

БУДІВЕЛЬНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра “Будівельні, колійні та
вантажно-розвантажувальні машини”**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до лабораторних робіт
з дисципліни**

«БУДІВЕЛЬНІ МАШИНИ»

**для студентів спеціальності 7.090214
усіх форм навчання**

Частина 3

Харків 2012

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини» 6 грудня 2010 р., протокол № 4.

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.М. Кравець

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт
з дисципліни

«БУДІВЕЛЬНІ МАШИНИ»

для студентів спеціальності 7.090214
усіх форм навчання

Частина 3

Відповідальний за випуск Орел В.М.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 25.01.11 р.

Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,0. 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.

Таблиця 10.2 - Технічні характеристики низькочастотних віброзанурювачів

Показники	ВП - 1	ВП - 2	ВПГ - 6	ВПУ - 30	ВП - 80	С - 838	ВП - 3	ВП - 170	ВП - 250
Потужність електродви- гуна, кВт	60	20	200	60	100	50	100	170	260
Кількість коливань за хвилину	420	455	254	405-580	408- 545	435	408	404- 505	540-667
Кількість електродвигунів, шт.		2	2	1	2	2	2	2	2
Збурююча сила, кН	185	80	730	187	510-910	160-400	442	1020	1340
Амплітуда коливань, мм	20		66,8	21,0	30,0	14,8	20	20	30,0
Загальна маса, т	2,5	2,0	15,0	4,9	9,18	3,5	8,3	13,3	12,3
Габаритні розміри , м									
довжина	1,3	0,95	2,6	1,30	2,1	1,48	1,56	2,05	2,23
ширина	0,86	0,75	2,4	0,85	2,1	1,50	1,54	1,42	1,89
висота	1,65	1,27	2,2	1,70	2,2	0,98	2,50	3,37	2,38

Таблиця 10.3 - Технічні характеристики високочастотних віброзанурювачів

Показники	В - 102	В - 104	ВПП - 1	ВПП - 4	ВПП - 2А	ВПМ - 2	ВПМ - 1
Потужність електродвигуна, кВт	28	28	30	28	40	7	3,7
Кількість коливань за хвилину		700			1500		
Збурююча сила, кН	218	170	250	140	250	70	15
Амплітуда коливань, мм	22,2	15,7	14,3	13,8	15,2	14,2	13,2
Загальна маса, т	1,8	2,0	2,1	1,2	2,2	0,3	0,15
Габаритні розміри , м							
довжина	1,17	0,91	1,01	1,00	0,80	0,63	0,50
ширина	0,88	0,68	0,95	0,96	1,27	0,53	0,39

висота	1,39	1,75	1,63	1,50	2,25	1,37	0,94
--------	------	------	------	------	------	------	------

Таблиця 11.3 – Технічні характеристики щоківих дробарок

Показник	Складний рух щоки					Простий рух щоки		
	СМД-115	СМД-116	СМД-108	СМД-109 СМД-28	СМД-110 (СМД-6А)	СМД-111	СМД-118	СМД-117
Розміри приймального отвору, мм	160×25 0	250×40 0	250×90 0	400×90 0	600×90 0	900×× 1200	1500× ×1200	1200× ×1500
Найбільша крупність вихідного матеріалу, мм	130	210	210	340	510	510	1300	1000
Кут захоплення, град, не більше	15	15	17	17	19	19	20	20
Номинальна вихідна щілина, мм	30	40	40	60	100	100	180	180
Продуктивність, м ³ / год, при номінальній щілині	3	7	18	25	55	180	550	310
Потужність електродвигуна, кВт, не більше	10	17	40	55	75	90	250	160
Міцність дробленого	до 25000	до 35000	до 25000	до 30000	до 25000	до 25000	до 25000	до 25000

матеріалу, МПа								
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Українська державна академія залізничного транспорту

Будівельний факультет

Кафедра «Будівельні, колійні та
вантажно-розвантажувальні машини»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт
з дисципліни
«Будівельні машини»
для студентів спеціальності 7.090214
усіх форм навчання

Частина 3

Харків 2010

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри «Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини» 6 грудня 2010 р., протокол № 4

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.М. Кравець

Рецензент

доц. А.В. Євтушенко

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Лабораторна робота 9. Визначення основних параметрів стрічкового конвеєра	5
2 Лабораторна робота 10. Вибір віброзанурювача	18
3 Лабораторна робота 11. Визначення технічної продуктивності і необхідної потужності щоклової дробарки.....	23
4 Лабораторна робота 12. Визначення годинної і змінної продуктивності пересувних циклових гравітаційних змішувачів	29
Список літератури	34

ВСТУП

З метою глибокого і міцного засвоєння знань студентам рекомендується заздалегідь готуватися до кожної лабораторної роботи. Підготовка передбачає вивчення і засвоєння відповідних розділів курсу за рекомендованою літературою і даними методичними вказівками.

Перед проведенням чергового лабораторного заняття викладач контролює підготовленість студентів до роботи (засвоєння теоретичних і загальних понять, знання будови і роботи лабораторного обладнання і правил безпечного користування ним). У випадку незадовільного результату контролю студент може бути не допущений до лабораторного заняття.

Виконання лабораторних робіт зараховується як при атестаціях, так і під час заліків. Студенти, які не здали викладачеві звіт з однієї або декількох лабораторних робіт, до заліку з даної дисципліни не допускаються.

Успішно пройшовши контроль підготовленості, студент одержує індивідуальне завдання, записує його у звіт і, користуючись даними методичними вказівками, береться за виконання чергової лабораторної роботи. Насамперед готується робоче місце: перевіряється комплектність лабораторного обладнання, інвентар та інструменти розкладаються в зручному порядку. Згодом, дотримуючись техніки безпеки, відповідно до вказівок до конкретної лабораторної роботи, студент виконує її, заносючи у звіт усі необхідні результати.

Звіт повинен мати завдання, загальні відомості, відомості про лабораторне обладнання, обчислювально-графічний розділ і висновки.

Після закінчення роботи робоче місце приводиться у порядок: лабораторне обладнання очищується і протирається віхтем, усі предмети прибираються у відповідні місця. Показавши викладачеві заповнений звіт і одержавши від нього дозвіл, студент може залишити лабораторію.

