

**БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра „Будівельні колійні та вантажно-розвантажувальні  
машини”**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**для самостійних і контрольних робіт з дисципліни  
“БУДІВЕЛЬНІ МАШИНИ”**

**Харків - 2011**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку  
на засіданні кафедри “Будівельні, колійні та вантажно-

розвантажувальні машини” 11 листопада 2009 р., протокол № 3.

Рекомендується для студентів спеціальності 7.090214 "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і устаткування" усіх форм навчання.

Укладачі:

старш. викл. В.М. Орел,  
доц. А.В. Євтушенко

Рецензент

доц. Л.М. Козар

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для самостійних і контрольних робіт  
з дисципліни “Будівельні машини”

Відповідальний за випуск Орел В.М.

Редактор Третьякова К.А..

---

Підписано до друку 23.12.09 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,0. Тираж 100. Замовлення №

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

Міністерство транспорту України

Українська державна академія залізничного транспорту

Кафедра “Будівельні, колійні та  
вантажно-розвантажувальні машини”

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для самостійних і контрольних робіт  
з дисципліни “Будівельні машини”  
для студентів спеціальності 7.090214  
"Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні,  
меліоративні машини і устаткування"  
усіх форм навчання

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини” 11 листопада 2009 р., протокол № 3.

Рекомендується для студентів спеціальності 7.090214 "Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, меліоративні машини і устаткування" усіх форм навчання.

Укладачі:

старш. викл. В.М. Орел,  
доц. А.В. Євтушенко

Рецензент

доц. Л.М. Козар

## ЗМІСТ

1	Тяговий розрахунок і продуктивність бульдозера .....	4
1.1	Завдання .....	4
1.2	Методика розрахунку .....	4
1.3	Хід виконання роботи .....	12
1.4	Оформлення роботи .....	12
2	Вибір робочих режимів машин ударної дії для руйнування різних робочих середовищ .....	13
2.1	Завдання .....	13
2.2	Методика розрахунку .....	13
2.3	Хід виконання роботи .....	19
2.4	Оформлення роботи .....	20
3	Вибір робочих режимів землерийних машин вібраційної дії .....	20
3.1	Завдання .....	20
3.2	Методика розрахунку .....	22
3.3	Хід виконання роботи .....	25
3.4	Оформлення роботи .....	25
4	Вибір параметрів машин ударної дії. Трамбівки .....	26
4.1	Завдання .....	26
4.2	Методика розрахунку .....	26
4.3	Хід виконання роботи .....	29
4.4	Оформлення роботи .....	29
	Список літератури .....	30

# 1 ТЯГОВИЙ РОЗРАХУНОК І ПРОДУКТИВНІСТЬ БУЛЬДОЗЕРА

## 1.1 Завдання

Перевірити бульдозер на можливість руху без буксування. Визначити експлуатаційну продуктивність бульдозера. Дані для розрахунку наведені в таблицях 1.1-1.5 Номер варіанта контрольної роботи визначається викладачем за таблицею 1.1. Розрахунки записати до таблиці 1.6

## 1.2 Методика розрахунку

### 1.2.1 Умова руху бульдозера без буксування

$$P_{зч} \geq P_T \geq \sum W ,$$

де  $P_{зч}$  - сила тяги по зчепленню, Н;

$P_T$  - тягове зусилля, що розвивається трактором, Н;

$\sum W$  - сума опорів, що виникають при копанні і транспортуванні ґрунту відвалом бульдозера.

$$P_{зч} = G_{зч} \varphi_{зч} ,$$

де  $G_{зч}$  - зчіпна вага бульдозера, Н;

$\varphi_{зч}$  - коефіцієнт зчеплення (таблиця 1.2).

Зчіпна вага бульдозера

$$G_{зч} = G_{\sigma} = m_{\sigma} g ,$$

де  $m_{\sigma}$  - маса бульдозера, кг (таблиця 1.3);

$g$  - прискорення вільного падіння,  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

Тягове зусилля, що розвивається трактором,

$$P_T = 3600 \frac{N}{v} \eta,$$

де  $N$  - ефективна потужність двигуна, кВт (таблиця 1.3);

$\eta$  - ККД машини,  $\eta = 0,8$ ;

$v$  - швидкість машини на першій або другій передачах, км/год (таблиця 1.3).

Таблиця 1.1 - Вихідні дані

	Грунт	Базова машина	Ширина відвалу $B$ , м	Висота відвалу $H$ , м	Ухил шляху $i$	Маса бульдозера $m_b$ , кг	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Пісок	Т-130	3,20	1,30	+0,03	15710	$l_p = 6m$ $l_{cp} = 30m$ $l_{xx} = 40m$
2	Супісок	ДТ-75	2,52	0,80	+0,04	6925	
3	Рослинний грунт	Т-4А	2,60	0,90	+0,06	9648	
4	Гравій	Т-180	3,35	1,38	+0,02	17855	
5	Легкий суглинок	Т-4А	2,60	0,90	+0,03	9648	
6	Важкий суглинок	Т-330	4,80	1,37	-0,02	53100	$l_p = 7m$ $l_{cp} = 40m$ $l_{xx} = 45m$
7	Щебінь	Т-74	2,52	0,80	+0,06	6370	
8	М'яка глина	Т-100МЗ	3,94	1,00	+0,04	14000	
9	Сухий грунт	Т-180	3,35	1,38	-0,03	17855	
10	Рослинний грунт	Т-130	3,20	1,30	+0,05	15710	
11	Супісок	Т-74	2,52	0,80	+0,04	6370	$l_p = 8m$ $l_{cp} = 50m$ $l_{xx} = 60m$
12	Пісок	Т-4А	2,60	0,90	+0,05	9648	
13	Легкий суглинок	Т-100МЗ	3,94	1,00	+0,04	14000	
14	Гравій	ДТ-75	2,52	0,80	+0,05	6925	
15	Важкий суглинок	ДЭТ-250	4,50	1,20	-0,01	28535	

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
16	Щебінь	Т-180	2,52	0,80	-0,03	6370	$l_p = 9m$

