

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних і самостійних робіт
з дисципліни

«Машини непереривного транспорту»
(для студентів бакалаврів
денної та заочної форм навчання)

Затверджено
на засіданні методичної ради
Протокол № від 2019

Краматорськ 2019

УДК 622.6.002.5

Методичні вказівки до практичних і самостійних робіт з дисципліни “**Машини непереривного транспорту**” (для студентів бакалаврів)/Укладач І.В. Крупко. – Краматорськ: ДДМА, 2019.
– 72с.

Призначені для виконання дипломних та курсових проектів, розрахункових контрольних завдань, самостійної роботи, проведення практичних занять.

Укладач

І.В. Крупко, доц.

Відповідальний за випуск

М.Ю. Дорохов, доц.

З М І С Т

Стор.

1	Розрахунок стрічкового конвеєра	4
1.1	Загальні відомості	4
1.2	Наближений розрахунок.....	4
1.3	Уточнений розрахунок	17
1.4	Приклад розрахунку стрічкового конвеєра	26
1.5	Гальмування конвеєра	34
2	Розрахунок пластинчастого конвеєра	35
2.1	Вхідні дані для розрахунку	36
2.2	Вибір типу настилу і визначення його ширини і висоти.....	36
2.3	Тяговий розрахунок	40
2.3.1	Наближений розрахунок	40
2.3.2	Перевірочний розрахунок	43
2.3.3	Вибір і розрахунок натяжного пристрою	45
3	Розрахунок скребкових конвеєрів	46
3.1	Вхідні дані для розрахуку конвеєрів з високими скребками	47
3.2	Скребки та жолоби. Визначення їх розмірів	47
3.3	Тяговий розрахунок	50
4	Розрахунок підвісного конвеєра	52
4.1	Попередній розрахунок	52
4.2	Перевірочний розрахунок	56
4.3	Вантажний натяжний пристрій	60
5	Самостійна робота	61
	Список рекомендованої літератури	72

1 РОЗРАХУНОК СТРІЧКОВОГО КОНВЕЄРА

1.1 Загальні відомості

Основним елементом стрічкового конвеєра є гнучка замкнута стрічка, на якій транспортується вантаж.

Продуктивність стрічкових конвеєрів залежить від ширини стрічки, швидкості її руху, вантажу, що транспортується, і коливається в дуже широких межах (від десятків до кількох тисяч тонн на годину). Продуктивність стрічкових конвеєрів з багатобарабанным приводом довжиною до 8 км досягає 30000 т/г. Конвеєри, що серійно випускаються, мають ширину стрічки до 3,5 м при швидкості руху 6...8 м/с. Технічна характеристика деяких конвеєрів, що застосовуються, наведена у виданні [1].

Простота конструкції, мала власна вага, висока надійність роботи і простота експлуатації забезпечує низьку собівартість переміщення вантажу. Деяким недоліком стрічкових конвеєрів є відносно висока вартість стрічки, що складає майже 50% загальної вартості машини.

Вихідні дані для розрахунку:

- місце установки конвеєра, умови і режим експлуатації;
- транспортує матеріал;
- насипна щільність ρ , у тоннах на кубічний метр;
- максимальний розмір кусків $a_{\max}$, в міліметрах, в загальній масі вантажу;
- відстань транспортування (довжина) L , у метрах;
- схема траси з показанням довжин горизонтальних L_{Γ} і нахилених $L_{\text{н}}$ ділянок, а також кута нахилу β , у градусах, або висоти підйому вантажу H , у метрах, місць навантажування і розвантажування.
- напрямок транспортування;
- планова середня масова продуктивність конвеєра $Q_{\text{с}}$, у тонах за добу.

Максимальна продуктивність по пропускній здатності завантажувального обладнання $Q_{\text{м}}$, у тонах за добу.

Розрахунок стрічкового конвеєра для заданих умов праці виконується наближенням і уточненням методами.

1.2 Наближений розрахунок

1 У відповідності із заданими умовами експлуатації, довжиною і продуктивністю $Q_{\text{р}}$ визначається тип стрічкового конвеєра.