Лабораторна робота 9

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

9.1 Мета роботи: вивчити будову стрічкового конвеєра, накреслити схему похилого конвеєра, визначити необхідну ширину стрічки конвеєра, розрахувати максимальне натягнення стрічки та необхідну кількість прокладень в ній; вибрати електродвигун; визначити конструктивні розміри барабанів конвеєра; підібрати редуктор.

9.2 Матеріальне забезпечення:

макет стрічкового конвеєра;
лінійка;
рулетка;
секундомір.

9.3 Загальні вказівки до роботи

Вихідні дані для розрахунку приймаються згідно з варіантом, заданим викладачем, за таблицею 9.1.

9.3.1 Розрахункова схема стрічкового конвеєра (рисунок 9.1)

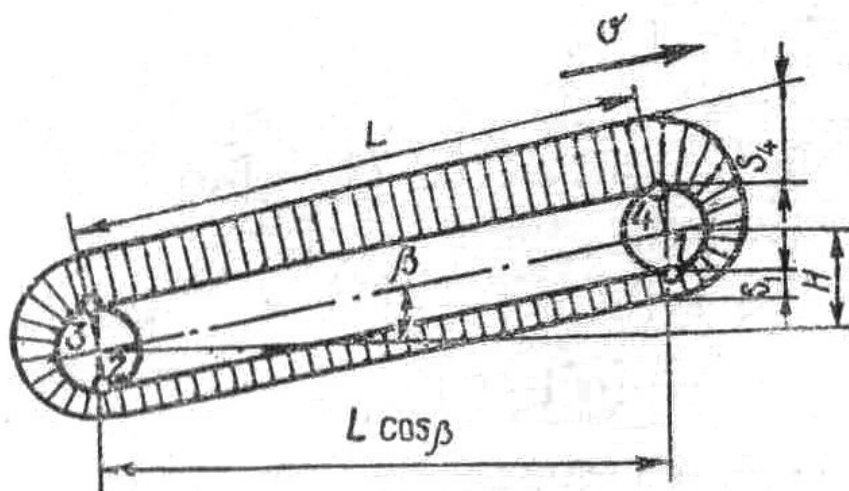


Рисунок 9.1 – Розрахункова схема конвеєра

Таблиця 9.1 – Вихідні дані

Варіант	Продуктивність к т/год	Матеріал, що транспортується	Максимальні розміри шматків d_{max} , мм	щільність Γ , т/м ³ Середня	Довжина конвеєра	Кут нахилу β , град	Матеріал стрічки конвеєра	Умови роботи конвеєра
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	100	Шлак рядовий	25	0,65	40	18	Б820	На відкритому повітрі, запорошено
2	160	Шлаковий цемент	-	0,90	55	12	ОПБ	Повишена вологість
3	180	Крейда	-	1,35	48	22	ОПБ	Нормальна вологість
4	120	Гравій сортований	40	1,55	63	11	Б820	Підвищена вологість

5	200	Гіпс	-	1,30	50	13	ОПБ	Пересувний конвеєр, хороші умови роботи
6	180	Пісок	-	1,65	25	13	Синтетична тканина	Сухе приміщення
7	130	Земля	-	1,20	30	12	Б820	На відкритому повітрі
8	210	Бита цеглина	25	2,2	35	10	ОПБ	В приміщенні з підвищеною вологістю
9	125	Шлак гранульований сортований	30	0,70	40	12	Синтетична тканина	Сухе приміщення
10	160	Щебінь гранітний рядовий	40	1,70	55	13	ОПБ	На відкритому повітрі, запарошено
11	140	Гравій рядовий	50	1,80	30	12	Б820	Нормальна вологість
12	200	Мокрий пісок	-	1,80	40	19	ОПБ	Підвищена вологість

Продовження таблиці 9.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	100	Волога земля	-	1,60	50	16	Синтетична тканина	Сухе приміщення
14	160	Шлаковий цемент	-	1,00	55	13	ОПБ	В приміщенні з підвищеною вологістю
15	160	Пісок	-	1,75	15	18	Б820	На відкритому повітрі, запарошено
16	150	Крейда	-	1,50	30	20	ОПБ	Сухе приміщення
17	130	Щебінь гранітний сортований	65	1,60	40	10	Синтетична тканина	На відкритому повітрі, запарошено

18	140	Мокрий шлак	-	0,95	50	11	ОПБ	Нормальна вологість
19	220	Пісок	-	1,90	45	220	Б820	В приміщенні з підвищеною вологістю
20	130	Земля	-	1,60	20	15	Б820	На відкритому повітрі, запоорошено
21	180	Гіпс	-	1,25	65	17	ОПБ	Сухе приміщення
22	100	Шлак рядовий	20	0,70	50	14	Б820	Нормальна вологість
23	225	Щебінь гранітний	35	1,5	45	11	ОПБ	Нормальна вологість
24	125	Шлак гранульований сортований	25	1,00	25	10	Б820	Сухе приміщення
25	160	Гравій рядовий	30	1,55	60	12	ОПБ	На відкритому повітрі, запоорошено
26	210	Щебінь гранітний рядовий	65	1,60	55	11	Синтетична тканина	Підвищена вологість
27	160	Бита цеглина	30	2,10	35	12	ОПБ	Сухе приміщення

9.3.2 Необхідна ширина стрічки за заданою продуктивністю, м,

$$B = \sqrt{\frac{P_k C}{3600 \cdot 0,11vI}}$$

де P_k - продуктивність конвеєра, т/год;

C - коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності при установленні конвеєра під кутом β : при $\beta = 10...15^\circ$ $C = 0,95$; $\beta = 16...20^\circ$ $C = 0,9$; $\beta = 20...22^\circ$ $C = 0,86$;

v - швидкість руху стрічки, м/с;

I - середня щільність матеріалу, т/м³.

Швидкість руху стрічки призначається залежно від роду вантажу, що транспортується, м/с: для гравію і щебеня $v =$

1,0...1,5; шлаку $\nu = 0,5...1,0$; пилоподібних матеріалів $\nu = 0,8...1,0$; піску і землі $\nu = 1,0...2,5$.

Ширина конвеєрної стрічки, визначена з умов заданої продуктивності, має бути перевірена за максимальним розміром шматка матеріалу, що транспортується: $B_e = 2,5d_{\max} + 0,2$ м – для рядового матеріалу; $B_e = 3,5d_{\max} + 0,2$ м – для сортового матеріалу.