17	М'яка глина	T-130	3,35	1,38	-0,02	17855	$l_{ep} = 40м$ $l_{xx} = 50м$
18	Сухий грунт	ДТ-75	3,35	1,38	+0,05	17855	
19	Щебінь	T-4A	3,20	1,30	+0,06	15710	
20	Гравій	T-74	2,52	0,80	+0,03	6925	
21	Супісок	ДЭТ-250	2,60	0,90	-0,03	9648	$l_p = 6м$ $l_{ep} = 50м$ $l_{xx} = 60м$
22	Пісок	T-130	2,52	0,80	+0,05	6370	
23	Сухий грунт	T-130	4,50	1,20	+0,03	28535	
24	Легкий суглинок	T-130	3,20	1,30	-0,02	15710	
25	Рослинний грунт	T-130	3,20	1,30	-0,02	15710	
26	Щебінь	T-74	2,52	0,80	-0,03	6370	
27	Пісок	T-4A	2,62	0,90	+0,04	9648	
28	М'яка глина	T-130	3,20	1,30	+0,03	15710	
29	Гравій	T-180	3,35	1,38	+0,04	17855	$l_p = 70м$ $l_{ep} = 30м$ $l_{xx} = 60м$
30	Рослинний грунт	T-180	3,35	1,38	-0,02	17855	

Загальний опір  $\sum W$ , що виникає при копанні і транспортуванні ґрунту відвалом бульдозера, Н,

$$\sum W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5,$$

де  $W_1$  - опір ґрунту різанню, Н;

$W_2$  - опір переміщенню призми волочіння, Н;

$W_3$  - опір переміщенню ґрунту вгору по відвалу, Н;

$W_4$  - опір переміщенню бульдозера, Н;

$W_5$  - опір, що виникає на площадці затуплення, Н.

Таблиця 1.2 - Коефіцієнти опору переміщенню трактора  $f$ , зчеплення  $\varphi_c$  і  $k_{np}$

Вид ґрунту	$f$	$\varphi_c$	$k_{np}$ при $H/B$				
			0,15	0,30	0,35	0,40	0,45



Зв'язаний	0,06-0,07	0,8-0,9	0,70	0,80	0,85	0,90	0,95
Незв'язаний	0,1-0,12	0,5-0,7	1,15	1,20	1,25	1,30	1,50

Опір ґрунту різанню  $W_1$ , Н,

$$W_1 = kF \times 10^6,$$

де  $k$  - питомий опір ґрунту різанню, МПа;

$F$  - площа поперечного перетину вирізуваної стружки ґрунту, м<sup>2</sup>.

$$F = Bh,$$

де  $B$  - ширина відвала бульдозера, м (таблиця 1.1);

$h$  - глибина різання, м.

Відповідно

$$h = \frac{W_1}{kB}.$$

Опір переміщенню призми волочіння  $W_2$ , Н:

$$W_2 = \frac{V_{np} \gamma_{zp} \mu_1}{k_p} g,$$

де  $V_{np}$  - об'єм призми волочіння, м<sup>3</sup>;

$\gamma_{zp}$  - щільність ґрунту, кг/м<sup>3</sup> (таблиця 1.4);

$k_p$  - коефіцієнт розпушування ґрунту (таблиця 1.4);

$\mu_1$  - коефіцієнт тертя ґрунту об ґрунт (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 - Фізико-механічні властивості ґрунтів

Ґрунт	Ґрупа ґрунту	$\gamma_{sp}$ , кг/м <sup>3</sup>	$k_p$	$\mu_1$	$\mu_2$	$k$ , МПа
Пісок	I	1500	1,1	0,53-0,62	0,27-0,60	0,06
Супісок	I	1650	1,2	0,53-0,62	0,27-0,60	0,06
Рослинний ґрунт	I	1200	1,15	0,53-0,70	0,30-0,42	0,06

Гравій розміром 80...90 мм	I	1750	1,15	0,70-0,84	0,40-0,65	0,06
Легкий суглинок із включеннями щебеню	II	1750	1,2	0,84-1,20	0,50-0,70	0,9
Важкий суглинок без включень	III	1900	1,3	0,84-1,20	0,50-0,70	0,12
Щебінь розміром більш 80мм	II	1800	1,2	0,84-1,00	0,34-0,70	0,9
М'яка глина	III	1950	1,2	0,84-1,20	0,50-0,70	0,12
Сухий ґрунт	III	1300	1,1	0,53-0,70	0,30-0,42	0,12

Об'єм призми волочіння  $V_{np}$ , м<sup>3</sup>,

$$V_{np} = \frac{BH^2}{2k_{np}},$$

де  $H$  - висота відвала, м (таблиця 1.1);

$k_{np}$  - приведений коефіцієнт, який залежить від ґрунту і відношення  $H/B$  (таблиця 1.2).

Опір переміщенню ґрунту вгору по відвалу  $W_3$ , Н:

$$W_3 = V_{np} \frac{\gamma_{sp} g}{k_p} \mu_2 \cos^2 \alpha,$$

де  $\mu_2$  - коефіцієнт тертя ґрунту об поверхню відвала (таблиця 1.4);

$\alpha$  - кут різання,  $\alpha = 35...50^\circ$ .

Опір переміщенню бульдозера  $W_4$ , Н,

$$W_4 = m_0 g (f \pm i),$$

де  $f$  - коефіцієнт опору переміщенню бульдозера (вибирається з

таблиці 1.2);  
*i* - ухил шляху (таблиця 1.1)

Опір, що виникає на майданчику затуплення  $W_s$ , Н,

$$W_s = P_{y\partial} B,$$

де  $P_{y\partial}$  - питомий опір від затуплення, який залежить від ширини площадки затуплення  $S$  і групи ґрунту (таблиця 1.5).

Таблиця 1.5 - Питомий опір від затуплення

Ширина площадки затуплення, $S$	Питомий опір від затуплення $P_{y\partial}$ , $\frac{H}{M}$		
	I група	II група	III група
5	60-120	150-250	400-500
10	250-400	500-700	800-1000
15	450-700	600-1000	1100-1300

Далі, користуючись формулою для умови руху, слід перевірити, чи дотримується умова руху бульдозера без буксування.