2 Визначаються режим і розрахункові групи конвеєра
Коефіцієнти використання конвеєра за добу $K_{\text{в.д.}}$ і за рік $K_{\text{в.р.}}$.

$$K_{\epsilon.\partial} = \frac{t_{n.\partial}}{24}; K_{\epsilon.p} = \frac{t_{n.p}}{8760},$$

де $t_{п.д.}$ $t_{п.р.}$ - плановий час роботи конвеєра за добу і за рік.

За таблицею 1.1 [2] визначається клас використання конвеєра за часом.

Коефіцієнт використання за продуктивністю

$$k_3 = \frac{Q_C}{Q_M}.$$

Клас використання за продуктивністю визначається за табл. 1.1 [2].

За таблицею 1.2 і 1.4 [2] визначаються режим роботи конвеєра і умови експлуатації.

3 Обчислюється розрахункова продуктивність конвеєра

$$Q_{P.M} = \frac{Q_M}{T k_e}$$

де k_e – коефіцієнт експлуатації,

$$k_e = k_q k_r k_H,$$

де k_q – коефіцієнт використання конвеєра за часом,

$$k_q = \frac{t_m}{t_n} \leq 1,$$

де t_m і t_n – час фактичної роботи конвеєра та плановий час;

k_H – коефіцієнт нерівномірності завантаження;

k_r – коефіцієнт готовності.

$$Q_{p.c} = \frac{Q_c}{T k},$$

де $Q_{p.c}$ – розрахункова середня продуктивність конвеєра, т/год.

За таблицею 1.7 [2] уточнюється характеристика насипних вантажів і приймається швидкість руху стрічки, ширина стрічки береться з технічної характеристики аналогічного конвеєра.

Для типових магістральних підземних конвеєрів прийняті в залежності від ширини стрічки такі швидкості; як показано в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Прийняті швидкості для типових магістральних підземних конвеєрів

B, мм	800	1000	1200	1600 та 2000
v, м/с	1,6; 2,0	1,6; 2,5	2,0; 3,15	3,15

Межі швидкості, що рекомендуються для конвеєрів на відкритих розробках, наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Швидкості стрічки, що рекомендуються

Продуктивність конвеєра V, м ³ /ГОД	Швидкість стрічки v, м/с	Продуктивність конвеєра V, м ³ /ГОД	Швидкість стрічки v, м/с
400...800	2,0...2,5/1,5...2,5	5000...8000	3,5...5,5/2,5
1000...2500	2,5...3,5/2,0...3,0	8000...12000	4,0...6,0/3,0
2500...5000	3,0...4,5/2,5...3,5	більше 12000	4,0...6,5/3,0...4,5

Примітка. В числівнику дані для крихких піщаних порід, в знаменнику – скалистих руд.

Значення максимально допустимих швидкостей, що рекомендуються, при розвантаженні через головний барабан наведені в табл. 2.6 [1].

4 Знаходиться необхідна ширина стрічки:

- за продуктивністю

$$B_p = 1,1 \left(\sqrt{\frac{Q_{p.M}}{k_{II} k_{\beta} \rho v}} + 0,05 \right), \quad (1.1)$$

де k_{II} – коефіцієнт продуктивності, що враховує кут природного укосу насипного вантажу φ_p , кут нахилу бокових роликів α_p і форму стрічки (табл. 1.3).

K_{β} - коефіцієнт, що враховує зниження продуктивності нахилених конвеєрів (табл. 1.4).

Таблиця 1.3 – Значення коефіцієнта k_{II}

Роликopідпора	φ_p , град				Роликopідпора	φ_p , град			
	10°	15°	20°	25°		10°	15°	20°	25°
Однороликова	160	250	330	420	П'ятироликова				
Двороликова					$\alpha_{p2} = 15^\circ$				
					$\alpha_{p1} = 30^\circ$	440	515	590	650
$\alpha_p = 15^\circ$		500	580	660	$\alpha_{p2} = 18^\circ$				
$\alpha_p = 20^\circ$	—	570	615	660	$\alpha_{p1} = 54^\circ$	—	565	635	705
Трироликова					$\alpha_{p2} = 22,5^\circ$				
					$\alpha_{p1} = 45^\circ$	535	600	670	750
$\alpha_p = 20^\circ$	393	470	550	640	$\alpha_{p2} = 30^\circ$				
$\alpha_p = 30^\circ$	480	550	625	700	$\alpha_{p1} = 60^\circ$	595	650	710	775
$\alpha_p = 36^\circ$	525	590	660	730					
$\alpha_p = 45^\circ$	580	635	690	750					

