янчук О. П., Сиротинський О. А. – Рівне : НУВГП, 2024. – 42 с.

Укладачі: Лук'янчук О. П. к.т.н., доцент кафедри будівельних, дорожніх та меліоративних машин; Сиротинський О. А., к.т.н., доцент 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 133 «Галузеве машинобудування» ОПП «Створення і експлуатація машин та обладнання»: доц. Тхорук Є. І.

Рекомендовано на засіданні кафедри будівельних, дорожніх і меліоративних машин

Протокол №9 від 31.12.2024.

Перевидання МВ 02-01-437

© О. П.Лук'янчук,  
О. А.Сиротинський, 2024  
© НУВГП, 2024

Мета практичних робіт – отримати практичні навички розрахунку основних експлуатаційних параметрів меліоративних машин та обладнання для галузі водного господарства

## Зміст

Практична робота № 1. Прохідність меліоративних машин на торф'яних і перезволожених ґрунтах . . . . .	4
Практична робота № 2. Тяговий розрахунок причіпних плужних канавокопачів . . . . .	10
Практична робота № 3. Розрахунок каналочисувачів з скребковими робочими органами . . . . .	14
Практична робота № 4. Розрахунок каналочисувачів з ротаційними робочими органами . . . . .	18
Практична робота № 5. Розрахунок кротодренажних машин	22
Практична робота № 6. Розрахунок багатоківшевих дренажних машин . . . . .	27
Практична робота № 7. Розрахунок корчувачів-збирачів . . . . .	32
Практична робота № 8. Розрахунок ярусного глибокорозпушувача . . . . .	36
Список використаних джерел . . . . .	42

## Практична робота № 1

**Тема. Прокідність меліоративних машин на торф'яних і перезволожених ґрунтах**

### *Мета роботи:*

1. Визначити середній питомий тиск машини на ґрунт, координати центру тиску та крайові питомі тиски під гусеницями.
2. Побудувати епюри питомих тисків під гусеницями, нанести центр тиску на схему. Проаналізувати отримані результати та зробити висновок про можливість роботи машини в даних умовах.

### **1.1. Теоретичні відомості**

Прокідність - спеціальна експлуатаційна властивість, яка характеризує пристосованість меліоративної машини для роботи в умовах бездоріжжя, в тому числі боліт. Для розрахунку прокідності визначимо ряд параметрів машини та порівняємо їх з параметрами, необхідними для нормальної роботи.

За обраними даними залежності від варіанта виконуємо розрахунок.

1. Визначаємо середній питомий тиск під гусеницями

$$q_{сер} = \sum P_{iz} / \sum F_i, \quad \text{кПа},$$

де  $\sum P_{iz}$  - сума проєкцій зовнішніх сил на вертикальну вісь, які діють на машину, крім реакцій ґрунту на гусениці, кН;  $\sum F_i$  - площа опорної поверхні гусениць, м<sup>2</sup>.

Середній питомий тиск визначаємо як для робочого положення, так і для транспортного.

Прокідність машини буде забезпечена, якщо  $q_{сер} < 14 \dots 18$  кПа на неосушених торф'яниках і  $q_{сер} < 25 \dots 30$  кПа на осушених торф'яниках.

2. Компоновка машини, схема начіпки та умови роботи визначають положення центру тиску. Центр тиску - це точка на опорній поверхні, через яку проходить рівнодіюча верти-

кальних проекцій сил, які діють на машину (крім реакцій ґрунту на гусениці).

Визначаємо координати центру тиску, м

$$x_T = [\sum m_y (\bar{P}_i)] / \sum P_{iz}; \quad y_T = [\sum m_x (\bar{P}_i)] / \sum P_{iz},$$

де  $\sum m_y (\bar{P}_i)$  - сума моментів зовнішніх сил, які діють на машину (крім реакцій ґрунту на гусениці) відносно осі  $y$ , кН·м;  $\sum m_x (\bar{P}_i)$  - сума моментів зовнішніх сил, які діють на машину (крім реакцій ґрунту на гусениці) відносно осі  $x$ , кН·м.

Начало координат співпадає з центром опорної поверхні.

3. Визначаємо реакції під окремими гусеницями, кН

$$N_{max} = \sum P_{iz} \{ [(a/2) + y_T] / a \}; \quad N_{min} = \sum P_{iz} \{ [(a/2) - y_T] / a \},$$

де  $a$  - відстань між осями гусениць, м.

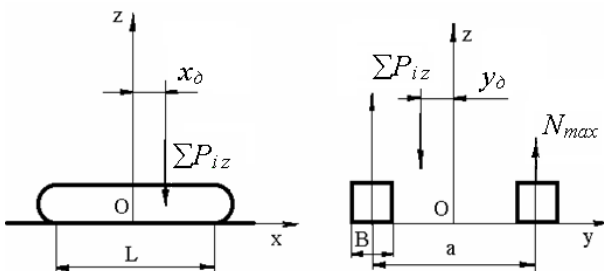


Рис. 1.1. Схема дії реакцій під гусеницями:  $B$  - ширина опорної частини гусениці;  $L$  - довжина опорної частини гусениці.

4. Визначаємо середні питомі тиски під окремими гусеницями, кПа

$$q_{-cep}^{max} = N_{max} / F_i;$$

$$q_{-cep}^{min} = N_{min} / F_i$$

де  $F_i$  - площа опорної поверхні гусениці, м<sup>2</sup>.

5. Визначаємо питомі тиски під краями гусениць в поперечному перерізі, кПа

$$q_{max}=q_{cep} \{1+6[y_T / (a+B)]\}; \quad q_{min}=q_{cep} \{1-6[y_T / (a+B)]\},$$

6. Визначаємо питомі тиски під краями гусениць в поздовжньому перерізі, кПа

а) для більш навантаженої гусениці

$$q'_{max}=q'_{cep}{}^{max}[1+6(x_T/L)]; \quad q'_{min}=q'_{cep}{}^{max}[1-6(x_T/L)],$$

б) для менш навантаженої гусениці

$$q''_{max}=q''_{cep}{}^{min}[1+6(x_T/L)]; \quad q''_{min}=q''_{cep}{}^{min}[1-6(x_T/L)].$$

7. За отриманими значеннями будуємо епюри питомих тисків і ядро перерізу. Епюри питомих тисків будуємо вздовж обох гусениць та в поперечному напрямку в довільному масштабі.

Ядро перерізу представляє собою ромб з осями, які проходять через центр опорної поверхні.

Розміри напівосей ромба:  $AO=OD=L/6$ ;  $OB=OE=(a+B)/6$ .

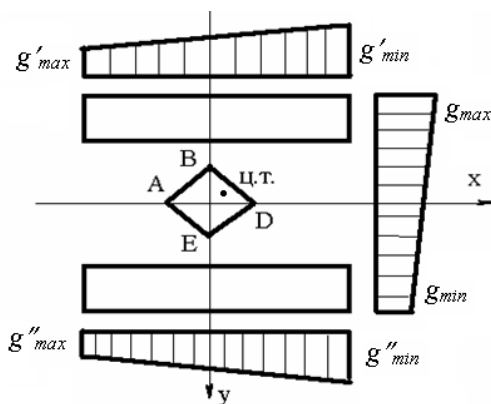


Рис. 1.2. Епюри питомих тисків і ядро перерізу

На побудоване ядро перерізу наносять координати центру тиску. Для нормальної роботи машини необхідно, щоб центр тиску знаходився в ядрі перерізу.

При збільшенні максимального тиску на задньому або передньому кінці гусениць погіршується прохідність, тому що порушується дерновий шар, збільшується глибина колії, зменшується коефіцієнт зчеплення на одному кінці гусениці.

При роботі на неосушених торф'яниках слід добиватися такого відношення:  $q_{max}/q_{сер} \leq 1,3 \dots 1,5$  на неосушених торф'яниках і  $q_{max}/q_{сер} \leq 1,6 \dots 1,8$  на осушених торф'яниках при допустимих величинах  $q_{сер}$ .

Якщо умови формул, наведених в розрахунку, не забезпечуються, то слід застосувати конструктивні заходи для підвищення прохідності з урахуванням конкретної машини.

## 1.2. Завдання для індивідуальної роботи

1. Схема машини з зображенням зовнішніх сил, які діють на машину та координати точок прикладання цих сил (рис. 1.3, 1.4 і 1.5).

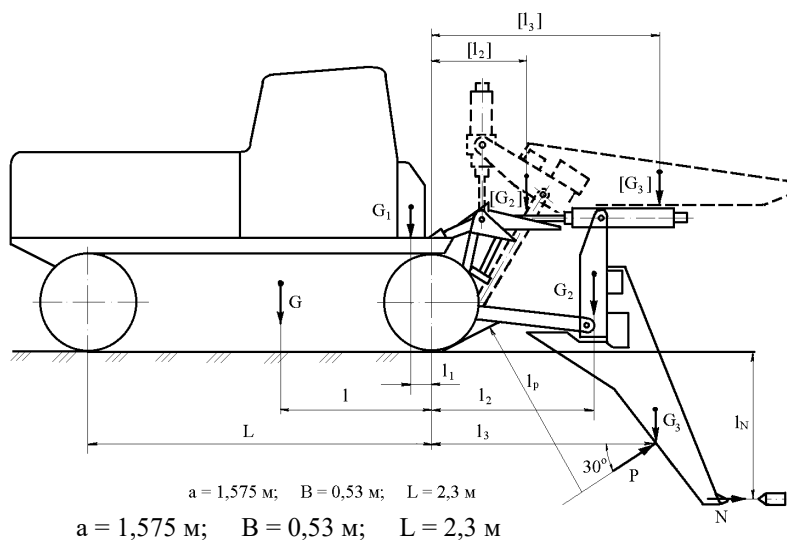
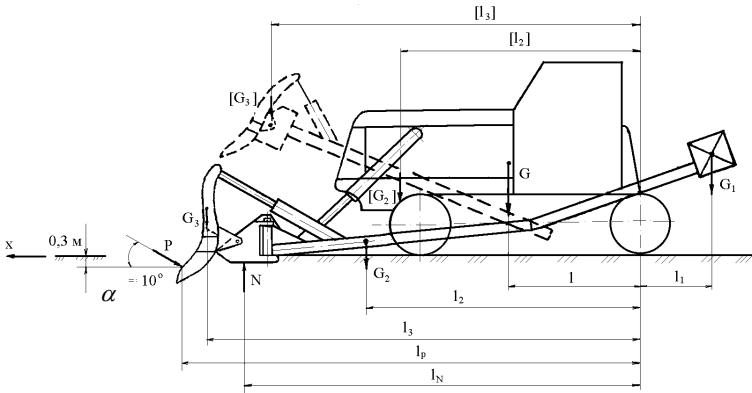
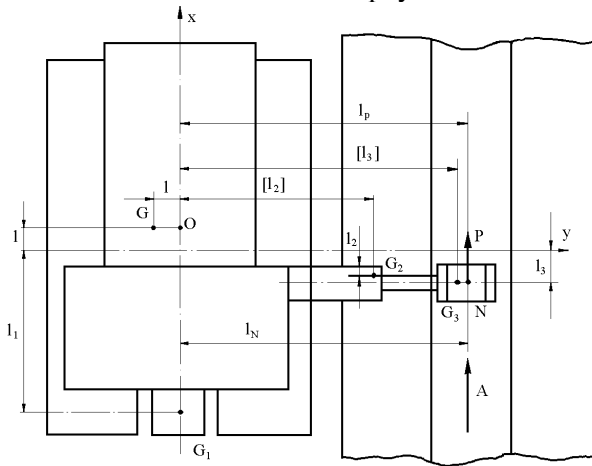


Рис. 1.3. Схема кротодренажної машини



$a = 2,28 \text{ м}; \quad B = 0,97 \text{ м}; \quad L = 2,83 \text{ м}$

Рис. 1.4. Схема корчувача



$L = 2,78 \text{ м}; \quad B = 0,97 \text{ м}; \quad a = 2,28 \text{ м}$

Вид А

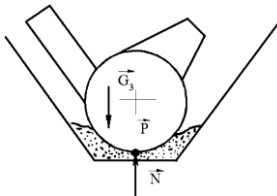


Рис. 1.5. Схема каналочистувача



2. Таблиця 1.1 значень сил і координат, марка машини в залежності від варіанту завдання.

