

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

**Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний
технічний університет імені Івана Пулюя**

Механіко-технологічний факультет

Кафедра будівельної механіки

**Методичні вказівки
до практичних занять з дисципліни
«Будівельна техніка»
для студентів денної форми навчання**

**Напрямок підготовки 6.060101
«Будівництво»**

Тернопіль
2013

УДК 69.002.5

ББК 38.6-5

M54

M54

Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Будівельна техніка» для студентів денної форми навчання /укладачі: канд. техн. наук, доц. Я. О. Ковальчук, асист. Д. І. Дубіжанський, асист. А. П. Сорочак, асист. О. П. Конончук. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2013. – 44 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. Ковальчук Я.О.
асистент Дубіжанський Д.І.
асистент Сорочак А.П.
асистент Конончук О.П.

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Пиндус Ю.І.

Затверджено на засіданні кафедри будівельної механіки ТНТУ імені Івана Пулюя, протокол №9 від «27» травня 2013 р.

Розглянуто і затверджено на засіданні методичної комісії механіко-технологічного факультету ТНТУ імені Івана Пулюя. Протокол №7 від «31» травня 2013 р.

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ВИМОГИ	4
Визначення продуктивності й необхідної кількості	
Вправа 1. транспортних одиниць, які обслуговують	5
одноковшовий навантажувач	
Вправа 2. Тяговий розрахунок автомобільного транспорту	8
Вправа 3. Розрахунок стрічкового конвеєра	14
Вправа 4. Розрахунок вантажної лебідки	18
Вправа 5. Визначення продуктивності пролітних кранів	22
Вправа 6. Використання баштового крана	24
Вправа 7. Розрахунок продуктивності бульдозера і вибір	28
базового трактора	
Вправа 8. Розрахунок скреперів	32
Вправа 9. Вибір траншеєкопача та розрахунок тривалості	38
його роботи в умовах експлуатації	
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	43

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА ВИМОГИ

Методичні вказівки розроблено для проведення практичних занять із дисципліни «Будівельна техніка» для студентів бакалаврату напряму 6.060101 «Будівництво».

Для закріплення досліджуваних теоретичних основ з дисципліни «Будівельна техніка» проводяться практичні й самостійні роботи. Результатами є креслення та розрахунки, що закріплюють навички самостійного застосування вивчених теоретичних питань і самостійної інженерної діяльності.

Курс «Будівельна техніка» належить до спеціальних дисциплін для підготовки бакалаврів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво».

Мета курсу «Будівельна техніка» – вивчити призначення, конструкцію, особливості роботи будівельних машин та обладнання, засвоїти методи розрахунку продуктивності будівельної техніки та ін.

Спеціалісти-будівельники мають набути навички правильної експлуатації, своєчасної профілактики і виконання графіків регламентних робіт будівельних машин. Вони повинні брати безпосередню участь у вдосконаленні технології виробництва, поліпшенні конструкції існуючих та створенні нових машин з урахуванням постійного зростання об'ємів виробництва, підвищення якості і зменшення термінів будівельних робіт.

Після вивчення курсу студенти повинні знати: конструктивні схеми машин та їх роботу; галузі раціонального використання машин, пристроїв та обладнання будівельної техніки; методи й особливості розрахунку продуктивності машин у конкретних умовах; засоби підвищення продуктивності будівельної техніки; основи експлуатації будівельної техніки і правила безпеки.

Програмою дисципліни передбачено вивчення основних характеристик та будови будівельної техніки, застосування цієї техніки в технологічних процесах сучасного будівництва, виконання практичних робіт, вибір і розрахунок продуктивності машин, ознайомлення з правилами експлуатації й техніки безпеки, особливостей охорони довкілля.

Вправа 1. Визначення продуктивності й необхідної кількості транспортних одиниць, які обслуговують одноковшовий навантажувач

1.1. Завдання

Визначити експлуатаційну продуктивність одноковшового навантажувача; знайти необхідну кількість транспортних одиниць, які обслуговують навантажувач.

Вихідні дані для розрахунків наведено в таблиці Таблиця 1.1.

Таблиця 1.1

Вихідні дані

Варіант	Грунт, який розробляється	Марка навантажувача	Марка автомобіля - самоскида	t_1 , с	t_2 , с	t_5 , с	l_1 , м	l_2 , км	l_3 , км
1	Пухкий ґрунт	ТО-7	ЗИЛ-ММЗ-555	4	5	8	6	15	20
2	Вологий пісок	ТО-5	КрАЗ-256Б	5	5	9	5	20	30
3	Гравій	ТО-10	КрАЗ-256Б	6	4	10	2	25	30
4	Щебінь	ТО-21	БелАЗ-549	7	4	10	4	10	15
5	Скельний ґрунт	ТО-24	БелАЗ-548А	4	4	9	5	15	20
6	Пухкий ґрунт	ГО-5	КрАЗ-256Б	5	4	8	5	20	25
7	Вологий пісок	ТО-8	КрАЗ-256Б	6	4	8	6	25	30
8	Гравій	ТО-10	МАЗ-525	7	6	9	8	30	40
9	Щебінь	ТО-11	МАЗ-525	5	6	9	7	35	45
10	Скельний ґрунт	ТО-21	БелАЗ-549	6	6	10	4	20	30
11	Пухкий ґрунт	ТО-8	КрАЗ-256Б	7	6	8	5	30	35
12	Гравій	ТО-11	МАЗ-525	4	6	9	6	20	20
13	Вологий пісок	ТО-7	ЗИЛ-ММЗ-555	5	5	10	4	10	15
14	Щебінь	ТО-8	КрАЗ-256Б	4	5	9	5	15	20
15	Скельний ґрунт	ТО-24	БелАЗ-548А	5	5	10	6	25	30
16	Вологий пісок	ТО-11	КрАЗ-256 Б	6	5	8	4	20	25
17	Гравій	ТО-12	КрАЗ-256Б	5	5	8	5	25	30
18	Щебінь	ТО-24	БелАЗ-548А	4	4	9	6	30	35
19	Скельний ґрунт	ТО-8	КрАЗ-256Б	5	4	10	7	35	40
20	Пухкий ґрунт	ТО-5	КрАЗ-256Б	6	4	10	4	40	45
21	Гравій	ТО-17	ГАЗ 53Б	6	4	9	5	15	20
22	Щебінь	ТО-11	КрАЗ-256Б	5	4	8	4	20	25
23	Скельний ґрунт	ТО-24	БелАЗ-548А	4	6	9	6	25	30
24	Пухкий ґрунт	ТО-10	МАЗ-503Б	7	6	40	7	30	30
25	Вологий пісок	ТО-7	ГАЗ-53Б	4	6	8	8	35	35
26	Щебінь	ТО-11	МАЗ-503Б	5	6	9	4	15	20
27	Гравій	ТО-8	КрАЗ-2 56	6	6	10	5	20	25
28	Вологий пісок	ТО-17	ЗИЛ-ММЗ-585А	5	4	8	4	30	35
29	Скельний ґрунт	ТО-24	БелАЗ-548А	4	4	9	6	35	40
30	Щебінь	ТО-10	МАЗ-525	7	5	10	8	10	15

1.2. Методика розрахунку

1. Експлуатаційна продуктивність однокоровшого навантажувача за годину, м³/год

$$P_{\text{експл}} = \frac{3600 \cdot q k_n}{k_p t_{\text{ц}}}, \quad (1.1)$$

де q – геометрична місткість ковша навантажувача, м³ (табл. 1.2); k_n – коефіцієнт наповнення ковша навантажувача; k_p – коефіцієнт розпушення ґрунту; $t_{\text{ц}}$ – час робочого циклу навантажувача, с.

Таблиця 1.2

Характеристики однокоровшових навантажувачів

Показник	ТО-7	ТО-12	ТО-Ю	ТО-5	ТО-17	ТО-11	ТО-8	ТО-24	ТО-21
Місткість ковша, м ³	1,0	1,5	2,0	2,5	1,0	2,0	2,8	5,0	7,5
Швидкість пересування, км/год:									
- вперед	3,55... 19,24	2,89... 74	3,84... 10,65	2,74... 12,5	0...32,9	0...40	0...40	0... 2,56... 13,46	0...7... 43
- назад	4,44	4,07...6,11	6,25... 8,63	3,08... 7,83	0...21	0...40	0...40	0... 3,56... 13,46	0...25

Значення коефіцієнта k_n наведено у табл. 1.3. Середнє значення коефіцієнта розпушення k_p для різних видів ґрунтів має такі значення: пісок – 1,1...1,5; гравійно-щебеневі ґрунти – 1,16... 1,15; пухкий ґрунт – 1,20...1,26; скельний ґрунт – 1,24 ..1,30.

Таблиця 1.3

Коефіцієнт k_n і щільність I різних ґрунтів

Ґрунт	I , т/м ³	k_n
Пухкий	1,6	0,8...0,9
Вологий пісок	1,7	0,75
Гравій	1,8	0,6
Щебінь	1,75	0,5
Скельний ґрунт	1,75	0,4

Час робочого циклу, с

$$t_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^7 t_i,$$

де t_1 – час наповнення ковша (див. табл. 1.1); t_2 – час на від'їзд з вибою (див. табл. 1.1); t_3 – час на під'їзд навантажувача до транспорту.

$$t_3 = \frac{l_1}{v},$$

де l_1 – довжина шляху переміщення до транспорту, м (див. табл. 1.1); v – відповідна швидкість (див. табл. 1.2); t_4 – час розвантаження ($t_4 = 2...3$ с); t_5 – час на під'їзд до вибою (див. табл. 1.1); t_6 – час маневрування ($t_6 = 6...8$ с); t_7 – час на перемикання швидкостей ($t_7 = 5...10$ с).

Навантажувач зазвичай пересувається на першій або другій передачі. Відповідно швидкість для визначення t_3 беруть із технічної характеристики навантажувача відповідно до варіанта табл. 1.1. Технічні характеристики одноковшових навантажувачів наведено у табл. 1.2.

2. Ефективність використання навантажувачів значною мірою залежить від організації їх спільної роботи з транспортними засобами. Як транспортні засоби у даній справі використовують автомобіль-самоскид.

До працюючого навантажувача транспорт необхідно подавати безперервно. Вантажність транспортної одиниці має бути у ціле число разів більшою від маси ґрунту, яка заповнює ківш.

$$n_c = \frac{Q k_p}{q k_n I'} \quad (1.2)$$

де n_c – ціле число вивантажень ґрунту в кузов транспортного засобу; Q – вантажність транспортної одиниці, т (табл. 1.4); I – щільність ґрунту, т/м³ (див. табл. 1.3).

Таблиця 1.4

Основні технічні характеристики автомобіль-самоскидів

Показник	ГАЗ-53Б	ЗІЛ-ММЗ-585	ЗІЛ-ММЗ-555	МАЗ-503Б	КрАЗ-256Б	МАЗ-525	БелАЗ-548А	БелАЗ-549
Вантажність, т	3,5	3,5	4,5	7,0	11,0	25,0	40,0	75,0
Об'єм кузова, м ³	5,9	2,44	3,0	3,8	6,0	14,3	26,0	49,7
Максимальна швидкість, км/год	85	65	80	75	65	30	55	57
Маса в спорядженому стані (без вантажу), кг	3750	4175	4575	6750	11400	24380	26925	52800

3. Кількість транспортних одиниць, які обслуговують навантажувач,

$$n_0 = \frac{P_{\text{експл}} t'_{\text{ц}} \cdot I}{Q k'_B} \quad (1.3)$$

де $P_{\text{експл}}$ – експлуатаційна продуктивність навантажувача на годину, т/год; $t'_{\text{ц}}$ – час циклу транспортної одиниці без урахування часу простою під завантаженням

$$t'_{\text{ц}} = \frac{l_2}{v_{\text{зав}}} + \frac{l_3}{v_{\text{х.х.}}} + t_p + t_{\text{пов}} \quad (1.4)$$

де l_2, l_3 – довжина шляху переміщення навантаженого і порожнього транспорту, км (див. табл. 1.1); $v_{\text{зав}}, v_{\text{х.х.}}$ – середні швидкості руху завантаженого й порожнього транспорту, км/год. Для обчислень взяти $v_{\text{зав}} = 20$ км/год; $v_{\text{х.х.}} = 30$ км/год; $t_p = 0,005...0,02$ – час розвантаження транспорту, год; $t_{\text{пов}} = 0,009...0,013$ – час повороту транспортного засобу, год; $k'_B = 0,85...0,9$ – коефіцієнт використання транспорту.

Вправа 2. Тяговий розрахунок автомобільного транспорту

2.1. Завдання

Провести тяговий розрахунок автомобільного транспорту, розрахувати швидкість та час руху автомобіля на окремих ділянках траси і загалом за рейс. Знайти технічну та змінну продуктивність і змінний пробіг автомобіля.