### 1.2.2 Експлуатаційна годинна продуктивність бульдозера, $m^3/год$ ,

$$\Pi_{експл} = \frac{3600V_{np}k_{yx}k_{emp}k_u}{t_u k_p},$$

де  $k_{yx}$  - коефіцієнт, що враховує вплив ухилу на продуктивність.

При роботі на підйомах до 15%  $k_{yx}=1-0,4$ ; при роботі під ухил до 15%  $k_{yx}=1-2,25$ ;

$k_{emp}$  - коефіцієнт, що враховує втрату ґрунту в бічні валки,  
 $k_{emp} = 0,75 \dots 0,80$ ;

$k_u$  - коефіцієнт використання бульдозера за часом,  $k_u = 0,8$ ;

$t_u$  - тривалість робочого циклу бульдозера, с.

$$t_u = \left( \frac{l_p}{v_p} + \frac{l_{zp}}{v_{zp}} + \frac{l_{xx}}{v_x} \right) + (t_n + t_{нов} + t_0),$$

де  $l_p$  - довжина шляху різання, м (таблиця 1.1);  
 $l_{ep}$  - дальність переміщення ґрунту, м (таблиця 1.1);  
 $l_{xx}$  - дальність холостого ходу, м (таблиця 1.1);  
 $t_{пов}$  - час, витрачений на поворот бульдозера,  $t_{пов} = 40...50$  с;  
 $t_n = 40...50$  с – час, витрачений на перемикання передач,  $t_n = 10...12$  с;  
 $t_o$  - час опускання відвала,  $t_o = 1...2$  с.  
 $v_p$  - швидкість бульдозера при різанні,  $v_p = 2,5... 4,0$  км/год;  
 $v_{ep}$  - швидкість бульдозера при транспортуванні ґрунту,  
 $v_{ep} = 2,5...5,0$  км/год;  
 $v_x$  - швидкість при холостого ходу,  $v_x = 5,8... 8,0$  км/год.

### 1.3 Хід виконання роботи

1.3.1 Виміряти ширину  $B$ , висоту  $H$ , відвала, кут різання  $\alpha$  і ширину  $S$  площадки затуплення ножа.

1.3.2 За вказаним викладачем варіантом визначити загальний опір  $\sum W$  при копанні ґрунту, при транспортуванні ґрунту без різання і при холостому ході бульдозера.

1.3.3 З умови руху бульдозера без буксування вибрати відповідну передачу і швидкість для копання ґрунту, при транспортуванні його без різання ґрунту і при русі холостим ходом.

1.3.4 Розрахувати експлуатаційну продуктивність бульдозера.

### 1.4 Оформлення роботи

1.4.1 У звіті необхідно зробити рисунок відвала бульдозера та проставити розміри.

1.4.2 Розрахункову частину звіту виконати з вихідними даними заданого варіанта

1.4.3 Результати вимірювань та розрахунків записати до зведеної таблиці 1.6.

1.4.4 У заключній частині звіту зробити висновки за результатами контрольної роботи.

Таблиця 1.6 - Зведена таблиця

$B$ , м	$H$ , м	$\alpha$	$S$ , мм	$P_{зч}$ , Н	$P_T$ , Н	$W_1$ , Н	$W_2$ , Н	$W_3$ , Н	$W_4$ , Н	$W_5$ , Н	$\Pi_{експл}$ м <sup>3</sup> /Год

## 2 ВИБІР РОБОЧИХ РЕЖИМІВ МАШИН УДАРНОЇ ДІЇ ДЛЯ РУЙНУВАННЯ РІЗНИХ РОБОЧИХ СЕРЕДОВИЩ

### 2.1 Завдання

Вивчити будову машин ударної дії, вибрати схему роботи машини, тип робочого органу і характеристики робочих середовищ; розрахувати питомий опір робочого середовища руйнуванню; визначити силу опору робочого середовища руйнуванню, частоту ударів, глибину проникнення робочого органу за один удар, потужність двигуна і продуктивність машини.

Дані для розрахунку наведені в таблиці 2.1 Номер варіанта контрольної роботи визначається викладачем за таблицею 2.1. Розрахунки записати до таблиці 2.2.

### 2.2 Методика розрахунку

Основними характеристиками середовищ при виборі машин для їх руйнування служать: динамічний опір, геометричні параметри робочого органу, кінематичні параметри машини, продуктивність

машини і технологічні умови.

Динамічний опір середовищ характеризується швидкістю переміщення деформації в середовищі  $U$ , модулем деформації середовища  $E$ , коефіцієнтом поперечної деформації  $\mu$ , межею міцності  $\sigma$ , коефіцієнтом відносної деформації  $\varepsilon$ , щільністю  $I$ , зчепленням  $C$ , коефіцієнтом зчеплення  $k_c$ , пористістю  $n$ , вогкістю  $W$ , кутом нахилу бічних частин зони руйнування  $\gamma = 26...32^\circ$ .

Геометричні параметри робочого органу характеризуються: шириною  $b$ , кутом загострення  $\alpha$ , площею контакту  $S$ , видом робочої поверхні (циліндрова, сферична, конічна, плоска, клинова), коефіцієнтом загострення робочого органу  $k_\alpha$ .

Кінематичні параметри машини визначаються: енергією одиничного удару  $E_{yo}$ , траєкторією руху робочого органу, швидкістю  $v$  проникнення робочого органу, частотою ударів  $\omega$ , робочою швидкістю машини  $v_m$ , глибиною проникнення  $\delta$ , масою робочого органу  $m$ .