Таблиця 1.1

Вихідні дані

№ вар	Марка машини	Зовнішні сили, кН						Відстані, м								
		$G$	$G_1$	$G_2$	$G_3$	$P$	$N$	$l$	$l_1$	$l_2$	$l_3$	$l_p$	$l_N$	$[l_2]$	$[l_3]$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Крото- дре- нажна машина Д-657	70	2,0	3,0	5,0	1,0	3,0	1,00	0,20	1,50	2,00	1,50	1,05	0,40	1,80	
2		75	2,5	3,0	5,0	2,0	5,0	1,20	0,25	1,50	2,50	1,50	1,10	0,45	2,50	
3		73	2,0	4,0	3,5	2,5	6,0	1,25	0,30	1,60	2,30	1,30	1,00	0,43	2,00	
4		65	1,5	2,0	4,0	1,0	2,0	1,10	0,25	1,40	2,10	1,20	1,30	0,38	2,10	
5		68	3,0	4,5	4,8	1,2	2,5	1,20	0,20	1,55	2,54	1,30	1,20	0,42	2,15	
6		80	3,4	4,2	4,1	3,0	4,0	1,30	0,25	1,54	2,50	1,20	1,30	0,45	1,00	
7		69	3,2	4,0	5,0	4,0	2,0	1,35	0,25	1,40	2,52	1,30	1,30	0,43	1,10	
8		71	2,0	4,0	6,0	2,0	3,5	1,30	0,25	1,50	2,50	1,20	1,20	0,48	2,15	
9		72	2,5	4,8	6,7	2,5	4,0	1,20	0,25	1,50	1,80	1,35	1,25	0,45	1,80	
10		73	2,4	3,5	4,8	1,5	4,2	1,20	0,30	1,40	1,80	1,30	1,00	0,30	1,10	
11	Корчу- вач МП-2А	140	15,0	12,0	5,0	10	3,0	1,30	1,00	2,50	3,00	3,10	2,90	2,40	2,60	
12		142	14,5	8,00	4,5	9,5	3,5	1,25	0,90	2,55	3,05	3,10	2,95	2,45	3,00	
13		141	14,0	9,00	4,0	9,0	4,0	1,20	0,80	2,50	3,10	3,15	2,85	2,40	2,85	
14		139	13,5	10,0	3,2	8,0	3,5	1,25	0,70	2,00	3,05	3,10	2,80	1,80	2,95	
15		138	12,0	12,0	5,0	7,5	4,0	1,20	0,75	2,55	3,10	3,20	2,85	2,50	2,90	
16		135	12,5	11,0	5,5	10	5,0	1,35	0,85	2,54	3,05	3,10	2,80	2,40	2,95	
17		133	12,0	11,5	4,5	9,5	3,5	1,20	0,80	2,50	3,05	3,15	2,90	2,40	3,00	
18		131	13,0	9,50	6,0	9,5	5,5	1,20	0,95	2,30	3,00	3,10	2,90	2,20	2,85	
19		125	12,0	9,00	5,0	8,0	3,5	1,25	0,75	2,55	3,10	3,15	2,80	1,80	2,80	
20		120	14,0	8,50	5,2	8,5	3,0	1,30	1,00	2,45	3,10	3,20	2,95	2,30	3,00	
21	Кана- лоочи- шувач МР-2А	140	1,1	10,5	8,4	2,4	7,0	0,40	1,50	0,20	0,30	4,9	5,50	3,7	4,7	
22		139	2,0	10,0	8,0	2,4	7,1	0,30	1,60	0,10	0,25	4,8	5,40	3,2	4,5	
23		141	2,3	10,2	8,2	2,3	7,2	0,35	1,50	0,15	0,25	4,9	5,30	3,4	4,6	
24		139	2,2	10,1	8,1	2,2	7,0	0,32	1,70	0,20	0,30	5,0	5,40	3,5	4,7	
25		140	2,0	10,4	8,3	2,4	6,9	0,40	1,60	0,10	0,20	5,1	5,20	3,6	4,6	
26		141	2,1	10,5	8,2	2,1	6,8	0,38	1,70	0,25	0,35	5,0	5,20	3,2	4,5	
27		139	2,4	10,3	8,1	2,3	6,9	0,30	1,55	0,15	0,30	5,1	5,53	3,3	4,6	
28		140	2,5	10,2	8,4	2,2	7,1	0,35	1,65	0,10	0,25	5,2	5,10	3,2	4,7	
29		141	2,3	10,1	8,5	2,3	7,0	0,40	1,60	0,15	0,30	5,1	5,20	3,3	4,8	
30		140	2,2	10,2	8,6	2,2	7,1	0,35	1,50	0,20	0,35	5,0	5,20	3,2	4,9	

## Практична робота № 2

### Тема. Тяговий розрахунок причіпних плужних каналокочачів

**Мета роботи:** За варіантом (табл. 2.4) зробити тяговий розрахунок, підібрати тягачі.

#### 2.1. Теоретичні відомості

Загальний тяговий опір причіпного плужного каналокочача визначається за формулою

$$W=W_1+W_2+W_3+W_4+W_5+W_6, \text{ кН}, \quad (2.1)$$

де  $W_1$  - опір різанню, деформації та переміщенню ґрунту робочим органом;  $W_2$  - сила тертя робочого органа об ґрунт;  $W_3$  - сила, необхідна для надання кінетичної енергії ґрунту;  $W_4$  - опір різанню чересловим ножом;  $W_5$  - опір перекочуванню ходових коліс;  $W_6$  - опір переміщенню одного або кількох тягачів.

Визначимо першу складову формули 2.1

$$W_1=k F \sin (\delta+\varphi), \text{ кН}, \quad (2.2)$$

де  $k=[10^2 (H-a')]/[a''(mH+b)]$ , кПа - питомий опір різанню ґрунту плужним робочим органом;  $H, b$  - відповідно глибина та ширина каналу по дну, см;  $F$  - площа поперечного перерізу каналу, який прокладається,  $\text{м}^2$ ;  $m$  - коефіцієнт закладання укосів каналу;  $a', a''$  - емпіричні коефіцієнти (табл. 2.1);

Таблиця 2.1

Значення коефіцієнтів

Вид ґрунту	Мінеральний	Торф'яний
Категорія	II, I, IV	I
$a'$	29,5	36,5
$a''$	0,33	0,58

$\delta$  - кут різання плужного робочого органа,  $\delta=26...30^\circ$ ;  $\varphi=\arctg f$  - кут тертя ґрунту по сталі, град;  $f$  - коефіцієнт тертя (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Значення коефіцієнтів  $\varphi_{3ч}$  і  $f$ 

Категорія ґрунту	I	II	III	IV
$c$	1...4	5...8	9...16	17...36
$\varphi_{3ч}$	0,4...0,6	0,5...0,65	0,5...0,7	0,6...1
$f$	0,35...0,8	0,3...0,8	0,4...0,6	0,5...0,6

$$W_2 = [G_{m,p} + kF \cos(\delta + \varphi)] f, \text{ кН}, \quad (2.3)$$

де  $G_{m,p}$  - сила тяжіння тягової рами з робочим органом, кН (табл. 2.3).

Таблиця 2.3

## Технічні характеристики каналокочачів

Показники	Марка каналокочачів	
	КМ-1400М	Д-267А
Глибина різання чересловим ножем, см, $h$	20...30	20...30
Товщина ножа, см, $b_n$	1,6	1,6
Кут різання ножем, град., $\delta_1$	135	105
Сила тяжіння тягової рами з плужним робочим органом, кН	32,0	26,3
Сила тяжіння ходової рами, кН	8,6	10,5

$$W_3 = (0,008 \dots 0,015) W, \text{ кН}, \quad (2.4)$$

$$W_4 = 0,01 c h^{1,35} (1 + 0,1 b_n) [1 - (90 - \delta_1) / 180^\circ] \beta, \text{ кН}, \quad (2.5)$$

де  $c$  - кількість ударів щільноміра конструкції ДорНДІ, яка характеризує щільність ґрунту (табл. 2.2);  $h$  - глибина різання чересловим ножем, см (табл. 2.4);  $b_n$  - товщина ножа, см;  $\delta_1$  - кут різання ножем, град;  $\beta = 0,96$  - коефіцієнт, який залежить від кута загострення ножа.

**Додаткові дані:**

Максимальне тягове зусилля тягача:

Т-130Б на I-ій передачі -  $T = 94,0$  кН

Т-100МБ на I-ій передачі -  $T = 90,0$  кН.

Сила тяжіння тягача:

Т-130Б -  $G_m = 155,2$  кН

Т-100МБ -  $G_m = 134,0$  кН.

$$W_5 = G_{x,p} (f'_o \pm i), \text{ кН}, \quad (2.6)$$

де  $G_{x,p}$  - сила тяжіння ходової рами, кН;  $f'_o = 0,2$  - коефіцієнт опору перекочуванню ходових коліс;  $i$  - похил поверхні землі.

$$W_6 = G_m (f_o \pm i), \text{ кН}, \quad (2.7)$$

де  $G_m$  - загальна сила тяжіння одного або кількох тягачів, кН;  $f_o = 0,1$  - коефіцієнт опору пересуванню гусеничного ходового обладнання.

