

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Будівельні колійні та вантажно-розвантажувальні  
машини»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання практичних занять та самостійних робіт  
з дисципліни**

***"БУДІВЕЛЬНІ ТА КОЛІЙНІ МАШИНИ"***

**Частина 2**

**Харків 2012**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини" 8 листопада 2010 р., протокол №3.

Наведено відомості щодо конструкції будівельних машин, їх класифікації, призначення та особливостей будови. Розглянуто методику розрахунку основних параметрів машин, зусиль, що діють при їх роботі, та розрахунку продуктивності будівельної техніки. Надані детальні рекомендації щодо виконання робіт та наведені питання для самоконтролю.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 7.100502 "Залізничні споруди", що вивчають курс "Будівельні та колійні машини", усіх форм навчання.

Укладачі:

доц. А.В. Євтушенко,  
старш. викл. В.Г. Кравець

Рецензент

доц. А.М. Кравець

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних занять та самостійних робіт  
з дисципліни

*"БУДІВЕЛЬНІ ТА КОЛІЙНІ МАШИНИ"*

Частина 2

Відповідальний за випуск Кравець В.Г.

Редактор Буранова Н.В.

---

Підписано до друку 28.02.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,75. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

### Додаток А

Таблиця А.1 – Вихідні дані для розрахунку бульдозера

Варіант	Марка машини	Кут захвату органа різання, °	Глибина різання ґрунту, см	Довжина різальної частини ножа відвала, м	Максимальне опускання відвала, м	Експлуатаційна вага, Н	Робоча швидкість руху, км/год	Висота відвала, м	Кут різання, °	Відстань переміщення ґрунту, м
1	ДЗ-37	80	20	2,1	0,2	38000	4,54-6,78	0,65	60	15
2	ДЗ-29	70	22	2,56	0,15	63700	3,31-5,29	0,95	55	22
3	ДЗ-42	90	24	2,52	0,18	68670	2,14-3,22	0,95	55	29
4	ДЗ-37	80	20	2,1	0,25	38000	4,54-6,78	0,65	60	16
5	ДЗ-29	70	22	2,56	0,17	63700	3,31-5,29	0,95	55	23
6	ДЗ-42	90	24	2,52	0,22	68670	2,14-3,22	0,95	55	30
7	ДЗ-37	80	20	2,1	0,2	38000	4,54-6,78	0,65	60	17
8	ДЗ-29	70	22	2,56	0,15	63700	3,31-5,29	0,95	55	24
9	ДЗ-42	90	24	2,52	0,18	68670	2,14-3,22	0,95	55	31
10	ДЗ-37	80	20	2,1	0,22	38000	4,54-6,78	0,65	60	18
11	ДЗ-37	80	20	2,1	0,2	38000	4,54-6,78	0,65	55	25
12	ДЗ-29	70	22	2,56	0,18	63700	3,31-5,29	0,95	60	32
13	ДЗ-42	90	24	2,52	0,15	68670	2,14-3,22	0,95	55	19
14	ДЗ-37	80	20	2,1	0,2	38000	4,54-6,78	0,65	55	26
15	ДЗ-29	70	22	2,56	0,15	63700	3,31-5,29	0,95	60	33
16	ДЗ-42	90	24	2,52	0,22	68670	2,14-3,22	0,95	55	20
17	ДЗ-37	80	20	2,1	0,18	38000	4,54-6,78	0,65	55	27
18	ДЗ-29	70	22	2,56	0,2	63700	3,31-5,29	0,95	60	34
19	ДЗ-42	90	24	2,52	0,15	68670	2,14-3,22	0,95	55	21
20	ДЗ-37	80	20	2,1	0,22	38000	4,54-6,78	0,65	55	28

Таблиця А.2 – Вихідні дані для розрахунку скрепера

Варіант	Марка машини	Кут захвату органа різання, °	Глибина різання ґрунту, см	Ширина ковша, м	Товщина зрізуваної стружки ґрунту, м	Об'єм ковша, м <sup>3</sup>	Експлуатаційна вага, Н	Робоча швидкість руху, км/год	Тип ґрунту	Відстань переміщення ґрунту, м
1	ДЗ-30	90	15	1,9	0,15	3	27800	8,95-11,2	пісок	22
2	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	21
3	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісь	20
4	ДЗ-46	85	30	2,765	0,3	10	99600	6,85-8,05	глина м'яка	19
5	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	18
6	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісь	22
7	ДЗ-30	90	15	1,9	0,15	3	27800	8,95-11,2	пісок	21
8	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	20
9	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісь	19
10	ДЗ-46	85	30	2,765	0,3	10	99600	6,85-8,05	глина м'яка	18
11	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	22
12	ДЗ-46	85	30	2,765	0,3	10	99600	6,85-8,05	глина м'яка	21
13	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісь	20
14	ДЗ-30	90	15	1,9	0,15	3	27800	8,95-11,2	пісок	19
15	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	18
16	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісь	22
17	ДЗ-46	85	30	2,765	0,3	10	99600	6,85-8,05	глина м'яка	21
18	ДЗ-49	85	10	2,46	0,15	5	49000	8,67-10,7	супісь	20
19	ДЗ-30	90	15	1,9	0,15	3	27800	8,95-11,2	пісок	19
20	ДЗ-26	90	25	2,3	0,3	10	96000	7,6-8,95	суглинок	18

Таблиця А.3 – Вихідні дані для розрахунку автогрейдера

Вариант	Марка машини	Кут захвата органа різання, °	Глибина різання ґрунту, см	Площа перерізу насипу, м <sup>2</sup>	Довжина різальної частини ножа відвала, м	Експлуатаційна вага, Н	Робоча швидкість руху, км/год	Висота відвала, м	Кут різання, °	Довжина насипу, м	Висота насипу, м	Ширина земляного полотна, м	Відстань переміщення ґрунту з резерву в насип, м
1	ДЗ-98	45	15/20	3	3,7	95000	2,4-10,15	0,7	60	450	0,55	8	13
2	-	-	-	3,5	-	-	-	-	63	475	0,5	12	19
3	-	-	-	4	-	-	-	-	62	500	0,4	15	16
4	-	-	-	4,5	-	-	-	-	58	525	0,3	9	12
5	-	-	-	5	-	-	-	-	59	550	0,35	13	18
6	ДЗ-40А	52	13/25	3	3,04	85000	-	0,5	50	450	0,55	16	15
7	-	-	-	3,5	-	-	-	-	52	475	0,5	10	11
8	-	-	-	4	-	-	-	-	55	500	0,4	14	17
9	-	-	-	4,5	-	-	-	-	53	525	0,3	8	14
10	-	-	-	5	-	-	-	-	51	550	0,35	11	10
11	ДЗ-61А	48	15/20	3	3,04	88000	-	0,5	55	450	0,55	8	13
12	-	-	-	3,5	-	-	-	-	56	475	0,5	12	19
13	-	-	-	4	-	-	-	-	54	500	0,4	15	16
14	-	-	-	4,5	-	-	-	-	57	525	0,3	9	12
15	-	-	-	5	-	-	-	-	55	550	0,35	13	18
16	ДЗ-2А	50	13/25	3	3,7	130000	-	0,54	65	450	0,55	16	15
17	-	-	-	3,5	-	-	-	-	67	475	0,5	10	11
18	-	-	-	4	-	-	-	-	64	500	0,4	14	17
19	-	-	-	4,5	-	-	-	-	65	525	0,3	8	14
20	-	-	-	5	-	-	-	-	67	550	0,35	11	10

Таблиця А.4 – Вихідні дані для розрахунку зуба розпушувача

Варіант	Тягове зусилля $P_t$ , кН	Висота зуба $h_1$ , м	Границя витривалості $\sigma_B$ , МПа	Маса каменя, $G_k$ , кг	$a$ , м	$b$ , м	$l$ , м
---------	------------------------------	--------------------------	--	----------------------------	---------	---------	---------

1	50	0,60	310	100	40	110	30
2	55	0,65	290	90	47	117	37
3	51	0,61	305	102	54	125	44
4	56	0,66	295	92	41	111	31
5	52	0,62	300	104	48	118	38
6	57	0,67	310	93	55	126	45
7	53	0,63	290	105	42	112	32
8	58	0,68	305	95	49	119	39
9	54	0,64	295	107	56	127	46
10	59	0,69	300	98	43	113	33
11	60	0,50	310	110	50	120	40
12	65	0,55	290	115	57	128	47
13	61	0,51	305	90	44	114	34
14	66	0,56	295	102	51	121	41
15	62	0,52	300	92	58	129	48
16	67	0,57	310	104	45	115	35
17	63	0,53	290	93	52	123	42
18	68	0,58	305	105	59	130	49
19	64	0,54	295	95	46	116	36
20	69	0,59	300	107	53	124	43

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра "Будівельні колійні та вантажно-  
розвантажувальні машини"**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання практичних занять та самостійних робіт  
з дисципліни**

***"БУДІВЕЛЬНІ ТА КОЛІЙНІ МАШИНИ"***

**Частина 2**

**Харків 2012**



Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри "Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини" 8 листопада 2010 р., протокол № 3.

