

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра агроінженерії

02-07-36М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт з дисципліни «Меліоративні
машини та обладнання для водного господарства»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалавр) рівня
за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною
радою з якості ННМІ
Протокол № 2 від 02.10.2024 р.

Рівне – 2024

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Меліоративні машини та обладнання для водного господарства» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» спеціальності 208 «Агроінженерія» денної та заочної форм навчання. [Електронне видання] / Шимко А. В., Лук`янчук О. П. – Рівне : НУВГП, 2024. – 39 с.

Укладачі: Шимко А. В., кандидат технічних наук, доцент кафедри агроінженерії;

Лук`янчук О. П., кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних, дорожніх, меліоративних, сільськогосподарських машин і обладнання.

Відповідальний за випуск: Налобіна О. О., доктор технічних наук, професор, завідувачка кафедри агроінженерії.

Схвалено на засіданні кафедри агроінженерії протокол № 2 від 19 вересня 2024 року

Перевидання методичних вказівок **02-01-437**

Керівник групи
забезпечення спеціальності
208 «Агроінженерія»

Бундза О. З.

© А. В. Шимко,
О. П. Лук`янчук, 2024
© НУВГП, 2024

Зміст

Вступ

Практична робота № 1. Прохідність меліоративних машин на торф'яних і перезволожених ґрунтах	5
Практична робота № 2. Тяговий розрахунок причіпних плужних канавокопачів	11
Практична робота № 3. Розрахунок каналочищувачів з скребковими робочими органами.....	15
Практична робота № 4. Розрахунок каналочищувачів з ротаційними робочими органами	20
Практична робота № 5. Розрахунок багатоківшевих дренаукладачів	24
Практична робота № 6. Розрахунок корчувачів-збирачів	29
Практична робота № 7. Розрахунок ярусного глибоко-розпушувача	34

Вступ

Меліорація є важливим фактором інтенсифікації агрови-робництва та науково-технічного прогресу у сільському гос-подарстві.

Основною метою сільськогосподарської меліорації є створення оптимальних умов виробництва продукції сільсько-го господарства й у першу чергу продукції рослинництва.

Землі меліоративного фонду, у яких здійснюється меліорація, називаються меліорованими землями. Там ви-робляється понад третину продукції рослинництва.

Метою вивчення дисципліни «Меліоративні машини та обладнання для водного господарства» є ознайомлення сту-дентів з машинами та обладнанням для меліоративних робіт, які використовуються для забезпечення нормального функціонування сільськогосподарського виробництва.

Основні завдання:

- ознайомитись із основними типами машин та обладна-ння для водного господарства;

- ознайомлення студентів з будовою та принципами ро-боти меліоративних машин та обладнання;

Вивченню дисципліни передують дисципліни «Сільсь-когосподарські машини», «Трактори та автомобілі», «Гідро-, пневмо- та електроприводи в агропромисловому комплексі». Паралельно з дисципліною вивчаються «Сільськогосподарські машини».

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 прохідності 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 проекцій зовнішніх сил на вертикальну вісь, які діють на машину, крім реакцій ґрунту на гусениці, кН; $\sum F_i$ - площа опорної поверхні гусениць, м².

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

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

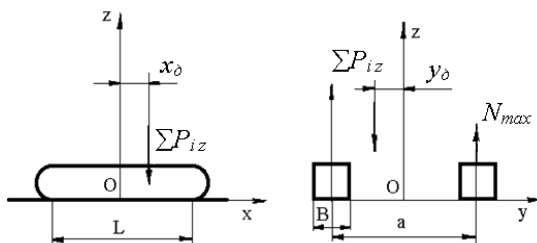


Рис. 1.1. Схема дії реакцій під гусеницями: B - ширина опорної частини гусениці; L - довжина опорної частини гусениці.

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, м².

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.

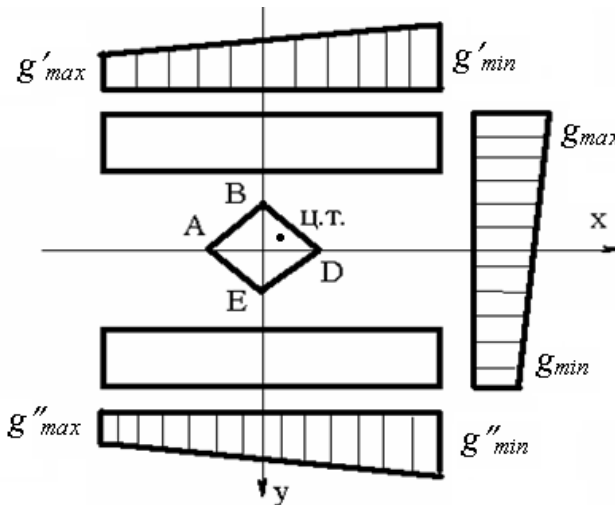


Рис. 1.2. Епюри питомих тисків і ядро перерізу

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

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).