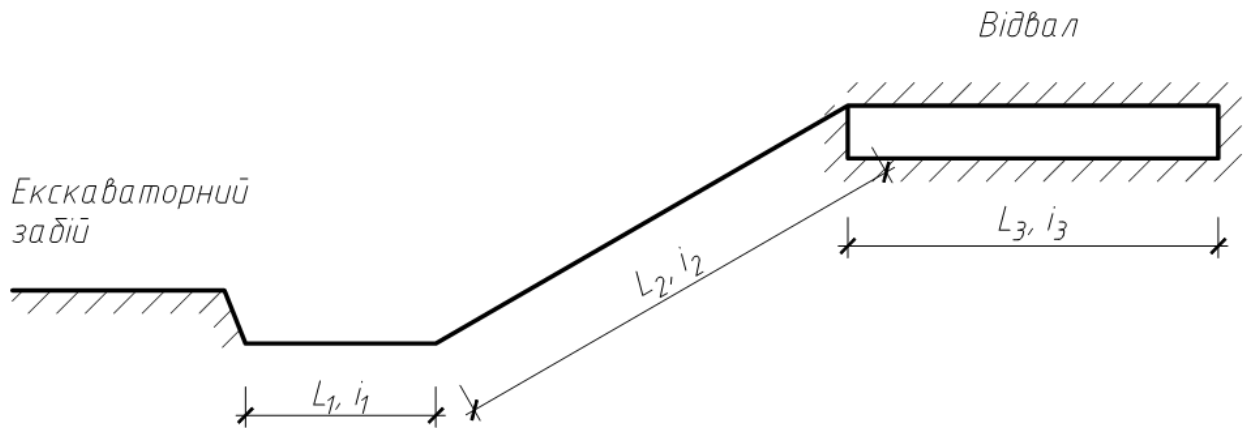


Рис. 2.1. Схема траси руху автосамоскида

Вихідні дані для розрахунку наведено в табл. 2.1 – 2.3.

Таблиця 2.1

Коефіцієнт завантаження автомобіля $k_{зав}$

Варіант	$k_{зав}$
1 – 5	1
6 – 10	0,9
11 – 15	0,8
15 – 20	0,7
21 – 25	0,6
26 – 30	0,5

Таблиця 2.2

Характеристика траси

Варі- ант	Довжина ділянки, м			Підйом (ухил) ділянки		
	l_1	l_2	l_3	i_1	i_2 (-)	i_3
1	400	1600	300	0,02	0,06	0,045
2	450	1700	400	0,08	0,07	0,035
3	500	1800	500	0,04	0,11	0,065
4	550	2000	300	0,025	0,08	0,055
5	800	2500	450	0,03	0,05	0,02
6	650	3000	500	0,035	0,045	0,07
7	700	1600	350	0,06	0,08	0,045
8	750	1700	400	0,04	0,075	0,03
9	800	1750	350	0,02	0,055	0,025
10	850	1900	300	0,07	0,07	0,04
11	900	2400	450	0,05	0,1	0,06
12	950	1600	300	0,03	0,055	0,065
13	650	2000	550	0,025	0,06	0,07
14	400	1850	350	0,065	0,085	0,03
15	850	2300	450	0,075	0,04	0,025
16	400	2500	600	0,03	0,12	0,05
17	500	1600	400	0,045	0,065	0,075
18	750	2100	550	0,04	0,07	0,035
19	450	1900	300	0,035	0,095	0,05
20	900	1650	450	0,08	0,07	0,06
21	450	2000	300	0,065	0,09	0,035
22	500	1400	350	0,04	0,05	0,04
23	700	1500	500	0,04	0,075	0,08
24	650	1700	650	0,025	0,065	0,045
25	600	1800	450	0,045	0,08	0,03
26	550	2000	550	0,05	0,11	0,06
27	700	1750	500	0,025	0,085	0,05
28	550	2100	600	0,05	0,06	0,075
29	600	1800	400	0,06	0,1	0,04
30	700	2200	650	0,055	0,09	0,055

Таблиця 2.3

Характеристика рухомого складу

Варіант	Марка	Зчіпна вага, т	Повна вага, т	Вантажо-підйомність, т	Тривалість		Шлях гальмування, м
					завантаження, с	розвантаження, с	
1-10	МАЗ-5549	10	15,25	8	135	80	7
11-20	КрАЗ-256Б	19	23	12	140	100	8
21-30	БелАЗ-540	32,4	48	27	300	120	15

2.2. Методика розрахунку

1. Перевіряємо можливість руху автосамоскида по зчепленню на кожній ділянці руху, виходячи із руху зі встановленою швидкістю за формулою

$$\varphi G_{зч} = G(f + i), \quad (2.1)$$

де φ – коефіцієнт зчеплення шин з покриттям дороги (табл. Таблиця 2.4); $G_{зч}$ – зчіпна вага автосамоскида, дан (кгс) (табл. 2.3); G – повна вага навантаженого автосамоскида, дан (кгс), (табл. 2.3); f – основний питомий опір руху на горизонтальному шляху (табл. 2.4); i – заданий підйом ділянки (див. табл. 2.2).

Таблиця 2.4

Основний питомий опір руху f та коефіцієнт зчеплення φ

Ділянка дороги	Питомий опір руху, f	Коефіцієнт зчеплення шин з покриттям дороги, φ
1. Забійна	0,04...0,05	0,2
2. Щебенева	0,02...0,03	0,3
3. Відвальна	0,06...0,07	0,2

2. Визначаємо швидкість руху навантаженого автосамоскида на кожній ділянці траси за його динамічною характеристикою D , виходячи з того, що динамічний фактор при усталеному русі (тобто при постійній швидкості) чисельно дорівнює

$$D = f + i. \quad (2.2)$$

Динамічні характеристики автомобілів МАЗ-503А, КрАЗ-256Б, БелАЗ-540 наведено на рис. 2.2 ...2.4.

3. Визначаємо швидкості руху порожнього автосамоскида. При

$$D_0 = f - i > 0 \quad (2.3)$$

користуємося шкалою динамічного фактора порожнього самоскида D_0 (рис. 2.2 ... 2.4). Якщо $D_0 = f - i < 0$, швидкість автомобіля розраховуємо за формулою, км/год

$$v = 3,6\sqrt{g \cdot S_r \cdot (\varphi + f - i)}, \quad (2.4)$$

де g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81$ м/с²; S_r – гальмівний шлях автосамоскида, м (див. табл. 2.2); φ – коефіцієнт зчеплення (див. табл. 2.3).

4. Час проходження кожної ділянки траси завантаженим та порожнім автомобілем, с

$$t_i^{\text{зав}} = \frac{3.6l_i}{0.9v_i}; \quad (2.5)$$

$$t_i^{\text{пор}} = \frac{3.6l_i}{0.9v_i^{\text{пор}}}, \quad (2.6)$$

де l_i – довжина ділянки траси, м (див. табл. 2.2); $v_i^{\text{зав}}$ – швидкість завантаженого автомобіля на i -й ділянці, м/с; $v_i^{\text{пор}}$ – швидкість порожнього автомобіля на i -й ділянці, м/с; 0,9 – коефіцієнт, який враховує витрати часу на прискорення та уповільнення руху.

Розрахункові дані оформити згідно з табл. 2.5.

Таблиця 2.5

Розрахункові величини часу проходження ділянок траси автомобілем

Позначення ділянки	Довжина ділянки, м	Підйом (ухил) ділянки		(D)	Швидкість пробігу ділянки, км/год	Час пробігу ділянки, с
Завантажений автомобіль						
l_1						
l_2						
l_3						
						$\sum t_i^{\text{зав}} =$
Порожній автомобіль						
l_1						
l_2						
l_3						
						$\sum t_i^{\text{пор}} =$

5. Тривалість одного рейсу T_p автомобіля, с

$$T_p = \sum t_i^{\text{зав}} + \sum t_i^{\text{пор}} + t_1 + t_2, \quad (2.7)$$

де t_1, t_2 – відповідно тривалість завантаження і розвантаження автомобіля, с (див. табл. 2.3).

6. Технічна продуктивність $\Pi_{\text{техн}}$ автомобіля, т/год

$$\Pi_{\text{техн}} = \frac{3600 * Qk_{\text{зав}}}{T_p}, \quad (2.8)$$

де Q – маса вантажу в автомобілі, т (див. табл. 2.3); $k_{\text{зав}}$ – коефіцієнт завантаження, див. табл. 2.1; T_p – тривалість одного рейсу автомобіля, год.

7. Кількість ходок n_x автомобіля за зміну

$$n_x = \frac{Tk_B}{T_p}, \quad (2.9)$$

де T – нормативний змінний час, $T = 8 \text{ год.} = 28800 \text{ с}$; k_B – коефіцієнт використання змінного часу, $k_B = 0,8 \dots 0,9$. Отриманий результат заокруглюємо до цілого значення.

8. Змінна продуктивність $\Pi_{\text{змін}}$ автомобіля, т/зм

$$\Pi_{\text{змін}} = n_x Q. \quad (2.10)$$

9. Пробіг $L_{\text{змін}}$ автомобіля за зміну, м

$$L_{\text{змін}} = n_x \cdot 2(l_1 + l_2 + l_3). \quad (2.11)$$

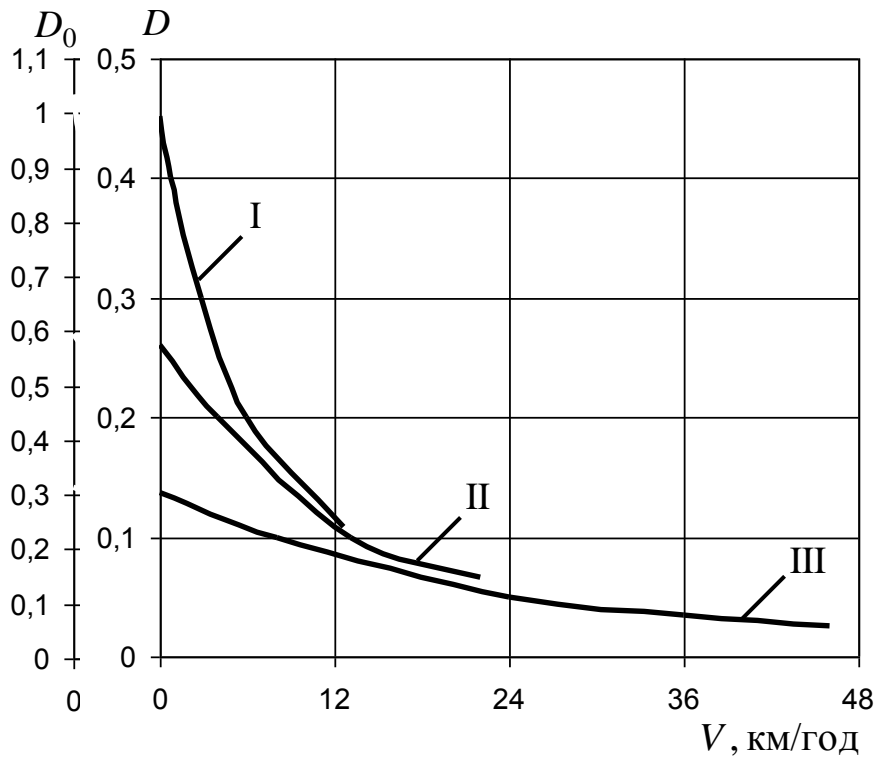


Рис. 2.2. Динамічна характеристика автосамоскида БелАЗ-540:
 D_0 – для порожнього; D – для завантаженого

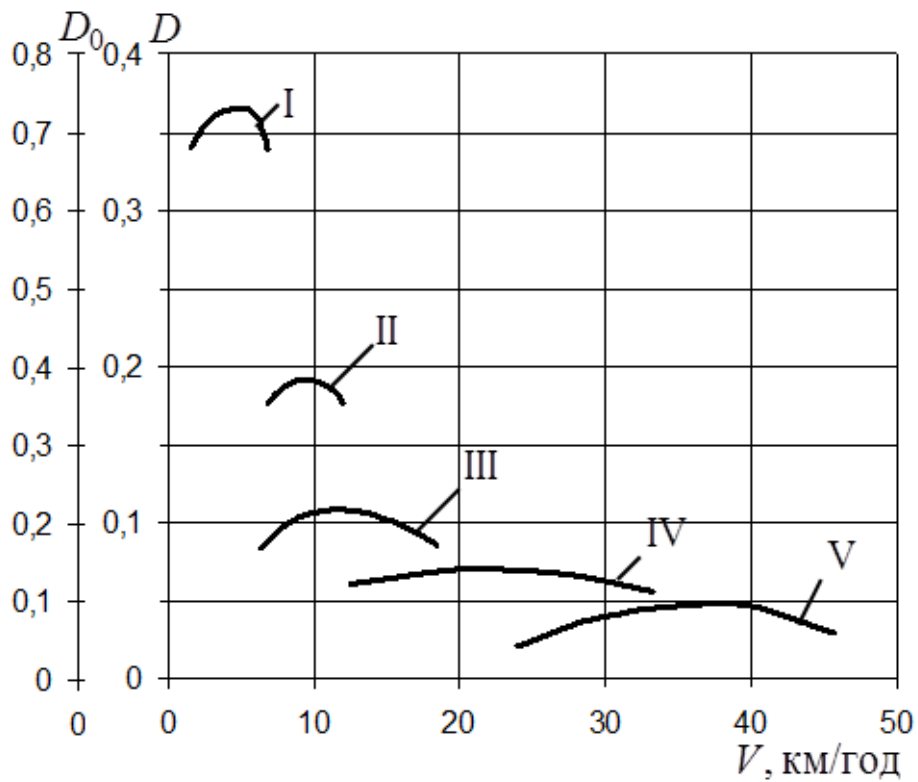


Рис. 2.3. Динамічна характеристика автосамоскида КрАЗ-256Б:
 D_0 – для порожнього; D – для завантаженого