Наведено відомості щодо конструкції будівельних машин, їх класифікації, призначення та особливостей будови. Розглянуто методику розрахунку основних параметрів машин, зусиль, що діють при їх роботі, та розрахунку продуктивності будівельної техніки. Надані детальні рекомендації щодо виконання робіт та наведені питання для самоконтролю.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 7.100502 - "Залізничні споруди", що вивчають курс "Будівельні та колійні машини", усіх форм навчання.

Укладачі:

доц. А.В. Євтушенко,

старш. викл. В.Г. Кравець

Рецензент

доц. А.М. Кравець

## **Практична робота 1**

### **ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТА РОЗРАХУНОК БУЛЬДОЗЕРА**

#### **1 Мета роботи**

- 1 Вивчити будову, призначення та робочий цикл бульдозера.
- 2 Розрахувати основні параметри бульдозера, опори, що виникають при роботі бульдозера, та його продуктивність.

#### **2 Оформлення звіту з роботи**

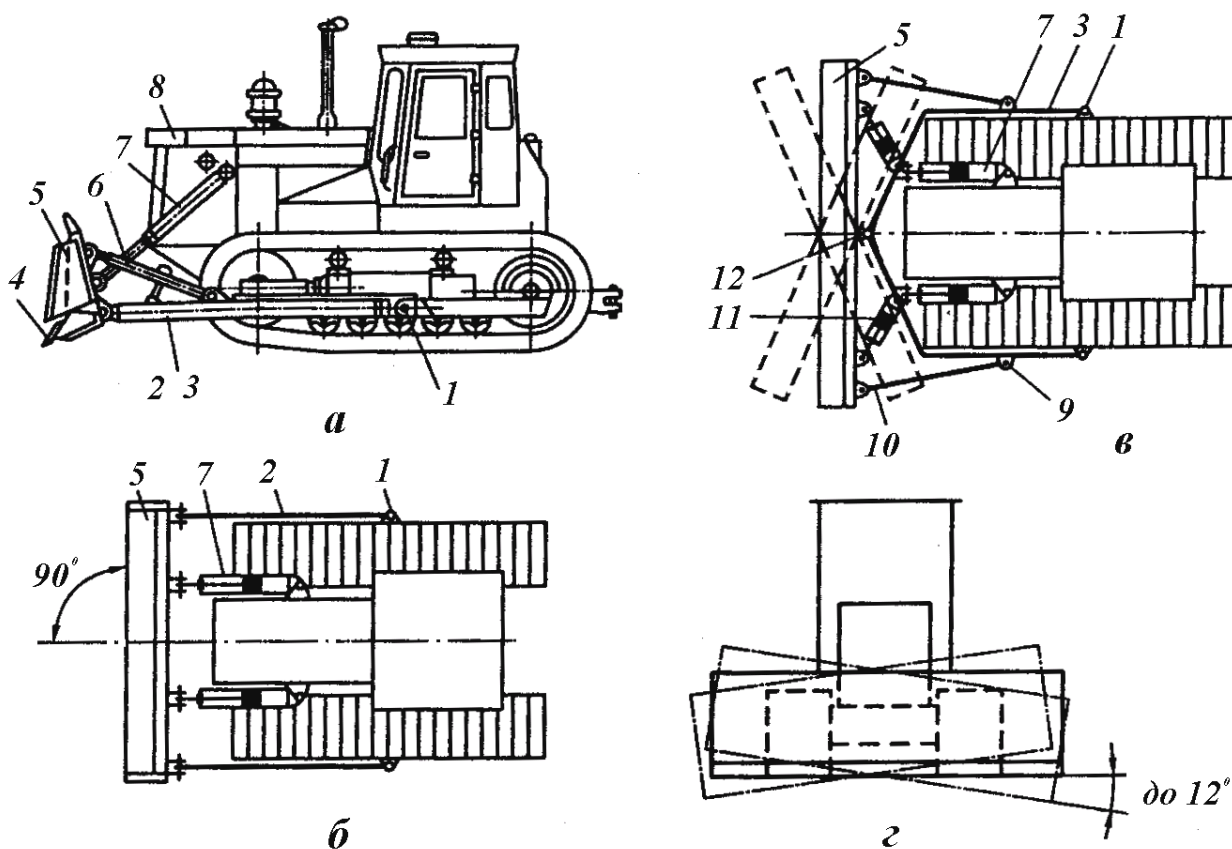
- 1 Зарисувати конструктивну схему бульдозера із зазначенням основних елементів.
- 2 Коротко записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу бульдозера.
- 3 Провести розрахунки.
- 4 Зробити висновки з роботи.

#### **3 Загальні відомості. Бульдозери, їх призначення, сфера застосування, будова і робота**

Бульдозери призначені для пошарової розробки ґрунтів з їх подальшим переміщенням перед робочим органом (відвалом) по поверхні землі на невеликі відстані. Їх використовують при спорудженні виїмок і насипів, зворотній засипці траншей і котлованів, грубому плануванні земляної поверхні, розрівнюванні ґрунтових відвалів при роботі екскаваторів і землевозів, улаштуванні терас на узгір'ях, штабелюванні і переміщенні сипких матеріалів, підготовчих роботах для валяння окремих дерев, зрізання чагарника, корчування пнів, видалення каміння, розчищення поверхні від сміття, снігу, на розкривних роботах, а також як штовхачі скреперів. Ефективність роботи бульдозерів значною мірою залежить від прохідності базового трактора і його тягово-зчіпних властивостей.

Бульдозери виконують як навісне устаткування на

пневмоколісних і гусеничних тракторах 8 (рисунок 1, а). Робоче устаткування у вигляді відвала 5 з ножами 4 в його нижній частині навішують на трактор через два штовхальні бруси 2 (рисунок 1, б) або універсальну раму 3 (рисунок 1, в), які мають шарнірні з'єднання 1 з бічними балками ходових візків трактора або з кронштейнами його нижньої рами (при пневмоколісному тракторі). Разом із штовхальними брусами і розкосами 6 (рисунок 1, а) відвал утворює жорстку систему, яка за допомогою одного або двох гідравлічних циліндрів 7 може підійматися і опускатися, повертаючись у вертикальній площині відносно шарнірів 1. При цьому різальна кромка ножів відвала завжди залишається перпендикулярною подовжній осі машини.



а – вигляд збоку; б – вигляд у плані бульдозера з неповоротним відвалом; в – те саме, з поворотним відвалом; г – перекіс відвала

Рисунок 1 – Бульдозер

За другою схемою відвал з'єднують з універсальною рамою шарніром 12 (рисунок 1, в) і двома штовхачами 10, задні шарніри

9 яких закріплені в повзунах, що переміщуються по напрямляючих бічних балок підковоподібної універсальної рами і фіксуються в необхідних положеннях заставними штирями. Горизонтальний поворот відвала з відхиленнями у кожний бік на кут до  $30\text{...}36^\circ$  виконують двома гідроциліндрами 11. Заміна розкосів 6 постійної довжини гвинтовими стяжками або гідроциліндрами, здатними змінювати свою довжину, забезпечує регулювання кута різання і поперечний перекис відвала на кут до  $12^\circ$  у кожний бік (рисунок 1, г).

Відвали, що навішують на базовий трактор за такою схемою, називаються поворотними (у плані) на відміну від неповоротних відвалів, що навішують за схемою рисунка 1, б. Їх застосовують для засипки траншей і котлованів, на планувальних роботах, для очищення будівельних майданчиків від будівельного сміття тощо.

Кут різання регулюють однаковою зміною довжин обох розкосів, а для установа відвала з поперечним перекосом кожному розкосу задають різну довжину. З тією ж метою в схемі поворотних відвалів змінюють положення шарнірів 9 (рисунок 1, в) по висоті повзунів. За рахунок поперечних перекосів відвала вдається скоротити число повторних проходжень при плануванні поверхонь з поперечними ухилами і на узгір'ях і підвищити тим самим продуктивність машини.