При доборі тягачів необхідно дотримуватися наступної умови

$$W \leq T \quad \text{і} \quad W \leq G_m \varphi_{зч},$$

де  $T$  - загальне тягове зусилля одного або кількох тягачів на I-ій передачі, кН;  $\varphi_{зч}$  - коефіцієнт зчеплення ходового обладнання тягача з ґрунтом.

Тягове зусилля обраного одного або кількох тягачів повинно складати не менше 1,2 тягового опору.

## 2.2. Завдання для індивідуальної роботи

**Вихідні дані:** параметри каналу, який прокладається, категорія ґрунту, марка плужного каналокопача та його технічна характеристика.

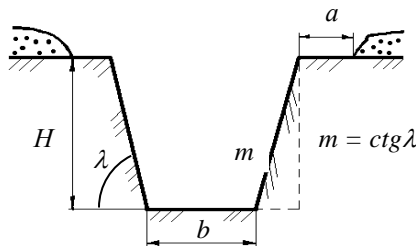


Рис. 2.1. Геометричні параметри каналу

Таблиця 2.4

## Вихідні дані

№ вар.	Закладання укосів, <i>m</i>	Ширина каналу по дну, <i>b</i> , м	Глибина каналу, <i>H</i> , м	Категорія ґрунту	Похил, <i>i</i>
1	2	3	4	5	6
Марка каналокопача - КМ-1400М					
1	1	0,2	0,8	I	0
2	1	0,2	0,9	II	+ 0,001
3	1	0,25	1,0	III	+ 0,015
4	1	0,18	0,9	IV	- 0,02
5	1	0,6	0,6	I	- 0,005
6	1,5	0,8	0,6	II	- 0,001
7	1,5	0,4	0,6	III	0
8	1,5	0,6	0,6	IV	+ 0,002
9	1,5	0,8	1	I	+ 0,015
10	1,5	0,8	0,6	II	- 0,010
11	1,5	0,4	0,8	III	- 0,020
12	1	0,6	0,7	IV	+ 0,005
13	1,5	0,7	0,6	I	0
14	1,5	0,5	1	II	- 0,01
15	1,5	0,4	0,6	III	+ 0,002
Марка каналокопача - Д-267А					
16	1,5	0,6	0,6	IV	- 0,010
17	1,5	0,6	1	I	+ 0,003
18	1	0,4	1	II	- 0,001
19	1,5	0,4	0,8	III	- 0,020
20	1,5	0,5	0,7	IV	0
21	1	0,8	0,9	I	+ 0,010
22	1	0,7	0,8	II	+ 0,020
23	1	0,7	0,7	III	+ 0,015
24	1,5	0,5	0,8	IV	+ 0,010
25	1,5	0,6	0,9	I	+ 0,020
26	1,5	0,8	1	II	- 0,015
27	1,5	0,4	0,8	III	- 0,010
28	1	0,4	0,6	I	0
29	1	0,3	0,7	II	+ 0,010
30	1	0,2	0,6	III	- 0,015

## Практична робота № 3

### Тема. Розрахунок каналочищувачів і скребковими робочими органами

**Мета роботи:** за даними варіанту (табл. 3.1) зробити вибір основних параметрів скребкового робочого органа каналочищувача (рис. 3.1), визначити загальний тяговий опір, який виникає при роботі машини та потрібну потужність двигуна.

#### 3.1. Теоретичні відомості

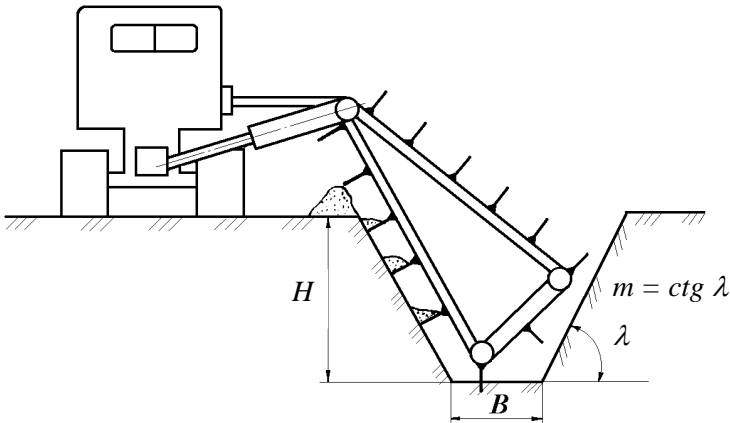


Рис. 3.1. Схема скребкового каналочищувача

#### 3.1. Вибір основних параметрів скребкового ланцюга

Швидкість руху скребкового ланцюга приймається конструктивно

$$v = (2,4 \dots 3) \text{ м/с.}$$

Крок скребків визначається

$$t_c = v / z, \text{ м,} \quad (3.1)$$

де  $z = 10 \dots 15 \text{ с}^{-1}$  - кількість зсіпок в секунду приймається конструктивно.

Швидкість руху каналочишувача

$$\mathcal{G}_e = \mathcal{G}_r \operatorname{tg} \beta, \text{ м/с}, \quad (3.2)$$

де  $\beta = 1 \dots 6^\circ$  - кут між траєкторіями абсолютної швидкості руху скребкового ланцюга  $\mathcal{G}$  і швидкості руху скребкового ланцюга  $\mathcal{G}_r$  відносно рами робочого органа (рис. 3.2).

Товщина стружки, яка зрізається за один прохід

$$\delta = (\Pi_T \cos \beta) / 3600 \cdot L \mathcal{G}_e, \text{ м}, \quad (3.3)$$

де  $L$  - довжина периметра перерізу каналу, який очищується

$$L = L_{\text{ук}} + (B/2), \text{ м}, \quad (3.4)$$

де  $B = (0 \dots 1)$  м - ширина каналу по дну.

Ширина захвату одним скребком

$$b = (\mathcal{G}_e t_c) / \mathcal{G}_r, \text{ м}. \quad (3.5)$$

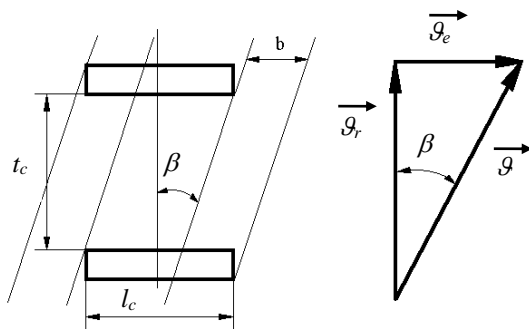


Рис. 3.2. Схема руху скребкового ланцюга

Об'єм ґрунту в щільному тілі, який зрізається одним скребком

$$V_c = (b \delta L) / \cos \beta, \text{ м}^3. \quad (3.6)$$

Необхідна площа скребка

$$F_c = (V_c k_p) / h_c, \text{ м}^2, \quad (3.7)$$

де  $k_p = 1, 1 \dots 1, 2$  - коефіцієнт розпушення ґрунту;  $h_c$  - довжина фігури волочіння перед скребком

$$h_c = (0,5 \dots 0,75) t_c, \text{ м}. \quad (3.8)$$

Приймаємо висоту скребка конструктивно  $h_c \cong 0,1$  м і визначимо його ширину

$$l_c = F_c / h_c, \text{ м.} \quad (3.9)$$

Кут установки скребоків відносно ланцюга приймається рівним  $\beta$ .

### 3.1.1. Розрахунок тягового опору

Сумарний тяговий опір визначається за формулою

$$W = W_1 + W_2 + W_3, \text{ кН,} \quad (3.10)$$

де  $W_1$  - опір пересуванню машини на гусеничному ході.

Нехтуючи опором повороту та опором вітру, він визначається так

$$W_1 = (G_T + 1/3 G_{p.o.}) (f_o \pm i), \text{ кН,} \quad (3.11)$$

де  $G_T = 62$  кН – сила тяжіння тягача (для трактора ДТ-75);  $G_{p.o.} = 17,3$  кН – сила тяжіння робочого органа;  $f_o = 0,1$  (коефіцієнт опору пересування ходового обладнання в даних умовах);  $i = 0,01 \dots 0,03$  - похил поверхні місцевості;

$W_2$  - опір пересуванню робочого органа

$$W_2 = W_{piz} \sin \beta + (W_{piz} \cos \beta \sin \lambda + 2/3 G_{p.o.}) f_1, \text{ кН,} \quad (3.12)$$

де  $W_{piz}$  - опір різанню робочого органа

$$W_{piz} = n_c k_1 b \delta, \text{ кН,} \quad (3.13)$$

де  $n_c$  - кількість скребоків, які одночасно різуть ґрунт:

$$n_c = L / t_c; \quad (3.14)$$

$k_1$  - питомий опір різанню ґрунту  $k_1 = (100 \dots 150)$  кПа;  $f_1$  - коефіцієнт зовнішнього тертя пари: ґрунт-сталь,  $f_1 = 0,3 \dots 0,95$ ;  $W_3$  - опір, який виникає при вирушанні з місця каналочистувача

$$W_3 = [(G_T \pm 1/3 \cdot G_{p.o.}) g_e] / g t_p, \text{ кН,} \quad (3.15)$$

де  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> - прискорення вільного падіння;  $t_p = 2 \dots 3$  с - час розгону машини.

### 3.1.2. Розрахунок потужності

Необхідна потужність двигуна скребкового каналочистувача:

$$N_{обв} = [N_{сл} / (\eta_{сл} \eta'_{мп})] + [N_{неп} / (\eta_{х.о} \eta''_{мп})] + N_{дон}, \text{ кВт,} \quad (3.16)$$

де  $N_{сл}$  - потужність, яка витрачається на привод скребкового ланцюга



$$N_{cl} = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \text{ кВт}, \quad (3.17)$$

де  $N_1$  - потужність, яка витрачається на руйнування ґрунту

$$N_1 = (k_1 P_T) / 3600, \text{ кВт}, \quad (3.18)$$

$N_2$  - потужність, яка витрачається на розгін ґрунту до швидкості викидання

$$N_2 = (P_T \gamma G_r^2) / (7200 g), \text{ кВт}, \quad (3.19)$$

де  $\gamma = 11 \dots 14 \text{ кН/м}^3$  - питома сила тяжіння ґрунту і відкладень;

$N_3$  - потужність, яка витрачається на тертя ґрунту, який вивозиться скребками, об ґрунт укосу та забою

$$N_3 = (P_T \gamma f_2 L) / 3600, \text{ кВт}, \quad (3.20)$$

де  $f_2 = 0,2 \dots 0,7$  - коефіцієнт внутрішнього тертя для маси, яка видаляється з каналу (мокрый ґрунт, відклади, рослинність);

$N_4$  - потужність, яка витрачається на підйом ґрунту

$$N_4 = (0,7 P_T \gamma) / 3600, \text{ кВт}, \quad (3.21)$$

$N_{nep}$  - потужність, яка витрачається на пересування каналочисувача

$$N_{nep} = W G_e, \text{ кВт}, \quad (3.22)$$

$N_{don}$  - потужність на привод допоміжних механізмів.