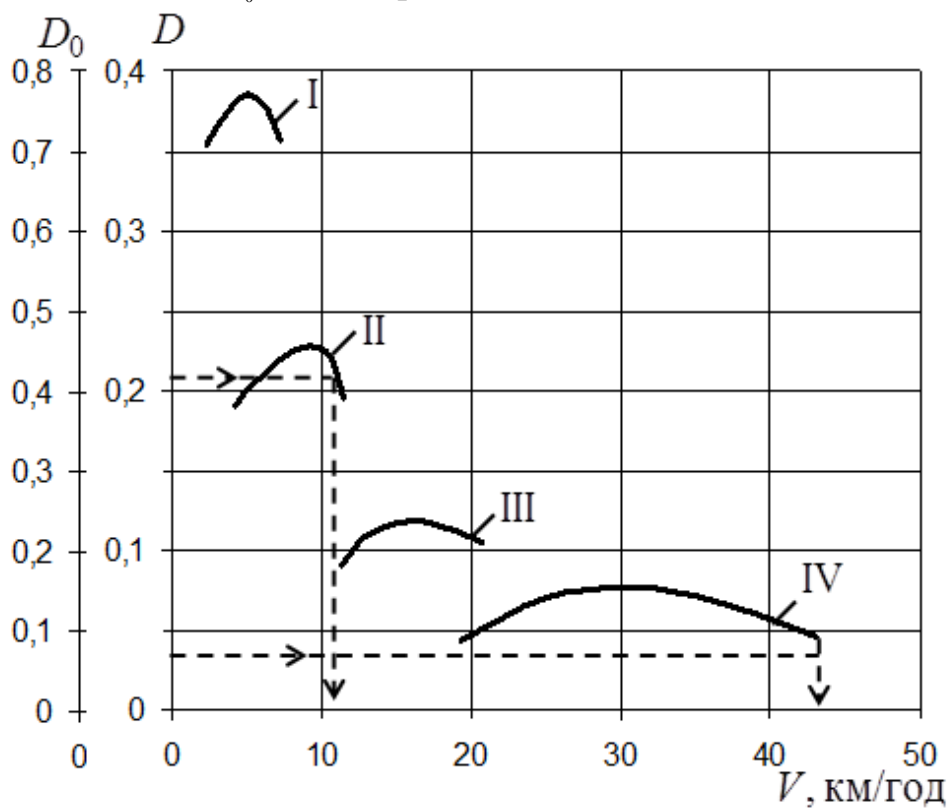


Рис. 2.4. Динамічна характеристика автосамоскида МАЗ-5549:
 D_0 – для порожнього; D – для завантаженого

Вправа 3. Розрахунок стрічкового конвеєра

3.1. Завдання

Розрахувати потрібну довжину конвеєра та ширину стрічки. Визначити потужність привода. Вибрати потрібний конвеєр.

Вихідні дані для розрахунків наведено в таблиці 3.1.

3.2. Методика розрахунку

Будівельні стрічкові конвеєри виготовляють пересувними (рис. 3.1) та стаціонарними (рис. 3.2). Їх технічні характеристики наведено у табл. 1.1.

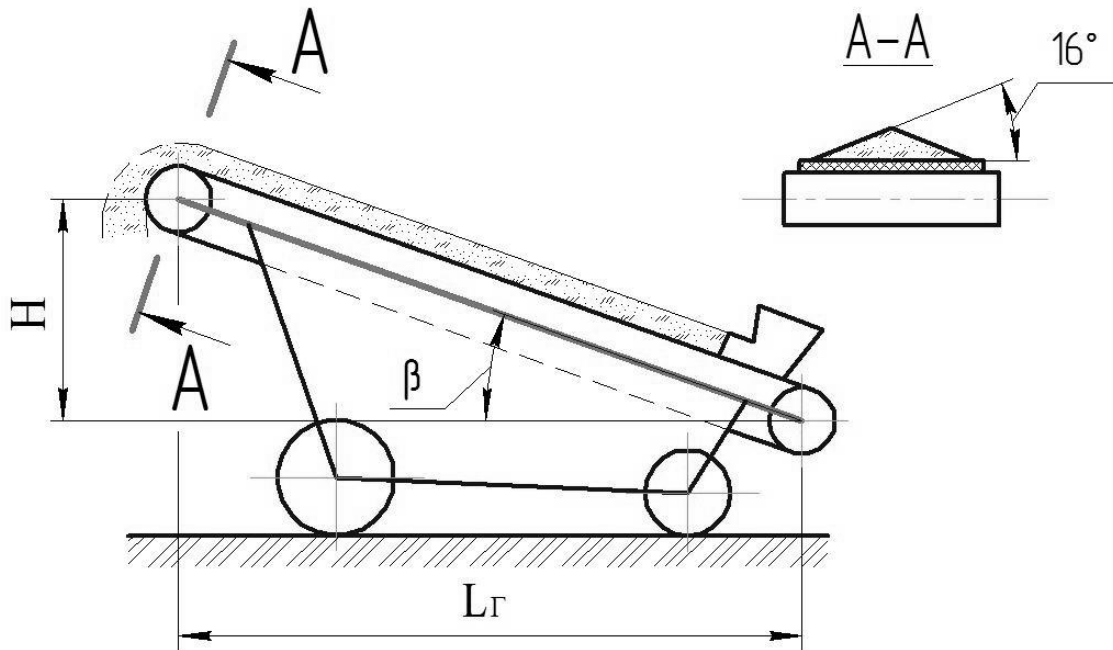


Рис. 3.1. Схема пересувного конвеєра

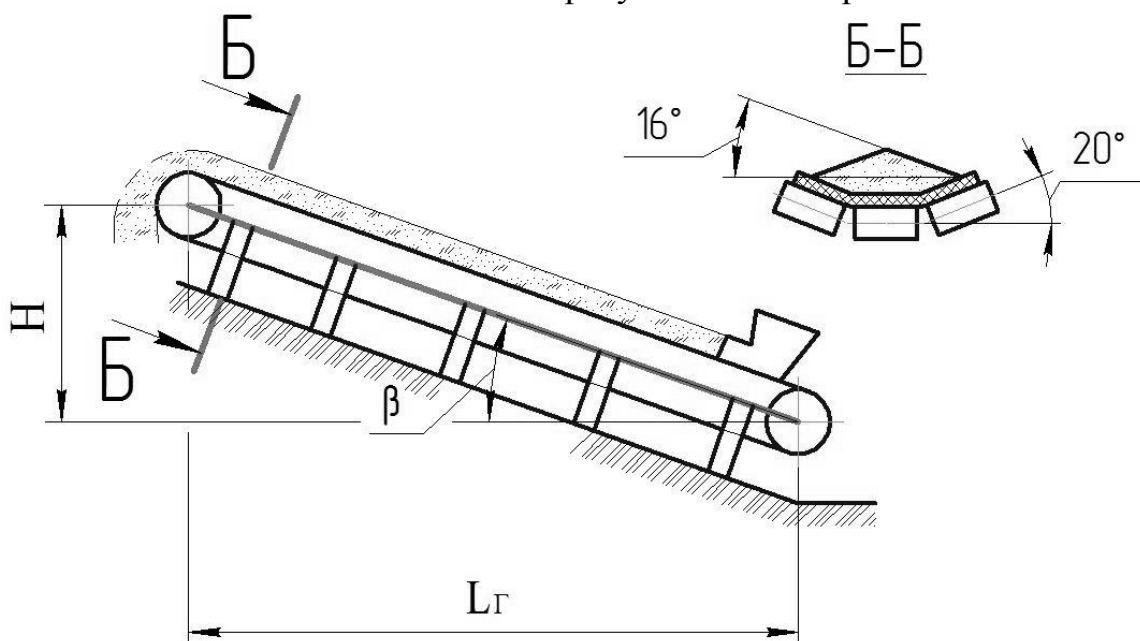


Рис. 3.2. Схема стаціонарного конвеєра

Таблиця 3.1

Вихідні дані

Варіант	Тип конвеєра	Продуктивність $P_{\text{техн}}$, т/год	Висота підйому вантажу H , м	Довжина транспортування по горизонталі L_T , м	Тип матеріалу вантажу; насипна маса γ , кг/м ³	Максимальний розмір найбільшого чи типового куска a , мм
1	Стационарний	100	21,7	76,1	Щебінь рядовий; 1750	50
2		100	18,6	66,6		55
3		120	15,5	57,1		60
4		160	12,5	47,5		65
5		180	9,4	37,9		70
6		200	6,3	28,5		75
7		100	5,2	19,1		80
8		120	21,5	75,1	55	
9		140	18,5	66,9	Гравій сортований; 1900	60
10		160	15,4	56,1		65
11		180	12,4	46,5		70
12		200	10,3	37,5		75
13		100	9,2	28,6		80
14		120	6,5	20,1		55
15		140	12,9	76,2		60
16	Пересувний	120	4,5	14,3	Щебінь сортований; 1800	65
17		140	3,1	9,5		70
18		60	1,5	4,8		75
19		80	2,5	4,4		80
20		100	4,4	14,4		55
21		120	3,1	9,6		60
22		140	1,4	4,9		65
23		60	2,4	4,5	70	
24		80	4,5	14,3	Гравій рядовий; 1800	75
25		100	3,1	9,5		55
26		120	1,5	4,8		60
27		140	2,5	4,4		65
28		60	4,4	14,4		70
29		80	3,1	9,6		75
30		100	1,4	4,9		80

1. Визначаємо довжину транспортера L , м

$$L = \sqrt{H^2 + L_T^2}, \quad (3.1)$$

де H – висота підйому вантажу, м (табл. 3.1); L_r – довжина переміщення по горизонталі м (табл. 3.1).

2. Визначаємо кут нахилу конвеєра β , град

$$\beta = \arctg \frac{H}{L_r}. \quad (3.2)$$

3. За отриманими геометричними параметрами транспортування попередньо вибираємо тип конвеєра (табл. 3.2, допускається відхилення розрахункових значень від табличних до 10 – 15%).

Таблиця 3.2

Технічні характеристики будівельних стрічкових конвеєрів

Показники	Стационарні			Пересувні			
	ТК-1Б	ТК-2Б	ТК-11А	ТК-12А	ТК-13	ТК-13-1	ТК-14
Довжина, м	80	40	10	15	5	5	10
Ширина стрічки B , мм	600	600	600	600	500	500	500
Тип стрічки	Гладка	Гладка	Гладка	Гладка	Гладка	3 ребр.	Гладка
Швидкість руху стрічки v , м/с	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Допустимий кут нахилу транспортера β , град.	10	10	20	20	20	30	20
Потужність електродвигуна, кВт	7,5	5,5	2,2	4,0	1,5	2,8	2,2
Габаритні розміри, м:							
довжина	80,5	40,5	10,6	15,4	5,7	5,7	10,6
ширина	1,2	1,2	1,5	2,0	0,9	0,9	1,5
Маса, т	2,8	1,6	0,9	1,2	0,49	0,49	0,62

4. Перевіряємо ширину стрічки B вибраного конвеєра з урахуванням заданої продуктивності та кускуватості.

Розрахункова ширина конвеєра за продуктивністю, м з плоскою стрічкою (див. рис. 3.1)

$$B = \sqrt{\frac{\Pi_{\text{техн}}}{0,16v\gamma}}; \quad (3.3)$$

з жолобчастою стрічкою (див. рис. 3.2)

$$B = \sqrt{\frac{\Pi_{\text{техн}}}{0,16v\gamma(C+1)}}; \quad (3.4)$$

де v – швидкість стрічки, м/с (див. табл. 3.2); C – коефіцієнт, який враховує кут нахилу транспортера (див. табл. 3.3); γ – насипна маса вантажу, кг/м³ (див. табл. 1.1); продуктивність конвеєра $\Pi_{\text{техн}}$, т/год (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.3

Значення коефіцієнта C

Кут нахилу конвеєра β , град	0–10	10–15	15–20	> 20
Коефіцієнт C	1	0,95	0,9	0,85

5. Розрахункова ширина стрічки за кусковатістю, м:

для сортового матеріалу

$$B \geq 3,3a + 0,2; \quad (3.5)$$

для рядового матеріалу

$$B \geq 2a + 0,2, \quad (3.6)$$

де a – розмір найбільшого куса (рядового матеріалу) та середнього типового куса (сортового матеріалу), м (див. табл. 3.1).