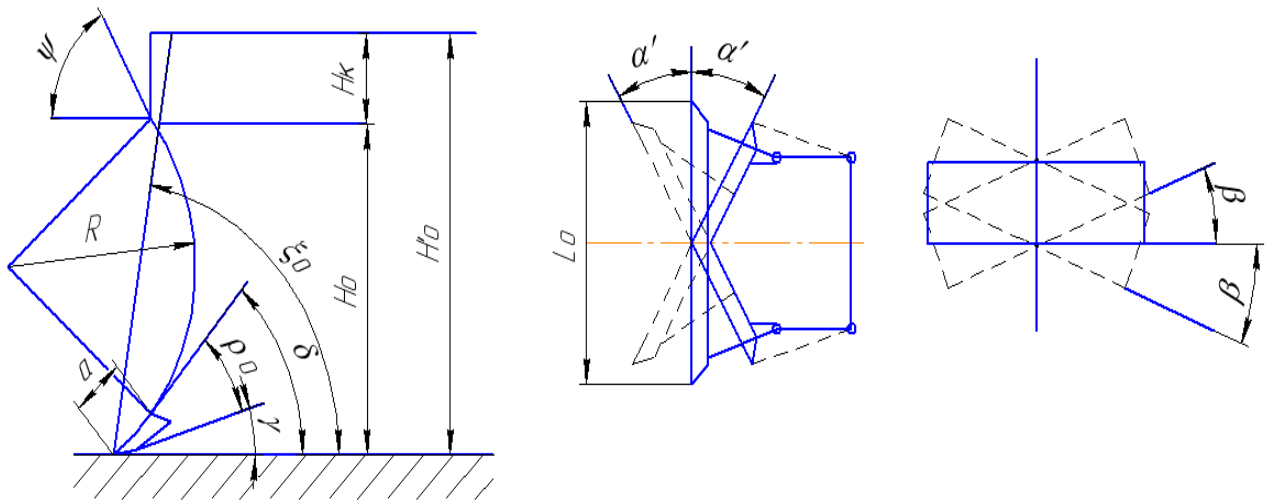
У будівництві іноді застосовують також бульдозери з канатним підйомом відвала. В порівнянні з гідрофікованими бульдозерами ці машини малоефективні, особливо при пошаровій розробці щільних ґрунтів, де сила тяжіння робочого устаткування виявляється недостатньою. Їх застосовують, головним чином, на розробці легких ґрунтів, очищенні поверхонь від сміття, снігу і на інших роботах, де сила нормального тиску робочого органа на ґрунт не є визначальною.

## **4 Розрахунок бульдозера**

Дані для розрахунків за варіантами надано в таблиці А.1.

### **4.1 Розрахунок основних параметрів**

При подальших розрахунках рекомендовано використовувати схеми на рисунку 2.



$\delta$  – кут різання ( $\delta = 40^\circ-75^\circ$ );  $\epsilon_0$  – кут нахилу ( $\epsilon_0 = 70^\circ-90^\circ$ );  
 $R$  – радіус кривизни відвала, ( $R = 0,85H_0$ );  $H_0$  – висота відвала;  
 $H'_0$  – висота відвала з козирком;  $L_0$  – довжина відвала;  $\alpha'$  – кут повороту відвала в плані  $\alpha'=28^\circ$ ;  $\beta$  – кут перекоосу, ( $\beta = 0 \pm 12^\circ$ )

Рисунок 2 – Схема до розрахунку бульдозера

Висота відвала  $H_0$  визначається тяговим зусиллям бульдозера і ґрунтовими умовами, мм,

$$H_{\text{від}} = 500\sqrt[3]{T_T} - 5T_T, \quad (4.1.1)$$

де  $T_T$  – тягове зусилля тягача з бульдозерним обладнанням, Н.

$$T_T = G_6 \cdot \varphi_{\text{зч}}, \quad (4.1.2)$$

де  $G_6$  – експлуатаційна вага бульдозера, Н;

$\varphi_{\text{зч}}$  – коефіцієнт зчеплення рушіїв з опорною поверхнею. Для гусеничних  $\varphi_{\text{зч}} = 0,9$ , для колісних  $\varphi_{\text{зч}} = 0,7$ .

Висота козирка, мм,

$$H_k = 0,15 \cdot H_{\text{від}}. \quad (4.1.3)$$

Повна висота відвала, мм,

$$H'_o = H_{\text{від}} + H_{\text{к}}. \quad (4.1.4)$$

## 4.2 Тяговий розрахунок бульдозера

Під час будівництва і експлуатації доріг дорожні машини долають різні опори, які відрізняються як за значенням, так і за величиною.

Під час роботи дорожніх машин, робочим органом яких є відвал з ножем за розрахункове положення приймається момент закінчення набору ґрунту перед відвалом. Сила тяги, необхідна для роботи бульдозера, і потужність двигуна визначаються за сумою опорів, що долаються цією машиною.

В процесі роботи дорожня машина долає різні опори.

Сумарний опір руху машини  $\sum W_i$  визначається, кН,

$$\sum_{i=1}^5 W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \quad (4.2.1)$$

де  $W_1$  – опір руху від різання ґрунту відвалом, кН;

$W_2$  – опір руху від переміщення призми ґрунту перед відвалом, кН;

$W_3$  – опір руху машини від тертя ґрунту при переміщенні вгору по відвалу, кН;

$W_4$  – опір руху машини від переміщення ґрунту вбік вздовж відвала, кН;

$W_5$  – опір переміщенню дорожньої машини, як візка, кН.

**Опір руху від різання (зрізання) ґрунту відвалом, кН,**

$$W_1 = F \cdot k, \quad (4.2.2)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу стружки, м<sup>2</sup>;

$k$  – питомий опір ґрунту різанню, приймаємо  $k = 60$  кН/м<sup>2</sup>.

Для бульдозера з неповоротним відвалом формула для знаходження площі перерізу стружки набуде вигляду, м<sup>2</sup>,

$$F = L \cdot h, \quad (4.2.3)$$

де  $L$  – довжина різальної частини ножа відвала, м;

$h$  – величина максимального опускання відвала бульдозера, м.

**Опір руху від переміщення призми ґрунту перед відвалом, кН,**

$$W_2 = F_m \cdot \sin \alpha, \quad (4.2.4)$$

де  $\alpha$  – кут захвату ножа, град;

$F_m$  – сила тертя призми ґрунту по опорній поверхні, кН.

Ця сила визначається за формулою, кН,

$$F_m = G_{\text{пр}} \cdot f_1, \quad (4.2.5)$$

де  $G_{\text{пр}}$  – вага ґрунту в призмі волочіння, кН;

$f_1$  – коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт, приймаємо  $f_1 = 0,6$ .

Вага розміщеного перед відвалом ґрунту в призмі волочіння визначається за формулою, кН,

$$G_{\text{пр}} = \frac{L_1 \cdot H^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \varphi} \cdot g \cdot \delta \cdot k_{\text{гр}}, \quad (4.2.6)$$

де  $L_1$  – довжина призми ґрунту (приймають рівною довжині різальної частини ножа відвала), м;

$H$  – висота відвала, м;

$\varphi$  – кут природного укосу ґрунту, приймаємо  $\varphi = 32^\circ$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$\delta$  – щільність ґрунту, приймаємо  $\delta = 1,5 \text{ т/м}^3$ ;

$k_{\text{гр}}$  – коефіцієнт, який враховує характер ґрунту і співвідношення розмірів  $H$  і  $L_1$ , приймаємо  $k_{\text{гр}} = 0,8$ .

**Опір руху машини від тертя ґрунту при переміщенні угору по відвалу, кН,**

$$W_3 = T_1 \cdot \cos \gamma, \quad (4.2.7)$$

де  $T_1$  – проекція сили тертя призми ґрунту по відвалу на вертикальну площину і вісь абсцис, кН;  
 $\gamma$  – кут різання, град.

Проекція сили тертя, кН,

$$T_1 = N \cdot f_2, \quad (4.2.8)$$

де  $f_2$  – коефіцієнт тертя ґрунту по металу, приймаємо  $f_2 = 0,4$ ;  
 $N$  – зусилля переміщення ґрунту, кН.

$$N = W_2 \cdot \sin \gamma. \quad (4.2.9)$$

**Опір руху машини від переміщення ґрунту вбік вздовж відвала, кН,**

$$W_4 = T_2 \cdot \cos \alpha, \quad (4.2.10)$$

де  $T_2$  – проекція сили тертя призми ґрунту по відвалу на горизонтальну площину і вісь абсцис, кН.

$$T_2 = N \cdot f_2. \quad (4.2.11)$$

**Опір переміщенню дорожньої машини як візка, кН,**

$$W_5 = G_m \cdot f, \quad (4.2.12)$$

де  $G_m$  – експлуатаційна вага дорожньої машини, кН;  
 $f$  – коефіцієнт опору коченню дорожньої машини, приймаємо  $f = 0,3$ .