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

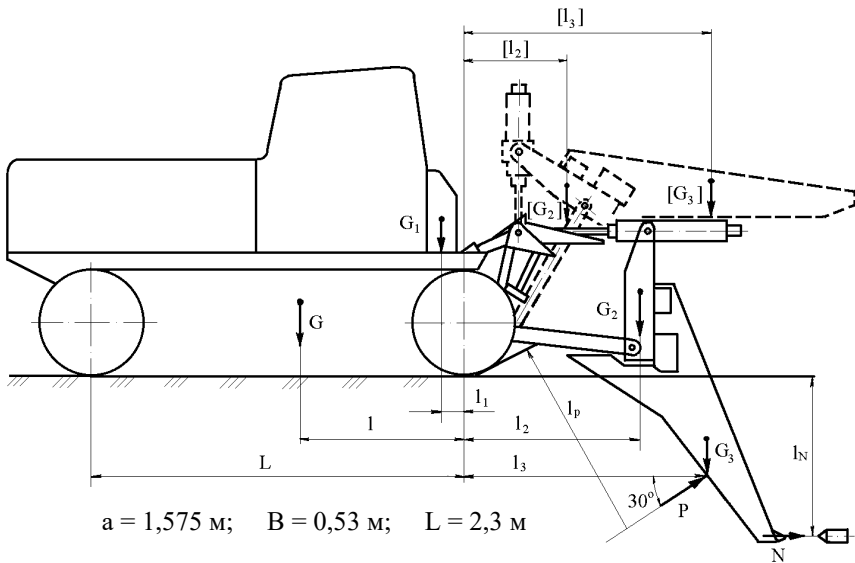
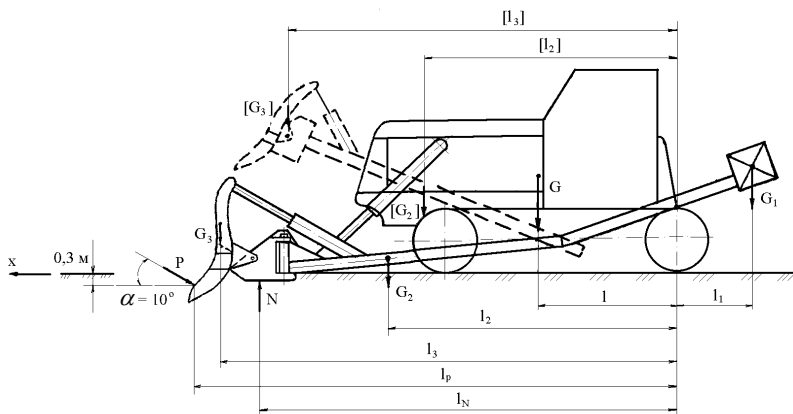
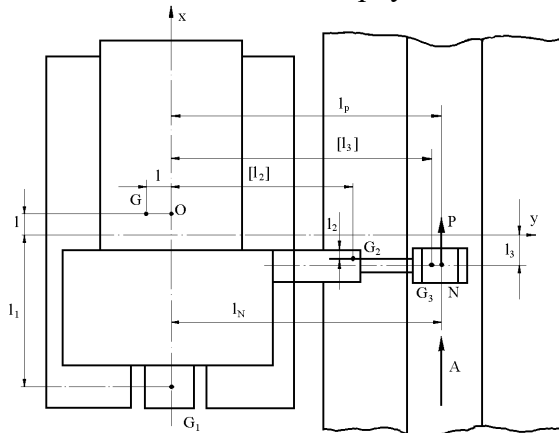


Рис. 1.3. Схема кротодренажної машини



$a = 2,28$ м; $B = 0,97$ м; $L = 2,83$ м

Рис. 1.4. Схема корчувача



$L = 2,78$ м; $B = 0,97$ м; $a = 2,28$ м

Вид А

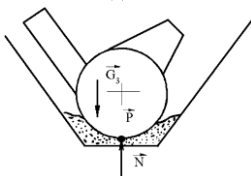


Рис. 1.5. Схема каналочищувача

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	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	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- щувач	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 каналокочів

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

2.1. Теоретичні відомості

Загальний тяговий опір причіпного плужного каналокоча 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 ножем; 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, 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

δ - 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 $\varphi_{зч}$ і f

Категорія ґрунту	I	II	III	IV
c	1...4	5...8	9...16	17...36
$\varphi_{зч}$	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 каналокочапачів

Показники	Марка каналокочапачів	
	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., δ_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; δ_1 - кут різання ножем, град; $\beta = 0,96$ - коефіцієнт, який залежить від кута загострення ножа.