Зробити висновок про ширину стрічки вибраного конвеєра.

6. Потужність на переміщення матеріалу, кВт

$$N = N_1 + N_2 + N_3. \quad (3.7)$$

7. Потужність на підйом матеріалу на висоту H , кВт

$$N_1 = \frac{\Pi_{\text{техн}} H}{367}, \quad (3.8)$$

де $\Pi_{\text{техн}}$ – продуктивність конвеєра, т/год (див. табл. 3.1); H – висота підйому вантажу, м (табл. 3.1).

8. Потужність, яка необхідна для переміщення матеріалу по горизонталі, кВт

$$N_2 = \frac{\Pi_{\text{техн}} L_r \omega}{367}, \quad (3.9)$$

де $\omega = 0,03 \dots 0,04$ – загальний коефіцієнт опору руху вантажу по роликоопорах.

9. Потужність, яка витрачається на холостий хід стрічки, кВт

$$N_3 = 0,015 L_r v. \quad (3.10)$$

10. Потужність двигуна конвеєра, кВт

$$P_{\text{дв}} = \frac{k k_0}{\eta} N, \quad (3.11)$$

де k – коефіцієнт, який залежить від довжини конвеєра (табл. 3.3);

k_0 – коефіцієнт встановленої потужності ($k_0 = 1,2 \dots 1,3$);

η – ККД привода ($\eta = 0,8 \dots 0,85$).

11. Зробити висновок щодо вибору конвеєра з урахуванням розрахункових ширини стрічки та потужності двигуна.

Значення коефіцієнта k

Довжина конвеєра L , м	< 15	15 – 40	> 40
Коефіцієнт k	1,5	1,1	1

Вправа 4. Розрахунок вантажної лебідки

4.1. Завдання

Накреслити схему запасування каната згідно зі своїм варіантом; визначити загальний ККД підйомального механізму; підібрати сталевий канат; визначити довжину, діаметр і канатомісткість барабана лебідки; визначити необхідну потужність при сталому русові й вибрати електродвигун; підібрати редуктор.

Вихідні дані для розрахунків наведено в таблиці 4.1.

4.2. Методика розрахунку

1. Згідно з завданням слід накреслити схему поліспасти і визначити його кратність m .

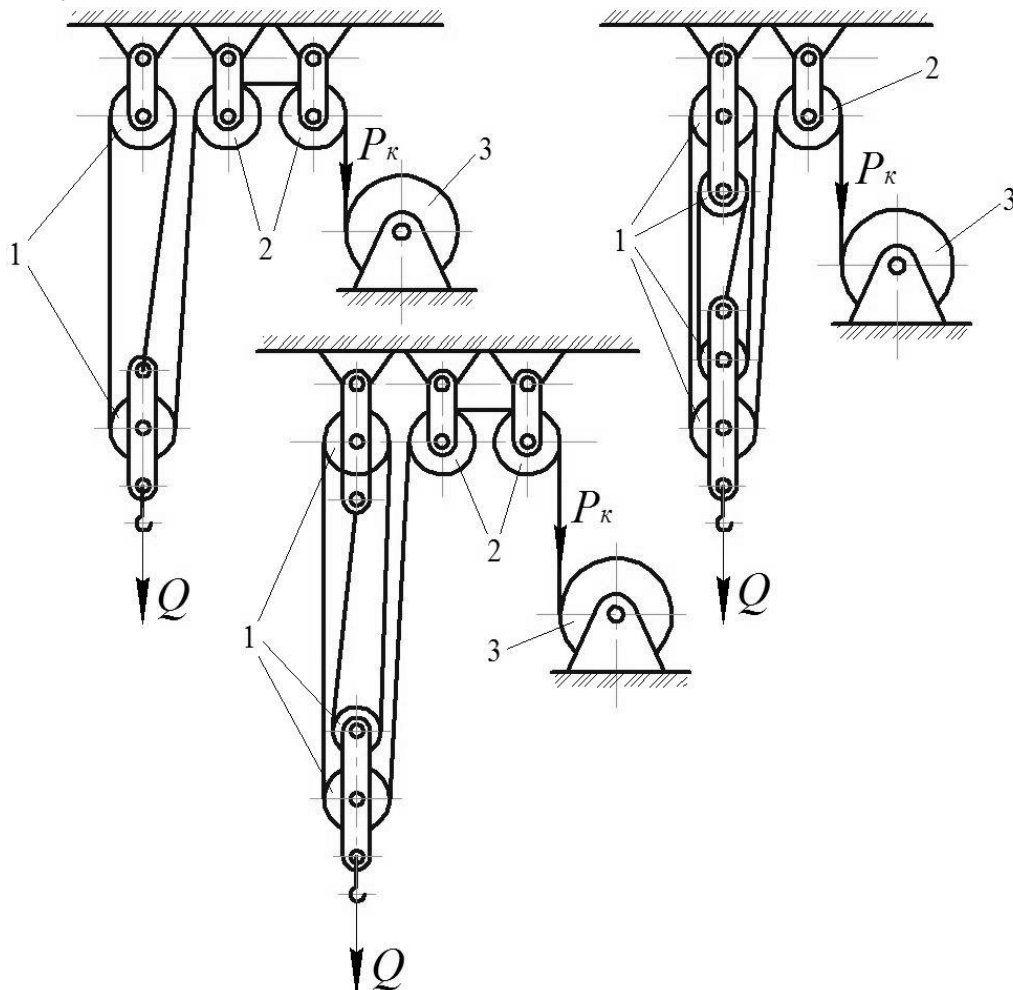


Рис. 4.1. Схема запасовки каната лебідки:
1 – поліспаст; 2 – відхиляючі блоки; 3 – лебідка

Таблиця 4.1

Вихідні дані

Варіант	Схема запасовки каната лебідки (рис. Рис. 3.1)	Маса Q вантажу, кг	Швидкість підйому вантажу v_B , м/с	Висота підйому вантажу H , м	Режим праці лебідки
1	<i>a</i>	1600	0,3	4	Легкий
2	<i>б</i>	1800	0,5	3	
3	<i>в</i>	1800	0,4	4	
4	<i>a</i>	700	0,6	5	
5	<i>б</i>	4400	0,3	4	
6	<i>в</i>	850	0,5	3	
7	<i>a</i>	600	0,6	6	
8	<i>б</i>	2100	0,4	5	
9	<i>в</i>	1850	0,5	4	
10	<i>a</i>	500	0,6	7	
11	<i>б</i>	4300	0,3	6	Важкий
12	<i>в</i>	1900	0,5	5	
13	<i>a</i>	1100	0,4	6	
14	<i>б</i>	900	0,6	5	
15	<i>в</i>	1400	0,3	3	
16	<i>a</i>	1850	0,5	5	
17	<i>б</i>	2900	0,4	4	
18	<i>в</i>	1600	0,6	3	
19	<i>a</i>	2100	0,4	7	
20	<i>б</i>	1800	0,5	6	Середній
21	<i>в</i>	800	0,6	5	
22	<i>a</i>	3000	0,4	6	
23	<i>б</i>	4500	0,3	5	
24	<i>в</i>	2750	0,5	4	
25	<i>a</i>	1950	0,4	6	
26	<i>б</i>	1850	0,5	5	
27	<i>в</i>	1500	0,6	4	
28	<i>a</i>	1800	0,5	8	
29	<i>б</i>	900	0,4	6	
30	<i>в</i>	1850	0,5	4	

2. Визначити зусилля P_K у канаті, Н

$$P_K = \frac{(Q + Q_\Gamma)9,81}{m \eta_{\text{пол}} \eta_{\text{в.б}}^n}, \quad (4.1)$$

де Q – маса вантажу, кг (табл. 1.1); Q_Γ – маса гакової обойми та строп, $Q_\Gamma = 150$ кг; $\eta_{\text{пол}}$ – коефіцієнт корисної дії (ККД) поліспасти

$$\eta_{\text{пол}} = \frac{\eta_{\text{б}} (1 - \eta_{\text{б}}^m)}{m (1 - \eta_{\text{б}})} \quad (4.2)$$

тут $\eta_{\text{б}}$ – коефіцієнт корисної дії блока поліспасти, $\eta_{\text{б}} = 0,96$; $\eta_{\text{в.б}}$ – коефіцієнт корисної дії відхиляючого блока, $\eta_{\text{в.б}} = \eta_{\text{б}}$; n – кількість відхиляючих блоків.

3. Обчислюємо необхідне розривне зусилля R у канаті, Н

$$R = P_k k, \quad (4.3)$$

де k – коефіцієнт запасу, величина якого залежить від режиму роботи лебідки; для легкого режиму праці $k = 5$, для середнього $k = 5,5$, для важкого $k = 6$ (табл. 4.1).

4. Підібрати діаметр каната за найближчим більшим значенням розривного зусилля (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Канати сталеві (ГОСТ 2688-80), ЛК–Р конструкції 6х19

Діаметр каната, мм	Маса 100 м каната, кг	Маркувальна група каната, МПа (Н/мм ²)					
		1470	1568	1666	1764	1862	1960
		Розривне зусилля, Н					
6,9	17,7	—	24000	25500	26300	27450	28700
8,3	25,6	—	34800	36950	38150	39850	41600
9,1	30,5	—	41550	44100	45450	47500	49600
9,9	35,7	—	48850	51850	53450	55950	58350
11	46,2	—	62850	66750	68800	72000	75150
12	52,7	—	71750	76200	78550	81900	85750
13	59,7	76180	81250	86300	89000	92800	97000
14	72,8	92850	98950	105000	108000	112500	118000
15	84,4	107000	114500	122000	125500	133100	137000
16,5	102,5	130000	139000	147500	152000	159000	166000
18,0	122,5	155000	166000	176000	181500	189500	198000
19,5	140,5	179500	191000	203000	209000	218500	228000
21	163,5	208000	222000	236000	243500	254000	265500

5. Визначити найменші допустимі діаметри блоків $D_{\text{бл}}$ і барабана лебідки $D_{\text{б}}$, мм; для умов легкого режиму праці $D_{\text{бл}} \geq 16d_{\text{к}}$; для середнього – $D_{\text{бл}} \geq 18d_{\text{к}}$; для важкого режиму – $D_{\text{бл}} \geq 20d_{\text{к}}$.

$$D_{\text{б}} = 1,35 D_{\text{бл}} \quad (4.4)$$

Діаметри блоків і барабана лебідки призначаємо за умовами найближчого більшого розміру з ряду нормальних стандартних діаметрів, мм: 50; 53; 56; 60; 63; 67; 71; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 320; 360; 400; 450; 500; 560; 630; 710; 800; 900; 1000; 1060; 1130; 1180; 1250; 1320; 1400; 1500; 1600.

6. Обчислюємо довжину барабана, мм

$$L_6 = Z_0 t \leq 3D_6, \quad (4.5)$$

де Z_0 – кількість витків каната на барабані при укладанні його в один шар:

$$Z_0 = \frac{H \cdot m}{\pi(D_6 + d_k)} + Z_{\text{зап}} + Z_{\text{кр}}. \quad (4.6)$$

Тут H – висота підйому вантажу, м (табл. 4.1); D_6 , d_k – діаметри відповідно барабана лебідки та канату, м; $Z_{\text{зап}}$, $Z_{\text{кр}}$ – число, запасних та закріплюючих витків, $Z_{\text{зап}} = 2$, $Z_{\text{кр}} = 2$; t – крок навивки (нарізки канавок) на барабані, $t = d_k + 2$ мм.

Таблиця 4.3

Електродвигуни серії АОП2 з підвищеним пусковим моментом
(виконання закрите)

Типорозмір	P , кВт	n_0 , хв ⁻¹ (при $N_{\text{НОМ}}$)	Типорозмір	P , кВт	n_0 , хв ⁻¹ (при $N_{\text{НОМ}}$)
41–4	4	1440	71–6	17	970
42–4	5,5	1440	72–6	22	970
51–4	7,5	1440	81–6	30	970
52–4	10	1440	82–6	40	970
61–4	13	1440	91–6	55	980
62–4	17	1440	92–6	75	980
71–4	22	1450	41–8	2,2	710
72–4	30	1450	42–8	3,0	710
81–4	40	1470	51–8	4,0	710
82–4	55	1470	52–8	5,5	710
91–4	75	1480	61–8	7,5	720
92–4	100	1480	62–8	10	720
41–6	3	955	71–8	13	730
42–6	4	955	72–8	17	730
51–6	5,5	955	81–8	22	735
52–6	7,5	955	82–8	30	735
61–6	10	970	91–8	40	740
62–6	13	970	92–8	55	740

7. Визначити потрібну потужність P двигуна лебідки, Вт

$$P = \frac{(Q + Q_r) 9,81 v_B}{\eta_{\text{пр}}}, \quad (4.7)$$

де v_B – швидкість підйому вантажу, м/с (табл. 4.1); $\eta_{\text{пр}}$ – коефіцієнт корисної дії привода:

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_{\text{пол}} \eta_{\text{в.б}}^n \eta_{\text{л}}, \quad (4.8)$$

де $\eta_{\text{л}}$ – ККД привода лебідки; $\eta_{\text{л}} = 0,85$.