Для подальших розрахунків приймається більше значення ширини стрічки з отриманих. Остаточну ширину стрічки вибирають з нормального ряду, округливши розрахункове значення ширини до найближчого більшого (м): 0,3; 0,4; 0,5; 0,65; 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,4; 1,6; 1,8; 2,0.

Після вибору стандартної ширини стрічки проводимо уточнення робочої швидкості руху стрічки, м/с,

$$\nu_{\text{уточн}} = \frac{B^2}{B_0^2} \nu,$$

де B - розрахункова ширина стрічки, м;

B_0 - прийняте значення ширини стрічки за стандартом, м;

ν - заздалегідь вибрана швидкість, м/с.

9.3.3 Необхідна кількість прокладень конвеєрної стрічки

$$z = 1,1 \frac{S_{\text{найб}}}{B_0 [\sigma'_p]},$$

де $S_{\text{найб}}$ - найбільше натягнення стрічки, Н;

B_0 - прийнята стандартна ширина стрічки, см;

$[\sigma'_p]$ - допустима питома напруга на 1 см одного прокладення, Н/см.

Для кожної стандартної ширини стрічки є діапазон, що допускається, кількості прокладень (для $B_0 = 0,3$ $z = 3..5$; $B_0 = 0,4$ $z = 6..8$; $B_0 = 0,5..0,6$ $z = 8..9$; $B_0 = 0,7$ $z = 9..10$; $B_0 = 0,8..1,0$ $z = 10..11$; $B_0 > 1,0$ $z = 11..12$).

Допустима напруга стрічки на розрив

$$[\sigma'] = \frac{\sigma_p}{k_1},$$

де k_1 - вибирається залежно від ширини стрічки і її числа прокладень: $k_1 = 9$ при $z = 2..3$; $k_1 = 9,5$ при $z = 4..5$; $k_1 = 10,0$ при $z = 6..8$; $k_1 = 11,0$ при $z = 9..12$.

Межа міцності на розтягування залежить від застосовуваного матеріалу стрічки: для бельтинга Б820 $\sigma_p = 600$ Н/см; бельтинга ОПБ $\sigma_p = 1300$ Н/см; синтетичної тканини $\sigma_p = 3000$ Н/см.

9.3.4 Найбільше натягнення стрічки визначити методом обходу по тяговому контуру (рисунок 9.1). На схемі конвеєра проставити основні характерні точки. Точка 1 збігання стрічки з приводного барабана (або точка з мінімальним натягненням) береться за початок обходу по контуру. У точці 1, згідно зі схемою, стрічка конвеєра має найменше S_1 . Тоді зусилля в точці 2, Н,

$$S_2 = S_1 + W_{1-2},$$

де W_{1-2} - опір на порожній гілці конвеєра, Н.

Зусилля в точці 3 тягового контура конвеєра, Н,

$$S_3 = k_2 S_2 = k_2 (S_1 + W_{1-2}),$$

де k_2 - коефіцієнт опорів. При куті обхвату натяжного барабана $\alpha = 180^\circ$ $k_2 = 1,05..1,06$.

Зусилля в точці 4, Н,

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = k_2 (S_1 + W_{1-2}) + W_{3-4},$$

де W_{3-4} - опір на похилій ділянці вантажної гілки конвеєра.

Для визначення зусиль S_1 і S_4 знайти опір W_{1-2} на ділянці 1-2 і W_{3-4} на ділянці 3-4, Н,

$$W_{1-2} = (q_n \cos \beta + q_{p,n}) LW - q_n L \sin \beta,$$

де q_n - лінійна сила тяжіння стрічки, Н/м;
 β - кут нахилу конвеєра;
 q_{pn} - лінійна сила тяжіння елементів роликоопор порожньої гілки стрічки, що обертаються, Н/м;
 L - довжина конвеєра, м;
 W - коефіцієнт опори руху стрічки по роликоопорам:

Умови роботи конвеєра	W
У чистому сухому приміщенні без пилу	0,02
У нормальному приміщенні з нормальною вологістю при наявності невеликої кількості абразивного пилу	0,025
Пересувні конвеєри за хороших умов роботи	0,03
У неопалювальних приміщеннях з підвищеною вологістю чи на відкритому повітрі, де є велика кількість абразивному пилу	0,04

Лінійна сила тяжіння стрічки, Н/м,

$$q_n = (245 \dots 340) B_0.$$

Лінійна сила тяжіння елементів роликоопор порожньої гілки стрічки, що обертаються, Н/м,

$$q_{pn} = \frac{9,81 m_p}{l_x},$$

де m_p - маса елементів роликоопор, що обертаються, кг (таблиця 9.2);

l_x - 2,5. .3,0 - відстань між роликоопорами в порожній гілці, м.

Таблиця 9.2 – Маса елементів роликоопор, що обертаються

Ширина стрічки, м	Жолобчаста роликоопора			
	у нормальному виконанні		у важкому виконанні	
	діаметр ролика, мм	маса, кг	діаметр ролика, мм	маса, кг
0,40	102	10,0	-	-
0,50	102	11,5	-	-

0,65	102	12,5	-	-
0,80	127	22,0	159	45,0
1,00	127	25,0	159	50,0
1,20	127	29,0	159	57,0
1,40	159	50,0	194	108,0
1,6	-	-	194	116,0
2,0	-	0	219	190,0

Опір на ділянці 3-4

$$W_{3-4} = [(q + q_l) \cos \beta + q_{p.ep}] LW + (q + q_l) L \sin \beta,$$

де q - лінійна сила тяжіння вантажу, що транспортується;

$q_{p.ep}$ - лінійна сила тяжіння елементів роликоопор навантаженої гілки, що обертаються .

Лінійна сила тяжіння вантажу, що транспортується, Н/м,

$$q = \frac{\Pi_k \times 9,81}{3,6v_{\text{точн}}}.$$

Лінійна сила тяжіння елементів роликоопор, навантаженої гілки, що обертаються, Н/м,

$$q_{p.ep} = \frac{9,81m_p}{l_{ep}},$$

де l_{ep} - відстань між роликооперами навантаженої гілки конвеєра, $l_{ep} = 1,1, \dots, 1,5$ м.