З урахуванням коефіцієнта корисної дії привода допоміжних механізмів маємо

$$N_{don} = (0,05 \dots 0,07) N_{\delta e}, \text{ кВт}, \quad (3.23)$$

де  $N_{\delta e}$  - необхідна потужність двигуна з формули 3.16, враховуючи  $\eta_{cl} = 0,75 \dots 0,83$  - ККД скребкового ланцюга;  $\eta'_{mp} = 0,7 \dots 0,75$  - ККД привода скребкового ланцюга;  $\eta_{x.o} = 0,5$  - ККД ходового обладнання;  $\eta''_{mp} = 0,7 \dots 0,8$  - ККД трансмісії трактора.

Після виконання розрахунків слід дати аналіз отриманих результатів.

### 3.2. Завдання для індивідуальної роботи

**Вихідні дані:** параметри каналу: глибина -  $H$ , м; коефіцієнт закладання укосів -  $m$ ; технічна продуктивність -  $P_T$ , м<sup>3</sup>/год.

Таблиця 3.1

## Вихідні дані

№ вар.	$H$ , м	$m$	$P_T$ , м <sup>3</sup> /год.	№ вар.	$H$ , м	$m$	$P_T$ , м <sup>3</sup> /год.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,4	1,0	80	16	1,9	1,25	50
2	1,5	1,25	75	17	2,0	1,5	45
3	1,6	1,5	60	18	1,9	1,0	55
4	1,7	1,0	65	19	1,8	1,5	60
5	1,8	1,25	55	20	1,7	1,25	65
6	1,9	1,5	50	21	1,6	1,0	70
7	1,8	1,0	45	22	1,5	1,25	75
8	1,7	1,25	50	23	1,4	1,5	80
9	1,6	1,5	55	24	1,3	1,0	85
10	1,5	1,0	60	25	1,5	1,25	70
11	1,4	1,25	65	26	1,6	1,5	75
12	1,5	1,5	69	27	1,7	1,0	65
13	1,6	1,25	65	28	1,8	1,25	60
14	1,7	1,5	50	29	1,9	1,5	50
15	1,8	1,0	45	30	1,6	1,0	55

## Практична робота № 4

## Тема. Розрахунок каналочишувачів з ротаційними робочими органами

**Мета роботи:** за даними варіанту (табл. 4.2) провести вибір основних параметрів ротаційного робочого органа; визначити потрібні потужності для приводу ротаційного робочого органа та пересування каналочишувача (рис. 4.2), а також тяговий опір.

## 4.1. Теоретичні відомості

## 4.1.1. Вибір основних параметрів

Радіус ротаційного робочого органа (фрези)  $R=(1,4...2)H_0$ , м; кількість лопатей фрези  $z_r=3$ . Колова швидкість лопатей  $\mathcal{G}_r=(\pi R n_r)/30$ , м/с.

Подача на одну лопать

$$c = \mathcal{G}_e / (60 n_r z_{л}), \text{ м,}$$

де  $\mathcal{G}_e = 300 \dots 1000$  м/год - швидкість руху каналочищувача, м/год.

#### **4.1.2. Розрахунок потужності, потрібної для привода ротаційного робочого органа**

$$N_1 = (N_{фр} + N_p + N_n + T_{мер}) / \eta, \text{ кВт,} \quad (4.1)$$

де  $N_{фр}$  - робота фрезерування, визначається за формулою

$$A_{фр} = k c [R^2 (\alpha_k / 2) - (R - h)^2 \text{tg}(\alpha_k / 2)], \text{ кДж,} \quad (4.2)$$

де  $k$  - питомий опір фрезеруванню ( $k = 150$  кПа - для торф'яних ґрунтів;  $k = 250$  кПа - для мінеральних ґрунтів);  $c$  - подача на одну лопать, м;  $\alpha_k$  - кут контакту лопаті з ґрунтом при фрезеруванні (рис. 4.1);  $h$  - висота відкладів, які розкидаються ротаційним робочим органом. Приймаємо  $h = 0,9 H_g$ .

$N_p$  - потужність, яка витрачається на розгін відкладів до швидкості викидання

$$N_p = (P_T \gamma \mathcal{G}_r^2) / 7200 \text{ г, кВт,} \quad (4.3)$$

де  $\gamma = 10 \dots 14$  кН/м<sup>3</sup> - об'ємна сила тяжіння ґрунту відкладів і рослинності;  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup> - прискорення вільного падіння.

$N_n$  - потужність, яка витрачається на підйом очищеної маси

$$N_n = (2 P_T \gamma R) / 3600, \text{ кВт,} \quad (4.4)$$

$N_{мер}$  - потужність, яка витрачається на подолання сил тертя відкладів об кожух фрези

$$N_{мер} = (P_T \gamma \mathcal{G}_r^2 l f \varepsilon) / (3600 \text{ г } R), \text{ кВт,} \quad (4.5)$$

де  $l \cong \pi R$  - довжина контакту кожуха фрези з відкладами при їх розробці;  $f = 0,35 \dots 0,8$  - коефіцієнт тертя ковзання відкладів об матеріал кожуха фрези;  $\varepsilon = 0,3$  - коефіцієнт, який враховує перемішування часток ґрунту;  $\eta = 0,3 \dots 0,4$  - ККД привода ротора.

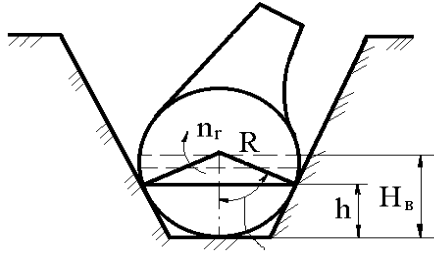


Рис. 4.1. Схема розташування ротаційного робочого органу в каналі

#### 4.1.3. Розрахунок потужності, необхідної для робочого пересування каналочистувача

$$N_2 = (W \vartheta_e) / (3600 \eta_{x.o}), \text{ кВт}, \quad (4.6)$$

де  $W$  - тяговий опір переміщенню каналочистувача, визначається за формулою

$$G = G(f_o \pm i) + k_1 b_k l_k + P, \text{ кН}, \quad (4.7)$$

де  $G$  - сила тяжіння каналочистувача, яка припадає на ходове обладнання машини (табл. 4.1).

$$G = G_T + 1/3 G_{p.o}, \text{ кН}, \quad (4.8)$$

$f_o = 0,1 \dots 0,2$  - коефіцієнт опору пересуванню ходового обладнання;  $i = 0,001$  - похил поверхні місцевості;  $k_1 = (50 \dots 160)$  кПа - питомий опір різанню ґрунту кожухом;  $b_k = 0,01$  м - товщина ріжучої кромки кожуха;  $l_k$  - довжина ділянки кожуха, який різє ґрунт

$$l_k = (\pi R \alpha_k) / 180, \text{ м}, \quad (4.9)$$

$P = 0,25 \dots 0,3$  кН - додатковий опір;  $\eta_{x.o} = 0,5 \dots 0,6$ .

Необхідна потужність двигуна каналочистувача

$$N = N_1 + N_2 + N_3, \text{ кВт}, \quad (4.10)$$

де  $N_3 = (0,05 \dots 0,07) N$  - потужність, яка витрачається на привод допоміжних механізмів.

Таблиця 4.1

Сили тяжіння каналочищувачів		
Марка машини	Сила тяжіння робочого обладнання, кН	Загальна сила тяжіння машини, кН
MP-7	6,5	75
MP-9	7,2	97
MP-10	9,7	148
EM-202	8,6	105

#### 4.2. Завдання для індивідуальної роботи

**Вихідні дані:** технічна продуктивність -  $P_T$ , м<sup>3</sup>/год; відстань від дзеркала води до дна каналу, який очищається -  $H_в$ , м; частота обертання лопатей ротаційного робочого органа -  $n_r$ , хв<sup>-1</sup>; висота відкладів -  $h$ , м; марка каналочищувача.

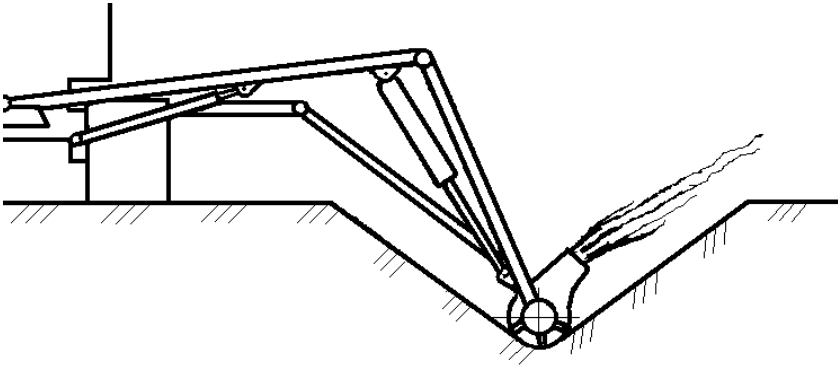


Рис. 4.2. Схема каналочищувача з ротаційним робочим органом

Таблиця 4.2

## Вихідні дані

№ вар.	$P_T$ , м <sup>3</sup> /год	$H_6$ , м	$n_r$ , хв <sup>-1</sup>	Марка машини	№ вар.	$P_T$ , м <sup>3</sup> /год	$H_6$ , м	$n_r$ , хв <sup>-1</sup>	Марка машини
1	40	0,2	450	MP-7	16	57	0,25	600	MP-7
2	45	0,25	460	MP-10	17	59	0,30	460	MP-9
3	50	0,3	47	MP-9	18	62	0,35	480	EM-202
4	55	0,35	480	EM-202	19	67	0,19	500	MP-7
5	60	0,25	490	MP-7	20	72	0,25	550	MP-9
6	65	0,20	500	MP-7	21	76	0,28	560	MP-10
7	70	0,15	550	MP-9	22	82	0,20	580	EM-202
8	75	0,20	540	MP-9	23	88	0,20	595	MP-10
9	80	0,25	530	MP-10	24	41	0,25	435	MP-7
10	85	0,30	520	MP-10	25	43	0,30	485	MP-9
11	90	0,35	510	MP-10	26	44	0,35	475	MP-7
12	42	0,18	560	MP-7	27	52	0,20	495	EM-202
13	48	0,25	570	MP-9	28	64	0,15	510	MP-10
14	49	0,28	580	MP-10	29	73	0,25	505	EM-202
15	53	0,20	590	EM-202	30	87	0,20	460	MP-10

## Практична робота № 5

## Тема. Розрахунок кротодренажних машин

**Мета роботи:** за даними варіанту (табл. 5.1) знайти основні параметри дренера і ножа; визначити загальний тяговий опір, який виникає при роботі кротодренажної машини; потрібну потужність двигуна та зусилля, яке діє на гідроциліндр робочого органу.