Вибираємо тип двигуна за даними табл. 4.3. Допускається перевантаження двигуна на 10 ... 12%.

9. Уточнюємо величину довжини $L_{\text{к}}$ каната, м

$$L_{\text{к}} = mH + 4\pi(D_{\text{б}} + d_{\text{к}}). \quad (4.9)$$

Таблиця 4.4

Характеристика редукторів серії Ц2
(потужність на вхідному валу редуктора, кВт)

Редуктор	Частота обертання вхідного вала, хв^{-1}	Режим роботи	Загальне передаточне відношення									
			8,32	9,80	12,41	16,30	19,88	24,90	32,42	41,34	50,94	
Ц2-250	600	С	19,3	17,1	15,2	11,3	9,4	7,0	5,2	4,2	3,9	
	750	С	23,0	19,7	16,6	13,5	11,1	9,4	7,6	5,6	4,2	
	1000	С	27,1	23,8	20,5	17,3	14,1	11,7	9,2	7,3	6,0	
	1500	С	34,0	30,2	25,4	23,8	19,0	16,5	11,9	9,8	8,5	
Ц2-300	600	С	33,6	29,4	24,7	18,0	15,8	12,6	8,3	6,8	5,6	
	750	С	40,3	35,7	29,5	21,6	17,8	16,1	10,4	8,3	7,4	
	1000	С	44,2	39,7	31,2	25,0	20,6	18,3	14,6	11,6	9,7	
	1500	С	55,6	48,2	39,8	31,6	26,5	21,2	19,3	14,0	12,4	
Ц2-350	600	С	45,7	39,6	34,0	26,8	22,3	16,6	12,0	10,2	9,4	
	750	С	61,0	57,0	43,5	32,0	26,5	22,4	16,6	13,4	11,1	
	1000	С	71,9	61,2	50,7	37,1	33,5	27,1	21,8	17,3	14,5	
	1500	С	97,5	84,7	70,0	51,4	43,7	39,5	30,2	24,4	20,4	

Вправа 5. Визначення продуктивності пролітних кранів

5.1. Завдання

Визначити коефіцієнт використання крана за вантажністю; розрахувати тривалість робочого циклу крана; визначити експлуатаційну продуктивність козлового (мостового) крана.

Вихідні дані для розрахунків наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Вихідні дані

Варіант	Вантажність Q , т	Середньо- зважена вантажність крана Q_c , т	Швидкість піднімання вантажу $v_1 \cdot$ 10^2 , м/с	Швидкість пересування вантажного візка $v_2 \cdot$ 10^2 , м/с	Швидкість пересування крана $v_3 \cdot$ 10^2 , м/с	Висота піднімання вантажу H , м	Довжина шляху вантажного візка L_1 , м	Довжина шляху крана L_2 , м
				Козловий кран				
1	20,0	15,6	8,5	40,0	40,0	8,5	30	40
2	20,0	17,7	15,0	66,7	83,0	11	42	65
3	20,0	14,8	15,5	52,0	68,0	7	28	30
4	25,0	17,0	12,5	41,6	33,4	20	30	50
5	18,0	16,8	12,5	13,1	33,4	24	32	55
6	25,0	18,6	8,3	36,7	33,4	28	40	45
7	30,0	27,6	12,5	41,6	33,4	15	25	52
8	30,0	27,0	12,5	41,6	33,4	12	10	64
9	40,0	28,8	12,5	41,6	33,4	20	25	58
10	45,0	28,6	8,3	41,6	33,4	22	23	48
11	10,0	5,9	25,0	66,7	60,0	10	35	37
12	12,5	6,3	13,4	64,3	83,0	10	38	42
13	12,5	5,5	13,4	53,3	83,0	9	24	57
14	12,5	6,3	13,4	53,3	83,0	8	18	65
15	18,0	14,8	12,5	64,3	33,4	10	38	72
16	30,0	27,0	12,5	41,6	33,4	10	25	53
17	40,0	28,6	6,3	41,6	33,4	10	20	45
				Мостовий кран				
18	5,0	4,0	10,8	38	76	15	8	30
19	5,0	4,0	11,0	34	70	14	10	45
20	5,0	4,6	11,2	36	72	13	9	52
21	5,0	4,8	11,6	40	74	10	10	36
22	15,0	12,6	9,2	32	60	10	15	40
23	15,0	13,8	9,4	34	62	11	20	52
24	15,0	14,0	9,8	36	64	8	15	45
25	15,0	14,2	10,0	38	68	10	10	50
26	12,5	11,2	9,2	36	75	10	12	46
27	12,5	10,8	9,4	34	78	12	10	34
28	12,5	11,8	9,6	32	80	10	10	30
29	20,0	16,2	7,2	30	76	12	12	40
30	20,0	17,8	7,4	30	74	10	15	50
31	20,0	18,3	7,6	32	72	11	18	35
32	15,0	14,2	9,4	34	62	12	11	45

5.2. Методика розрахунку

1. Експлуатаційна продуктивність козлового (мостового) крана

$$P_{\text{експл}} = Qnk_B, \quad (5.1)$$

де Q – вантажність крана, т; n – кількість робочих циклів крана; k_B – коефіцієнт використання крана за вантажністю, $k_B = Q_c/Q$; Q_c – середньозважена вантажність, т (див. табл. 1.1).

2. Кількість робочих циклів

$$n = \frac{3600}{t_{\text{ц}}}. \quad (5.2)$$

Тривалість одного циклу козлового (мостового) крана, с

$$t_{\text{ц}} = k_1 k_2 \left(\frac{2H}{v_1} + \frac{2L_1}{v_2} + \frac{2L_2}{v_3} \right) + \sum t_{\text{р.о.}}, \quad (5.3)$$

де k_1 – коефіцієнт, який враховує втрату часу на пуск, зупинку і реверсування ($k_1=1,1\dots1,2$); k_2 – коефіцієнт, який враховує скорочення тривалості циклу через суміщення операцій за часом ($k_2=0,80\dots0,85$); H – висота підймання вантажу, м (див. табл. 5.1); L_1 – довжина шляху вантажного візка, м (див. табл. 5.1); L_2 – довжина шляху крана, м (див. табл. 5.1); v_1 – швидкість підймання вантажу, м/с; v_2 – швидкість пересування вантажного візка крана, м/с; v_3 – швидкість пересування крана, м/с; $\sum t_{\text{р.о.}}$ – час ручних операцій: причіплювання – 1 хв; встановлення – 3 хв; розстропування – 0,5 хв при $Q_{\text{св}} < 10$ т відповідно і 1,5 хв; 4,5 хв; 6 хв при $Q_{\text{св}} = 10$ т і більше.

Вправа 6. Використання баштового крана

6.1. Завдання

Визначити потрібну висоту підйому гака. Вибрати кран та обчислити змінну продуктивність крана при суміщенні й несуміщенні робочих операцій протягом циклу. Визначити ефективність операцій при роботі баштового крана.

Вихідні дані для розрахунку наведено у табл. 6.1.

6.2. Методика розрахунку

1. Висота підйому гака, м

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (6.1)$$

де h_1 – задана висота рівня монтажу, м (табл. 6.1); h_2 – висота підйому вантажу над рівнем монтажу; з умов безпеки $h_2 = 2,5\dots3$ м; h_3 – висота виробу, що підіймається, м (табл. 6.1); h_4 – довжина строп, м (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

Вихідні дані

Варіант	Маса вантажу Q , Т	h_1 , м	h_3 , м	h_4 , м	Тривалість ручних операцій, хв			Кут повороту α , град	Довжина переміщення крана L , м
					t_1	t_6	t_7		
1	3,15	17	2,5	4,0	1,0	7,0	0,5	45	15
2	2,7	22	0,8	2,0	1,5	8,0	0,6	50	30
3	3,6	14	2,69	3,0	1,5	7,5	0,5	30	10
4	4,67	27	0,22	2,5	1,0	8,5	0,6	60	20
5	3,0	18	2,43	2,0	1,0	7,0	0,6	45	30
6	2,2	29	2,58	4,0	1,5	8,0	0,5	50	45
7	6,0	23	0,22	2,0	1,0	7,5	0,6	60	35
8	4,12	15	2,71	2,5	1,5	8,5	0,5	30	10
9	2,95	30	2,57	3,5	1,5	7,5	0,6	70	25
10	2,45	21	2,6	3,0	1,0	8,0	0,5	50	35
11	4,75	27	3,2	4,0	1,5	7,0	0,6	60	20
12	2,5	15	2,75	3,0	1,5	8,5	0,6	45	35
13	5,85	21	2,62	2,0	1,0	7,5	0,5	60	10
14	6,0	17	2,44	3,0	1,5	8,0	0,6	30	40
15	2,67	19	0,22	2,5	1,0	7,0	0,5	50	15
16	5,48	24	2,7	3,5	1,5	7,5	0,6	70	30
17	3,4	13	2,43	3,0	1,0	8,5	0,6	60	25
18	4,2	23	0,8	2,0	1,0	8,0	0,5	30	10
19	3,0	15	3,5	2,5	1,5	7,5	0,6	50	35
20	4,5	28	0,22	4,0	1,5	8,5	0,5	45	20
21	4,45	13	2,65	3,5	1,0	8,0	0,6	70	40
22	3,03	16	3,15	3,0	1,5	7,0	0,5	60	15
23	2,5	25	2,68	4,0	1,5	8,5	0,6	50	30
24	3,66	19	2,8	3,5	1,0	7,5	0,5	70	25
25	3,75	25	2,43	3,0	1,0	8,0	0,5	30	10
26	4,0	29	2,77	2,5	1,5	7,0	0,6	70	35
27	4,2	20	2,68	3,5	1,5	8,0	0,5	60	30
28	5,43	17	0,8	4,0	1,0	7,5	0,6	45	25
29	3,45	26	2,56	2,0	1,0	7,0	0,5	70	15
30	6,66	21	0,8	3,5	1,0	7,5	0,6	45	25

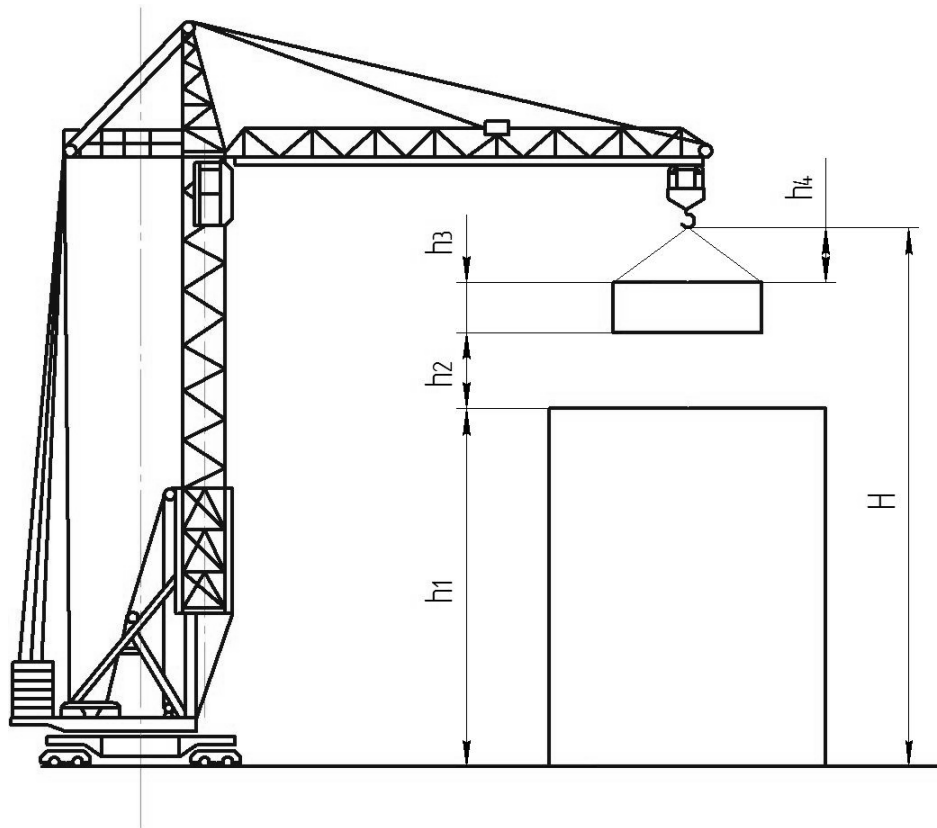


Рис. 6.1. Розрахункова схема баштового крана

2. За обчисленою висотою підйому гака H і масою вантажу (див. табл. 6.1) підібрати кран (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Технічні характеристики баштових пересувних кранів