Сили натягнення S_3 і S_4 пов'язані відношенням

$$S_4 \leq S_1 e^{\mu\alpha},$$

де e - основа натурального логарифма, ц;

μ - коефіцієнт тертя між барабаном і стрічкою;

α - кут обхвату стрічкою поверхні приводного барабана, рад.

Значення $e^{\mu\alpha}$ вибирати за таблицею 9.3.

Таблиця 9.3 - Значення $e^{\mu\alpha}$ для різних кутів α

	$e^{\mu\alpha}$ для кутів обхвату, град			
	180	210	240	300
Чавунний (сталевий) барабан, підвищена вологість	1,37	1,44	1,52	1,69
Барабан з дерев'яною або гумовою обшивкою, підвищена вологість	1,60	1,73	1,87	2,19
Чавунний (сталевий) барабан, велика вологість	1,87	2,08	2,31	2,85
Чавунний (сталевий) барабан, сухе приміщення	2,56	3,0	3,51	4,81
Барабан з дерев'яною обшивкою, сухе приміщення	3,00	3,61	4,33	6,25
Барабан з гумовою обшивкою, сухе приміщення	3,51	4,33	5,34	8,12

Визначити S_1 і S_4 :

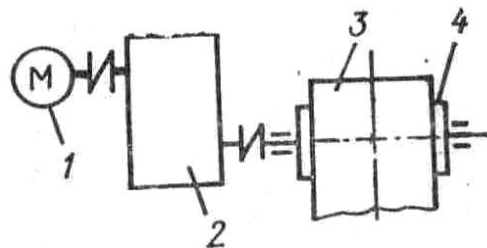
$$\begin{cases} S_4 = k_2(S_1 + W_{1-2}) + W_{3-4}, \\ S_4 = S_1 e^{\mu\alpha}. \end{cases}$$

Знаючи найбільше натягнення стрічки S_4 , визначаємо кількість прокладень в стрічці z . Знайдена кількість прокладень повинна знаходитись у вказаних діапазонах.

Якщо за розрахунком необхідна кількість прокладень більша за передбачену, необхідно прийняти більшу стандартну ширину стрічки B_0 і зробити перерахунок величини z .

9.3.5 Вибір привода конвеєра

Схема привода стрічкового конвеєра дана на рисунку 9.2



1- двигун, 2 – редуктор, 3 – стрічка, 4- барабан

Рисунок 9.2 – Схема привода стрічкового конвеєра

Необхідна потужність двигуна, кВт,

$$N = \frac{W_{\text{уточн}}}{1000\eta},$$

де W - необхідне тягове зусилля на приводному барабані конвеєра, Н;

η - ККД привода барабана, $\eta = 0,75..0,80$.

Тягове зусилля на барабані конвеєра, Н,

$$W = S_{\text{нб}} - S_{\text{зб}} = S_4 - S_1,$$

де $S_{\text{нб}}$ - натягнення набігаючої гілки стрічки, Н;

$S_{\text{зб}}$ - натягнення збігаючої гілки стрічки, Н.

Потужність електродвигуна, кВт,

$$N_{\text{уст}} = k_3 N,$$

де k_3 - коефіцієнт запасу потужності двигуна, $k_3 = 1,1...1,15$.

За $N_{\text{уст}}$, користуючись таблицею 9.4, підібрати серійний електродвигун.

Таблиця 9.4 – Характеристики двигунів

Марка двигуна	Потужність на валу N , кВт		Частота обертання вала n , хв ⁻¹		Маса, кг
	ПВ=25%	ПВ=40%	ПВ=25%	ПВ=40%	
1	2	3	4	5	6
МТ-42-8	16,0	13,0	718	724	280
МТ-51-8	22,0	17,0	723	728	435
МТ-52-8	30,0	25,5	725	730	530
МТ-61-10	30,0	24,0	574	579	715
МТ-62-10	45,0	36,0	577	582	945
МТК-011-6	1,4	1,1	840	885	47
МТК-012-6	2,2	1,8	830	870	53

МТК 111-6	3,5	2,8	875	900	70
МТК 112-6	5,0	4,2	875	900	80
МТК 211-6	7,5	6,0	800	910	110
МТВ 311-6	11,0	9,0	900	920	155
МТВ 312-6	16,0	13,0	900	925	195
МТВ 412-6	30,0	24,0	935	950	315
МТВ 311-8	7,5	6,0	670	690	155
МТВ 312-8	11,0	8,5	680	700	195
МТВ 411-8	16,0	13,0	685	700	255
МТВ 311-6	11,0	7,5	945	945	155
МТВ 312-6	16,0	11,0	955	950	195
МТВ 411-6	22,0	16,0	965	957	280

Продовження таблиці 9.4

1	2	3	4	5	6
МТВ 412-6	30,0	22,0	970	960	315
МТВ 312-8	11,0	7,5	710	695	195
МТВ 411-8	16,0	11,0	715	710	255
МТВ 412-8	22,0	16,0	720	715	315
МТВ 512-8	40,0	30,0	730	716	490
4АС80А6УЗ	0,9	0,8	1000	860	24
4АС906УЗ	-	1,7	-	900	27
4АС1006УЗ	-	2,6	-	920	47
4АС112МА6УЗ	3,8	3,2	1000	910	80
4АС132 6УЗ	7,5	6,3	1000	940	100
4АС132М6УЗ	10,0	8,5	1000	940	125

9.3.6. Основні конструктивні розміри барабанів конвєсєра.
Діаметр приводного барабана, мм:

$$D_{\bar{o}.прив.} = (120...150)z .$$

Діаметр натяжного барабана, мм,

$$D_{\bar{o}.нат} = 100z .$$

Довжина барабана, мм,

$$L_{\bar{o}} = B_0 + 100 ,$$

де B_0 - ширина стрічки, мм.

9.3.7 Підбір редуктора.

Передавальне число редуктора

$$u = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{б}}},$$

де $n_{\text{дв}}$ - частота обертання двигуна, хв^{-1} ;

$n_{\text{б}}$ - частота обертання барабана, хв^{-1} .

За u , $N_{\text{уст}}$ і $n_{\text{дв}}$, користуючись таблицею 9.5, слід вибрати редуктор.