Таблиця 1.4 – Значення коефіцієнта k_β

Рухомість часток вантажу	φ_p , град	Кут нахилу конвеєра β , град					
		5	10	15	18	20	22...24
Легка	10	0,95	0,9	0,85	0,82	0,8	—
Середня	15	1,0	0,98	0,95	0,92	0,9	0,8
Мала	20	1,0	1,0	0,98	0,96	0,95	0,9

Якщо ширина стрічки визначена за формулою (1.1), значно менше прийнятої для даного конвеєра, необхідно взяти меншу швидкість руху стрічки із можливих для приводу прийнятого конвеєра:

- за кускуватістю

для рядового вантажу

$$B_K \geq X_a + 200 \leq B_P; \quad (1.2)$$

для сортового вантажу

$$B_K \geq X_{aC} + 200 \leq B_P; \quad (1.3)$$

де X – коефіцієнт кускуватості;

$X=2,5$ – для рядових вантажів;

$X=3,5$ – для сортованих вантажів;

a – найбільший розмір кусків, мм, приймається в залежності від ширини стрічки за таблицею 2.8 [1];

a_C – середній розмір кусків в поперечнику, мм.

Необхідно, щоб прийнята ширина стрічки задовольняла умовам (1.2) і (1.3).

Одержану розрахункову ширину стрічки закругляють до найближчої з нормального ряду за ДСТУ 20-95: $B=400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, (1800), 2000, (2250), 2500, (2750), 3000, 3500$ мм.

5 Перевіряють відповідність швидкості стрічки розрахункової продуктивності при ширині стрічки B

$$v_p = \frac{v B_P^2}{B^2}. \quad (1.4)$$

6 Розраховується загальний опір руху стрічки на конвеєрі

$$W = k_\theta L_\Gamma k_B + q_C + q_{P.B} \gamma_B + q_C + q_{P.H} \gamma_H \pm q_B H \quad (1.5)$$

де k_d – узагальнений коефіцієнт місцевих опорів на поворотних барабанах, в пунктах завантаження та інших пунктах. Він зменшується із збільшенням довжини конвеєра L , тому що при цьому зменшується доля зосереджених опор руху;

Таблиця 1.5

$L, \text{ м}$	6	10	20	30	50	100	300	400	600	850	1000	1500
k_d	6	4,5	3,2	2,6	2,2	1,75	1,32	1,24	1,15	1,1	1,09	1,06

де L – повна довжина горизонтальної проекції конвеєра, м;

$q_B, q_C, q_{P.B}, q_{P.H.}$ – лінійні сили ваги відповідно вантажу, стрічки і обертальних частин роликкоопор на верхній та нижній вітках стрічки, Н/м;

w_B, w_H – коефіцієнти опору руху верхньої та нижньої вітки стрічки;

H – висота підйому вантажу, м; знак “+” перед останнім доданком слід приймати під час руху стрічки вверх, а “-” – під час руху вниз.

Таблиця 1.6 – Значення коефіцієнтів w_B, w_H для конвеєрів загального призначення

Умови експлуатації конвеєра	W _B		W _H
	Довжина конвеєра		
	до 100 м	більше 100м	
Добрі (легкі)	0,02	0,018	0,018
Середні	0,025	0,022	0,022
Тяжкі (влітку)	0,035	0,032	0,03
Тяжкі (взимку)	0,045	0,042	0,04
Дуже тяжкі (влітку)	0,04	0,036	0,034
Дуже тяжкі (взимку)	0,055	0,05	0,047

Значення коефіцієнтів опору руху стрічки конвеєра для відкритих робіт слід приймати за таблицею 3.3 [1], для підземних робіт – за таблицею 3.4 [1].