### **4.3 Визначення необхідної потужності двигуна бульдозера**

Необхідна потужність двигуна тягача визначається за формулою, кВт,

$$N_d = \frac{\sum_{i=1}^5 W \cdot v}{3,6 \cdot \eta}, \quad (4.3.1)$$

де  $v$  – робоча швидкість руху машини під час роботи, км/год;



$\eta$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії дорожньої машини,  
 $\eta = 0,85$ .

#### 4.4 Перевірка правильності вибору тягача за умовою тягового зусилля

Після визначення необхідної потужності тягача залежно від умов експлуатації дорожньої машини встановлюється правильність вибору тягача за відношенням, кН,

$$T_{зч} \cdot k_d \geq \Sigma W_i, \quad (4.4.1)$$

де  $T_{зч}$  – сила зчеплення рушія машини з опорною поверхнею, кН;  
 $k_d$  – коефіцієнт динамічності,  $k_d = 1,5$ .

Сила зчеплення, кН,

$$T_{зч} = m \cdot \varphi_{зч} \cdot g, \quad (4.4.2)$$

де  $m$  – маса машини, кг;

$\varphi_{зч}$  – коефіцієнт зчеплення рушіїв з опорною поверхнею.

#### 4.5 Розрахунок продуктивності бульдозера

Продуктивність визначається за формулою, м<sup>3</sup>/змін,

$$P_{зм} = \frac{T \cdot q \cdot k_b}{t_{ц}}, \quad (4.5.1)$$

де  $T$  – тривалість зміни,  $T = 8$  год;

$k_b$  – коефіцієнт використання робочого часу, приймаємо  
 $k_b = 0,8$ ;

$q$  – об'єм ґрунту, що переміщується за один цикл, м<sup>3</sup>;

$t_{ц}$  – тривалість робочого циклу, год.

Об'єм ґрунту, що переміщується за один цикл, м<sup>3</sup>,

$$q = \frac{H^2 \cdot L \cdot \sin \alpha \cdot K_{вт}}{2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_0 \cdot K_p}, \quad (4.5.2)$$

де  $H$  – висота відвала, м;

$L$  – довжина різальної частини ножа відвала, м;

$\alpha$  – кут захвату ножа, град;

$K_{вт}$  – коефіцієнт втрат ґрунту при переміщенні бульдозером;

$\varphi_0$  – кут природного укосу ґрунту, приймаємо  $\varphi_0 = 32^\circ$ ;

$K_p$  – коефіцієнт розпушення ґрунту,  $K_p = 1,1 - 1,3$ .

Коефіцієнт втрат ґрунту при переміщенні бульдозером

$$K_{вт} = 1 - 0,005 \cdot l_{гр}, \quad (4.5.3)$$

де  $l_{гр}$  – відстань переміщення ґрунту, м.

Тривалість робочого циклу, год,

$$t_u = \frac{1}{1000} \left( \frac{l_n}{V_n} + \frac{l_{гр}}{V_{гр}} + \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_x}{V_x} \right) + 2t_{пв}, \quad (4.5.4)$$

де  $l_n$  – відстань набирання ґрунту, приймаємо  $l_n = 5$  м;

$l_p$  – відстань розвантаження ґрунту, приймаємо  $l_p = 4$  м;

$l_x$  – відстань холостого ходу, м;

$V_n$  – швидкість руху при набиранні ґрунту, приймаємо  $V_n = 2,2$  км/год;

$V_{гр}$  – швидкість руху з ґрунтом, приймаємо  $V_{гр} = 2,6$  км/год;

$V_p$  – швидкість руху при розвантажуванні, приймаємо  $V_p = 2,6$  км/год;

$V_x$  – швидкість холостого ходу, приймаємо  $V_x = 8,6$  км/год;

$t_{пв}$  – час на поворот трактора в кінці ділянки, приймаємо  $t_{пв} = 0,01$  год.

Відстань пересування бульдозера холостим ходом, м,

$$l_x \cong l_n + l_{гр} + l_p. \quad (4.5.5)$$

### Питання для самоконтролю

1 Призначення бульдозера.

2 Основні конструктивні елементи бульдозера.

3 Відмінності конструкцій поворотного та неповоротного відвалів.

4 Як регулюється кут різання відвала?

5 Назвіть опори, що виникають при роботі бульдозера.

6 Від чого залежить продуктивність бульдозера?

## **Практична робота 2**

### **ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТА РОЗРАХУНОК СКРЕПЕРА**

## **1 Мета роботи**

- 1 Вивчити будову, призначення та робочий цикл скрепера.
- 2 Розрахувати опори, що виникають при роботі скрепера та його продуктивність.

## **2 Оформлення звіту з роботи**

- 1 Зарисувати конструктивну схему скрепера із зазначенням основних елементів.
- 2 Коротко записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу скрепера.
- 3 Провести розрахунки.
- 4 Зробити висновки з роботи.

## **3 Загальні відомості. Скрепери, їх призначення, сфера застосування, будова і робота**

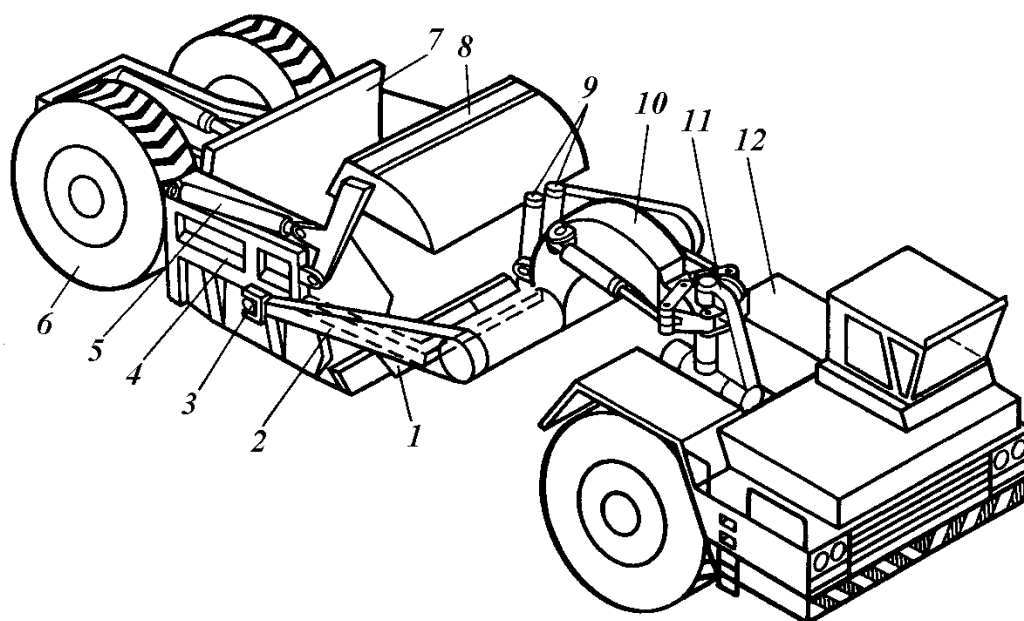
Скрепером називають землерийно-транспортну машину з ковшовим робочим органом, призначену для пошарової розробки ґрунту тяговим зусиллям, його транспортування і відсипання в земляні споруди.

Скрепери застосовують у промисловому, гідротехнічному, дорожньому будівництві для розробки ґрунтів немерзлого стану на горизонтах вище за рівень ґрунтових вод при зведенні насипів, гребель, розробці виїмок, на розкривних роботах тощо. Перезволожені суглинки, чорнозем і ґрунти з домішками гравію і гальки розробляються скреперами без попередньої підготовки, а ті самі ґрунти, але висохлі і отверділі, а також глини та солончаки вимагають попереднього їх розпушення перед подальшою розробкою.

Ефективна дальність возки ґрунту залежить від типу тягача і складає для скреперів з гусеничними тягачами 100...800 м, а для скреперів, що агрегатуються з колісними тягачами, 300...3000 м і більше.

Робочим органом скрепера служить ківш 4 (рисунок 3), обмежений днищем, бічними і задньою 7 стінками і оснащений

ножами 1. Спереду ківш закритий заслінкою 8, сполученою з ним шарнірно. Задньою частиною ківш спирається на вісь задніх коліс 6, а в передній частині він з'єднаний упряжними шарнірами 3 з бічними балками 2 тягової рами, відносно якої він може змінювати своє положення у вертикальній площині. Тягова рама своєю передньою балкою 10, зігнутою у вертикальній площині, поєднана з тягачем 12. Опорою тягової рами служить універсальний шарнір 11, що дозволяє причіпній частині повертатися відносно тягача або візка в будь-яких напрямках.