Параметри	КБ-100.3Б	КБ-308А-2	КБ-403А	КБ-403Б.3	КБМ-501
Вантажопідйомність, т	4...8	5...8	4...8	4...8	6...12,5
Виліт, м	23...25	22,3...25	17...30	26,3...30	40
Виліт при максимальній вантажопідйомності, м	15,6	4,8...15,6	19,6	16	20
Максимальний вантажний момент, кН·м	1226	1226	1540	1269	2452
Висота підйому гака, м	32...42	20,8...30,8	41...57,5	24,2...37,9	78
Швидкість, м/хв					
Підйому та опускання	19; 38	16; 32	40	27	56; 140
Переміщення крана	28	18,5	18	18	20
Переміщення вантажного візка	9,3	27,2	7; 30	7; 30	35...60
Частота обертання $n_{об}$, $хв^{-1}$	0,90	0,77	0,60	0,65	0,60
Маса крана, т					
Загальна	76	88,6	80	80,5	208
Конструктивна	37	35,4	50	50,5	103

3. Обчислити час робочого циклу крана. При роботі без суміщення операцій робочий цикл крана дорівнює сумі тривалостей усіх операцій, хв:

$$t_{\text{ц}} = \sum_{i=1}^n t_i = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11}. \quad (6.2)$$

4. Для збільшення продуктивності крана деякі операції суміщають (наприклад, підйом і переміщення вантажу, переміщення крана й опускання гака). В цьому випадку, обчислюючи тривалість робочого циклу, враховують час найтривалішої операції з тих, які суміщаються, хв

$$t_{\text{ц}}^{\text{сум}} = t_1 + t_{2;3} + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10;11}, \quad (6.3)$$

де t_1 – стропування вантажу, хв; t_2 – підйому вантажу до потрібного рівня, хв; t_3 – повороту стріли крана, хв; t_4 – переміщення крана по рейках, хв; t_5 – опускання вантажу до рівня монтажу, хв; t_6 – утримання монтованого елемента під час встановлення і закріплення, хв; t_7 – розстропування встановлених елементів, хв; t_8 – підйом гака з вантажопідйомним пристроєм над рівнем монтажу, хв; t_9 – повернення стріли у вихідне положення, хв; t_{10} – зворотне переміщення крана, хв; t_{11} – опускання гака з вантажопідйомним пристроєм, хв.

Тривалість ручних операцій t_1 , t_6 , t_7 необхідно приймати відповідно даних табл. 6.1, а тривалість останніх операцій обчислимо наближено, при сталих швидкостях робочих рухів крана, не враховуючи періодів розгону і гальмування.

Тривалість підйому вантажу, хв

$$t_2 = \frac{h_1 + h_2}{v_{\text{під}}}, \quad (6.4)$$

де $v_{\text{під}}$ – швидкість підйому вантажу, м/хв, див. табл. 6.2.

Час повороту стріли крана, хв

$$t_3 = \frac{\alpha}{360^\circ n_{\text{об}}}, \quad (6.5)$$

де α – робочий кут повороту, град (див. табл. 6.1); $n_{\text{об}}$ – частота обертання, хв⁻¹ (див. табл. 6.2).

Тривалість переміщення крана по рейках, хв

$$t_4 = \frac{L_{\text{пер}}}{v_{\text{пер}}}, \quad (6.6)$$

де $L_{\text{пер}}$ – довжина переміщення крана, м (див. табл. 6.1); $v_{\text{пер}}$ – швидкість переміщення крана, м/хв (див. табл. 6.2).

Тривалість опускання вантажу, хв

$$t_5 = \frac{h_2}{v_{\text{оп}}}, \quad (6.7)$$

де $v_{\text{оп}}$ – швидкість опускання, м/хв (див. табл. 6.2).

Тривалість підйому гака зі стропами над рівнем монтажу, хв

$$t_8 = \frac{h_2}{v_{\text{під}}}. \quad (6.8)$$

Тривалість інших операцій, хв

$$t_9 = t_8; \quad t_{10} = t_4; \quad t_{11} = \frac{h_1 + h_2}{v_{\text{оп}}}. \quad (6.9)$$

5. Визначити змінну продуктивність крана, т/зм:

- при суміщеному циклі

$$\Pi_{\text{зм}}^{\text{сум}} = TQk_{\text{ван}}k_{\text{в}}n_{\text{сум}}; \quad (6.10)$$

- при несуміщеному циклі

$$\Pi_{\text{зм}} = TQk_{\text{ван}}k_{\text{в}}n, \quad (6.11)$$

де Q – маса вантажу, т; T – тривалість зміни, $T = 8$ год.; $k_{\text{ван}}$ – коефіцієнт використання крана по вантажопідйомності, $k_{\text{ван}} = 0,8$; $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання крана в часі протягом зміни, $k_{\text{в}} = 0,82 \dots 0,88$; $n_{\text{сум}}$, n – число робочих циклів крана за 1 годину

$$n_{\text{сум}} = \frac{60}{t_{\text{ц}}^{\text{сум}}}; \quad n = \frac{60}{t_{\text{ц}}}. \quad (6.12)$$

6. Ефективність суміщення операцій при роботі крана характеризується підвищенням його продуктивності, %

$$E = \frac{\Pi_{\text{зм}}^{\text{сум}} - \Pi_{\text{зм}}}{\Pi_{\text{зм}}} \cdot 100\%. \quad (6.13)$$

Вправа 7. Розрахунок продуктивності бульдозера і вибір базового трактора

7.1. Завдання

Визначити продуктивність бульдозера в заданих умовах, вибрати базовий трактор під бульдозерне обладнання.

Вихідні дані наведено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1

Вихідні дані

Варіант	Довжина відвалу L , м	Висота відвалу H , м	Глибина різання h , м	Ухил місцевості i	Тип ґрунту	Група ґрунту	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	3,20	1,30	0,50	+0,015	Пісок	I	$l_p = 7$ м $l_{тр} = 40$ м $l_{х.х} = 45$ м
2	2,52	0,80	0,15	+0,02			
3	2,60	0,90	0,30	+0,02			
4	3,35	1,38	0,80	+0,01			
5	2,60	0,90	0,25	+0,015			
6	4,80	1,37	0,55	-0,01			
7	2,52	0,80	0,15	+0,02	Глина	IV	$l_p = 8$ м $l_{тр} = 50$ м $l_{х.х} = 60$ м
8	3,94	1,00	0,80	+0,02			
9	3,35	1,38	0,85	-0,015			
10	3,20	1,30	0,40	+0,02			
11	2,52	0,80	0,18	+0,02			
12	2,60	0,90	0,26	+0,02			
13	3,94	1,00	0,70	+0,02	Супісок	II	$l_p = 9$ м $l_{тр} = 40$ м $l_{х.х} = 50$ м
14	2,52	0,80	0,20	+0,02			
15	4,50	1,20	0,40	-0,01			
16	2,52	0,80	0,12	-0,015			
17	3,35	1,38	0,70	-0,01			
18	3,35	1,38	0,75	+0,015			
19	3,20	1,30	0,40	+0,02	Суглинок	III	$l_p = 6$ м $l_{тр} = 50$ м $l_{х.х} = 60$ м
20	2,52	0,80	0,18	+0,015			
21	2,60	0,90	0,26	-0,015			
22	2,52	0,80	0,15	+0,02			
23	4,50	1,20	0,35	+0,015			
24	3,20	1,30	0,45	-0,01			
25	3,20	1,30	0,45	-0,01	Пісок	I	$l_p = 8$ м $l_{тр} = 30$ м $l_{х.х} = 60$ м
26	2,52	0,80	0,20	-0,015			
27	2,62	0,90	0,30	+0,02			
28	3,20	1,30	0,40	+0,015			
29	3,35	1,38	0,45	+0,02			
30	3,35	1,38	0,55	-0,01			

7.2. Методика розрахунку

1. Визначити продуктивність одного бульдозера, м³/год.

$$P_{\sigma} = \frac{1}{2} a L H \psi n \frac{k_y k_B}{k_p}, \quad (7.1)$$

де a – ширина ґрунтової призми попереду відвалу, м: $a = H / \operatorname{tg}\phi$; L , H – довжина і висота відвалу, м; ϕ – кут природного укосу ґрунту ($\phi = 30; 35; 40; 35$ град. відповідно для ґрунтів I, II, III, IV груп); ψ – коефіцієнт втрат ґрунту в процесі переміщення призми: $\psi = 1 - 0,005l_{\text{тр}}$; $l_{\text{тр}}$ – дальність транспортування ґрунту (табл. 7.1); k_p – коефіцієнт розпушення ґрунту (відношення об'єму розпушеного ґрунту до об'єму того ж самого ґрунту в природному стані, $k_p = 1,12; 1,15; 1,20; 1,30$ відповідно для ґрунтів I, II, III, IV груп); k_B – коефіцієнт використання бульдозера протягом робочої доби, $k_B = 0,8 \dots 0,95$; k_y – коефіцієнт, який враховує вплив рельєфу місцевості на продуктивність бульдозера (орієнтовно, при $i > 0$ – $k_y = 0,8 \dots 0,9$; при $i < 0$ – $k_y = 1,05 \dots 1,12$); n – кількість робочих циклів за 1 год.: $n = 3600 / t_{\text{ц}}$ (заокруглити до цілого числа); $t_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу, с

$$t_{\text{ц}} = 3,6 \left(\frac{l_p}{v_p} + \frac{l_{\text{тр}}}{v_{\text{тр}}} + \frac{l_{\text{х.х}}}{v_x} \right) + 2(t_{\text{п}} + t_{\text{пов}} + t_o), \quad (7.2)$$

де $l_p, l_{\text{тр}}, l_{\text{х.х}}$ – довжина шляху різання, переміщення ґрунту і холостого ходу бульдозера (табл. 7.1), м; $v_p = 2,5 \dots 4,0$; $v_{\text{тр}} = 2,5 \dots 5,0$; $v_x = 5,8 \dots 8,0$ – швидкості руху бульдозера при різанні ґрунту, його переміщенні й при зворотному ході, км/год; $t_{\text{п}} = 40 \dots 50$ с; $t_{\text{пов}} = 10 \dots 12$ с; $t_o = 1 \dots 2$ с – відповідно тривалість перемикання передач, повороту й опускання відвалу.

2. Визначити опір, який необхідно подолати бульдозеру, кН

$$W = \sum_i W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4, \quad (7.3)$$

де W_1 – опір робочого середовища різанню, кН

$$W_1 = Lhk \cdot 10^3; \quad (7.4)$$

h – товщина шару, який зрізається, м; L – довжина відвалу, м; k – питомий опір різанню, МПа ($k = 0,06; 0,09; 0,12; 0,15$ – відповідно для піску, супіску, суглинку, глини);

W_2 – опір волочінню ґрунтової призми попереду відвала, кН

$$W_2 = 0,5H^2L\gamma(\mu \pm i)g / \operatorname{tg}\phi; \quad (7.5)$$

W_3 – опір переміщенню ґрунту по відвалу, кН

$$W_3 = Lh^2\mu_2g \cos^2 \alpha, \quad (7.6)$$

де μ_2 – коефіцієнт тертя ґрунту по поверхні відвалу ($\mu_2 = 0,7 \dots 0,8; 0,6 \dots 0,7; 0,5 \dots 0,6; 0,1 \dots 0,4$ відповідно для ґрунтів I, II, III, IV груп по сталі); α – кут різання: $\alpha = 35 \dots 50^\circ$; ϕ – кут природного укосу ґрунту: $\phi = 30; 35; 40; 35$ град. відповідно для ґрунтів I, II, III, IV груп; γ – щільність ґрунту

($\gamma = 1,95; 2,0; 2,05; 2,10$ т/м³ відповідно для ґрунтів I, II, III, IV ґруп); μ – коефіцієнт тертя ґрунту по ґрунту ($\mu = 0,49...0,65; 0,25...0,53; 0,18...0,47; 0,11...0,40$ відповідно для ґрунтів I, II, III, IV ґруп); i – ухил робочого шляху бульдозера (табл. 7.1); g – прискорення вільного падіння, м/с².