Таблиця 9.5 – Потужності на провідному валу

Частота обертання хв^{-1}	Передавальне число									ПВ, %
	8,32	9,8	12,41	16,3	19,88	24,9	32,42	41,34	50,94	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Редуктор Ц2-200										
600	7,7	6,8	6,1	5,8	5,4	4,4	3	2,4	2	25
	5,9	5,2	4,2	3,9	3,6	2,5	1,6	1,6	1,1	40
	4,6	3,8	3,3	2,1	1,7	1,3	0	0,7	0,5	100
750	9,3	8	6,7	6,2	5,5	5,4	3,8	3,2	2,7	25
	7,2	6,1	4,8	4,2	3,7	2,7	1,8	1,8	1,3	40
	5,7	4,8	3,8	2,6	2,1	1,7	1,3	0,8	0,7	100
1000	11,5	10	8	7,9	6,6	5,4	4,1	4,1	3,7	25
	8,8	7,8	6,1	5,9	4,2	3,2	2,1	2,1	1,6	40
	7,65	6,3	5,1	3,4	2,8	2,2	1,7	1,1	0,9	100
Редуктор Ц2-250										
600	19,3	17,1	15,2	11,3	9,4	7	5,2	4,3	3,9	25
	14,2	12,5	9,9	7,2	6,4	5,5	3,6	3	2,6	40
	7,9	6,7	5,3	3,6	2,9	2,3	1,8	1,2	2	100
750	23	19,7	16,6	13,5	11,1	9,4	7,6	5,6	4,2	25
	16,6	14,5	12,3	8,3	7,3	6,9	4,5	3,5	3	40
	9,1	8,3	6,6	4,5	3,7	2,9	2,2	1,5	1,2	100
1000	27,1	23,8	20,5	17,3	14,1	11,7	9,2	7,3	6	25
	17,8	15,6	14,1	10,2	8,9	7,6	5	4,2	3,5	40
	12	10	8	6	4,9	3,9	3	2	1,6	100
Редуктор Ц2-350										

600	45,7	39,6	34	26,8	22,3	16,6	12	10,2	9,4	25
	34	29,4	25,7	17,2	15,2	13	11	7,2	6,3	40
	17,1	16	12,5	8,5	7	5,5	4,3	4,9	2,3	100
750	61	52	43,5	32	26,5	22,4	16,6	13,4	11,1	25
	35,8	31,6	29,2	19,5	17,7	16,6	12,9	8,4	7,3	40
	21,4	18	14,3	10,7	8,7	6,9	5,4	3,6	2,9	100
1000	71,9	61,2	50,8	37,1	33,5	2,71	21,8	17,3	14,5	25
	42,8	39	33	24,1	21,1	18,1	15,6	10,2	9	40
	28,7	23,9	19,2	19,9	11,7	9,2	7,1	4,9	3,9	100

Продовження таблиці 9.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Редуктор Ц2-500										
600	137	120	113	82,5	72,5	63,3	42,7	34,5	31,8	25
	102	90,6	77	53,6	51	44,1	28,7	24,1	20,4	40
	57,8	49	38,7	26,3	23,6	19	14,3	10	8	100
750	163	140	112	103	89,2	75,6	52,7	42,2	37	25
	121	106	84,7	61	58,7	51,6	32,8	28,4	23,3	40
	72,5	61,2	48,8	32,9	29,6	23,6	18,2	12,4	10	100
1000	197	178	143	122	104	91,7	68,6	58,5	49	25
	145	132	103,2	74,2	65,4	52,8	40,2	27	28,5	40
	100	82	64	44	36	31,4	24	16,5	13,5	100

9.4 Хід виконання роботи

9.4.1 Вивчити будову стрічкового конвеєра.

9.4.2 Накреслити схему похилого конвеєра.

9.4.3 За вказаним викладачем варіантом в таблиці 9.1 вихідних даних визначити необхідну ширину стрічки конвеєра.

9.4.4 Розрахувати максимальне натягнення стрічки та необхідну кількість прокладень в ній.

9.4.5 Вибрати електродвигун.

9.4.6 Визначити конструктивні розміри барабанів конвеєра.

9.4.7 Підібрати редуктор.

9.5 Оформлення лабораторної роботи

9.5.1 У звіті необхідно накреслити схему похилого конвеєра, зарисувати розрахункову схему конвеєра та схему привода стрічкового конвеєра.

9.5.2 Розрахункову частину звіту виконати згідно з розділом 9.3 та вихідними даними заданого варіанта.

9.5.3 У заключній частині звіту зробити висновки за результатами лабораторної роботи та заповнити таблицю 9.6.

Таблиця 9.6 – Основні конструктивні і робочі параметри стрічкового конвеєра

Параметри	Одиниця	Чисельне значення
Розрахункова ширина стрічки B	м	
Стандартна ширина стрічки B_0	м	
Необхідна кількість прокладень конвеєрної стрічки Z	шт.	
Розміри барабанів		
приводного		
- діаметр	мм	
- довжина	мм	
натяжного		
- діаметр	мм	
Електродвигун привода конвеєра		
тип		
N	кВт	
n	хв ⁻¹	
Редуктор		
тип		
u		
N	кВт	
n	хв ⁻¹	

Лабораторна робота № 10

ВИБІР ВІБРОЗАНУРЮВАЧА

10.1 Мета роботи: вивчити конструкцію віброзанурювача; знайти збуджуючу силу вібратора; визначити кутову швидкість обертання валів дебалансів; визначити потужність двигуна віброзанурювача; підібрати відповідний тип віброзанурювача.

10.2 Матеріальне забезпечення:

макет віброзанурювача;
лінійка;
рулетка;
секундомір.

10.3 Загальні вказівки до роботи

Вихідні дані для розрахунку приймаються згідно з варіантом, заданим викладачем, за таблицею 10.1.

Віброзанурювачі призначені для занурення в ґрунт палей, шпунтів, оболонок. Для занурення елементів невеликої маси (шпунти, труби, балки) служать високочастотні віброзанурювачі, для занурення елементів великої маси – низькочастотні.