Технологічними умовами для даного завдання є:

$l_{uu} = 1,2\delta$  - крок відстані між двома послідовними ударами (для машин циклічної дії), м;

$l_z$  - відстань між паралельними проходами (для машин циклічної дії), м;

$k_e$  - коефіцієнт використання машин за часом;

$t_u$  - час циклу, с;

$t_{II} = 10...20$  - час переміщення машини з однієї стоянки на іншу, с;

$t_z$  - час забивання робочого органу на задану глибину руйнування, с;

$k_{nep} = 0,85$  - коефіцієнт перекриття зон руйнування;

$k_x$  - коефіцієнт характеру проходів ( $k_x = 1$  при паралельних проходах;  $k_x = 2$  при перехресних проходах);

$n_n$  - кількість проходів.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані

Номер	Робочий Орган	Глиб	Вид	Характеристика робочого середовища

р варіанта	Форма за рисунком 2.1	$d$ мм	$\alpha$ , град	руйнування $h$ , міна	за рисунком 2.2.обладнання	назва	$\sigma$ , МПа	$\varepsilon$	$I$ , т/м <sup>2</sup>	$\mu$	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	а	70	-	0,4	а	Мерзлий грунт $t = -5^{\circ}\text{C}$	2,8	0,03	2,7	0,3	$v = 5 \text{ м/с}$ $m = 400 \text{ кг}$
2		70	-	0,5			2,9	0,03	2,8	0,3	
3		70	-	0,4			3,0	0,03	2,9	0,3	
4		70	-	0,5			3,1	0,03	3,0	0,3	
5	б	60	60	0,3	в	Мерзлий Грунт $t = -$ $10^{\circ}\text{C}$	3,5	0,02	3,1	0,28	$v = 6 \text{ м/с}$ $m = 400 \text{ кг}$
6		60	65	0,4			3,6	0,02	3,2	0,28	
7		60	65	0,5			3,7	0,02	3,3	0,28	
8		60	65	0,6			3,8	0,02	3,5	0,28	
9	а	80	65	0,2	б	Мерзлий Грунт $t = -$ $20^{\circ}\text{C}$	4,0	0,01	3,7	0,25	$v = 7 \text{ м/с}$ $m = 400 \text{ кг}$
10		80	50	0,3			4,1	0,01	3,8	0,25	
11		80	40	0,4			4,2	0,01	3,9	0,25	
12		80	70	0,5			4,3	0,01	4,0	0,25	

### Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	а	90	80	0,3	б	Бетон	3,0	0,07	2,8	0,18	$v = 5 \text{ м/с}$ $m = 300 \text{ кг}$
14		90	90	0,4			4,0	0,08	2,9	0,16	
15		90	100	0,5			5,0	0,08	3,0	0,15	
16		90	110	0,2			5,5	0,08	3,1	0,17	
17	б	60	60	0,2	а	Бетон	0,5	0,08	3,2	0,15	$v = 5 \text{ м/с}$ $m = 300 \text{ кг}$
18		60	55	0,3			6,5	0,06	3,2	0,17	
19		60	60	0,4			7,0	0,06	3,3	0,16	
20		70	60	0,5			7,5	0,05	3,4	0,17	
21	а	60	-	0,2	г	Гранит	6,0	0,08	3,0	0,13	$v = 4 \text{ м/с}$ $m = 800 \text{ кг}$
22		60	-	0,3			7,0	0,07	3,5	0,14	
23		60	-	0,3			8,0	0,06	4,0	0,14	
24		60	-	0,3			8,2	0,05	4,5	0,15	
25	в	150	45	0,5	в	Суглинок		0,05	1,1	0,3	$C = 0,08 \text{ М}$ $k_2 = 0,14$
26		150	45	0,6				0,05	1,2	0,3	
27		160	45	0,5				0,05	1,5	0,3	



28		160	40	0,6				0,05	1,2	0,3	$v = 3 \cdot M/c$
29		160	40	0,5				0,05	1,1	0,3	
30		160	40	0,5				0,5	1,2	0,3	$v_m = 0,2 M/c$
31		160	45	0,6				0,05	1,2	0,3	
32		170	45	0,5				0,5	1,3	0,3	
33	а	60	60	0,4	г	Вапняк	1,8	0,018	2,5	0,23	$v = 3 \cdot M/c$
34		60	65	0,5			1,9	0,019	2,8	0,24	
35		60	65	0,5			1,7	0,017	2,4	0,21	
36		60	65	0,4			1,6	0,014	2,3	0,21	

### 2.2.1 Швидкість переміщення деформацій у середовищі

$$U = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{I(1-\mu-2\mu^2)}},$$

де

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}(1-2\mu).$$

2.2.2 Питома сила опору середовища динамічному навантаженню для міцних середовищ (мерзлоти, бетонів, гранітів, вапняків)

$$K_d = Iv^2 + \sigma\varepsilon,$$

для середовищ слабких (суглинків, супісків, ґрунтів)

$$K_d = \frac{\gamma}{g}(1-n)(1+W)v^2 + \varepsilon\sigma,$$

де  $\gamma = Ig(1-n)(1+W)$  - питома вага ґрунту.

2.2.3 Залежно від продуктивності і технологічних умов визначити час циклу для машин циклічної дії з вертикальним

напрямом робочого органу, с

$$t_u = t_{II} + t_3,$$

де  $t_3$  - час забивання робочого органу на задану глибину руйнування,

$$t_3 = \frac{h}{v}.$$

2.2.4 Визначити площу контакту робочого органу із середовищем, мм<sup>2</sup>:

а) для сферичного робочого органу (рисунок 2.1, а) вертикальної дії

$$S = \pi d \delta,$$

де  $\delta$  - глибина проникнення за один удар,

$$\delta = \frac{mv^2 k_\alpha}{\pi UK_d h d},$$

де  $m$  - маса робочого органу, кг;

$v$  - швидкість його проникнення, м/с (див. таблицю 2.1);