Додаткові дані:

Максимальне тягове зусилля тягача:

Komatsu D65EX-16 на I-ій передачі - $T = 94,0$ кН

ХТЗ-181.20 на I-ій передачі - $T = 90,0$ кН.

Сила тяжіння тягача:

Komatsu D65EX-16 - $G_m = 160,0$ кН

ХТЗ-181.20 - $G_m = 130,0$ 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.

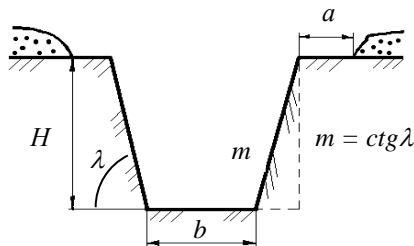


Рис. 2.1. Геометричні параметри каналу

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 каналокopача - 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 каналокopача - 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

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

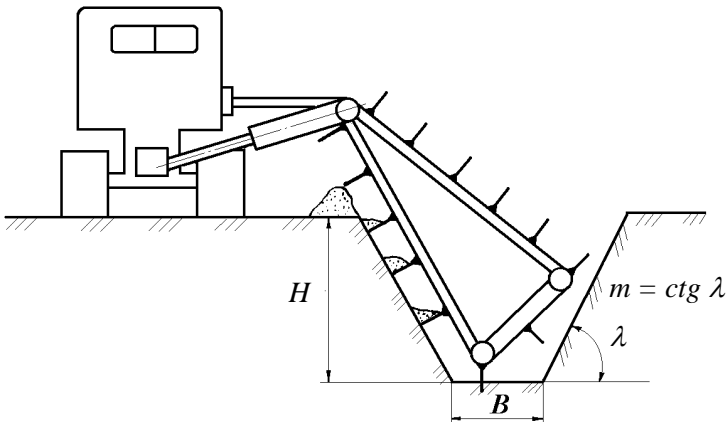


Рис. 3.1. Схема скребкового каналочищувача

3.1. Вибір основних параметрів скребкового ланцюга

Швидкість руху скребкового ланцюга приймається конструктивно

$$v_l = (2,4 \dots 3) \text{ м/с.}$$

Крок скребків визначається

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

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

Швидкість руху каналочищувача

$$v_e = v_l \text{ tg } \beta, \text{ м/с,} \quad (3.2)$$

де $\beta = 1 \dots 6^\circ$ - кут між траєкторіями абсолютної швидкості руху скребкового ланцюга v_l 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

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

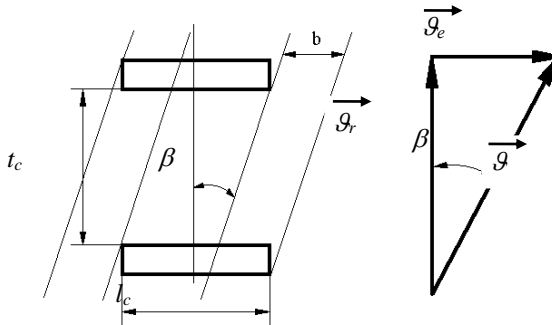


Рис. 3.2. Схема руху скребкового ланцюга

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 $h_c \approx 0, 1$ м і визначимо його ширину

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

Кут установки скребоків відносно ланцюга приймається рівним β .

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

$$W_1=(G_T+1/3G_{p.o.}) (f_0 \pm i), \text{ кН}, \quad (3.11)$$

де $G_T=62$ кН – сила тяжіння тягача (для трактора ДТ-75);
 $G_{p.o.}=17,3$ кН – сила тяжіння робочого органа; $f_0=0,1$ (коефіцієнт опору пересування ходового обладнання в даних умовах); $i=0,01...0,03$ - 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 скребків, які одночасно різуть ґрунт:

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

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

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

де $g=9,81$ м/с² - прискорення вільного падіння; $t_p=2...3$ с - час розгону машини.

3.1.2. Розрахунок потужності

Необхідна потужність двигуна скребкового каналочисувача:

$$N_{\text{дв}}=[N_{cl} / (\eta_{cl} \eta'_{mp})] + [N_{пер} / (\eta_{x.o} \eta''_{mp})] + N_{\text{дон}}, \text{ кВт}, \quad (3.16)$$

де N_{cl} - 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

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

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

N_3 - потужність, яка витрачається на тертя ґрунту, який вноситься скребками, об ґрунт укусу та забою

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

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

N_4 - потужність, яка витрачається на підйом ґрунту

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

$N_{пер}$ - потужність, яка витрачається на пересування каналоочищувача

$$N_{пер}=W \mathcal{G}_e, \text{ кВт}, \quad (3.22)$$

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

З урахуванням коефіцієнта корисної дії привода допоміжних механізмів маємо

$$N_{дон} = (0,05...0,07) N_{дв}, \text{ кВт}, \quad (3.23)$$

де $N_{дв}$ - необхідна потужність двигуна з формули 3.16, враховуючи $\eta_{сл}=0,75...0,83$ - ККД скребкового ланцюга; $\eta'_{мп}=0,7...0,75$ - ККД привода скребкового ланцюга; $\eta_{х.о}=0,5$ - ККД ходового обладнання; $\eta''_{мп}=0,7...0,8$ - 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 укусів - m ; технічна продуктивність - P_T , м³/год.