Таблиця 10.1 – Вихідні дані

Варіант	Палея й оболонка	Маса віброзанурювача, м, т	Площа поперечного перерізу палі, см ²	Довжина палі l, м	Маса палі m _{ср} , т	$\tau_{кр}$ Питомий опір проникненню палі, МПа	Глибина забивання Н, м	Ґрунт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Сталева кругла $r = \sqrt{S/\pi}$ $L = 2\pi r$	0,8	100	10	0,7	0,06	5	Легкий $\sigma = 0,08$ МПа $\varepsilon = 0,02$ $\mu = 0,2$ $\rho = 1,1$ т/м ³
2				12	0,8		6	
3				18	1,8		8	
4		0,9	225	18	1,8	0,08	8	Середній

5	"			10	0,7		6	$\sigma = 0,09 \text{ МПа}$ $\varepsilon = 0,028$ $\mu = 0,26$ $l = 1,3 \text{ Т/М}^3$
6				18	1,8		12	
7	"	1,1	100	18	1,8	0,1	12	Важкий $\sigma = 0,11 \text{ МПа}$ $\varepsilon = 0,04$ $\mu = 1,6$ $l = 0,28 \text{ Т/М}^3$
8		1,2		18	1,8	0,1	12	
9	Дерев'яна квадратна $S = a^2$ $L = 4a$	1,2	64	13	0,7	0,06	8	Легкий
10				14	0,8		8	
11				15	0,9		7	
12				16	0,8		6	
13				17	1,0		8	

Продовження таблиці 10.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	Залізобе- тонна труба $\delta = 10 \text{ см}$ $S = \pi(r_2^2 - r_1^2)$ $r_1 = r_2 - \delta$ $L = 2\pi r_2$	4,5	900	7	1,1	0,06	5	Легкий
15				8	1,3		5	
16				8	2,4		6	
17				10	4,5		7	
18				12	1,4		8	
19				14	4,2		9	
20		10,0	1600	16	5,1	0,1	9	Середній
21				20	7,8		15	
22	Сталева труба $\delta = 5 \text{ см}$	25,0	1800	25	23	0,08	20	Легкий
23				30	40		15	
24				35	45		20	
25				40	50		28	
26				30	58		20	
27	Залізобе- тонна квадратна	2	20×20	10	2,4	0,01	4	Середній
28				8	1,3		5	
29				18	1,3		6	
30				18	1,6		7	

10.3.1 Критичний опір палі переміщенню відносно ґрунту, Н,

$$T_{кр} = LH\tau_{кр}$$

де L - периметр поперечного перерізу палі, м;
 H - повна глибина забивання палі (таблиця 10.2), м;
 $\tau_{кр}$ - питомий опір впровадженню палі, залежний від типу палі і ґрунту (таблиця 10.1).

Збурююча сила вібратора, Н,

$$Q = k_y T_{кр},$$

де k_y - коефіцієнт, що враховує вплив пружності ґрунту (для важких палей $k_y = 0,6$; для легких $k_y = 1$).

10.3.2 Статичний момент дебалансів вібратора, Н*м,

$$S_{ст} = \frac{gAm}{k_c},$$

де g - прискорення вільного падіння;
 A - амплітуда коливань (для піщаних легких ґрунтів - 6..10 мм, для глинистих важких - 8.. 17 мм);
 m - маса віброзанурювача (таблиця 10.1), т;
 k_c - коефіцієнт, що враховує тип палі ($k_c = 0,8$ для залізобетонних палей, $k_c = 1$ для усіх інших елементів).

10.3.3 Кутова швидкість обертання валів дебалансів (частота коливань), 1/с,

$$\omega = \sqrt{\frac{gT_{кр}}{S_{ст}}},$$

де g - прискорення вільного падіння.

10.3.4 Середня потужність двигуна віброзанурювача, кВт,

$$N = S_{ст} \omega.$$

10.4 Хід виконання роботи

10.4.1 За вказаним викладачем варіантом в таблиці 10.1 вихідних даних знайти збурюючу силу вібратора.

10.4.2 Визначити кутову швидкість обертання валів дебалансів.

10.4.3 Визначити потужність двигуна віброзанурювача.

10.4.4 За отриманими даними, користуючись таблицями 10.2 і 10.3, вибрати тип віброзанурювача і вписати його основні дані.

10.5 Оформлення лабораторної роботи:

10.5.1 У звіті необхідно зарисувати віброзанурювач та проставити розміри.

10.5.2 Розрахункову частину звіту виконати згідно з розділом 10.3 та вихідними даними заданого варіанта.

10.5.3 У заключній частині звіту зробити висновки за результатами лабораторної роботи.

Лабораторна робота 11

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ НЕОБХІДНОЇ ПОТУЖНОСТІ ЩОКОВОЇ ДРОБАРКИ

11.1 Мета роботи: вивчити конструкцію шокової дробарки; визначити технічну продуктивність шокової дробарки; знайти необхідну для дроблення потужність відповідно до вихідних даних; для заданого процесу дроблення підібрати типову дробарку; здійснити вибір екскаватора або навантажувача відповідної місткості ковша під знайдену типову дробарку (дробарка працює в кар'єрі).

11.2 Матеріальне забезпечення:

макет шокової дробарки;
 лінійка;
 рулетка;
 секундомір.

11.3 Загальні вказівки до роботи

Вихідні дані для розрахунку приймаються згідно з варіантом, заданим викладачем, за таблицею 11.1.

Основним показником каменедробарок є міра подрібнення i одержуваної на них продукції, тобто відношення середніх розмірів шматків початкового продукту D до середнього розміру кінцевого продукту d

Таблиця 11.1 – Вихідні дані

Варіант	Розмір завантажувального отвору, мм	Дроблений матеріал	Міра дроблення, i	Ексцентриситет вала, S , мм	Кут захоплення α , град	Ширина завантажувальної щілини, e , мм	Примітка
1	150 × 250	вапняк	4	10	12	250	працює в кар'єрі
2	200 × 450	піщаник	5	11	14		
3	1200 × 1400	граніт		32	18		
4	580 × 900	піщаник	5	17	16	150	працює в кар'єрі
5	400 × 600	граніт	4	10	16		
6	200 × 850	піщаник	5	11	15		
7	600 × 800	вапняк	5	18	15		
8	400 × 850	граніт	3	10	17		
9	200 × 400	вапняк	3	12	14		
10	350 × 900	піщаник	4	11	15		
11	950 ×	граніт		25	18		