## 5.1. Теоретичні відомості

## 5.1.1. Вибір основних параметрів

Діаметр дренера вибирається з умови оптимальної стійкості дренера. Для мінеральних ґрунтів  $d=50...150$  мм, для торф'яних  $d=100...300$  мм. Довжина циліндричної частини

дренера  $l_y=(1,5...2)d$ , мм (див. рис. 5.1). Кут конусності передньої частини дренера: для торф'яних ґрунтів  $2\gamma=37^\circ$ ; для мінеральних -  $2\gamma=(45...52)^\circ$ . Довжина заднього конуса  $l_k=25...30$  мм. Задній кут  $\gamma_k=20...25^\circ$ . Товщина ножа  $b=2$  см. Кут загострення леза ножа: для торф'яних ґрунтів  $\beta=40^\circ$ ; для мінеральних -  $\beta=60^\circ$ . Кут різання  $\alpha=(110...145)^\circ$  (див. рис. 5.2).

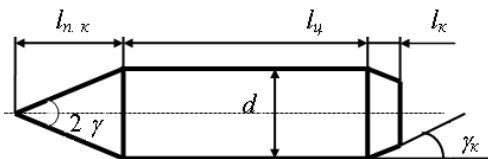


Рис. 5.1. Схема дренера

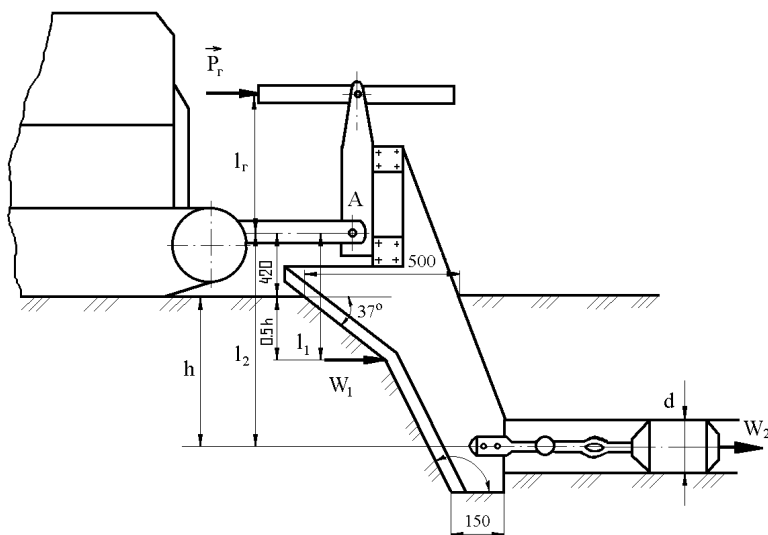


Рис. 5.2. Схема кротодренажно́ї машини

### 5.1.2. Розрахунок тягового опору

Сумарний тяговий опір

$$W=W_1+W_2+W_3+W_4, \text{ кН}, \quad (5.1)$$

де  $W_1$  - опір пересуванню ножа

$$W_1 = P_{1\text{різ}} + P_{1\text{нал}}, \text{ кН}, \quad (5.2)$$

де  $P_{1\text{різ}}$  - сила різання ґрунта лезом ножа:

а) для торф'яних ґрунтів

$$P_{1\text{різ}} = 10^{-2} c_1 h^n, \text{ кН}, \quad (5.3)$$

де  $c_1$  і  $n$  - елементарні коефіцієнти, які залежать від  $b$  (для  $b=2$  см:  $c_1=21,5$ ;  $n=0,8$ );

б) для мінеральних ґрунтів

$$P_{1\text{різ}} = 10^{-2} c h^{1,35} (1+0,1b) (1-(90-\alpha)/180) k_\beta, \text{ кН}, \quad (5.4)$$

де  $c$  - кількість ударів щільноміра конструкції ДорНДІ, який характеризує щільність ґрунту. Для ґрунтів першої категорії  $c=1...4$ ; для ґрунтів II-ої категорії  $c=5...8$ ; III-ьої -  $c=9...16$ ;  $h$  - глибина щілини, яка прорізається, см;  $b$  - товщина ножа, см;  $\alpha$  - кут різання, град.;  $k_\beta$  - коефіцієнт, який враховує кут загострення леза ножа  $\beta$

$\beta$ , град.	15...50	60	90	180
$k_\beta$	0,81	0,83	0,9	1,0

$P_{1\text{нал}}$  - сила налипання ґрунту на бокові поверхні ножа

$$P_{1\text{нал}} = k_n F_n, \text{ кН}, \quad (5.5)$$

де  $k_n$  - питомий опір налипання ґрунту:

для глин  $k_n=7...9$  кПа; для суглинка  $k_n=5...7$  кПа; для торф'яно-болотних ґрунтів  $k_n=2...2,5$  кПа;  $F_n$  - площа бокових поверхонь ножа, які стикаються з ґрунтом,  $\text{м}^2$  (визначається умовно, як площа трапеції з рис. 5.2).

Опір пересуванню дренера  $W_2$

$$W_2 = P_{3\text{м}} + P_{2\text{нал}}, \text{ кН}, \quad (5.6)$$

де  $P_{3\text{м}}$  - опір зминання ґрунту дреном

$$P_{3\text{м}} = k_{3\text{м}} F_\partial, \text{ кН}, \quad (5.7)$$

де  $k_{3\text{м}}$  - питомий опір зминанню ґрунту дреном: для ґрунтів I-ї категорії  $k_{3\text{м}}=70...90$  кПа; для ґрунтів II-ої та III-ьої категорії  $k_{3\text{м}}=200...500$  кПа;  $F_\partial$  - площа поперечного перерізу дрени, яка прокладається,  $\text{м}^2$ ;



$P_{2\text{нал}}$  - опір налипання ґрунту на поверхню дренера

$$P_{2\text{нал}} = k_n F = k_n \pi d l_u + 1/2 k_n \pi d l_{nk}, \text{ кН}, \quad (5.8)$$

де  $d$ ,  $l_u$ ,  $l_{nk}$  - параметри дренера в м.

Опір пересуванню ходового обладнання  $W_3$

$$W_3 = G_m (f_o \pm i), \text{ кН}, \quad (5.9)$$

де  $G_m$  – сила тяжіння кротодренажної машини. Для машин на базі тракторів класу 30 кН -  $G_m=85$  кН; для машин на базі тракторів класу 60 кН -  $G_m=152$  кН;  $f_o=0,1$  - коефіцієнт опору пересуванню ходового обладнання;  $i=0,01\dots0,02$  - похил місцевості.

Опір, який виникає при зрушенні з місця  $W_4$

$$W_4 = (G_m g_e) / (g t_p), \text{ кН}, \quad (5.10)$$

де  $g_e=(0,56\dots1,1)$  м/с - робоча швидкість пересування кротодренажної машини;  $t_p=3\dots5$  с - час зрушення машини;  $g=9,81$  м/с<sup>2</sup> - прискорення вільного падіння.

### **5.1.3. Розрахунок потужності**

Необхідна потужність двигуна

$$N_{\text{дв}} = N_{\text{пер}} + N_{\text{дон}}, \text{ кВт}, \quad (5.11)$$

де  $N_{\text{пер}}$  - потужність, яка необхідна на пересування машини з робочою швидкістю

$$N_{\text{пер}} = (W g_e) / (3600 \eta_{x.o.} \eta_{\text{тр}}), \text{ кВт}, \quad (5.12)$$

$N_{\text{дон}}$  - потужність, яка витрачається на привід допоміжних механізмів

$$N_{\text{дон}} = (0,05\dots0,07) N_{\text{дв}}, \text{ кВт}. \quad (5.13)$$

### **5.1.4. Розрахунок зусилля, яке діє на гідроциліндр робочого органа**

Зусилля, яке виникає на штоці гідроциліндра при роботі машини, визначається з рівняння:  $\sum M_A = 0$  (див. рис. 5.2).

$$P_z = (W_1 l_1 + W_2 l_2) / l_z, \text{ кН}, \quad (5.14)$$

де  $l_1$  і  $l_2$  визначаються з рис. 5.2, а  $l_z=0,5\dots0,7$  м - вибираємо конструктивно.

За отриманим зусиллям  $P_2$  можна розрахувати основні елементи начіпки та кріплення робочого органа.

Після виконання розрахунків слід дати аналіз отриманих результатів.

## 5.2. Завдання для індивідуальної роботи

**Вихідні дані:** глибина закладання дрен -  $h$ , м; вид ґрунту; категорія ґрунту.

Таблиця 5.1

Вихідні дані

№ вар	Глибина закладання дрен, $h$ , м	Вид ґрунту	Категорія ґрунту	№ вар	Глибина закладання дрен, $h$ , м	Вид ґрунту	Категорія ґрунту
1	1,5	торф'яний	II	16	1,5	торф'яний	III
2	1,4	торф'яний	III	17	1,45	мінеральний	I
3	1,3	мінеральний	I	18	1,35	мінеральний	II
4	1,2	мінеральний	II	19	1,25	торф'яний	II
5	1,0	торф'яний	II	20	1,15	торф'яний	III
6	0,9	торф'яний	III	21	1,05	мінеральний	I
7	0,8	мінеральний	I	22	0,95	мінеральний	II
8	0,7	мінеральний	II	23	0,85	мінеральний	I
9	0,8	торф'яний	II	24	0,75	мінеральний	II
10	0,9	мінеральний	III	25	0,8	торф'яний	II
11	1,0	мінеральний	II	26	0,9	торф'яний	II
12	1,1	мінеральний	I	27	1,0	торф'яний	I
13	1,2	торф'яний	III	28	1,1	мінеральний	II
14	1,3	торф'яний	II	29	1,2	торф'яний	II
15	1,4	торф'яний	II	30	1,3	мінеральний	II

## Практична робота № 6

### Тема. Розрахунок багатоківшевих дреноукладачів

**Мета роботи:** за даними варіанту (табл. 6.2) виконати вибір основних параметрів багатоківшового робочого органу дреноукладача (рис. 6.1); визначити загальний тяговий опір, який виникає при роботі машини та потрібну потужність двигуна.

#### 6.1. Теоретичні відомості

##### 6.1.1. Вибір основних параметрів

Швидкість руху ківшевого ланцюга  $\mathcal{G}_r=0,8...1,4$  м/с.

Крок ковшів  $t_k=0,9...1,2$  м.

Кількість зсипок ковшів в хвилину

$$Z_k=(60 \mathcal{G}_r) / t_k, \text{ хв}^{-1}. \quad (6.1)$$

Швидкість руху машини

$$\mathcal{G}_e=П_T / B H, \text{ м/год}. \quad (5.2)$$

Кут нахилу ківшевої рами  $\alpha_{кр}=30...55^\circ$ .