Таблиця 3.1

Вихідні дані

№ вар.	H , м	t	$П_T$, м ³ /год.	№ вар.	H , м	t	$П_T$, м ³ /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	60	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 каналочищувачів 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 каналочищувача (рис. 4.2), а також тяговий опір.

4.1. Теоретичні відомості

4.1.1. Вибір основних параметрів

Радіус ротаційного робочого органа (фрези) $R=(1,4\dots2)H_e$, м; кількість лопатей фрези $z_l=3$. Колова швидкість лопатей $\mathcal{G}_r=(\pi R n_r)/30$, м/с. Подача на одну лопать

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

де $\mathcal{G}_e=300\dots1000$ м/год - швидкість руху каналочищувача, м/год.

4.1.2. Розрахунок потужності, потрібної для приводу ротаційного робочого органа

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

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

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

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

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

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

де $\gamma=10\dots14$ кН/м³ – об'ємна сила тяжіння ґрунту відкладів і рослинності; $g=9,81$ м/с² - прискорення вільного падіння.

N_n - потужність, яка витрачається на підйом очищеної маси

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

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

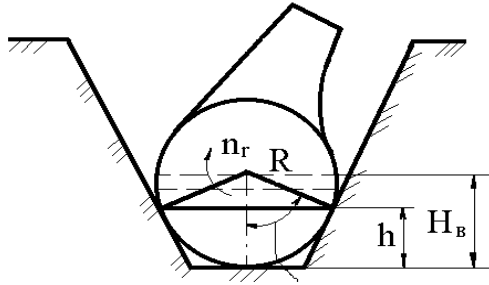


Рис. 4.1. Схема розташування ротаційного робочого органу в каналі

$$N_{\text{тер}} = (\Pi_T \gamma g_r^2 l f \varepsilon) / (3600 g R), \text{ кВт}, \quad (4.5)$$

де $l \cong \pi R$ - довжина контакту кожуха фрези з відкладами при їх розробці; $f=0,35\dots0,8$ - коефіцієнт тертя ковзання відкладів об матеріал кожуха фрези; $\varepsilon=0,3$ - коефіцієнт, який враховує перемішування часток ґрунту; $\eta=0,3\dots0,4$ - ККД привода ротора.

4.1.3. Розрахунок потужності, яка необхідна для робочого пересування каналочисувача

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

де W - тяговий опір переміщенню каналочисувача, визначається за формулою

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

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

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

$f_o=0,1\dots0,2$ - коефіцієнт опору пересуванню ходового обладнання; $i=0,001$ - похил поверхні місцевості; $k_1=(50\dots160)$ кПа - питомий опір різанню ґрунту кожухом; $b_k=0,01$ м - товщина ріжучої кромки кожуха; l_k - довжина ділянки кожуха,

який ріже ґрунт

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

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

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

Потрібна потужність двигуна каналочищувача

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

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

4.2. Завдання для індивідуальної роботи

Вихідні дані: технічна продуктивність - P_T , м³/год; відстань від дзеркала води до дна каналу, який очищається - H_6 , м; частота обертання лопатей ротаційного робочого органу - n_r , хв⁻¹; висота відкладів - h , м; марка каналочищувача.

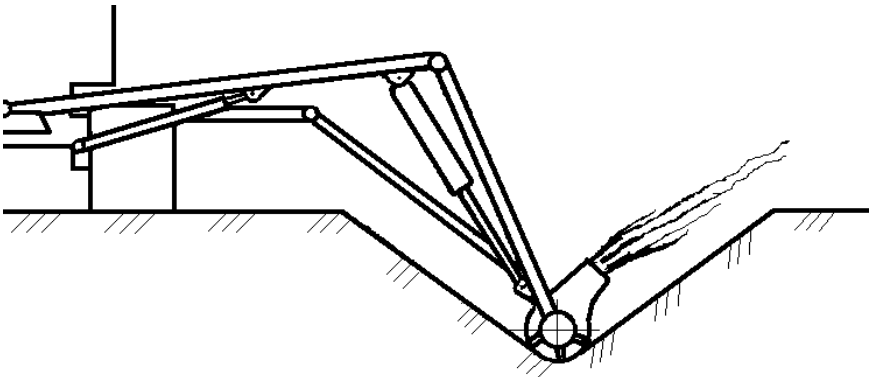


Рис. 4.2. Схема каналочищувача з ротаційним робочим органом

Таблиця 4.2

Вихідні дані

№ вар.	$П_T$, м ³ /год	$H_е$, м	n_r , хв ⁻¹	Марка машини	№ вар.	$П_T$, м ³ /год	$H_е$, м	n_r , хв ⁻¹	Марка маши- ни
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 багатоківшевих дреноукладачів