1 – ніж; 2 – бічна балка; 3 – шарнір; 4 – ківш; 5,9 – гідроциліндри;  
6 – колесо; 7 – задня стінка; 8 – заслінка; 10 – передня балка;  
11 – універсальний шарнір; 12 – тягач

Рисунок 3 – Самохідний скрепер

Скрепери бувають причіпними і самохідними. Як тягач причіпного скрепера звичайно застосовують трактор, найчастіше гусеничний, а самохідні скрепери агрегатують з двовісними або одновісними тягачами. Самохідні скрепери мають високу маневреність.

Робочий цикл скрепера складається з послідовно виконуваних операцій копання ґрунту і заповнення ним ковша, транспортування ґрунту в ковші до місця укладання, розвантаження ковша і повернення машини на вихідну позицію

наступного робочого циклу. На початку копання ківш опускають на ґрунт за допомогою гідроциліндрів 9 або поліспада, одчиняючи гідроциліндрами 5 або поліспастом заслінку з таким розрахунком, щоб в режимі копання ґрунту при заглиблених ножах її нижній обріз був трохи вище за рівень поверхні землі. Під час пересування машини вперед під дією сил тяжіння, а у разі гідравлічного привода також примусово за допомогою гідроциліндрів 9, ківш заглиблюють у ґрунт і, регулюючи надалі тими ж механізмами товщину шару, що зрізується, заповнюють ківш. Призма ґрунту (призма волочіння), що утворюється в процесі копання, накопичується перед заслінкою, не перешкоджаючи просуванню ґрунту, що зрізується, в ківш. Після заповнення ковша його піднімають у транспортне положення так, щоб між різальною кромкою ножів і поверхнею землі був достатній для транспортування зазор, закривають ківш заслінкою і переміщуються на транспортній швидкості до місця укладання ґрунту, де його розвантажують. Потім ківш знову переводять у транспортне положення і повертають машину на вихідну позицію наступного робочого циклу.

Скрепери обладнують пристроями для примусового розвантаження шляхом витіснення ґрунту з ковша задньою стінкою 7, що переміщається вперед за допомогою гідроциліндрів. У кінці робочого ходу задня стінка своїми кромками повністю очищає бічні стінки і днище ковша від налиплого ґрунту. Є також інші способи розвантаження скреперів, які залежать від їх конструктивних особливостей.

## **4 Розрахунок скрепера**

Дані для розрахунків за варіантами надано в таблиці А.2.

### **4.1 Тяговий розрахунок**

Сумарний опір руху машини  $\Sigma W_i$  визначається за формулою, кН,

$$\sum_{i=1}^5 W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \quad (4.1.1)$$

де  $W_1$  – опір руху від різання ґрунту ножем, кН;

$W_2$  – опір руху від переміщення призми ґрунту перед заслінкою ковша, кН;

$W_3$  – опір руху машини від сили ваги ґрунту під час наповнення ковша, кН;

$W_4$  – опір руху від тертя ґрунту при наповненні ковша, кН;

$W_5$  – опір руху завантаженого скрепера, кН.

### **Опір руху від різання ґрунту ножем, кН,**

$$W_1 = k \cdot b \cdot h, \quad (4.1.2)$$

де  $k$  – питомий опір ґрунту різанню, приймаємо  $k = 90$  кН/м<sup>2</sup>;

$b$  – ширина шару ґрунту, що зрізається (приймається рівним ширині ковша скрепера), м;

$h$  – товщина зрізуваної стружки ґрунту, м.

### **Опір руху від переміщення призми ґрунту перед заслінкою ковша, кН,**

$$W_2 = y \cdot b \cdot H_n \cdot \delta \cdot g \cdot f_1, \quad (4.1.3)$$

де  $y$  – коефіцієнт об'єму призми волочіння ґрунту перед заслінкою ковша, приймаємо  $y = 0,05$  м;

$H_n$  – висота наповнення ковша ґрунтом, приймаємо  $H_n = 1,8$  м;

$\delta$  – щільність ґрунту, приймаємо  $\delta = 1,65$  т/м<sup>3</sup>;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81$  м/с<sup>2</sup>;

$f_1$  – коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт, приймаємо  $f_1 = 0,53$ .

### **Опір руху від сили ваги ґрунту під час наповнення ковша, кН,**

$$W_3 = b \cdot H_n \cdot h \cdot \delta \cdot g, \quad (4.1.4)$$

### **Опір руху від тертя ґрунту при наповненні ковша, кН,**

$$W_4 = x \cdot b \cdot H_i \cdot \delta \cdot g, \quad (4.1.5)$$

де  $x$  – коефіцієнт, що враховує дію сили тертя в процесі руху ґрунту в ковші.

$$x = \frac{\sin \varphi_0}{2}, \quad (4.1.6)$$

де  $\varphi_0$  – кут внутрішнього тертя ґрунту, приймаємо  $\varphi_0 = 35^\circ$ .

### **Опір руху завантаженого скрепера, кН,**

$$W_5 = (G_{\text{скр}} + G_{\text{гр}}) \cdot f, \quad (4.1.7)$$

де  $G_{\text{скр}}$  – вага скрепера (враховуючи і масу тягача), кН;

$f$  – коефіцієнт опору переміщенню машини, приймаємо  $f = 0,2$ ;

$G_{\text{гр}}$  – вага ґрунту у ковші, кН.

$$G_{\text{гр}} = V \cdot k_n \cdot \delta \cdot g, \quad (4.1.8)$$

де  $V$  – об'єм ковша, м<sup>3</sup>;

$k_n$  – коефіцієнт наповнення ковша ґрунтом, приймаємо  $k_n = 1$ .

## **4.2 Визначення необхідної потужності двигуна скрепера**

Необхідна потужність двигуна тягача визначається за формулою, кВт,

$$N_d = \frac{\sum_{i=1}^5 W \cdot v}{3,6 \cdot \eta}, \quad (4.2.1)$$

де  $v$  – робоча швидкість руху машини під час роботи, км/год;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії дорожньої машини,  $\eta = 0,85$ .

## **4.3 Перевірка правильності вибору тягача за умовою тягового зусилля**

Після визначення необхідної потужності тягача залежно від умов експлуатації дорожньої машини встановлюється правильність вибору тягача за відношенням, кН,



$$T_{зч} \cdot k_d \geq \Sigma W_i, \quad (4.3.1)$$

де  $k_d$  – коефіцієнт динамічності,  $k_d = 1,8$ ;

$T_{зч}$  – сила зчеплення рушія машини з опорною поверхнею, кН.

$$T_{зч} = m \cdot \varphi_{зч} \cdot g, \quad (4.3.2)$$

де  $m$  – маса машини, кг;

$\varphi_{зч}$  – коефіцієнт зчеплення рушіїв з опорною поверхнею. Для гусеничних  $\varphi_{зч} = 0,9$ , для колісних  $\varphi_{зч} = 0,7$ .

#### 4.4 Розрахунок продуктивності скрепера

Продуктивність визначається за формулою,  $m^3/змін$ ,

$$P_{зм} = \frac{T \cdot q \cdot K_B}{t_{ц}}, \quad (4.4.1)$$

де  $T$  – тривалість зміни, год;

$K_B$  – коефіцієнт використання робочого часу, приймаємо  $K_B = 0,85$ ;

$t_{ц}$  – тривалість робочого циклу, год;

$q$  – об'єм ґрунту, що переміщується за один цикл,  $m^3$

$$q = \frac{V \cdot K_{зп}}{K_p}, \quad (4.4.2)$$

де  $K_{зп}$  – коефіцієнт заповнення ковша, приймаємо  $K_{зп} = 0,5 - 1,1$ ;

$K_p$  – коефіцієнт розпушення ґрунту, приймаємо  $K_p = 1,1 - 1,3$ ;

$V$  – об'єм ковша,  $m^3$ .

Тривалість робочого циклу, год,

$$t_{ц} = \frac{1}{1000} \left( \frac{l_n}{V_n} + \frac{l_{гр}}{V_{гр}} + \frac{l_p}{V_p} + \frac{l_x}{V_x} \right) + 2t_{мв}, \quad (4.4.3)$$

де  $l_n$  – відстань набирання ґрунту, м;

$l_p$  – відстань розвантаження ґрунту, м;

$l_{гр}$  – відстань переміщення ґрунту, м;

$l_x$  – відстань холостого ходу, м;  
 $V_n$  – швидкість руху при набиранні ґрунту, км/год, (приймаємо 6,6 км/год);  
 $V_{гр}$  – швидкість руху з ґрунтом, км/год, (приймаємо 5,5 км/год);  
 $V_p$  – швидкість руху при розвантажуванні, км/год (приймаємо 3,6 км/год);  
 $V_x$  – швидкість холостого ходу, км/год (приймаємо 8,6 км/год);  
 $t_{пв}$  – час на поворот трактора в кінці ділянки, год (приймаємо 0,01 год).