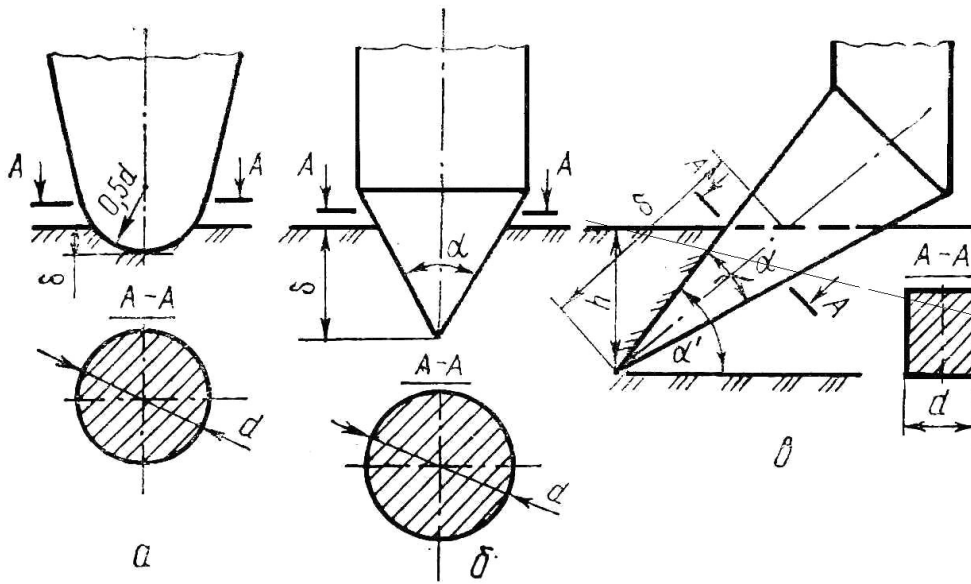
б) для конусоподібного вертикального робочого органу (рисунок 2.1, б)

$$S = \frac{\pi d \delta}{4 \cos \frac{\alpha}{2}},$$

$$\delta = \frac{4mv^3 k_\alpha \cos \frac{\alpha}{2}}{\pi d h UK_d};$$

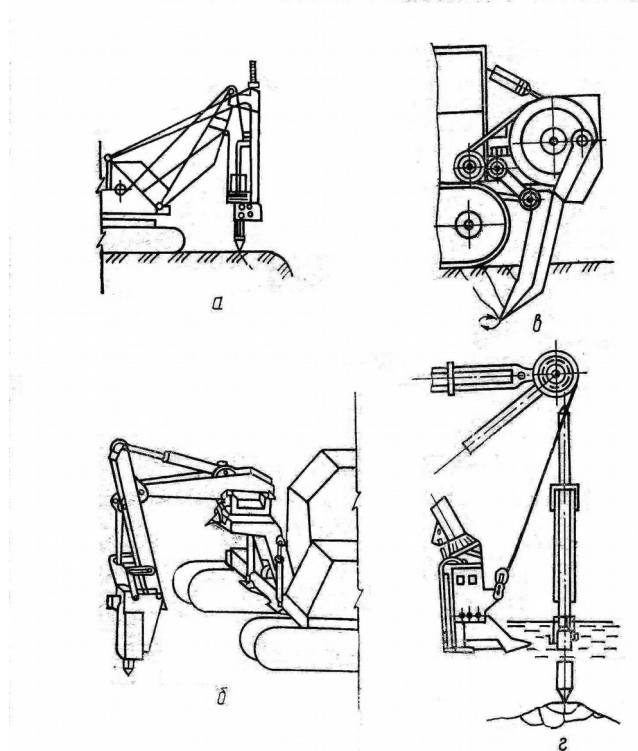
в) для клинового робочого органу безперервної дії (рисунок 2.1, в)

$$S = \frac{hd}{\sin \alpha'}$$



а – сферичний; б – конічний; в – клиновий

Рисунок 2.1 - Робочі органи



а – дизель-молот; б – гідромолот; в – частоударний розпушувач;  
г – підводний клин-молот

Рисунок 2 - Види робочого обладнання:

### 2.2.5 Динамічний опір середовища руйнуванню

$$P = \frac{UK_d S}{2\nu k_\alpha}.$$

Коефіцієнт загострення робочого органу для сферичних робочих органів  $k_\alpha = 1,1 \dots 1,3$ .

Коефіцієнт загострення робочого органу для конусоподібних і клиноподібних органів  $k_\alpha = 1$  при  $\alpha = 180^\circ$ ;  $k_\alpha = 3,6$  при  $\alpha = 30^\circ$ ;  $k_\alpha = 2,2$  при  $\alpha = 60^\circ$ ;  $k_\alpha = 1,75$  при  $\alpha = 90^\circ$ . Решта значень обираються пропорційно за найближчим заданими, при цьому  $\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ .

### 2.2.6 Частота ударів

$$\omega = \sqrt{\frac{v^2}{2\delta^2}}.$$

### 2.2.7 Потужність двигуна, кВт

$$N = P\nu.$$

### 2.2.8 Продуктивність експлуатаційна, м<sup>3</sup>/год:

для машин циклічної дії

$$P_e = \frac{3600 h l_u l_z k_e}{t_y},$$

для машин безперервної дії

$$P_e = 3600 F v_m k_{пер} \frac{k_e}{k_y n_{II}},$$

де

$$F = S + 1,5h^2 .$$

### 2.3 Хід виконання роботи

2.3.1 Вивчити будову машин ударної дії, вибрати схему роботи машини, тип робочого органу і характеристики робочих середовищ.

2.3.2 За вказаним викладачем варіантом розрахувати питомий опір робочого середовища руйнуванню.

2.3.3 Визначити силу опору робочого середовища руйнуванню, частоту ударів, глибину проникнення робочого органу за один удар, потужність двигуна і продуктивність машини.

2.3.4 Визначити експлуатаційну продуктивність машини.

### 2.4 Оформлення роботи

2.4.1 У звіті необхідно зробити рисунок вид робочого обладнання, вибрати схему роботи машини, тип робочого органу та проставити розміри.

2.4.2 Розрахункову частину звіту виконати з вихідними даними заданого варіанта.

2.4.3 Результати розрахунків записати до зведеної таблиці 2.2.

2.4.4 У заключній частині звіту зробити висновки за результатами контрольної роботи.

Таблиця 2.2 - Зведена таблиця

$U$	$K_d$	$t_u, c$	$S, mm^2$	$P$	$\omega$	$N, kBt$	$P_e, m^3/год$

## 3 ВИБІР РОБОЧИХ РЕЖИМІВ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН ВІБРАЦІЙНОЇ ДІЇ

### 3.1 Завдання

Визначити опір ґрунтів руйнуванню; розрахувати робочі режими і продуктивність землерийних машин вібраційної дії.