Мета роботи: за даними варіанту (табл. 6.2) виконати вибір основних параметрів багатоківшового робочого органу дреноукладача (рис. 5.1); визначити загальний тяговий опір, який виникає при роботі машини та потрібну потужність двигуна.

5.1. Теоретичні відомості

5.1.1. 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 зсіпок ковшів в хвилину

$$Z_k=(60 \mathcal{G}_r) / t_k, \text{ хв}^{-1}. \quad (5.1)$$

Швидкість руху машини

$$\mathcal{G}_e=ПТ / В Н, \text{ м/год}. \quad (5.2)$$

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

Кут нахилу траєкторії різання (рис. 5.2)

$$\text{tg } \alpha_{mp} = (\mathcal{G}_r \sin \alpha_{кр}) / (\mathcal{G}_e + \mathcal{G}_r \cos \alpha_{кр}). \quad (5.3)$$

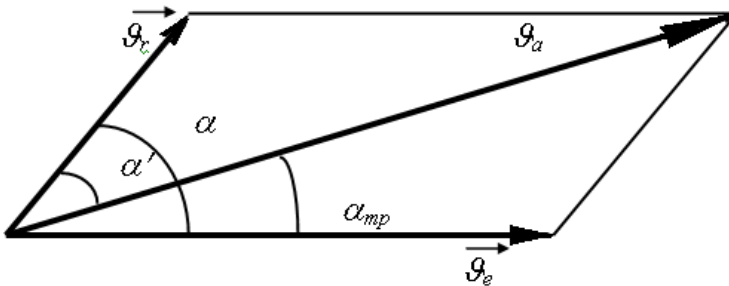


Рис. 5.1. Діаграма швидкостей

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

$$\delta=(q_k k_n \sin \alpha_{mp}) / (В Н k_p), \text{ м}, \quad (5.4)$$

де q_k - місткість ковша, 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; $k_p=1,1\dots1,2$ - коефіцієнт розпушення ґрунту.

5.1.2. 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 дрепоукладача

$$W=W_1+W_2+W_3, \text{ кН}, \quad (5.5)$$

де W_1 - опір пересуванню ходового обладнання

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

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_τ - тангенціальна складова опору копанню ґрунту ковшем

$$P_\tau = k \delta B, \text{ кН}, \quad (5.7)$$

де k - питомий опір копанню ґрунту: для I-ої категорії ґрунту $k=70\dots100$ кПа; для II-ої категорії ґрунту $k=170\dots200$ кПа; для III-ої категорії ґрунту $k=250\dots300$ кПа.

$P_n = \psi P_\tau$ - нормальна складова опору копанню, $\psi=0,4\dots0,8$ - коефіцієнт співвідношення P_n і P_τ ; n_k - кількість ковшів, які одночасно приймають участь в копанні

$$n_k = H / (t_k \sin \alpha_{mp}) + 1, \quad (5.8)$$

$f_o = 0,1$ - коефіцієнт опору пересуванню ходового обладнання; $i = 0,03$ - похил траси;

W_2 - опір копанню ґрунту (горизонтальна складова)

$$W_2 = P_\tau \cos \alpha_{mp} + P_n \sin \alpha_{mp}, \text{ кН}, \quad (5.9)$$

W_3 - опір пересуванню трубоукладача

$$W_3 = (G_{mryb} + 2 N_B) f, \text{ кН}, \quad (5.10)$$

де G_{mryb} - сила тяжіння трубоукладача в робочому положенні (при $H \leq 2,0$ м - $G_{mryb}=4,0$ кН, при $2,0 < H \leq 4$ м - $G_{mryb}=50$ 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.

5.1.3. Розрахунок балансу потужності

Потрібна потужність двигуна дрепоукладача

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \text{ кВт}, \quad (5.11)$$

де N_1 - потужність на привод ковшового ланцюга

$$N_1 = (N_k + N_n) / (\eta_{кл} \eta_{тр}), \text{ кВт}, \quad (5.12)$$

де N_k - потужність на копання ґрунту

$$N_k = (k P_T) / 3600, \text{ кВт}, \quad (5.13)$$

де N_n - потужність на підйом ґрунту

$$N_n = (\gamma_z P_T H_n) / 3600, \text{ кВт}, \quad (5.14)$$

де $\gamma_z=15,0...16,0$ кН/м³ – об'ємна сила тяжіння ґрунту; $H_n=0,5 H$ - середня висота підйому ґрунту, м; $\eta_{кл} = 0,5...0,6$ - ККД ковшового ланцюга; $\eta_{тр} = 0,8...0,85$ - ККД трансмісії привода ківшевого ланцюга.