Кут нахилу траєкторії різання (рис. 6.2)

$$\text{tg } \alpha_{mp} = (\mathcal{G}_r \sin \alpha_{кр}) / (\mathcal{G}_e + \mathcal{G}_r \cos \alpha_{кр}). \quad (6.3)$$

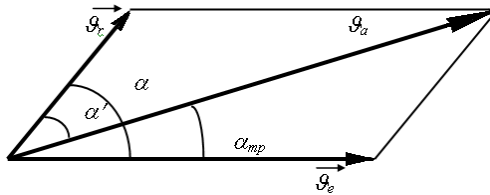


Рис. 6.1. Діаграма швидкостей

Товщина стружки, яка зрізається, визначається з умови наповнення ковша ґрунтом

$$\delta=(q_k k_n \sin \alpha_{mp}) / (B H k_p), \text{ м}, \quad (6.4)$$

де  $q_k$  - місткість ковша,  $\text{м}^3$  (при  $H \leq 2,0$  м -  $q_k=23 \text{ дм}^3$ ; при  $2,0 < H \leq 4$  м -  $q_k=65 \text{ дм}^3$ );  $k_n=0,9...0,95$  - коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом;  $k_p=1,1...1,2$  - коефіцієнт розпушення ґрунту.

### 6.1.2. Розрахунок тягового опору

(Гідроциліндри 1 в закритому положенні, а гідроциліндр 2 в плаваючому положенні по рис. 6.2). Сумарний тяговий опір, який виникає при роботі дренажувача

$$W = W_1 + W_2 + W_3, \text{ кН}, \quad (6.5)$$

де  $W_1$  - опір пересуванню ходового обладнання

$$W_1 = [(G_T + 2/3 G_{p.o}) + n_k (P_\tau \sin \alpha_{mp} + P_n \cos \alpha_{mp})] (f_o \pm i), \text{ кН}, \quad (6.6)$$

де  $G_T$  - сила тяжіння базового тягача;  $G_{p.o}$  - сила тяжіння робочого органа. При  $H \leq 2,0$  м -  $G_T = 75$  кН,  $G_{p.o} = 9$  кН; при  $2 \text{ м} < H \leq 2,0$  м -  $G_T = 340$  кН,  $G_{p.o} = 10,5$  кН;  $P_\tau$  - тангенціальна складова опору копанню ґрунту ковшем

$$P_\tau = k \delta B, \text{ кН}, \quad (6.7)$$

де  $k$  - питомий опір копанню ґрунту: для I-ої категорії ґрунту  $k = 70 \dots 100$  кПа; для II-ої категорії ґрунту  $k = 170 \dots 200$  кПа; для III-ої категорії ґрунту  $k = 250 \dots 300$  кПа.

$P_n = \psi P_\tau$  - нормальна складова опору копанню,  $\psi = 0,4 \dots 0,8$  - коефіцієнт співвідношення  $P_n$  і  $P_\tau$ ;  $n_k$  - кількість ковшів, які одночасно приймають участь в копанні

$$n_k = H / (t_k \sin \alpha_{mp}) + 1, \quad (6.8)$$

$f_o = 0,1$  - коефіцієнт опору пересуванню ходового обладнання;

$i = 0,03$  - похил траси;

$W_2$  - опір копанню ґрунту (горизонтальна складова)

$$W_2 = P_\tau \cos \alpha_{mp} + P_n \sin \alpha_{mp}, \text{ кН}, \quad (6.9)$$

$W_3$  - опір пересуванню трубоукладача

$$W_3 = (G_{mry\delta} + 2 N_B) f, \text{ кН}, \quad (6.10)$$

де  $G_{mry\delta}$  - сила тяжіння трубоукладача в робочому положенні (при  $H \leq 2,0$  м -  $G_{mry\delta} = 4,0$  кН, при  $2,0 < H \leq 4$  м -  $G_{mry\delta} = 50$  кН);  $N_B$  - рівнодіюча сил тиску ґрунту на бокову стінку трубоукладача. За опитними даними  $N_B \approx 3,2$  кН;  $f = 0,4$  - коефіцієнт тертя ковзання сталі по ґрунту.

### 6.1.3. Розрахунок балансу потужності

Потрібна потужність двигуна дренажувача

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \text{ кВт}, \quad (6.11)$$

де  $N_1$  - потужність на привод ковшового ланцюга

$$N_1 = (N_k + N_n) / (\eta_{кл} \eta_{mp}), \text{ кВт}, \quad (6.12)$$

де  $N_k$  - потужність на копання ґрунту

$$N_k = (k P_T) / 3600, \text{ кВт}, \quad (6.13)$$

де  $N_n$  - потужність на підйом ґрунту

$$N_n = (\gamma_z P_T H_n) / 3600, \text{ кВт}, \quad (6.14)$$

де  $\gamma_z=15,0\dots16,0$  кН/м<sup>3</sup> – об'ємна сила тяжіння ґрунту;  $H_n=0,5$  м - середня висота підйому ґрунту;  $\eta_{кл} = 0,5\dots0,6$  - ККД ковшового ланцюга;  $\eta_{mp} = 0,8\dots0,85$  - ККД трансмісії привода ківшевого ланцюга.

$N_2$  - потужність на привод конвейєрів

$$N_2 = (k_1 k_2 L_{кон} \cos \alpha / \eta'_p) \times \\ \times [(2g_c + g'_p + g''_p) \rho_{кон} + (n_T \gamma_z / 3600)] + \\ + [(n_T \gamma_z H_{кон}) / 3600 \eta'_p], \text{ кВт}, \quad (6.15)$$

де  $k_1 = 1,05$  - коефіцієнт збільшення натягу стрічки при огинанні барабанів;  $k_2 = 0,04$  - коефіцієнт опору пересуванню стрічки по роликоопорах;  $L_{кон}$  - довжина конвейєра, м (табл. 10.2);  $\alpha$  - кут нахилу конвейєра до горизонту, град (з конструкції);  $g'_c = (0,25\dots0,35)$  кН/м - погонна вага стрічки;  $g'_p=0,22$  кН/м - погонна вага частин роликоопори на вантажній вітці, які обертаються;  $g''_c = 0,07$  кН/м - погонна вага частин роликоопори на зворотній вітці, які обертаються;  $H_{кон}$  - різниця рівнів кінцевих барабанів конвейєра, м;  $\eta'_{mp}=0,7\dots0,8$  - ККД трансмісії конвейєра.

При визначенні  $N_2$  необхідно враховувати, що у машини ЕТЦ-202А ( $H \leq 2$  м) встановлений один поперечний відвальний горизонтальний конвейєр, а у машини ЕТЦ-406А ( $2,0 < H \leq 4$  м) - два: поперечний та поздовжній - обидва горизонтальні (табл. 6.2).

Таблиця 6.2.

## Параметри конвейєрів

ЕТЦ-202А ( $H \leq 2,0$ м)	$L_{кон} = 2,2$ м	$g_{кон} = 4$ м/с	$B_c = 0,65$ м
ЕТЦ-406А	$L_{кон} = 3,2$ м	$g_{кон} = 5,3$ м/с	$B_c = 0,6$ м
$2,0 < H \leq 4$ м	$L_{кон. прод.} = 7,6$ м	$g_{кон. прод.} = 5,7$ м/с	$B_c = 0,6$ м

$N_3$  - потужність на пересування машини

$$N_3 = W g_e / 3600 \eta_{х.о} \eta''_{тр}, \text{ кВт}, \quad (6.16)$$

де  $\eta_{х.о} = 0,5 \dots 0,6$  - ККД ходового обладнання;  $\eta''_{тр} = 0,70$  - ККД трансмісії привода ходового обладнання.

$N_4$  - потужність на привод допоміжних механізмів  
 $N_4 = (0,05 \dots 0,07) N$ .

## 6.2. Завдання для індивідуальної роботи

**Вихідні дані:** глибина траншеї -  $H$ , м; ширина траншеї -  $B$ , м; технічна продуктивність -  $ПТ$ , м<sup>3</sup>/год; категорія ґрунту.

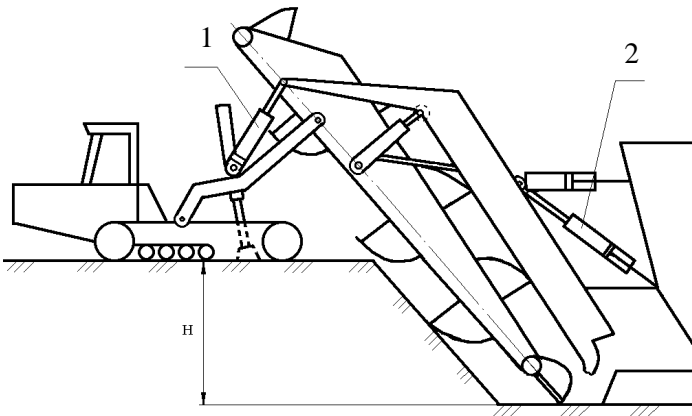


Рис. 6.1. Схема багатоківшевого дрепоукладача.

Таблиця 6.1.

## Вихідні дані

№ з/п	Продуктивність технічна $P_T$ , м <sup>3</sup> /год	Глибина траншеї, $H$ , м	Ширина траншеї, $B$ , м	Категорія грунту
1	100	2,0	0,5	I
2	105	1,9	0,5	II
3	110	1,8	0,55	III
4	100	1,7	0,55	II
5	106	1,8	0,55	III
6	110	1,9	0,5	II
7	95	2,1	0,45	I
8	100	2,1	0,5	II
9	108	1,7	0,45	III
10	102	1,75	0,5	II
11	107	3,85	0,6	I
12	98	1,7	0,5	II
13	110	1,7	0,45	I
14	104	1,95	0,5	II
15	120	2,0	0,5	III
16	100	3,8	0,6	I
17	105	3,9	0,6	II
18	110	3,75	0,6	III
19	97	4,0	0,6	II
20	102	1,7	0,55	III
21	101	2,0	0,45	II
22	109	1,75	0,45	I
23	105	3,85	0,65	II
24	110	2,0	0,5	III
25	115	4,0	0,65	I
26	115	1,7	0,5	II
27	120	3,6	0,6	I
28	117	1,7	0,55	II
29	112	1,8	0,45	III
30	110	1,8	0,45	II

## Практична робота № 7

### Тема: Розрахунок корчувачів-збирачів

**Мета роботи:** за даними варіанту (табл. 7.1) провести тяговий розрахунок корчувача; підібрати базовий трактор і розрахувати переріз зуба на згин.