Дані для розрахунку наведені в таблиці 3.1. Номер варіанта контрольної роботи визначається викладачем за таблицею 3.1. Позначення ті ж, що і в роботі 2. Розрахунки записати до таблиці 3.2.

Таблиця 3.1 - Вихідні дані

Номер варіанта	Клиновидний робочий орган рисунок 2.1, в			Характеристика робочого середовища						Примітки
	$d$ , мм	$h$ , м	$m$ , кг	$\sigma$ , МПа	$n$	$W$	$I$ , кг/м <sup>3</sup>	$\varepsilon_d$	$f$	
1	0,1	0,4	600	0,7	0,3	0,12	600	0,08	0,32	$\alpha = 35^\circ; \alpha' = 30^\circ$
2	0,11	0,6	700	0,6	0,2	0,11	700	0,08	0,33	$\alpha'' = 30^\circ$
3	0,12	0,7	700	0,5	0,3	0,12	500	0,09	0,34	$v_m = 5 \text{ км/год}$
4	0,13	0,6	700	0,4	0,2	0,10	400	0,10	0,35	
5	0,14	0,6	750	0,3	0,3	0,20	300	0,12	0,36	$v_k = 2 \text{ м/с}$
6	0,15	0,5	760	0,4	0,2	0,10	400	0,12	0,31	$b = 0,5 \text{ м}$
7	0,16	0,5	770	0,5	0,3	0,20	500	0,09	0,32	$\alpha = 45^\circ; \alpha' = 28^\circ$
8	0,17	0,5	780	0,4	0,2	0,10	400	0,12	0,33	$\alpha'' = 26^\circ$
9	0,18	0,5	790	0,5	0,3	0,20	600	0,09	0,34	$b_1 = 0,6 \text{ м}$
10	0,19	0,5	800	0,6	0,2	0,10	700	0,09	0,35	$v_m = 6 \text{ км/год}$
11	0,20	0,5	800	0,4	0,3	0,20	400	0,09	0,36	$v_k = 3 \text{ м/с}$
12	0,06	1,0	550	0,5	0,2	0,10	500	0,09	0,31	
13	0,07	1,0	600	0,6	0,3	0,20	600	0,09	0,32	
14	0,08	0,6	570	0,7	0,2	0,10	700	0,10	0,32	
15	0,09	0,5	560	0,4	0,3	0,20	400	0,09	0,34	$\alpha = 45^\circ; \alpha' = 30^\circ$
16	0,10	0,5	600	0,5	0,2	0,10	500	0,08	0,35	
17	0,11	0,5	600	0,6	0,3	0,20	600	0,08	0,36	$\alpha'' = 30^\circ$

18	0,12	0,5	610	0,7	0,2	0,10	700	0,09	0,35	$v_m = 4 \text{ км/год}$
19	0,13	0,5	620	0,4	0,3	0,20	400	0,09	0,34	$b_1 = 0,5 \text{ м}$
20	0,14	0,5	630	0,5	0,2	0,10	500	0,09	0,33	$v_k = 2 \text{ м/с}$
21	0,15	0,5	640	0,6	0,3	0,20	600	0,08	0,32	
22	0,16	0,5	650	0,7	0,2	0,20	700	0,09	0,31	
23	0,17	0,5	660	0,4	0,3	0,30	400	0,08	0,33	
24	0,18	0,5	670	0,5	0,2	0,20	500	0,09	0,28	
25	0,19	0,5	680	0,6	0,3	0,30	600	0,09	0,30	
26	0,14	0,6	640	0,6	0,2	0,10	400	0,10	0,33	
27	0,15	0,6	650	0,5	0,3	0,20	500	0,08	0,32	
28	0,13	0,6	630	0,4	0,2	0,11	600	0,09	0,31	
29	0,17	0,8	600	0,2	0,3	0,30	400	0,08	0,34	
30	0,19	0,8	700	0,3	0,3	0,30	700	0,09	0,32	

### 3.2 Методика розрахунку

3.2.1 Для розрахунку машин вібраційної дії, що руйнують ґрунти, необхідно знати динамічні характеристики ґрунтів. Вібраційна дія найбільш ефективна при розробці ґрунтів слабкої і середньої міцності, а також при роботі вузьких ножів на збільшеній глибині (рисунк 3.1, а) і на підвищених швидкостях, наприклад, для укладаючих і витягуючих ножів кабелеукладачів (рисунк 3.1, б).

Швидкість вібраційного робочого органу характеризується робочою швидкістю коливань

$$v_k = A\omega,$$

де  $A$  - амплітуда коливань;

$\omega$  - частота коливань (див. п. 3.2.4 і 3.2.5).

Оскільки найефективнішим є режим, коли напрями швидкостей машини  $v_m$  і коливань робочого органу  $v_k$  співпадають та  $v_k \geq v_m$ , для інженерних розрахунків можна прийняти силу опору ґрунту,  $H$ ,

$$P = \frac{UK_d S}{2(v_m + v_k)k_\alpha},$$

де  $S$  - площа контакту робочого органу з ґрунтом для робочого

органу на рисунках, 3.1, а і 3.1, б.

$$S = \frac{hd}{\sin \alpha'} ;$$

для робочого органу на рис. 2, б

$$S = \frac{hd}{2 \sin \alpha' \sin \frac{\alpha''}{2}} .$$

### 3.2.2 Питомий опір руйнуванню

$$K = \frac{\gamma}{g} (1-n)(1+W)v^2 + \sigma\varepsilon ,$$

де  $\gamma$  - питома вага ґрунту;

$g$  - прискорення вільного падіння;

$$v = v_i + v_e ;$$

$$\gamma = \frac{Ig}{(1-n)(1+W)} .$$

3.2.3 Знайти швидкість переміщення деформацій у середовищі (див. роботу 2, п. 2.2.1).