Відстань набирання ґрунту, м,

$$l_n = \frac{V \cdot K_{zn}}{h \cdot b \cdot K_p} (1 + m), \quad (4.4.4)$$

де  $h$  – глибина різання, м;

$m$  – об'єм призми волочіння, приймаємо  $m = 0,1$ ;

$b$  – ширина шару ґрунту, що зрізається (приймається рівним ширині ковша скрепера), м.

Відстань розвантаження ґрунту, м,

$$l_p = \frac{V \cdot K_{zn}}{h_0 \cdot b \cdot K_p}, \quad (4.4.5)$$

де  $h_0$  – товщина відсипуваного шару, м.

Відстань холостого ходу, м,

$$l_x \cong l_n + l_{гр} + l_p. \quad (4.4.6)$$

### Питання для самоконтролю

1 Призначення та сфера застосування скрепера.

- 2 Будова скрепера.
- 3 Робочий цикл скрепера.
- 4 Опори, що виникають при роботі скрепера.
- 5 Від чого залежить потужність роботи двигуна скрепера?
- 6 Як визначити продуктивність скрепера?

### **Практична робота 3**

#### **ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТА РОЗРАХУНОК ГРЕЙДЕРА**

##### **1 Мета роботи**

- 1 Вивчити будову, призначення та робочий цикл грейдера.

2 Розрахувати основні опори, що виникають при роботі грейдера та його продуктивність.

## **2 Оформлення звіту з роботи**

1 Зарисувати конструктивну схему грейдера із зазначенням основних елементів.

2 Коротко записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу грейдера.

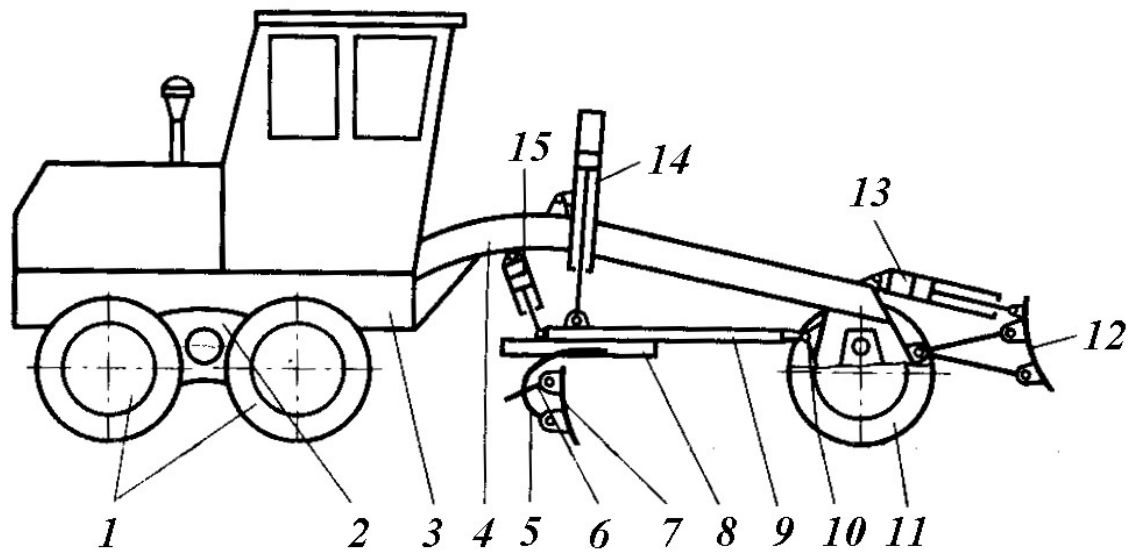
3 Провести розрахунки.

4 Зробити висновки з роботи.

## **3 Загальні відомості. Грейдери, їх призначення, сфера застосування, будова і робота**

Грейдери відносять до землерийно-транспортних машин з відвальним робочим органом. Вони призначені для пошарової розробки ґрунтів немерзлого стану на горизонтах вище за рівень ґрунтових вод. Їх застосовують для планувальних і профілювальних робіт у дорожньому будівництві для зведення насипів заввишки до 1 м з бічних резервів, спорудження ґрунтових доріг з бічними канавами, профілювання дорожніх узбіч, спорудження і очищення зрошувальних і придорожніх каналів, зачистки і планування укосів, насипів і виїмок, очищення доріг і площ від снігу, льоду тощо.

Автогрейдери виконують як самохідні машини з власним двигуном і приводним ходовим пристроєм (рисунок 4). Рідше застосовують причіпні грейдери, буксировані тракторами.



1, 11 – колеса; 2 – балансірна балка; 3 – підрамник;  
 4 – хребтова балка; 5 – кронштейн; 6 – встановлювальні  
 гребінки; 7 – відвал; 8 – поворотне коло; 9 – тягова рама;  
 10 – універсальний шарнір; 12 – додаткове обладнання;  
 13,14,15 – гідроциліндри

Рисунок 4 – Автогрейдер

Ходова частина автогрейдера складається з чотирьох приводних задніх пневмоколіс 1 і двох приводних або неприводних керованих передніх коліс 11. Задні колеса з кожного боку машини попарно об'єднані балансірними балками 2, шарнірно сполученими з підрамником 3, продовженням якого служить основна рама 4, яка також називається хребтовою балкою. Остання спирається на вісь передніх коліс. Це з'єднання виконане у вигляді циліндрового шарніра, що дозволяє осі робити поперечні кутові (балансирні) переміщення. Така підвіска передніх і задніх коліс забезпечує спирання машини на всі шість коліс незалежно від рельєфу місцевості.

Робочий орган – відвал 7 через кронштейни 5 і поворотне коло 8 закріплюють на тяговій рамі 9. Останню розташовують під хребтовою балкою і поєднують з нею в передній частині універсальним шарніром 10, а в задній – за допомогою гідравлічних циліндрів 14 і 15 підвішують до хребтової балки. Два гідравлічні циліндри 14, що працюють незалежно один від

одного, забезпечують підйом передньої частини тягової рами і її перекис, а гідроциліндр 15 – її винесення вбік від подовжньої осі грейдера. Обертанням поворотного кола 8 з жорстко закріпленими на ньому кронштейнами 5 забезпечується устанавлення відвала в плані. Завдяки такій підвісці відвал може бути встановлений горизонтально або похило у вертикальній площині, під будь-яким кутом нахилу в плані, розташовуватися у смузї колії машини або бути винесеним за її межі, бути опущеним нижче за рівень поверхні, по якій пересувається машина, або піднятим над нею. Цим забезпечується висока маневреність робочого органа автогрейдера при виконанні перелічених вище робіт.

У разі потреби роботи на великих вильотах від подовжньої осі машини, наприклад при плануванні укосів бічних канав, відвал переставляють на кронштейнах, розташовуючи його асиметрично подовжній осі тягової рами. Кут різання відвала регулюють встановлювальними гребінками 6, закріплюючи їх гвинтами в необхідних положеннях. На автогрейдери навішують також допоміжне устаткування 12 бульдозера або киркувальника, розташовуючи останній перед передніми колесами або за ними, під хребтовою балкою. Управляють відвалом бульдозера за допомогою гідроциліндра 13.

Робочий процес грейдера схожий з роботою бульдозера, обладнаного поворотним у плані відвалом. При виконанні профілювальних робіт для кращого заглиблення в ґрунт відвала застосовують його перекис. У такий спосіб споруджують, наприклад, ґрунтові дороги, вирізуючи ґрунт з придорожніх канав і переміщаючи його в насип дороги, профілюють дороги в підготовленому земляному полотні тощо. Грейдери ефективно застосовувати при довжині робочих ділянок (захваток) більше 500 м. На коротких захватках збільшується кількість розворотів машини і перестановок робочого органа, внаслідок чого продуктивність грейдерів знижується. При зведенні насипів з бічних резервів грейдери ефективно застосовувати при дальності переміщення ґрунту до 30 м.

## 4 Розрахунок автогрейдера

Дані для розрахунків за варіантами надано в таблиці А.3.

### 4.1 Тяговий розрахунок автогрейдера

Сумарний опір руху машини  $\Sigma W_i$  визначається за формулою, кН,

$$\sum_{i=1}^5 W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \quad (4.1.1)$$

де  $W_1$  – опір руху від різання ґрунту відвалом, кН;

$W_2$  – опір руху від переміщення призми ґрунту перед відвалом, кН;

$W_3$  – опір руху машини від тертя ґрунту при переміщенні вгору по відвалу, кН;

$W_4$  – опір руху машини від переміщення ґрунту вздовж відвала вбік, кН;

$W_5$  – опір переміщенню дорожньої машини як візка, кН.