	1000						
12	600 × 850	піщаник	5	18	17	200	працює в кар'єрі
13	350 × 900	вапняк	5	12	18		
14	200 × 400	піщаник	4	10	15		
15	1200 × 140 0	граніт	3	35	19		
16	1100 × 150 0	граніт		28	20		
17	550 × 1000	піщаник	5	19	17	150	працює в кар'єрі
18	900 × 1150	граніт		27	18		
19	350 × 900	піщаник	3	10	15	180	працює в кар'єрі
20	200 × 900	вапняк	3	12	14		
21	1500 × 100 0	граніт		55	18		
22	850 × 1200	вапняк	4	30	17	100	працює в кар'єрі
23	550 × 900	граніт		16	18		
24	150 × 200	вапняк	4	12	13		

11.3.1 Технічна продуктивність щоклової дробарки, м³/год,

$$P_{техн} = 60Vn\mu,$$

де V - об'єм призми матеріалу, що випадає з дробарки за один відхід рухомої щокли, м³;

n - частота обертання ексцентрикового вала, хв⁻¹;

μ - коефіцієнти розпушення дробленого матеріалу, що має різноманітні значення в залежності від форми дробленого матеріалу, його міцності і ступеня подрібнення; $\mu = 0,3 \dots 0,65$ (менші значення μ вибираються при більшому дробленні).

Об'єм призми матеріалу

$$V = \frac{2e + s}{2} hL,$$

де e - ширина розвантажувальної щілини, м;
 s - ексцентриситет вала, м;
 h - висота призми матеріалу, що піддається дробленню, м;
 L - довжина розвантажувального отвору.

Висота призми матеріалу, що піддається дробленню, м,

$$h = \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha},$$

де α - кут захоплення (в щоккових дробарках кут захоплення не перевищує подвійного кута тертя і не повинен бути більш 20-23 °)

Частота обертання ексцентрикового вала, хв^{-1} ,

$$n = 66,5 \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \alpha}{s}}.$$

11.3.2 Необхідна потужність для дробарок з довжиною завантажувального отвору L до 1000 мм, кВт,

$$N_{\text{необх}} = \frac{\sigma^2 n L (D^2 - d^2)}{0,23E}.$$

При L більше 1000 мм

$$N_{\text{2необх}} = \frac{\sigma^2 n (D^3 - d^3)}{0,23E},$$

де D - межа міцності дробленого матеріалу, МПа (таблиця 11.2);

D - діаметр каменів, що завантажуються в дробарку, м (зазвичай $D = 0,8 \dots 0,9B$, де B - ширина завантажувального отвору дробарки);

d - середній діаметр роздробленого матеріалу, м.

Середній діаметр роздробленого матеріалу, м,

$$d = \frac{(e + s) + e}{2} = e + 0,5s,$$

де E - модуль пружності дробленого матеріалу, МПа (таблиця 11.2).

Таблиця 11.2 – Характеристика гірських порід

Порода	σ , МПа	E , МПа
Піщаник	50-80	34000-50000
Вапняк міцний	135-120	35000-50000
Граніт	180-200	60000-70000

11.4 Хід виконання роботи

11.4.1 За вказаним викладачем варіантом в таблиці 11.1 вихідних даних визначити технічну продуктивність шокової дробарки.

11.4.2 Знайти необхідну для дроблення потужність відповідно до вихідних даних.

11.4.3 Для заданого процесу дроблення підібрати типову дробарку (таблиця 11.3) з найбільш близькими до знайдених значеннями продуктивності і з параметрами, що відповідають вихідним даним. Вказати тип дробарки, її конструктивне рішення і основні показники.

11.4.4 Здійснити вибір екскаватора або навантажувача відповідної місткості ковша під знайдену типову дробарку (дробарка працює в кар'єрі).

Щоб виключити доставку на каменедробильний завод каменів, які мають розміри більш стандартних, їх слід сортувати в кар'єрі.

Таке сортування можуть робити екскаватори або навантажувачі, що працюють в забої з ковшами відповідних ємностей. Максимальна місткість ковша екскаватора або навантажувача, що забезпечує забір тільки таких каменів, які вільно входять у завантажувальний отвір дробарки, може бути знайдена за таблицею 11.4,

Таблиця 11.4 – Визначення максимальної місткості ковша екскаватора і навантажувача в залежності від завантажувального отвору дробарки

Місткість	Розмір завантажувального отвору дробарки, мм
-----------	--

ковша	600 × 900	900 × 1200	1200 × 1500	1500 × 2100
Екскаватора	0,5	1	2	3
Навантажувача	0,8	1	2	4

11.5 Оформлення лабораторної роботи:

11.5.1 У звіті необхідно зарисувати щокону дробарку та проставити розміри.

11.5.2 Розрахункову частину звіту виконати згідно з розділом 3.3 та вихідними даними заданого варіанта.

11.5.3 У заключній частині звіту зробити висновки за результатами лабораторної роботи.

Лабораторна робота 12

ВИЗНАЧЕННЯ ГОДИННОЇ І ЗМІННОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ПЕРЕСУВНИХ ЦИКЛОВИХ ГРАВІТАЦІЙНИХ ЗМІШУВАЧІВ

12.1 Мета роботи: вивчити конструкцію пересувних циклових гравітаційних змішувачів; визначити годинну і змінну продуктивність гравітаційного пересувного змішувача; розрахувати необхідну потужність змішувача і вибрати двигуни; підібрати типовий змішувач.

12.2 Матеріальне забезпечення:

макети пересувних циклових гравітаційних змішувачів;
лінійка;
рулетка;
секундомір.