### 3.2.4 Швидкість коливань робочого органу

$$v_k = A\omega ,$$

де  $\omega$  - частота коливань;

$v$  - швидкість проникнення робочого органу (див. таблицю 3.1);

$\delta$  - глибина проникнення за один удар (див. роботу 3, п. 2.2.4, б).

$$\omega = \sqrt{\frac{v^2}{2\delta^2}} .$$

### 3.2.5 Амплітуда коливань



$$A = \frac{mv^3 k_\alpha}{UK_D S}.$$

3.2.6 З урахуванням сили тертя робочого органу  $P_k$ , наприклад, касети кабелеукладаючого ножа об ґрунт (рисунок 3.1, б), загальний опір ґрунту

$$T = P + P_k,$$

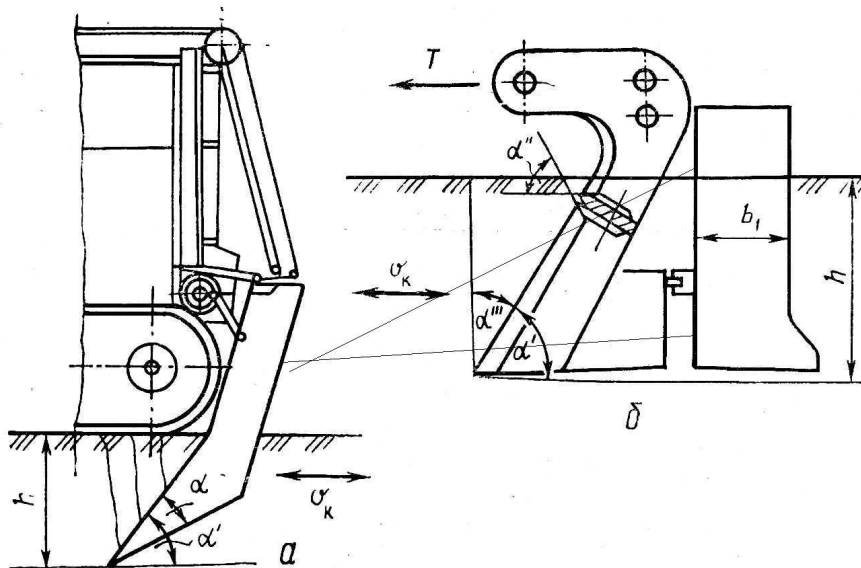
де

$$P_k = 0,15 P f S_k,$$

де  $f$  - коефіцієнт тертя (див. таблицю 3.1);

$S_k$  - бічна площа касети,

$$S_k = 2hb_1.$$



а – із пласким робочим органом для розпушування ґрунтів;

б – із клиновим робочим органом і касетою кабелеукладача

Рисунок 3.1 - Схема вібраційної землерийної машини  
незалежної дії

3.2.7 Потужність для вібраційного приводу робочого органу, кВт,

$$N_B = P v_k .$$

3.2.8 Загальна потужність привода машин, (рисунок 3.1, а) кВт,

$$N = T(v_m + v_k) .$$

3.2.9 Продуктивність машини, м<sup>3</sup>/Год,

$$П = 3600 v_m k_B h d .$$

### 3.3 Хід виконання роботи

3.3.1 За вказаним викладачем варіантом визначити опір ґрунтів руйнуванню.

3.3.2 Розрахувати робочі режими і продуктивність землерийних машин вібраційної дії.

### 3.4 Оформлення роботи

3.4.1 У звіті необхідно нарисувати схему вібраційної землерийної машини незалежної дії та проставити позначення.

3.4.2 Розрахункову частину звіту виконати з вихідними даними заданого варіанта

3.4.3 Результати розрахунків записати до зведеної таблиці 3.2

3.4.4 У заключній частині звіту зробити висновки за результатами контрольної роботи.

Таблиця 3.2 - Зведена таблиця

$v$	$K$	$U$	$v_k$	$A$	$T$	$N_B,$ кВт	$N,$ кВт	$P_e,$ м <sup>3</sup> /ГОД

## 4 ВИБІР ПАРАМЕТРІВ МАШИН ТРАМБІВКИ УДАРНОЇ ДІЇ

### 4.1 Завдання

Визначити енергію одиничного удару; розрахувати швидкість розповсюдження деформацій в ґрунті; знайти глибину ущільненої зони ґрунту за один удар; визначити продуктивність машини.

Дані для розрахунку наведені в таблиці 4.1. Номер варіанта контрольної роботи визначається викладачем за таблицею 4.1. Розрахунки записати до таблиці 4.2.

### 4.2 Методика розрахунку

Основними параметрами машин є: швидкість удару  $v_{y\delta}$  м/с; енергія удару  $E_{y\delta}$ , Дж; питомий динамічний опір ґрунту  $K_d$ , Па; глибина ущільненої зони ґрунту  $\delta$ , м; продуктивність машини, м<sup>3</sup>/год.

4.2.1 Визначити швидкість удару вільнопадаючої трамбувальної плити, м/с,

$$v_{y\delta} = \sqrt{2gH},$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння;

$H$  - висота підйому трамбувальної плити, м (див. таблицю 4.1).

4.2.2 Енергія одиничного удару, Дж,

$$E_{y\delta} = \frac{mv_{y\delta}^2}{2},$$

де  $m$  - маса трамбувальної плити, кг (див. таблицю 4.1).