#### 7.1. Теоретичні відомості

##### 7.1.1. Тяговий розрахунок

Сумарний тяговий опір, який діє на корчувач під час роботи

$$W = W_k + W_p + W_{np.в.} + W_{бм}, \text{ кН}, \quad (7.1)$$

де  $W_k$  - опір корчуванню. При корчуванні пеньків

$$W_k = 0,01 k_1 \sqrt{d^3}, \text{ кН}, \quad (7.2)$$

де  $k_1$  - емпіричний коефіцієнт, який залежить від породи дерева ( $k_1=50$  для осики,  $k_1=60$ );  $d$  - діаметр пня на висоті 60 см.

При корчуванні чагарника

$$W_k = k_2 \sum D_i, \text{ кН}, \quad (7.3)$$

де  $k_2 = (25...50)$  кН/м - питомий опір чагарника корчуванню, кН/м;  $\sum D_i = q B$  - сума діаметрів стовбурів кущів, які одночасно корчуються;  $q = 0,05...0,2$  м/м - сума діаметрів стовбурів чагарника, яка приходить на 1 м ширини захвату корчувача в залежності від густини чагарника;  $B$  - ширина захвату корчувача, м.

Далі розрахунки ведемо по максимальному значенню  $W_k$ .

$W_p$  - опір розпушенню ґрунту та руйнуванню кореневої системи

$$W_p = k_p B h_p \lambda_p, \text{ кН}, \quad (7.4)$$

де  $k_p$  - питомий опір розпушенню ґрунту, кПа ( $k_p=40...50$  кПа - для ґрунтів без великих корневих включень,  $k_p=100...200$  кПа - для ґрунтів із значним вкладом деревно-кореневої рослинності);  $h_p$  - глибина розпушення, м;  $\lambda_p=0,4...0,75$  - коефіцієнт неповноти розпушення за рахунок відстані між



корчующими зубами.

$W_{np.v.}$  - опір пересуванню призми волочиння по ґрунту

$$W_{np.v.} = G_e f_e, \text{ кН}, \quad (7.5)$$

де  $G_e$  – сила тяжіння маси, яка корчується, кг  $G_e = \gamma V_e$ ;  $\gamma = 6 \dots 9$  кН/м<sup>3</sup> – об'ємна сила тяжіння маси, яка корчується;  $V_e$  – об'єм маси, яка корчується, м<sup>3</sup>  $V_e = (B H^2) / 2$ ;  $f_e = 0,7 \dots 1,2$  - коефіцієнт опору волочинню по ґрунту маси, яка корчується.

$W_{\text{б.м}}$  - опір пересуванню ходового обладнання

$$W_{\text{б.м}} = G (f_o \pm i), \text{ кН}, \quad (7.6)$$

де  $G$  - загальна сила тяжіння корчувача, кН,  $G = G_{\text{б.м}} + G_{p.o}$ ;  $G_{\text{б.м}}$  – сила тяжіння базової машини, кН;  $G_{p.o} = 32 \dots 53$  кН – сила тяжіння робочого органа (для існуючих конструкцій);  $f_o = 0,1 \dots 0,2$  - коефіцієнт опору пересуванню ходового обладнання;  $i = 0,01 \dots 0,03$  - похил поверхні місцевості.

Вибір базової машини робиться за табл. 7.2, виходячи з умови:  $W \leq T$ , де  $T$  - тягове зусилля базової машини на відповідній передачі, кН (табл. 7.2).

Таблиця 7.2.

Силкові і швидкісні характеристики тракторів

Передача	Показники	Марка трактора					
		ДТ-75Б	ДТ-75М	Т-100МБ	Т-130Б	Т-180	ДЕТ-250М
I	Тягове зусилля, кН	27,9	33,6	90,0	91,7	138,2	220,0
	Швидкість, м/с	1,39	1,39	0,65	1,01	0,79	0,64
II	Тягове зусилля, кН	24,5	29,6	56,0	75,0	78,7	170,0
	Швидкість, м/с	1,55	1,55	1,05	1,22	1,28	0,85
II	Тягове зусилля, кН	21,35	26,0	45,5	60,0	57,1	-
	Швидкість, м/с	1,72	1,72	1,25	1,42	1,77	-
Вага, $G_{\text{б.м}}$ , кН		64,0	63,0	134,0	115,0	152,0	261,5

Для нормальної роботи корчувача необхідне виконання нерівності:  $T \geq W \leq G \varphi_{зч}$ , де  $\varphi_{зч} = 0,4...0,9$  - коефіцієнт зчеплення ходового обладнання з ґрунтом.

Тягове зусилля обраного трактора  $T$  повинно відрізнятись від сумарного опору  $W$  на можливо меншу величину.

**7.1.2. Визначення навантажень, які діють на зуб корчувача під час роботи.**

**Розрахунок перерізу зуба.**

а). Пасивний режим. Працює тільки один зуб корчувача (рис. 12.1). Розрахункове зусилля визначається

$$P_{розр} = P_{ст} + P_{дин}, \text{ кН}, \quad (7.7)$$

де  $P_{ст}$  - статичне зусилля,  $P_{ст}=W-W_{бм}$ ;  $P_{дин}$  - динамічне зусилля

$$P_{дин} = \varrho_e \sqrt{Gc_o/g}, \text{ кН}, \quad (7.8)$$

де  $\varrho_e$  - швидкість руху корчувача в момент зустрічі з пеньком;  $g=9,81 \text{ м/с}^2$  - прискорення вільного падіння;  $c_o$  - приведений коефіцієнт жорсткості, кН/м,  $c_o=(c_1-c_2) / (c_1+c_2)$ ;  $c_1=15...20$  кН/м - коефіцієнт жорсткості пенька;  $c_2=c_1$  - коефіцієнт жорсткості начіпного обладнання;  $\alpha=0,9...1,0$  - питомий коефіцієнт.

Розрахунок перерізу зуба виконується за згинаючим напруженням:  $G_{зз}=M_{зз} / W_{зз} \leq [\sigma_{зз}]$ , кПа, де  $M_{зз}$  - згинаючий момент, кН·м,  $M_{зз}=P_{розр} h_p$ ;  $W_{зз}$  - момент опору перерізу, м<sup>3</sup>,  $W_{зз}=hb^2 / 6$ ;  $h, b$  - розміри перерізу зуба (необхідно визначити з урахуванням, що  $b = 3h$ ). Для матеріала зуба (Сталь 5)  $[\sigma_{зз}]=280 \cdot 10^3$  кПа.

За розрахунками зробити висновки про роботу.

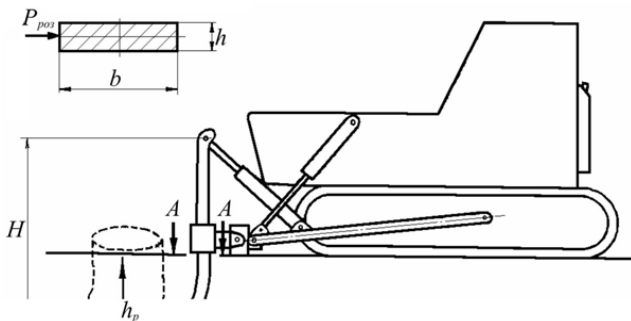


Рис. 7.1. Розрахункова схема корчувача.

## 7.2. Завдання для індивідуальної роботи

**Вихідні дані:** тип корчувача - корчувач-збирач з переднім націпним робочим органом і гідравлічною системою керування; ширина захвату корчувача -  $B$ , м; висота відвалу -  $H$ , м; глибина розпушення -  $h_p$ , м; діаметр пеньків -  $d$ , см; похил поверхні -  $i$ .

Таблиця 7.1.

### Вихідні дані

№ вар	Ширина захвату відвалу, $B$ , м	Висота відвалу $H$ , м	Діаметр пеньків, $d$ , см	Глибина розпушення, $h_p$ , м	Похил поверхні, $i$	Порода рослини, яка корчується
1	2	3	4	5	6	7
1	3,5	1,0	15	0,1	0,01	піхта
2	3,4	1,1	16	0,12	0,015	осика
3	3,3	1,2	17	0,14	0,02	береза
4	3,2	1,3	18	0,16	0,025	сосна
5	3,1	1,4	19	0,18	0,01	піхта
6	3,0	1,5	20	0,20	0,015	осика
7	3,05	1,0	21	0,22	0,017	береза
8	3,15	1,1	22	0,24	0,018	сосна
9	3,25	1,2	23	0,28	0,019	піхта
10	3,35	1,3	24	0,30	0,020	осика
11	3,45	1,4	25	0,29	0,022	береза
12	3,55	1,5	24	0,27	0,021	сосна

Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4	5	6	7
13	3,5	1,4	23	0,25	0,023	піхта
14	3,4	1,3	22	0,23	0,024	осика
15	3,3	1,2	21	0,21	0,025	береза
16	3,2	1,1	20	0,19	0,024	сосна
17	3,1	1,0	19	0,17	0,023	піхта
18	3,0	1,05	18	0,15	0,022	осика
19	3,05	1,15	17	0,14	0,021	береза
20	3,15	1,25	16	0,13	0,020	сосна
21	3,25	1,35	15	0,12	0,018	піхта
22	3,35	1,45	16	0,11	0,017	осика
23	3,45	1,5	17	0,10	0,016	береза
24	3,55	1,45	18	0,15	0,015	сосна
25	3,5	1,35	19	0,16	0,014	піхта
26	3,4	1,25	20	0,17	0,013	осика
27	3,3	1,15	21	0,18	0,012	береза
28	3,2	1,05	22	0,19	0,011	сосна
29	3,1	1,0	23	0,20	0,010	піхта
30	3,0	1,25	24	0,22	0,015	осика

## Практична робота № 8

### Тема. Розрахунок ярусного глибокорозпушувача

#### *Мета роботи:*

Розрахувати параметри конструкції глибокорозпушувача та визначити його тяговий опір.

#### 8.1. Теоретичні відомості

У загальному випадку, конструкція ярусного глибокорозпушувача представляє собою раму з несучими стояками, на яких, для роботи на докритичних глибинах, закріплені робочі органи у вигляді спряження долота-леміша з увігнутими стріловидними ґрунторозпушувальними елементами змінної кри-

визни. Загальна компоновка глибокорозпушувача визначається просторовим рознесенням робочих органів в трьох взаємно перпендикулярних напрямках (рис. 8.1).