3. Визначити $\sum_1^3 W_i$ та, порівнюючи з найближчим більшим значенням

тягового класу, підібрати тип базового трактора, використовуючи табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Основні параметри гусеничних тракторів

Показник	Моделі тракторів								
	ДТ-75	Т-4А	Т-100	Т-130	Т-180	ДЭТ-250	Т-220	Т-330	Т-500
Марка двигуна	СМД-14	А-01М	Д-10	Д-130	Д-180	В-30В	ДВ-220	ДВТ-330	ДВТ-500
Потужність двигуна, кВт	55	100	74	100	130	220	160	240	370
Тяговий клас, кН	30	40	100	100	150	250	150	250	350
Швидкість руху, км/год вперед (I; II передача)	5,0; 5,8	3,47; 4,03	2,36; 3,78	3,22; 3,84	2,86; 5,06	2,3; 3,8	2,2; 3,4	2,38; 3,8	2,5; 3,75
Габарити, мм: довжина ширина висота	3075 1740 2273	4475 1952 2568	4313 2460 3059	4300 2475 2850	5800 2740 2800	6236 3160 3180	5180 2795 3020	5515 2950 3130	7870 3150 3385
Маса трактора з бульдозерним обладнанням, т	7,0	9,9	16,8	16,0	18,8	39,0	21,5	40,0	49,0

4. Визначити опір переміщенню бульдозера W_4 , кН

$$W_4 = 9,81G\omega_0, \quad (7.7)$$

де G – маса бульдозера, т (табл. 7.2); ω_0 – питомий опір руху бульдозера ($\omega_0 = 0,2; 0,18; 0,16; 0,14$ відповідно для піску, супіску, суглинку та глини).

5. Перевірити умову руху бульдозера без буксування

$$P_{зч} \geq P_T \geq \sum_i W_i, \quad (7.8)$$

де $P_{зч}$ – зусилля тяги по зчепленню, кН

$$P_{зч} = 9,81G_{зч}\phi_{зч}; \quad (7.9)$$

$G_{зч}$ – зчіпна маса бульдозера (зчіпна маса бульдозера – його загальна власна маса), т; $\phi_{зч}$ – коефіцієнт зчеплення гусениць з опорною поверхнею

($\varphi_{зч} = 0,5; 0,6; 0,7; 0,8$ відповідно для ґрунтів I, II, III, IV груп); P_T – тягове зусилля рушія по потужності, що в спроможності розвинути трактор (див. рівняння 7.10).

Тягове зусилля рушія по потужності, що в спроможності розвинути трактор P_T , кН

$$P_T = 3,6 \frac{N}{V} \eta. \quad (7.10)$$

N – ефективна потужність двигуна, кВт; $\eta = 0,8$ – ККД трансмісії і ходового обладнання машини; V – швидкість руху бульдозера вперед на I або II передачах, км/год.

Якщо ж умова не виконуватиметься, вибрати інший (більший по тяговому класу) трактор і знову перевірити умову руху бульдозера.

Вправа 8. Розрахунок скреперів

8.1. Завдання

Визначити продуктивність скрепера. Для виконання вправи вибирають модель скрепера, модель трактора (тягача і штовхача), схему руху скрепера рис. 8.1 та характеристику ґрунту табл. 8.2.

Вихідні дані для розрахунків наведено у табл. 8.1.

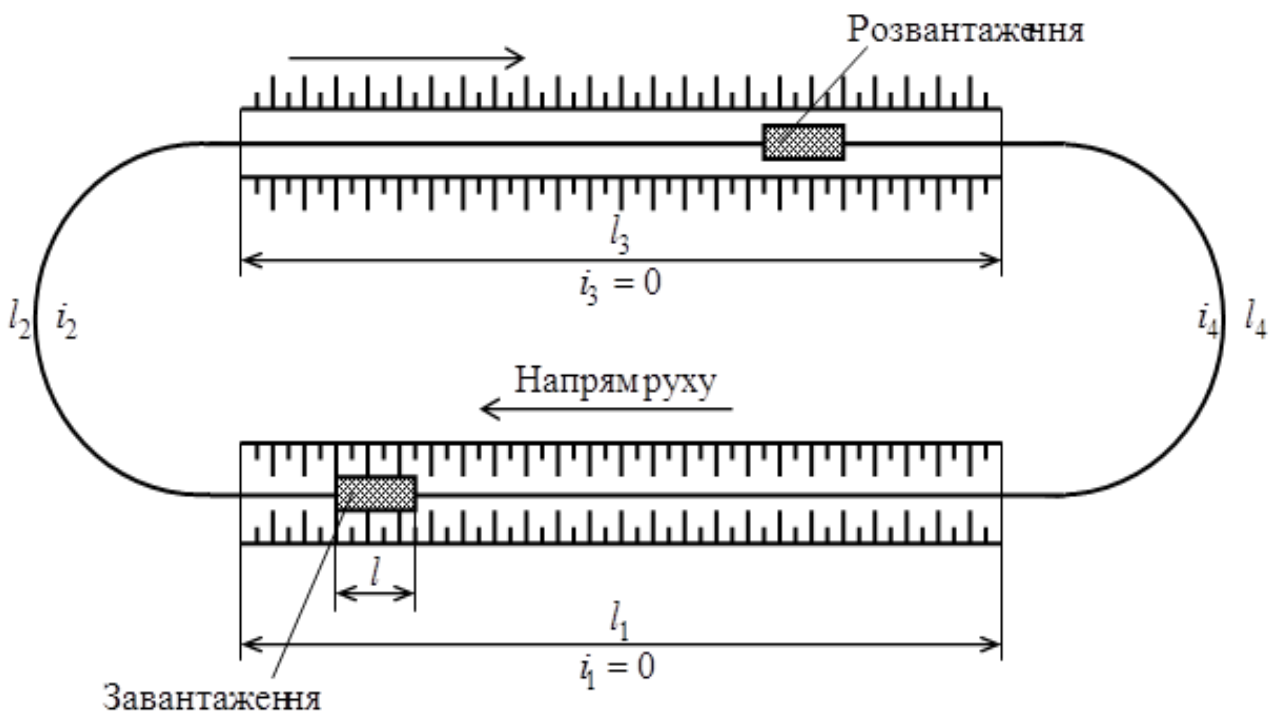


Рис. 8.1. Схема руху скрепера

Таблиця 8.1

Вихідні дані

Варіант	Довжина ділянки, м			Підйом ділянки		Марка			Ґрунт
	Розпушена дорога	Ущільнена дорога	Розпушена дорога	i_2	i_4	Скрепера	Трактора- тягача	Трактора- штовхача	
	l_1	$l_2,$ l_4	l_3						
1	80	30	80	0,09	-0,09	ДЗ-30	Т-74	Т-100М	Легкий (супісок)
2	100	35	100	0,08	-0,08				
3	150	40	150	0,09	-0,09				
4	180	50	180	0,07	-0,07				
5	200	60	200	0,06	-0,06				
6	250	70	250	0,07	-0,07				
7	90	35	90	0,08	-0,08	ДЗ-33	Т-74	Т-100М	Середній (суглинок)
8	110	40	110	0,09	-0,09				
9	150	50	150	0,07	-0,07				
10	200	60	200	0,06	-0,06				
11	250	50	250	0,08	-0,08				
12	300	80	300	0,06	-0,06				
13	120	50	120	0,09	-0,09	ДЗ-12	Т-100М	Т-100М	Середній (суглинок)
14	150	50	150	0,08	-0,08				
15	200	60	200	0,07	-0,07				
16	250	70	250	0,06	-0,06				
17	300	80	300	0,08	-0,08				
18	350	100	350	0,07	-0,07				
19	150	60	150	0,09	-0,09	ДЗ-77С	Т-130	Т-130	Середній (суглинок)
20	200	70	200	0,08	-0,08				
21	250	80	250	0,07	-0,07				
22	300	90	300	0,06	-0,06				
23	350	100	350	0,07	-0,07				
24	400	120	400	0,08	-0,08				
25	150	60	150	0,09	-0,09	ДЗ-30	Т-74	Т-100М	Легкий (супісок)
26	200	70	200	0,08	-0,08				
27	250	80	250	0,07	-0,07				
28	300	90	300	0,06	-0,06				
29	350	90	350	0,08	-0,08				
30	400	100	400	0,07	-0,07				

8.2. Методика розрахунку

1. Середню товщину стружки C , коефіцієнт наповнення ковша k_n , коефіцієнт розпушення ґрунту в ковші k_p , густину ґрунту γ і коефіцієнт, що характеризує призму волочіння m приймаємо з практичних даних (див. табл. 8.2).

Таблиця 8.2

Наближені значення C , k_n , k_p , γ та m

Ґрунти	Середня товщина стружки C , м	Коефіцієнт наповнення ковша k_n	Коефіцієнт розпушення ґрунту k_p	Щільність ґрунту γ , кг/м ³	Коефіцієнт призми волочіння m
Легкий	0,15...0,2	1...1,05	1,2	1600	0,27
Середній	0,06...0,1	0,9	1,3	1700	0,1

Примітка. Дані таблиці встановлені при переміщенні трактора на I передачі (умова зчеплення дозволяє реалізувати зусилля на гаку, що відповідає I передачі трактора-тягача).

2. Розраховуємо довжину шляху скрепера при завантаженні за формулою, м

$$l_{\text{зав}} = \frac{qk_n(1+m)}{k_p C b}, \quad (8.1)$$

де q – місткість ковша скрепера, м³, табл. 8.3; b – ширина різання, м, див. табл. 8.3.

Таблиця 8.3

Технічні характеристики скреперів

Параметри	Модель			
	ДЗ-30	ДЗ-33	ДЗ-12	ДЗ-77С
Місткість ковша q , м ³	3	3	7	8
Маса скрепера $G_{\text{скр}}$, Н	24000	27000	67000	100000
Ширина різання b , м	1,9	2,1	2,67	2,65
Довготривалість розвантаження $t_{\text{роз}}$, с	15	15	20	25

3. Підраховуємо час для завантаження ковша скрепера при пересуванні трактора на I передачі, с

$$t_{\text{зав}} = 3,6 \frac{l_{\text{зав}} k_d}{v_I}, \quad (8.2)$$

де k_d – коефіцієнт, що враховує додатковий час на рух скрепера без копання, $k_d = 1,5$; v_I – швидкість руху на першій передачі, км/год, табл. 8.4.

4. Визначаємо необхідні тягові зусилля на гаку трактора на різних ділянках дороги при пересуванні завантаженого скрепера, Н

$$F_r^{\text{зав}} = (G_{\text{скр}} + q\gamma k_n g)(\omega \pm i) \pm G_{\text{тр}} i, \quad (8.3)$$

де $G_{\text{скр}}$ – вага скрепера, Н (табл. 8.3); $G_{\text{тр}}$ – вага трактора, Н (табл. 8.4); g – прискорення вільного падіння; ω – опір руху, при ущільненому ґрунті $\omega = 0,1$; при розпушеному $\omega = 0,2$; i – нахил шляху (підйом «+», опускання «-»).

Після цього за технічною характеристикою трактора (див. табл. 8.4) встановлюємо номер передачі та з якою швидкістю він буде рухатися на різних ділянках траси. Швидкість руху порожнього скрепера приймаємо на максимальній передачі трактора v_{max} (табл. 8.4).

5. Визначаємо тривалість руху завантаженого і порожнього скрепера на кожній ділянці траси (l_1, l_2, l_3, l_4) (див. рис. 3.1). Час руху завантаженого скрепера, с

$$t_{\text{ван}} = 3,6 \frac{lk_{\text{п}}}{v_{\text{зав}}}, \quad (8.4)$$

де l – довжина ділянки траси, м; $v_{\text{зав}}$ – швидкість на цій ділянці, км/год; $k_{\text{п}}$ – коефіцієнт, що враховує час на прискорення, уповільнення руху та перемикання передач (табл. 8.5).

Тривалість руху завантаженого скрепера на першій та третій ділянках приймаємо рівними один одному

$$t_{\text{ван 1}} = t_{\text{ван 3}} = 3,6 \frac{0,5l_1 k_{\text{п 1}}}{v_{\text{зав 1}}}; \quad t_{\text{ван 2}} = 3,6 \frac{l_2 k_{\text{п 2}}}{v_{\text{зав 2}}}. \quad (8.5)$$

Аналогічно визначаємо тривалість руху порожнього скрепера, с

$$t_{\text{пор}} = 3,6 \frac{lk_{\text{п}}}{v_{\text{IV}}}, \quad (8.6)$$

де $l = 0,5l_3 + l_2 + 0,5l_1$, м.

Розраховувати тривалість руху завантаженого скрепера рекомендується, заповнюючи табл. 8.6.

Таблиця 8.4

Технічні характеристики тракторів

Модель	Вага трактора, $G_{тр}$, кН	Параметри	Передачі							
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Т-74	60,0	Швидкість, км/год	5	5,28	6,21	6,9	7,67	-	-	-
		Тягове зусилля на гаку, кН	28,5	21,0	17,5	14,5	11,5	-	-	-
Т-130	128,0	Швидкість, км/год	3,17	3,77	4,58	5,22	6,37	7,6	8,79	10,49
		Тягове зусилля на гаку, кН	93,4	87,5	81,4	75,0	61,5	49,2	37,4	20,8
Т-100М	111,0	Швидкість, км/год	2,36	3,78	4,51	6,45	10,13	-	-	-
		Тягове зусилля на гаку, кН	95,0	56,0	45,5	29,0	15,0	-	-	-

6. Підраховуємо тривалість робочого циклу із урахуванням часу на розвантаження (див. табл. 8.3), с

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зав}} + \sum t_{\text{ван}} + t_{\text{роз}} + t_{\text{пор}}, \quad (8.7)$$

де $t_{\text{зав}}$, $t_{\text{ван}}$, $t_{\text{роз}}$, $t_{\text{пор}}$ – відповідно час на завантаження, пересування завантаженого скрепера, розвантаження (табл. 8.3) і рух порожнього скрепера, с.