Таблиця 12.1 – Вихідні дані

Варіант	Місткість барабана по завантаженню V , л	Коефіцієнт виходу суміші K	Швидкість підйому скипа U , м/с	t_1 , с	t_2 , с	t_3 , с
1	2	3	4	5	6	7
1	200	0,65	0,2	15	90	20
2	180	0,68	0,26	15	100	30
3	150	0,67	0,2	18	80	20
4	220	0,69	0,25	20	120	40
5	240	0,66	0,27	15	100	50
6	160	0,65	0,23	17	90	20
7	420	0,68	0,27	16	110	30
8	240	0,67	0,28	20	50	40
9	480	0,66	0,3	15	80	20
10	360	0,7	0,27	18	100	30
11	420	0,69	0,25	20	110	25
12	460	0,65	0,26	16	100	30
13	390	0,66	0,28	19	90	30
14	480	0,68	0,3	15	120	35

Продовження таблиці 12.1

15	190	0,67	0,29	20	130	40
16	230	0,69	0,28	18	90	20
17	210	0,7	0,29	17	80	25
18	490	0,65	0,3	20	90	50
19	220	0,67	0,21	16	120	35
20	190	0,68	0,23	17	100	20
21	225	0,69	0,25	16	95	30
22	195	0,7	0,26	15	80	20
23	470	0,66	0,2	20	130	40
24	360	0,67	0,22	19	75	45
25	420	0,68	0,28	16	130	35
26	250	0,66	0,3	18	100	30
27	500	0,66	0,29	17	90	25
28	440	0,69	0,22	20	110	40
29	235	0,68	0,3	15	90	25
30	430	0,67	0,27	18	75	50

12.3 Загальні вказівки до роботи

Вихідні дані для розрахунку приймаються згідно з варіантом, заданим викладачем, за таблицею 12.1.

Пересувні гравітаційні змішувачі призначені для обслуговування об'єктів з малим об'ємом робіт і використовуються для приготування пластичних бетонних сумішей з крупністю заповнювача до 40 мм в умовах будмайданчиків і на бетонозмішувальних вузлах невеликої продуктивності.

Головним параметром циклових бетонозмішувачів є обсяг готового замісу.

12.3.1 Експлуатаційна продуктивність змішувальних машин періодичної дії, м³ /год,

$$P_{\text{експл}} = \frac{VnKK_{\text{час}}}{1000},$$

де V - місткість змішувального барабана по по завантаженню, л;

n - число замісів за 1 год,

K - коефіцієнт виходу суміші;

$K_{\text{час}}$ - коефіцієнт використання машини за часом $K_{\text{час}} = 0,8 \dots 0,9$

Число замісів за 1 год

$$n = \frac{3600}{t_u},$$

де t_u - час циклу, с.

Час циклу, с,

$$t_u = t_1 + t_2 + t_3,$$

де t_1 - час завантаження барабана при подачі скіповим ковшем, с (таблиця 12.1);

t_2 - час перемішування, с (таблиця 12.1);

t_3 - час завантаження барабана, с (таблиця 12.1).

Коефіцієнт виходу суміші K являє собою відношення обсягу готової суміші до місткості барабана по завантаженню

$$K = \frac{V_{зз}}{V},$$

де $V_{зз}$ - обсяг готового замісу.

Для бетонної суміші $K = 0,65 \dots 0,7$.

12.3.2 Змінна продуктивність пересувного бетонозмішувача, м³/змін

$$P_{см} = T_{см} P_{експл},$$

де $T_{см}$ - час зміни.

12.3.3 Витрати потужності пересувного циклічного гравітаційного бетонозмішувача.

Витрати потужності бетонозмішувачів з завантажувальним ковшем скіпом складаються з потужності двигуна привода барабана N_1 і потужності, що витрачається на підйом завантажувального ковша, N_2 .

Потужність двигуна привода обертання барабана бетонозмішувача, кВт,

$$N_1 = \frac{0,375 G_{см} R_{бц} \omega}{1000 \eta_{мех}},$$

де $G_{см}$ - сила тяжіння маси бетонної суміші, поміщеної в барабан, Н (таблиця 12.2);

$R_{бц}$ - радіус циліндричної частини барабана, м;

ω - кутова швидкість барабана, рад / с ($\omega = 2$ рад/с);

$\eta_{мех}$ - ККД привода ($\eta_{мех} = 0,92$).

Дані для розрахунку слід брати з таблиці 12.2.

Таблиця 12.2 – Дані для розрахунку потужності двигуна привода обертання барабана

Параметр	Місткість барабана змішувача (по завантаженню), л		
	250	500	500
Вага бетонної суміші (сила тяжіння)	1600	2100	6270

маси бетону)			
Внутрішній радіус циліндричної частини барабана	165	210	649

Потужність, що витрачається на підйом ковша (скіпа) у момент його перекидання, кВт,

$$N_2 = \frac{(R - 1)G_{cm} + (G_{cm} + G_k) \sin \alpha v}{1000\eta},$$

де G_{cm} - сумарна сила тяжіння компонентів бетонної суміші, що подається скіпом в барабан, Н ($G_{cm} \approx 0,92 G$, см);

G_k - вага ковша підйомника, Н (прийняти $G_k = 1000$ Н);

R - коефіцієнт шкідливих опорів ($R = 1,2 \dots 1,25$);

α - кут нахилу, град (прийняти $\alpha = 55^\circ$);

v - швидкість підйому скіпа, м/с (таблиця 4.1);

η - ККД лебідки скіпа ($\eta = 0.75$).

Визначити обсяг готового замісу V_{ez} (значення V слід взяти з вихідних даних (таблиця 12.1).

12.3.4 Підібрати типовий змішувач, користуючись розрахунковими даними таблиці 12.3.

Таблиця 12.3 – Технічні характеристики пересувних циклових гравітаційних змішувачів (барабанного типу)

Параметр	СБ-30Б	СБ-16	СБ-16Б
Об'єм готового замісу, л	165	330	330
Місткість по завантаженню, л	250	500	500
Число циклів у 1 год	30	30	32
Частота обертання барабана, хв ⁻¹	20	18	18
Потужність електродвигуна механізму обертання, кВт	1,1	3	4
Потужність електродвигуна механізму підйому ковша, кВт	3	5,5	5,5
Маса, кг, не більше	800	2000	1900

12.4 Хід виконання роботи

12.4.1 За вказаним викладачем варіантом в таблиці 12.1 вихідних даних визначити годинну і змінну продуктивність гравітаційного пересувного змішувача.

12.4.2 Розрахувати необхідну потужність змішувача і вибрати двигуни.

12.4.3 Підібрати типовий змішувач.

12.5 Оформлення лабораторної роботи

12.5.1 У звіті необхідно зарисувати пересувні гравітаційні змішувачі та проставити розміри.

12.5.2 Розрахункову частину звіту виконати згідно з розділом 12.3 та вихідними даними заданого варіанта.

12.5.3 У заключній частині звіту зробити висновки за результатами лабораторної роботи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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

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

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

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

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторних робіт
з дисципліни
"Будівельні машини"
Частина 3
Відповідальний за випуск Орел В.М.