N_2 - потужність на привод конвейєрів

$$N_2 = (k_1 k_2 L_{кон} \cos \alpha / \eta'_p) \times \\ \times [(2g_c + g'_p + g''_p) \rho_{кон} + (n_T \gamma_z / 3600)] + \\ + [(n_T \gamma_z H_{кон}) / 3600 \eta'_p], \text{ кВт}, \quad (5.15)$$

де $k_1 = 1,05$ - коефіцієнт збільшення натягу стрічки при огинанні барабанів; $k_2 = 0,04$ - коефіцієнт опору пересуванню стрічки по роликкоопорах; $L_{кон}$ - довжина конвейєра, м (табл. 10.2); α - кут нахилу конвейєра до горизонту, град (з конструкції); $g'_c = (0,25...0,35)$ кН/м - погонна вага стрічки; $g'_p=0,22$ кН/м - погонна вага частин роликкоопори на вантажній вітці, які обертаються; $g''_c = 0,07$ кН/м - погонна вага частин роликкоопори на зворотній вітці, які обертаються; $H_{кон}$ - різниця рівнів кінцевих барабанів конвейєра, м; $\eta'_{тр}=0,7...0,8$ - 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. 5.1).

Таблиця 5.1.

Параметри конвейєрів

Inter-Drain 2040 GP ($H \leq 2,0$ м)	$L_{кон} = 2,5$ м	$g_{кон} = 4$ м/с	$B_c = 0,65$ м
Mastenbroek 30/20	$L_{кон} = 3,0$ 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

$$N_3 = W g_e / 3600 \eta_{х.о} \eta''_{тр}, \text{ кВт}, \quad (5.16)$$

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
 $N_4 = (0,05 \dots 0,07) N$.

5.2. Завдання для індивідуальної роботи

Вихідні дані: глибина траншеї - H , м; ширина траншеї - B , м; технічна продуктивність - $П_T$, м³/год; категорія ґрунту.

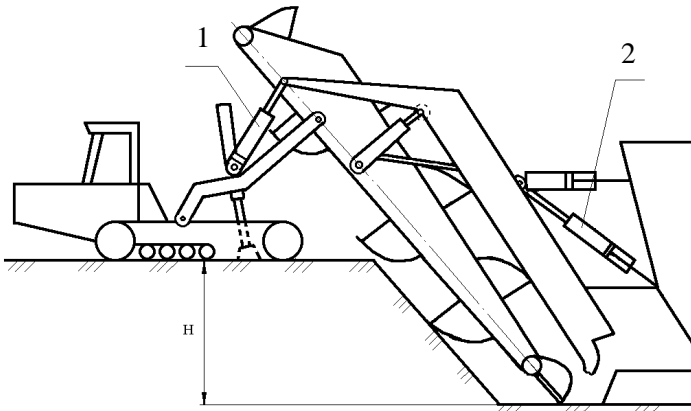


Рис. 5.2. Схема багатоківшевого дреноукладача.

Таблиця 5.2.

Вихідні дані

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

Практична робота № 6

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.

6.1. Теоретичні відомості

6.1.1. Тяговий розрахунок

Сумарний тяговий опір, який діє на корчувач під час роботи

$$W = W_k + W_p + W_{np.в.} + W_{бм}, \text{ кН}, \quad (6.1)$$

де W_k - опір корчуванню. При корчуванні пеньків

$$W_k = 0,01 k_I \sqrt{d^3}, \text{ кН}, \quad (6.2)$$

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

При корчуванні чагарника

$$W_k = k_2 \sum D_i, \text{ кН}, \quad (6.3)$$

де $k_2 = (25...50)$ кН/м - питомий опір чагарника корчуванню, кН/м; $\sum D_i = q B$ - сума діаметрів стовбурів кущів, які одночасно корчуются; $q = 0,05...0,2$ 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

$$W_p = k_p B h_p \lambda_p, \text{ кН}, \quad (6.4)$$

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 корчуючими зубами.

$W_{пр.в.}$ - опір пересуванню призми волочиння по ґрунту

$$W_{пр.в.} = G_v f_v, \text{ кН}, \quad (6.5)$$

де G_v – сила тяжіння маси, яка корчується, кг $G_v = \gamma V_v$; $\gamma = 6...9 \text{ кН/м}^3$ – об'ємна сила тяжіння маси, яка корчується; V_v – об'єм маси, яка корчується, м^3 $V_v = (B H^2) / 2$; $f_v = 0,7...1,2$ - коефіцієнт опору волочинню по ґрунту маси, яка корчується.