#### Опір руху від різання ґрунту відвалом, кН,

$$W_1 = F \cdot k, \quad (4.1.2)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу стружки, м<sup>2</sup>;

$k$  – питомий опір ґрунту різанню, приймаємо  $k = 60$  кН/м<sup>2</sup>.

Для автогрейдера формула для знаходження площі перерізу стружки набуде вигляду, м<sup>2</sup>,

$$F = L \cdot \frac{h_1 + h_2}{2} \cdot \sin \alpha, \quad (4.1.3)$$

де  $L$  – довжина різальної частини ножа відвала, м;

$h_1$  і  $h_2$  – глибина різання ґрунту, м;

$\alpha$  – кут захвату ножа, град.

**Опір руху від переміщення призми ґрунту перед відвалом, кН,**

$$W_2 = F_m \cdot \sin \alpha, \quad (4.1.4)$$

де  $\alpha$  – кут захвату ножа, град;

$F_m$  – сила тертя призми ґрунту по опорній поверхні, кН.

$$F_m = G_{\text{пр}} \cdot f_1, \quad (4.1.5)$$

де  $G_{\text{пр}}$  – вага ґрунту в призмі волочіння, кН;

$f_1$  – коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт, приймаємо  $f_1 = 0,47$ .

Вага розміщеного перед відвалом ґрунту в призмі волочіння визначається за формулою, кН,

$$G_{\text{пр}} = \frac{L_1 \cdot H^2}{2 \cdot \text{tg} \varphi} \cdot g \cdot \delta \cdot k_{\text{гр}}, \quad (4.1.6)$$

де  $L_1$  – довжина призми ґрунту, м, (приймають рівною довжині різальної частини ножа відвала), м;

$H$  – висота відвала, м;

$\varphi$  – кут природного укосу ґрунту, приймаємо  $\varphi = 32^\circ$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$\delta$  – щільність ґрунту, приймаємо  $\delta = 1,75 \text{ т/м}^3$ ;

$k_{\text{гр}}$  – коефіцієнт, який враховує характер ґрунту і співвідношення розмірів  $H$  і  $L_1$ , приймаємо  $k_{\text{гр}} = 0,16$ .

**Опір руху машини від тертя ґрунту при переміщенні вгору по відвалу, кН,**

$$W_3 = T_1 \cdot \cos \gamma, \quad (4.1.7)$$

де  $\gamma$  – кут різання, град;

$T_1$  – проекція сили тертя призми ґрунту по відвалу на вертикальну площину і вісь абсцис, кН.

$$T_1 = N \cdot f_2, \quad (4.1.8)$$



де  $f_2$  – коефіцієнт тертя ґрунту по металу, приймаємо  $f_2 = 0,4$ .

$N$  – зусилля переміщення ґрунту, кН.

$$N = W_2 \cdot \sin \gamma . \quad (4.1.9)$$

**Опір руху машини від переміщення ґрунту вздовж відвала в бік, кН,**

$$W_4 = T_2 \cdot \cos \alpha , \quad (4.1.10)$$

де  $T_2$  – проекція сили тертя призми ґрунту по відвалу на горизонтальну площину і вісь абсцис

$$T_2 = N \cdot f_2 . \quad (4.1.11)$$

**Опір переміщенню дорожньої машини як візка, кН,**

$$W_5 = G_m \cdot f , \quad (4.1.12)$$

де  $G_m$  – експлуатаційна вага дорожньої машини, кН;

$f$  – коефіцієнт опору коченню дорожньої машини, приймаємо  $f = 0,3$ .

## **4.2 Визначення необхідної потужності двигуна автогрейдера**

Необхідна потужність двигуна тягача визначається за формулою, кВт,

$$N_d = \frac{\sum_{i=1}^5 W \cdot v}{3,6 \cdot \eta} , \quad (4.2.1)$$

де  $v$  – робоча швидкість руху машини під час роботи, км/год;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії дорожньої машини,  $\eta = 0,85$ .

## **4.3 Перевірка правильності вибору тягача за умовою тягового зусилля**

Після визначення необхідної потужності тягача залежно від умов експлуатації дорожньої машини встановлюється правильність вибору тягача за відношенням, кН,

$$T_{зч} \cdot k_d \geq \Sigma W_i, \quad (4.3.1)$$

де  $k_d$  – коефіцієнт динамічності,  $k_d = 1,5$ ;

$T_{зч}$  – сила зчеплення рушія машини з опорною поверхнею, кН.

$$T_{зч} = m \cdot \varphi_{зч} \cdot g, \quad (4.3.2)$$

де  $m$  – маса машини, кг;

$\varphi_{зч}$  – коефіцієнт зчеплення рушіїв з опорною поверхнею Для гусеничних  $\varphi_{зч} = 0,9$ , для колісних  $\varphi_{зч} = 0,7$ ;

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

#### 4.4 Розрахунок продуктивності автогрейдера

Продуктивність визначається за формулою,  $\text{м}^3/\text{змину}$ ,

$$\Pi_{зм} = \frac{1000 \cdot T \cdot F \cdot L_2 \cdot K_B}{2 \cdot L_2 \left( \frac{n_3}{V_3} + \frac{n_{п}}{V_{п}} + \frac{n_{п}}{V_0} \right) + 2 \cdot t_{пв} (n_3 + 2 \cdot n_{п})}, \quad (4.4.1)$$

де  $L_2$  – довжина насипу, м;

$T$  – тривалість зміни, год;

$F$  – площа перерізу насипу,  $\text{м}^2$ ;

$K_B$  - коефіцієнт використання робочого часу, приймаємо  $K_B = 0,8$ ;

$V_3$  – швидкість руху грейдера при зрізанні, приймаємо  $V_3 = 2,5 \text{ км/год}$ ;

$V_{п}$  – швидкість руху грейдера при переміщенні ґрунту, приймаємо  $V_{п} = 2,7 \text{ км/год}$ ;

$V_0$  – швидкість руху грейдера при розрівнюванні, приймаємо  $V_0 = 2,8 \text{ км/год}$ ;

$t_{пв}$  – час на розвертання грейдера, приймаємо  $t_{пв} = 0,03 \text{ год}$ ;

$n_{п}$  – кількість проходів при переміщенні ґрунту;

$n_3$  – кількість проходів при зрізанні.

$$n_{\zeta} = \frac{F \cdot K_{i\zeta}}{2 \cdot S_{\bar{n}}}, \quad (4.4.2)$$

де  $K_{i\zeta}$  – коефіцієнт перекриття проходів при зрізанні,  $K_{i\zeta} = 1,7$ ;  
 $S_c$  – середня площа перерізу стружки в щільному ґрунті, приймаємо  $S_c = 0,23 \text{ м}^2$ .

Кількість проходів при переміщенні ґрунту

$$n_{\Pi} = \frac{n_{\zeta} \cdot l_o \cdot K_{m\Pi}}{l_{\Pi}}, \quad (4.4.3)$$

де  $l_o$  – середня відстань поперечного переміщення ґрунту з резерву в насип, м;

$l_{\Pi}$  – відстань переміщення ґрунту за один прохід, м.

$$l_{\Pi} = L \cdot \sin \alpha, \quad (4.4.4)$$

де  $\alpha$  – кут захвату при переміщенні, приймаємо  $\alpha = 45^\circ$ ;

$K_{m\Pi}$  – коефіцієнт перекриття проходів при переміщенні,  $K_{m\Pi} = 1,15$ .

### Питання для самоконтролю

- 1 Призначення та сфера застосування автогрейдерів.
- 2 Будова автогрейдера.
- 3 Особливості встановлення робочого обладнання автогрейдера.
- 4 Назвіть опори, що виникають при роботі автогрейдера.
- 5 Від чого залежить продуктивність автогрейдера?
- 6 Від чого залежить потужність автогрейдера?

### Практична робота 4

## ВИВЧЕННЯ БУДОВИ ТА РОЗРАХУНОК РОЗПУШУВАЧА

### 1 Мета роботи

1 Вивчити будову, призначення та робочий цикл розпушувача.

2 Розрахувати опори та напруження, що виникають при роботі розпушувача.

## **2 Оформлення звіту з роботи**

1 Зарисувати конструктивну схему розпушувача із зазначенням основних елементів.

2 Коротко записати загальні відомості щодо конструкції, призначення та робочого циклу розпушувача.

3 Провести розрахунки.

4 Зробити висновки з роботи.