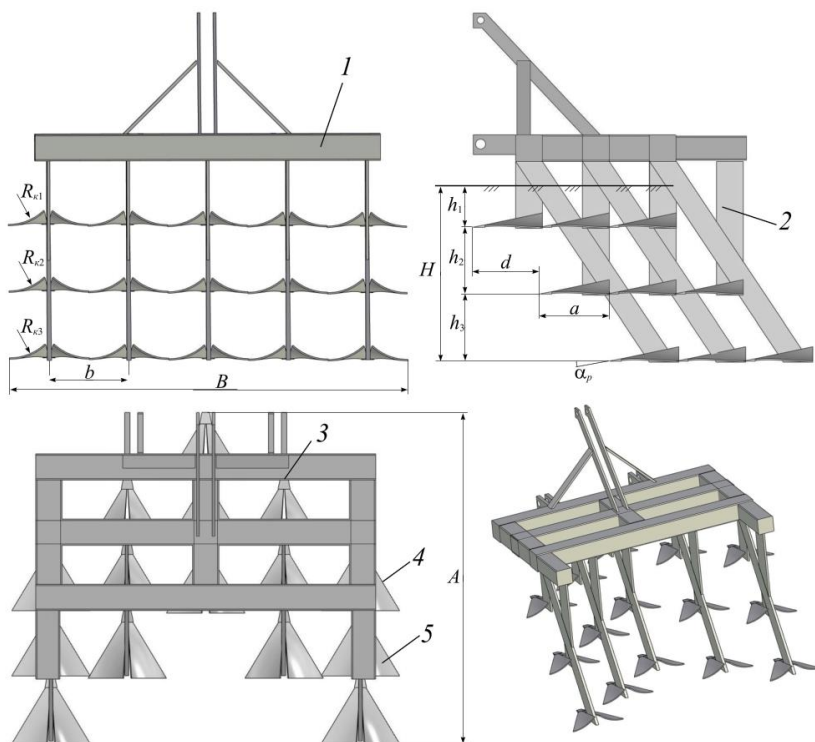


Рис. 8.1. Просторова конфігурація і конструктивні параметри робочих органів глибокорозпушувача: 1 – рама; 2 – стояк; 3 – долото; 4 – леміш; 5 – робочий орган;

### ***Розрахунок параметрів конструкції.***

За заданою величиною поперечника структурного ґрунтового агрегату  $l_k$  та відносною деформацією розриву  $\varepsilon_p$ , для відповідних ґрунтових умов, визначається радіус кінцевого поперечного перерізу поверхні  $R_k$ , величина якого суттєво

впливає на якісні показники розпушення, відносна деформація розриву  $\varepsilon_p = 0,015$ .

$$R_k = l_k \left( \frac{1}{2\varepsilon_p} + 1 \right), \quad (8.1)$$

Враховуючи  $R_k$  за пропорційною залежністю визначається рекомендована ширина ріжучої кромки поверхні  $b$ , від якої залежать кількісні показники розпушення:

$$b = \frac{\pi}{2} R_k, \quad (8.2)$$

В залежності від робочої швидкості розпушувального агрегату визначається довжина поверхні  $a$ , яка відповідає за інтенсивність процесу розпушення ґрунтового шару ( $t_{1c} = 1c$ )

$$a = \sqrt{2\varepsilon_p \cdot b \cdot V_{aep} \cdot t_{1c}}, \quad (8.3)$$

За отриманими параметрами ( $l_k$ ,  $R_k$ ,  $a$ ) визначається форма ґрунторозпушувальної поверхні робочого органу для виготовлення

$$z(x, y) = \frac{a}{x} R_k - \sqrt{\left( \frac{a}{x} R_k \right)^2 - \left( y \pm \frac{b}{2} \right)^2}. \quad (8.4)$$

Розраховується рознесення робочих органів за довжиною агрегату базується на принципі вільного проходження ґрунту між ярусами без підпирання верхнього ярусу нижнім та уникнення контакту ґрунту в зоні активного подрібнення при  $\alpha_p = 20^\circ$ :

$$d = \frac{V_{aep} \cos \alpha_p}{2g} \left( V_{aep} \sin \alpha_p + \sqrt{2ga \sin \alpha_p + (V_{aep} \sin \alpha_p)^2} \right), \quad (8.5)$$

Вертикальне рознесення визначається висотою ґрунтового шару, який підлягає розробці.

Висота ґрунтового шару на один ярус при граничному напруженні розриву ґрунту  $\sigma_p = 5-7$  кПа:

$$h = \frac{E_c/E_p + 1}{E_c/E_p} \frac{R_k}{36,23 \cdot e_n - 1,22} \leq \frac{9kl_k (1 + E_c/E_p) \sin \alpha_p}{2\pi\sigma_p E_c/E_p}. \quad (8.6)$$

Кут нахилу стояків ( $\beta$ ) і необхідна їх кількість ( $m$ ) з округленням до цілого, величина просторового рознесення робочих органів по ширині агрегату  $\delta=0,1$  м:

$$\beta = \text{arctg} \frac{h}{d}; \quad (8.7)$$

$$m = B/(b + \delta). \quad (8.8)$$

Кількість ярусів з округленням до цілого розраховується залежно від загальної глибини розробки агрегату:

$$j = H/h. \quad (8.9)$$

### ***Розрахунок тягового опору.***

Тяговий опір глибокорозпушувача в кожному ярусі складається з опору переміщення робочого агрегату, опору розпушення ґрунту робочими органами та опору стояків:

$$P_T = G_{agr} \cdot f + j \cdot m [W_\delta + P_1], \text{ кН}, \quad (8.10)$$

де  $W_\delta$  – динамічний опір розсікача стояків,  $P_1$  – зусилля розпушення ґрунту робочим органом в середньому ярусі,  $b_p/l=0,1$ ; несуча спроможність ґрунту  $\sigma_m = 200$  кПа.

$$W_\delta = \rho_{sp} b h v_{agr}^2 \sin \beta \left( f + \frac{b_p}{2l} \right) \left( \frac{b_p}{2l} \right)^2; \quad (8.11)$$

$$P_1 = f \cdot \left[ \frac{0,05\sigma_m h^2}{(1 + E_c/E_p)^3} \cdot \sum_n \left( \frac{2}{\left( 1 + \frac{1}{E_c/E_p} \right)^2} \right)^n + \frac{1}{4} \gamma a h b \cos \frac{b}{6R_k} \right]. \quad (8.12)$$

Орієнтовні значення основних параметрів робочих органів приведено в табл. 8.1:

Таблиця 8.1

Орієнтовні значення основних параметрів робочих органів

Ґрунтовий шар	Орний горизонт (<0,24 м)	Підорний горизонт (>0,24 м)
Кінцевий радіус, $R_k$ , м	0,13-0,21	0,21-0,35
Ширина захвату, $b$ , м	0,20-0,33	0,33-0,50
Довжина, $a$ , м при $V_{agr} < 2,5$ м/с при $V_{agr} > 2,5$ м/с	0,08-0,12	0,15-0,23
	0,10-0,16	0,20-0,30
Кут різання долота, $\alpha_r$ , град.	25-30°	25-30°
Висота ярусу, $h$ , м	0,15-0,18	0,07-0,15
Вільна зона між робочими органами, $\delta$ , м	0,12-0,15	0,06-0,10
Зміщення в нижніх ярусах, $d$ , м при $V_{agr} < 2,5$ м/с при $V_{agr} > 2,5$ м/с	—	0,11-0,14
		0,12-0,33

## 8.2. Завдання для індивідуальної роботи

### Вихідні дані:

$l_k$  – розрахунковий лінійний розмір ґрунтоагрегата;  $n$  – необхідна кількість стадій подрібнення;  $E_c/E_p$  – співвідношення модулів пружності стиску до розтягу ґрунту;  $V_{agr}$  – швидкість руху розпушувального агрегату;  $H$  – загальна глибина розробки;  $B$  – загальна ширина розробки;  $k$  – питомий опір різанню ґрунту;  $e_n$  – пористість ґрунту;  $\gamma$  – сила тяжіння об'єму ґрунту;  $f$  – коефіцієнт тертя ґрунту по сталі.



Таблиця 8.2

## Варіанти даних

№ вар.	Верхній ярус		Нижні яруси		$E_c/E_p$	$V_{азр},$ м/с	$H,$ м	$B,$ м	$k,$ кПа	$e_n$	$f$	$\gamma,$ кН/м <sup>3</sup>
	$l_k, \text{ м}$	$n$	$l_k, \text{ м}$	$n$								
1	0,003	15	0,025	15	2,5	2,0	0,40	1,5	200	20	0,25	18,0
2	0,004	15	0,030	15	2,6	2,1	0,45	1,6	195	21	0,26	18,5
3	0,005	14	0,035	14	2,7	2,2	0,50	1,7	190	22	0,27	19,0
4	0,006	14	0,040	14	2,8	2,3	0,55	1,8	185	23	0,28	19,5
5	0,007	13	0,045	13	2,9	2,4	0,60	1,9	180	24	0,29	20,0
6	0,008	13	0,050	13	3,0	2,5	0,65	2,0	175	25	0,30	20,5
7	0,009	12	0,055	12	3,1	2,6	0,70	2,1	170	26	0,31	21,0
8	0,010	12	0,060	12	3,2	2,7	0,75	2,2	165	27	0,32	21,5
9	0,011	11	0,065	11	3,3	2,8	0,80	2,3	160	28	0,33	22,0
10	0,012	11	0,070	11	3,4	2,9	0,85	2,4	155	29	0,34	22,5
11	0,003	15	0,025	15	3,5	3,0	0,40	2,5	150	30	0,35	18,0
12	0,004	15	0,030	15	3,6	3,1	0,45	2,6	145	31	0,36	18,5
13	0,005	14	0,035	14	3,7	3,2	0,50	2,7	140	32	0,37	19,0
14	0,006	14	0,040	14	3,8	3,3	0,55	2,8	135	33	0,38	19,5
15	0,007	13	0,045	13	3,9	3,4	0,60	2,9	130	34	0,39	20,0
16	0,008	13	0,050	13	4,0	3,5	0,65	3,0	125	35	0,40	20,5
17	0,009	12	0,055	12	4,1	3,6	0,70	3,1	120	36	0,41	21,0
18	0,010	12	0,060	12	4,2	3,7	0,75	3,2	115	37	0,42	21,5
19	0,011	11	0,065	11	4,3	3,8	0,80	3,3	110	38	0,43	22,0
20	0,012	11	0,070	11	4,4	3,9	0,85	3,4	105	39	0,44	22,5

### **Список використаних джерел**

1. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник / Д. Г. Войтюк, В. О. Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін. ; За ред. Д. Г. Войтюка. К. : Вища освіта, 2004. 544 с.

2. Сидоренко А. М., Михайленко Ю. І. Меліоративні машини. К. : Урожай, 1989. 280 с.

3. Машини та обладнання в сільськогосподарській меліорації : підручник / Г. М. Калетник, М. Г. Чаусов, М. М. Бондар та інші. К. : «Хай–Тек Прес», 2011. 488 с., іл.

4. Сільськогосподарські і меліоративні машини : навчальний посібник / Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. К. : ПТО НАПН України, 2015. 291 с.

5. Машини для водного господарства : підручник. Рівне : Редакційно-видавничий центр НУВГП, 2006.

6. Зінь В. С. Меліоративні машини (теорія і розрахунок) : навч. посібник. К. : 1992. 120 с.