$W_{\text{бм}}$ - опір пересуванню ходового обладнання

$$W_{\text{бм}} = G (f_o \pm i), \text{ кН}, \quad (6.6)$$

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

Вибір базової машини робиться за табл. 6.1, виходячи з умови: $W \leq T$, де T - тягове зусилля базової машини на відповідній передачі, кН (табл. 6.1).

Таблиця 6.1.

Силіві і швидкісні характеристики тракторів

Пе-ре-да-ча	Показники	Марка трактора					
		Бори-сфен VG748	Агро-маш-90ТГ 2049М	ХТЗ-181.2 0	Кома tsu D65E X-16	Т-180	ДЕТ-250М
І	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
ІІ	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
ІІІ	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, $G_{\text{бм}}$, кН		64,0	63,0	134,	115,0	152,	261,5

			0		0	
--	--	--	---	--	---	--

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.

6.1.2. 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

$$P_{розр} = P_{ст} + P_{дин}, \text{ кН}, \quad (6.7)$$

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

$$P_{дин} = \mathcal{G}_e \sqrt{Gc_o/g}, \text{ кН}, \quad (6.8)$$

де \mathcal{G}_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 , $c_o=(c_1-c_2) / (c_1+c_2)$; $c_1=15...20 \text{ кН/м}$ - 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, $\text{кН}\cdot\text{м}$, $M_{зз}=P_{розр} h_p$; $W_{зз}$ - момент опору перерізу, м^3 , $W_{зз}=hb^2 / 6$; h, b - розміри перерізу зуба (необхідно визначити з урахуванням, що $b = 3h$). Для матеріала зуба (Сталь 5) $[\sigma_{зз}]=280 \cdot 10^3 \text{ кПа}$.

За розрахунками зробити висновки про роботу.

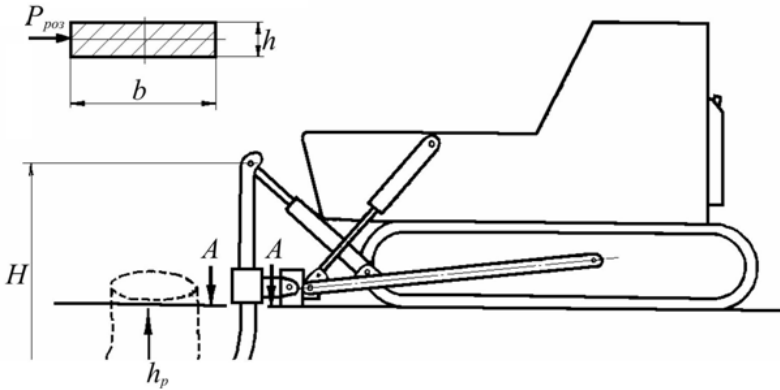


Рис. 6.1. Розрахункова схема корчувача.

6.2. Завдання для індивідуальної роботи

Вихідні дані: тип корчувача - корчувач-збирач з переднім начіпним 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 6.2.

Вихідні дані

№ вар	Ширина захвату відвалу, B , м	Висота відвалу, H , м	Діаметр пенеків, d , см	Глибина розпушення, h_p , м	Похил поверхні, i	Порода рослинності, яка корчується
1	3,5	1,0	15	0,1	0,01	пихта
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	пихта
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	пихта
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
13	3,5	1,4	23	0,25	0,023	пихта
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	пихта
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	пихта
22	3,35	1,45	16	0,11	0,017	осика

Практична робота № 7

Тема. Розрахунок ярусного глибокорозпушувача

Мета роботи:

Розрахувати параметри конструкції глибокорозпушувача та визначити його тяговий опір.

7.1. 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 кривизни. Загальна компоновка глибокорозпушувача визначається просторовим рознесенням робочих органів в трьох взаємно перпендикулярних напрямках.