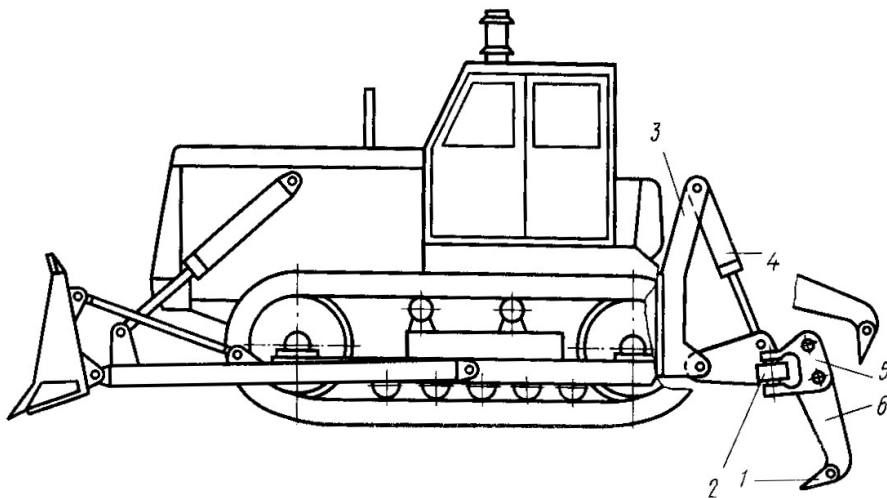
## **3 Загальні відомості. Розпушувачі, їх призначення, сфера застосування, будова і робота**

Розпушувачі застосовують при пошаровій розробці міцних ґрунтів, включаючи мерзлі, багаторічно-мерзлі і скельні, з подальшим їх прибиранням землерийними, землерийно-транспортними або вантажними машинами. Розпушувачі застосовують при відривці котлованів і широких траншей, улаштуванні виїмок у гідротехнічному будівництві, корит під дорожнє полотно, розробці мерзлих розсипів корисних копалин, проведенні розкривних робіт.

Розрізняють розпушувачі основні і допоміжні. Основні розпушувачі виготовляють як навісне устаткування до гусеничних або пневмоколісних тракторів, а допоміжні агрегатують з основним устаткуванням землерийно-транспортних машин і навантажувачів для розпушення щільних ґрунтів і матеріалів, що злежалися. Допоміжні розпушувачі дозволяють підвищити продуктивність і розширити сферу застосування основного устаткування. Змінним розпушувальним обладнанням оснащують також універсальні будівельні гідравлічні екскаватори.

У будівництві широко застосовують бульдозерно-розпушувальні агрегати (рисунок 5), в яких використовують як бульдозерне, так і розпушувальне робоче устаткування. Ефективність роботи основних розпушувачів залежить від тягово-зчіпних властивостей базових тракторів. Найбільш вигідно їх використовувати для розробки багаторічно-мерзлих ґрунтів, вивітрених шаруватих або низькоміцних гірських порід (бурого вугілля, пісковиків і тощо).

Як основні, так і допоміжні розпушувачі обладнують одним або декількома зубами 6 (рисунок 5), встановлюваними на поперечній балці 2 жорстко або з можливістю незначних кутових переміщень у плані через поворотні кронштейни 5, закріплені на балці шарнірно. Зуби з поперечною балкою навішують на базовий трактор через стояк 3 по схемі триточкової або чотириточкової паралелограмних підвісок, регулюючи глибину занурення зубів одним або двома гідроциліндрами 4.



1 – наконечник зуба; 2 – поперечна балка;  
3 – стояк; 4 – гідроциліндр; 5 – кронштейн; 6 – зуб

Рисунок 5 – Бульдозер-розпушувач

Паралелограмна підвіска забезпечує постійність кута різання незалежно від глибини занурення зубів, що дозволяє понизити робочі опори на зубах, підвищити продуктивність розпушувача, а також збільшити термін служби змінних наконечників зубів 1.

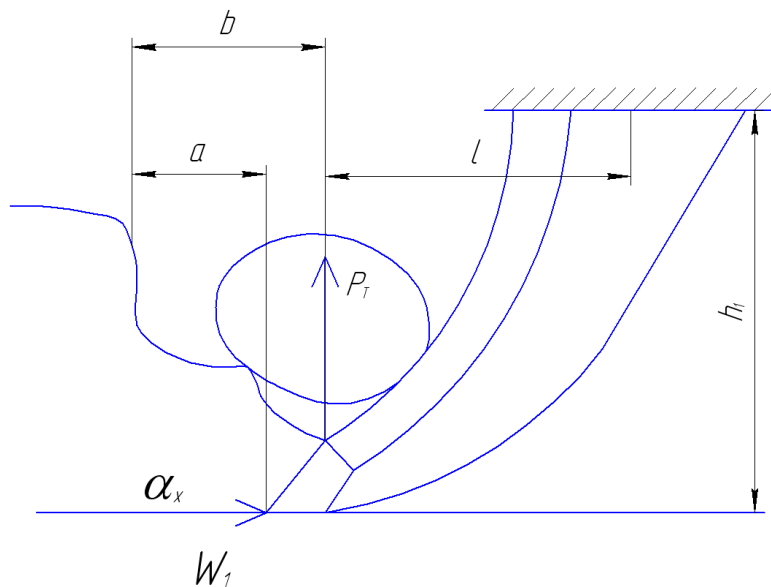
Розпушують ґрунт заглибленими в нього зубами тяговим

зусиллям трактора, що переміщається на робочій швидкості. Для роботи в щільних ґрунтах вигідніше використовувати однозубі розпушувачі з жорстким кріпленням зуба на поперечній балці, які в порівнянні з багатозубими розпушувачами реалізують великі зусилля на одному зубі. З цією ж метою в тих же умовах багатозубі розпушувачі переобладнують в однозубі або забезпечують їх буферними пристроями, встановлюваними у верхній частині середнього зуба, для роботи з трактором-штовхачем, також обладнаним буферним пристроєм у його передній частині. При розробці шаруватих гірських порід і пластичномерзлих ґрунтів, а також розпушення шару мерзлого ґрунту на зуби робочих органів встановлюють розширювачі, завдяки чому збільшується ширина розпушення за кожен прохід і підвищується продуктивність машини.

#### 4 Розрахунок зуба розпушувача

При розрахунках слід використовувати схему на рисунку 6.

Рисунок 6 – Схема для розрахунку зуба розпушувача  
Дані для розрахунків за варіантами надано в таблиці А.4.  
Опір різанню, кН,



$$W_1 = P_T \cdot \varphi_{зч} , \quad (4.1)$$

де  $P_T$  – тягове зусилля, кН;

$\varphi_{зч}$  – коефіцієнт зчеплення,  $\varphi_{зч} = 0,7 \dots 0,8$ .

Максимальне напруження, МПа,

$$\sigma_b = \frac{M_{зг}}{W}, \quad (4.2)$$

де  $M_{зг}$  – згинальний момент, Н·м;

$W$  – осьовий момент опору, м<sup>3</sup>.

Згинальний момент розраховується за формулою, Н·м,

$$M_{зг} = W_1 \cdot h_1 + P_{п} \cdot l, \quad (4.3)$$

де  $h_1$  – висота зуба розпушувача, м;

$P_{п}$  – зусилля від підйому каменя, Н.

$$P_{п} = \frac{G_k}{a} \cdot K_{відр}, \quad (4.4)$$

де  $G_k$  – вага каменя, кН;

$K_{відр}$  – коефіцієнт опору відриву каменя від ґрунту,  $K_{відр} = 1,25-1,3$ .

Осьовий момент опору визначаємо за формулою, м<sup>3</sup>,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad (4.5)$$

де відношення  $\frac{b}{h}$  для розпушувача має бути  $\leq 2-2,5$  (приймаємо  $\frac{b}{h} = 2,5$ ).

$$b = 2,5 \cdot h. \quad (4.6)$$

## Питання для самоконтролю

1 Призначення розпушувачів.

- 2 Види розпушувачів.
- 3 Конструкції розпушувачів.
- 4 Основні складові бульдозерно-розпушувального агрегату.
- 5 Що забезпечує паралелограмна підвіска?
- 6 Від чого залежить величина напруження, що виникає при роботі розпушувача?

### **Список літератури**

1 Дорожньо-будівельні машини: Метод. вказівки, робоча програма і контрольні завдання для студентів-бакалаврів лісомеханічного та заочного факультетів / Й.П. Ковтун, М.М. Борис, М.М. Бойко, М.І. Олійник. – Львів: НЛТУУ, 2002. – 29 с.

2 Проектування лісовозних автомобільних доріг / М.О. Гайдар. – Львів: Вища школа, видав-во при Львівському державному університеті, 1982. – 231 с.

3 Строительные машины и средства малой механизации: учебник для студ. сред. проф. образования / Д.П. Волков, В.Я. Крикун. – М.: Изд. центр "Академия", 2006. – 480 с.