Таблиця 4.1 - Вихідні дані

ВаріантаНомер	$\sigma$ , Па*10 <sup>3</sup>	$H$ , м	$m$ , т	$S = a^2$ , м <sup>2</sup>	$I$ , т/м <sup>3</sup>	$n$ , 1/с	$\varepsilon$
1	60	2,5	1,1	1,4	2,1	0,3	0,08
2	70	3,5	1,2	1,5	2,2	0,4	0,05
3	80	2,0	1,3	1,6	2,3	0,3	0,06
4	90	2,5	1,4	1,1	2,4	0,4	0,06
5	100	2,0	1,5	1,2	2,5	0,3	0,05
6	110	3,5	1,6	1,3	1,1	0,4	0,06
7	120	3,0	1,1	1,4	1,2	0,3	0,07
8	130	2,5	1,2	1,5	1,3	0,2	0,05
9	140	3,0	1,3	1,6	1,4	0,3	0,07
10	150	3,5	1,4	1,0	1,5	0,4	0,05
11	160	2,0	1,5	1,1	1,6	0,2	0,08
12	170	3,5	1,6	1,2	1,7	0,3	0,07
13	180	3,0	1,5	1,3	1,8	0,4	0,08
14	190	2,5	1,4	1,4	1,9	0,2	0,09
15	195	3,0	1,3	1,5	2,1	0,3	0,08
16	196	3,5	1,2	1,6	2,2	0,4	0,08
17	197	2,0	1,1	1,1	2,3	0,2	0,07
18	180	3,5	1,2	1,2	2,4	0,3	0,06
19	170	3,0	1,3	1,3	2,1	0,4	0,07
20	180	2,5	1,4	1,4	2,2	0,2	0,08
21	170	3,0	1,5	1,1	1,6	0,3	0,09
22	160	2,5	1,6	1,2	1,7	0,4	0,08
23	150	3,0	1,5	1,3	1,8	0,8	0,07
24	140	3,0	1,4	1,4	1,9	0,3	0,07
25	120	2,0	1,0	1,2	1,7	0,3	0,05
26	140	1,5	1,2	1,1	1,6	0,4	0,06
27	160	3,0	1,4	1,2	1,5	0,2	0,07
28	180	2,8	1,6	1,3	1,4	0,8	0,08
29	170	2,5	1,2	1,4	1,8	0,3	0,06
30	150	2,0	1,1	1,1	1,7	0,2	0,05

#### 4.2.3 Швидкість розповсюдження деформації у ґрунті, м/с,

$$U = \sqrt{\frac{\sigma(1-\mu)}{\varepsilon I(1-\mu-2\mu^2)}},$$

де  $\sigma$  - межа міцності ґрунту на стиснення при трамбуванні, Па\*10<sup>3</sup>  
(див. таблицю 4.1);

$\mu = 0,2 \dots 0,3$  - коефіцієнт поперечної деформації ґрунту;

$\varepsilon$  - відносна деформація ґрунту (див. таблицю 4.1);

$I$  - щільність ґрунту, т/м<sup>3</sup> (див. таблицю 4.1).

#### 4.2.4 Питомий динамічний опір ґрунту, Па,

$$K = I v^2 + \varepsilon \sigma.$$

4.2.5 Глибина ущільненої зони ґрунту за один удар плоским робочим органом

$$\delta = \frac{2E_{y\delta} v_{y\delta}}{SK_{\delta} U},$$

де  $S$  - площа трамбувальної плити (див. таблицю 4.1).

#### 4.2.6 Продуктивність машини, м<sup>3</sup>/год:

$$\Pi = \frac{n(a-b)^2 \delta}{n_1} k_{\varepsilon},$$

де  $n$  - кількість ударів за 1 с (див. таблицю 4.1);

$a$  - розмір опорної поверхні плити (див. таблицю 4.1);

$b = 0,2$  м - ширина перекриття змінних смуг ущільнення;

$n_1 = \frac{h}{\delta}$  - кількість ударів по одному місцю при заданій глибині  
ущільнення  $h = 0,8$  м;

$k_{\varepsilon} = 0,8 \dots 0,85$  - коефіцієнт використання машини в часі.

### 4.3 Хід виконання роботи

4.3.1 За вказаним викладачем варіантом визначити енергію одиничного удару.

4.3.2 Розрахувати швидкість розповсюдження деформацій у ґрунті.

4.3.3 Знайти глибину ущільненої зони ґрунту за один удар.

4.3.4 Визначити продуктивність машини.

### 4.4 Оформлення роботи

4.4.1 У звіті необхідно нарисувати схему машин трамбівок ударної дії.

4.4.2 Розрахункову частину звіту виконати з вихідними даними заданого варіанта.

4.4.3 Результати розрахунків записати до зведеної таблиці 3.2.

4.4.4 У заключній частині звіту зробити висновки за результатами контрольної роботи.

Таблиця 4.2 - Зведена таблиця

$v_{yo}$ , м/с	$E$ , Дж	$U$ , м/с	$K$	$\delta$	$\Pi_e$ , м <sup>3</sup> /ГОД

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Ветров Ю.А., Баладинский В.Л. Машины для специальных земляных работ. – К.: Высшая школа, Головное изд-во, 1980.

2 Гаркави Н.Г., Аринченков В.И., Карпов В.В. и др. Машины для земляных работ. - М.: Высшая школа, 1982.

3 Алексеева Т.В., Артемьев К.А., Бромберг А.А и др. Дорожные машины. Ч.1: Машины для земляных работ Учебник для вузов.: - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1972.- 504 с.

4 Зеленин А.Н. Машины для земляных работ: Учеб. пособ. для вузов. - М.: Машиностроение, 1972.

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики базових тракторів

Показники	ДТ-75	Т-74-С9	Т-4А	Т-100МЗ	Т-130	Т-180	ДЭТ-250	Т-150К	Т-220
Потужність двигуна, кВт	55	55	100	74	118	130	220	120	160
Тяговий клас, кН	30	30	40	100	100	150	250	30	150
Швидкість руху, км/год									
уперед	5; 5,58 6,21; 6,9 7,67	2,14-10,6	3,74; 4,03 4,66; 5,2 6,35; 7,37 8,53; 9,52	2,36; 3,78 4,51; 6,45 10,15	3,7; 4,4 5,13 6,1 7,44 8,87 10,27; 12,2	2,86; 5,06 6,9 9,46 13,09	робоча 2,3-15 транспортна 3,5-24,5	8,53; 0,8; 11,40 13,38; 18,55	10,08 17,6
назад	3,42-4,28	1,76-5,86	4,96; 5,47 6,34; 7,04	2,79; 4,46; 4,46 5,34; 7,16	3,56; 4,96 7,14; 9,9	3,21-8,19	то же	0-14,6 24,90; 29,12	
Габаритні розміри, м:									
довжина	3075	3600	4475	4313	4390	5800	6236	5885	5180
ширина	1740	1840	1952	2460	2475	2740	3160	2220	2795
висота	2273	2300	2568	3059	3080	2800	3180	2825	3020
Маса трактора, т	5,6	5,9	8	12,1	14	14,35	25	7,4	17