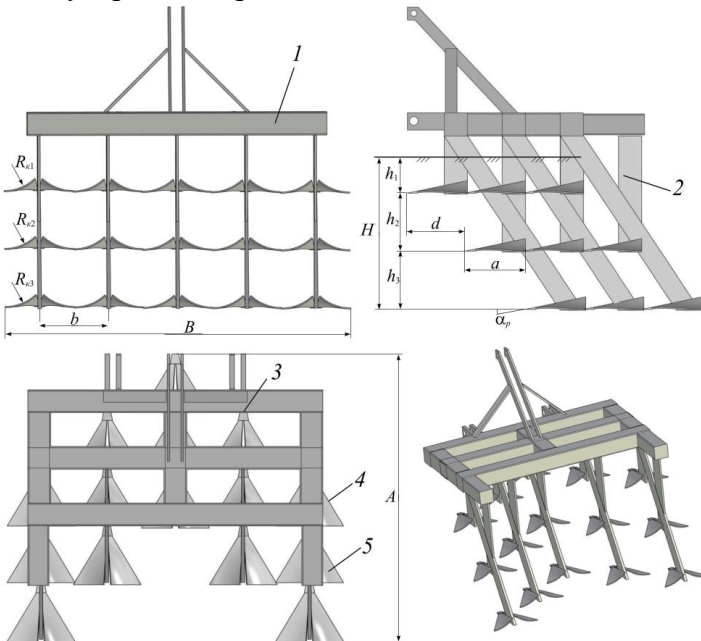


Рис. 7.1. Просторова конфігурація і конструктивні параметри робочих органів глибокорозпушувача: 1 – рама; 2 – сто-

як; 3 – долото; 4 – леміш; 5 – робочий орган;

Розрахунок параметрів конструкції.

За заданою величиною поперечника структурного ґрунтового агрегату l_k та відносною деформацією розриву ε_p , для відповідних ґрунтових умов, визначається радіус кінцевого поперечного перерізу поверхні R_k , величина якого суттєво впливає на якісні показники розпушення, відносна деформація розриву $\varepsilon_p = 0,015$.

$$R_k = l_k \left(\frac{1}{2\varepsilon_p} + 1 \right), \quad (7.1)$$

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

$$b = \frac{\pi}{2} R_k, \quad (7.2)$$

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

$$a = \sqrt{2\varepsilon_p \cdot b \cdot V_{ap} \cdot t_{1c}}, \quad (7.3)$$

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

$$z(x, y) = \frac{a}{x} R_k - \sqrt{\left(\frac{a}{x} R_k \right)^2 - \left(y \pm \frac{b}{2} \right)^2}. \quad (7.4)$$

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 $\alpha_p = 20^\circ$:

$$d = \frac{V_{ap} \cos \alpha_p}{2g} \left(V_{ap} \sin \alpha_p + \sqrt{2ga \sin \alpha_p + (V_{ap} \sin \alpha_p)^2} \right), \quad (7.5)$$

Вертикальне рознесення визначається висотою ґрунто-

вого шару, який підлягає розробці.

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

$$h = \frac{E_c/E_p + 1}{E_c/E_p} \frac{R_\kappa}{36,23 \cdot e_n - 1,22} \leq \frac{9kl_\kappa (1 + E_c/E_p) \sin \alpha_p}{2\pi\sigma_p E_c/E_p}. \quad (7.6)$$

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

$$\beta = \arctg \frac{h}{d}; \quad (7.7)$$

$$m = B/(b + \delta). \quad (7.8)$$

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

$$j = H/h. \quad (7.9)$$

Розрахунок тягового опору.

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

$$P_T = G_{agr} f + j \cdot m [W_\delta + P_1], \text{ кН}, \quad (7.10)$$

де W_δ – 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.

$$W_\delta = \rho_{sp} b h v_{agr}^2 \sin \beta \left(f + \frac{b_p}{2l} \right) \left(\frac{b_p}{2l} \right)^2; \quad (7.11)$$

$$P_1 = f \cdot \left[\frac{0,05\sigma_m h^2}{(1 + E_c/E_p)^3} \cdot \sum_n \left(\frac{2}{\left(1 + \frac{1}{E_c/E_p} \right)^2} \right)^n + \frac{1}{4} \gamma a h b \cos \frac{b}{6R_\kappa} \right]. \quad (7.12)$$

Орієнтовні значення основних параметрів робочих орга-

нів приведено в табл. 7.1:

Таблиця 7.1

Орієнтовні значення основних параметрів робочих органів

Грунтовий шар	Орний го- ризонт ($<0,24$ 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 $V_{aep} < 2,5$ м/с при $V_{aep} > 2,5$ м/с	0,08-0,12	0,15-0,23
	0,10-0,16	0,20-0,30
Кут різання долота, α_p , град.	25-30°	25-30°
Висота ярусу, h , м	0,15-0,18	0,07-0,15
Вільна зона між робочими ор- ганами, δ , м	0,12-0,15	0,06-0,10
Зміщення в нижніх ярусах, d , м при $V_{aep} < 2,5$ м/с при $V_{aep} > 2,5$ м/с	—	0,11-0,14
		0,12-0,33

7.2. Завдання для індивідуальної роботи

Вихідні дані:

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

Таблиця 7.2

Варіанти даних

№ вар.	Верхній ярус		Нижні яруси		E_c/E_p	V_{aep} , м/с	H , м	B , м	k , кПа	e_n	f	γ , кН/м ³
	l_k , м	n	l_k , 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.