7. Визначаємо кількість ходок скрепера n_x за зміну

$$n_x = \frac{3600Tk_B}{t_{\text{ц}}}, \quad (8.8)$$

де T – тривалість зміни ($T = 8$ годин); k_B – коефіцієнт використання робочого часу, ($k_B = 0,70 \dots 0,80$). Результат заокруглюємо до найменшого цілого.

8. Підраховуємо продуктивність скрепера $\Pi_{\text{зм}}$ за зміну, м³/зміну

$$\Pi_{\text{зм}} = n_x \frac{qk_n}{k_p}. \quad (8.9)$$

9. Підраховуємо кількість скреперів на один штовхач

$$n_{\text{скр}} = \frac{t_{\text{ц}}}{3,6 \frac{k_{\text{д}} l_{\text{зав}}}{v_I} + 3,6 \frac{l_{\text{зав}}}{v_{III}} + t_{\text{під}}}, \quad (8.10)$$

де v_I – швидкість при підштовхуванні скрепера під час завантаження на I передачі, км/год; v_{III} – швидкість повернення штовхача на III передачі, км/год; $t_{\text{під}}$ – час на під'їзд трактора-штовхача (30...40 с).

Таблиця 8.5

Коефіцієнт k_{Π}

l , м	Передачі		
	I	II	III-IV
50	1,35	1,45	1,6
100	1,25	1,35	1,5
250	1,1	1,15	1,25
500	1,05	1,07	1,1

Таблиця 8.6

Розрахунок довгочасності руху завантаженого скрепера

Ділянка	Довжина ділянки	ω	i	Необхідне тягове зусилля, за формулою (7.3)	Передача і швидкість м/с (табл.7.3)	Тривалість руху, за формулою (7.4)
$0,5l_1$		0,2	0			
l_2		0,1	i			
$0,5l_3$		0,2	0			
Разом $\sum t_{\text{ван}} =$						

Вправа 9. Вибір траншеєкопача та розрахунок тривалості його роботи в умовах експлуатації

9.1. Завдання

Виконати експлуатаційні розрахунки багатоковшевих траншейних екскаваторів.

Дані для розрахунку наведено у табл. 9.1.

9.2. Методика розрахунку

1. Вибираючи екскаватор, слід виходити з умови копання траншеї заданих ширини B та глибини H . Технічні характеристики нових моделей багатоковшевих траншейних екскаваторів наведено в табл. 9.2 ... 9.4.

2. Обчислити технічну продуктивність екскаватора $\Pi_{\text{техн}}$. Вона залежить від місткості ковшів та кількості їх розвантажень на одиницю часу, м³/год

$$\Pi_{\text{техн}} = 3,6 \frac{qk_3i}{k_p}, \quad (9.1)$$

де q – місткість ковша, л (табл. 9.2 ... 9.4); k_p – коефіцієнт розпушення ґрунтів (табл. 9.3); k_3 – коефіцієнт заповнення ковша (при розрахунках вважаємо, що під час роботи екскаватора весь ківш заповнюється ґрунтом, $k_3 = 1$); i – кількість розвантажень ковшів, с⁻¹.

Таблиця 9.1

Вихідні дані

Варіант	Ґрунти		Розмір траншеї, м		
	Назва	Група	Глибина	Ширина	Довжина
1	Суглинок лісоподібний	I	1,2	0,5	1000
2			2,5	0,8	1500
3			3,5	0,8	1200
4			1,5	0,5	1600
5			2,3	0,2	2000
6	Суглинок з домішкою щебеню та гравію	II	4,5	0,66	2000
7			4,35	0,38	1800
8			2,0	1,25	1600
9			2,2	1,5	1400
10			2,2	0,85	1200
11	Ліс природної вологості	II	2,5	2,1	500
12			2,4	2,4	800
13			1,8	1,1	900
14			2,0	1,2	1000
15			2,3	0,2	600
16	Глина ломова	III	1,2	0,5	1400
17			2,5	0,8	1800
18			3,5	0,8	2000
19			1,5	0,5	1500
20			2,3	0,2	1700
21	Глина м'яка, жирна	II	2,2	0,85	900
22			2,0	1,25	1200
23			2,5	2,1	900
24			4,35	0,38	1600
25			2,2	1,5	1000
26	Супісок із домішкою щебеню та гравію	II	4,5	0,66	1200
27			2,5	2,1	900
28			2,4	2,4	1000
29			1,8	1,1	1600
30			2,3	0,2	1200

Таблиця 9.2

Технічні характеристики ланцюгових траншейних екскаваторів

Параметри	Марка машини						
	ЭТН-121	ЭТН-252	ЭТН-352	ЭТЦ-202Б	ЭТЦ-2010	ЭТЦ-406	ЭТЦ-406А
Глибина траншеї, м	1,2	2,5	3,5	1,5	2,3	4,5	4,35
Ширина траншеї, м	0,5	0,8	0,8	0,5	0,2	0,86	0,38
Місткість ковша, л	12	45	45	23	50	70	20
Кількість ковшів, шт				12	36	20	25
Крок ковшів, м	0,3	1,14	1,14	0,96	0,76	0,95	0,76
Швидкість ковшевого ланцюга, м/с	0,75	1,06	1,06	0,78	1,25	1,87	1,87
Робоча швидкість руху на передачах, м/год							
I	69,6	29	20	15	90	17,5	17,5
II	85,5	47	26	97,1	172,7	44	44
III	105	57	37	175,3	255,4	70,5	70,5
IV	121	73	47	261,4	338,1	97	97
V	152	85	76	343,6	420,8	123,5	123,5
VI	—	120	106	425,7	503,5	150	150
VII	—	165	147	507,8	586,2	—	—
VIII	—	215	192	590	668,9	—	—
IX	—	—	—	—	751,6	—	—
X	—	—	—	—	834,3	—	—
XI	—	—	—	—	917	—	—
XII	—	—	—	—	1000	—	—
Двигун марки	ДТ-54	ДТ-54	ДТ-54	Д-242	Д-240	Д-160	Д-160
Потужність, кВт	54	54	54	55,1	55,1	117,2	117,2

Для ланцюгових траншеєкопачів

$$i = \frac{v_{л}}{a}; \quad (9.2)$$

для роторних

$$i = \frac{nn_k}{60}, \quad (9.3)$$

де $v_{\text{л}}$ – швидкість ковшового ланцюга, м/с (табл. 9.2); a – крок ковшів, м (табл. 9.2); n – число обертів ротора, хв^{-1} (табл. 9.4); $n_{\text{к}}$ – кількість ковшів на роторі (табл. 9.4).

3. Обчислюємо оптимальну робочу швидкість, яка забезпечує найбільшу продуктивність екскаватора при найкращому використанні його двигуна.

Для розрахунку приймаємо, що оптимальна швидкість екскаватора відповідає його технічній продуктивності при викопуванні траншеї заданих розмірів, м/год

$$v_{\text{опт}} = \frac{\Pi_{\text{техн}}}{BH}, \quad (9.4)$$

де B – ширина траншеї, м (табл. 9.2 ... 9.4); H – глибина траншеї, м (табл. 9.2 ... 9.4).

4. Робочу швидкість переміщення екскаватора беремо із табл. 10.2 ... 10.3 (вона дорівнює обчисленій оптимальній $v_{\text{опт}}$, або найближчій меншій за неї), м/год

$$v_{\text{р}} \leq v_{\text{опт}}. \quad (9.5)$$

Таблиця 9.3

Коефіцієнт розпушення ґрунтів

Ґрунт	Категорія ґрунту	$k_{\text{р}}$
Суглинок лісоподібний	I	1,08...1,17
Суглинок з домішкою щебеню та гравію	II	1,32
Ліс природної вологості	II	1,28
Глина ломова	III	1,32
Глина м'яка, жирна	II	1,31
Супісок з домішкою щебеню та гравію	II	1,28

5. Змінну експлуатаційну продуктивність екскаватора підраховуємо за формулою, $\text{м}^3/\text{змін}$

$$\Pi_{\text{змін}} = B \cdot H \cdot v_{\text{р}} \cdot T \cdot k_{\text{в}}, \quad (9.6)$$

де T – тривалість зміни (зазвичай вона дорівнює 8 год); $k_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання робочого часу екскаватора, $k_{\text{в}} = 0,7...0,9$.

6. Кількість змін роботи $n_{\text{змін}}$, яка залежить від обсягу робіт

$$n_{\text{змін}} = \frac{BHL}{\Pi_{\text{змін}}}, \quad (9.7)$$

де L – довжина траншеї, м (табл. 9.1).

Таблиця 9.4

Технічні характеристики роторних траншейних екскаваторів

Параметри	Марка машини						
	ЭТР–204А	ЭТР–223А	ЭТР–224А	ЭТР–253А	ЭТР–254	ЭР–4	ЭР–7А
Глибина траншеї, м	2,6	2,2	2,2	2,5	2,4	1,8	2
Ширина траншеї, м	1,25	1,5	0,85	2,1	2,4	1,1	1,2
Місткість ковша, л	140	160	85	250	148	50	80
Кількість ковшів, шт	14	14	16	14	24	14	14
Число обертів ротора, хв ⁻¹	7,8	7,2	9	8	7,7	10,9	9,6
Робоча швидкість руху, м/год, на передачах							
I	10	10	10	20	20	64	31
II	41,2	41,2	41,2	52,5	52	103	49
III	82,4	82,4	82,4	85	84	147	59
IV	123,6	123,6	123,6	117,5	148	210	84
V	164,4	164,4	164,4	150	180	—	89
VI	206,8	206,8	206,8	182,5	212	—	112
VII	248	248	248	215	244	—	140
VIII	300	300	300	280	276	—	167
IX	—	—	—	—	308	—	181
X	—	—	—	—	340	—	215
XI	—	—	—	—	372	—	240
XII	—	—	—	—	404	—	310
Двигун марки	Д-160	Д-160	Д-160	В-30В	ЯМЗ–240Б	КДМ–100	КДМ–100
Потужність, кВт	54	54	54	80	80	100	100

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Добронравов, С.С. Строительные машины и основы автоматизации: учебн. для строит. вузов [Текст] / С.С. Добронравов, Дронов В.Г. – М.: Высш. шк., 2001. – 575 с.
2. Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование: справочное пособие для производителей-механизаторов, инженерно-технических работников строительных организаций, а также студентов строительных вузов, факультетов и техникумов [Текст] / Б.Ф. Белецкий, И.Г. Булгакова. – Изд. второе, переработ и дополн. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 608 с.
3. Строительные машины: учебн. для вузов по спец. ПГС [Текст] / Д.П. Волков, Н.И. Алешин, В.Я. Крикун, О.Е. Рынсков; под ред. Д.П. Волкова. – М.: Высш. шк., 1988. – 319 с.
4. Баладинський, В.Л. Будівельні машини. Збірник вправ: навч. посібник [Текст] / В.Л. Баладинський, В.М. Смирнов, І.А. Ємельянова. – К.: ІЗМН, 1997. – 124 с.
5. Ветров, Ю.А. Строительные машины: практические упражнения [Текст] / Ю.А. Ветров и др. – К.: Вища школа, 1974. – 160 с.
6. Онищенко, О.Г. Будівельна техніка: навч. посібник [Текст] / О.Г. Онищенко, В.М. Помазан. – К.: Урожай, 1999. – 300 с.
7. Панченко, В.А. Технологія і механізація будівельних процесів: навч. посібник [Текст] / В.А. Панченко, М.Г. Костюк, А.О. Качура. – Х.: ХНАМГ, 2005. – 242 с.
8. Строительные машины: справочник. Т. 1 [Текст]; под ред. Кузина Э.Н. – М.: Машиностроение, 1991.
9. Технология, механизация и автоматизация строительства [Текст]; под ред. Атаева С.С. – М.: Высшая школа, 1990. – 591 с.
10. Фиделев, А.С. Строительные машины зарубежных стран [Текст] / А.С. Фиделев. – К.: Высшая школа, 1986. – 125 с.

Редактор: Єва Гриценко
Коректор: Надія Собчук
Комп'ютерне макетування: Руслан Федішин

Формат 60×90 Папір ксероксний.
Обл. вид. арк. 2,8
Наклад 10 прим. Зам. № 2145

Видавництво Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пулюя

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001
E-mail: vydavnytstvo@tu.edu.te.ua

© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Навчально-методична література