Лінійне навантаження (лінійна сила ваги):

- від транспортуючого насипного вантажу

$$q_g = \frac{g}{3,6} \frac{Q_{P.C}}{v} \quad (1.6)$$

де $Q_{P.C}$ – розрахункова середня продуктивність конвеєра, т/г;

v – швидкість стрічки, м/с;

- штучного вантажу

$$q_{B.ш} = \frac{g}{l_0} m_B, \quad (1.7)$$

де m_B – маса одного з найбільш важкого вантажу або комплекту вантажів, кг;

l_0 – відстань між окремими вантажами в напрямку руху стрічки, м.

Лінійне навантаження від стрічки з тканинними прокладками визначається за формулами

$$q = g m_c B \quad (1.8)$$

або

$$q_c = 1,1 g (\delta i + \delta_v + \delta_n) B, \quad (1.9)$$

де m_c – маса 1 м² стрічки, м;

B – ширина стрічки, м;

δ – товщина однієї прокладки, мм;

δ_v, δ_n – товщина верхньої і нижньої обкладок стрічки, мм;

i – число прокладок в стрічці;

1,1 – середня щільність матеріала стрічки, кг/дм³.

Характеристика гумотканинних стрічок наведена в табл. 5.1; 5.2; 5.3 [1].

Лінійне навантаження обертальних частин роlikоопор на верхній і нижній вітках стрічки

$$q_{p.v} = \frac{g m_{p.v}}{l_{p.v}}, \quad (1.10)$$

$$q_{p.n} = \frac{g m_{p.n}}{l_{p.n}}, \quad (1.11)$$

де $m_{p.v}, m_{p.n}$ – маси обертальних частин відповідно верхньої і нижньої роlikоопор, кг; приймається за каталогами заводів-виробників.

За відсутністю заводських даних $m_{p.v}$ і $m_{p.n}$ можна приймати за таблицею 1.4 в залежності від ширини стрічки, типу роlikоопор і діаметра роликів або за формулами

$$m_{p.v} = 13 + 23B, \quad (1.12)$$

$$m_{p.n} = 8 + 14B, \quad (1.13)$$

де $l_{p.v}, l_{p.n}$ – відстань між роlikоопорами (крок роlikоопор) верхньої і нижньої віток.

У вітчизняній вугільній промисловості прийняті такі відстані між роlikоопорами на верхній (числівник) і нижній (знаменник) гілках конвеєра, як показано у таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Відстані на верхній і нижній гілках конвеєра

Ширина стрічки, мм	800	1000	1200
Крок роликоопор, мм	1400/2800	1200/2400	1200/2400

Таблиця 1.8 – Маса обертальних частин роликоопор

В, мм	Д _р , мм	м _р , кг	В, мм	Д _р , мм	м _р , кг
500	102	10/6	1200	127	29(37)/26
650	102	12,5/10,5	1400	159	49,8(108)/41,9
800	89	8,5/7,7	1600	159	54,9(116)/46,7
800	127	22/19	1800	159	62(122)/50,0
1000	127	25(50)/21,5	2000	194	98,1(190)/50,0

Примітка. В числівнику наведені дані для жолобчастої роликоопори в нормальному виконанні, в знаменнику – для прямої роликоопори; в дужках – для жолобчастої роликоопори в важкому виконанні.

Для конвеєрів загального призначення крок роликоопор верхньої вітки конвеєра приймається за таблицею 1.9.

Таблиця 1.9 – Крок роликоопор

В, мм	Насипна щільність вантажу, т/м ³							
	0,8/–	1/–	1,2/0,8	1,5/1	2/1,2	2,5/1,5	–/2	–/2,5
800	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9
1000	1,2	1,15	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
1200	1,15	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8
1400	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,7
1600	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,7	0,7	0,6

Примітка. В числівнику наведена насипна щільність дрібнокускових вантажів, в знаменнику – крупно кускових.

Для нижньої вітки максимальну відстань між роликоопорами рекомендується приймати 3м при ширині стрічки 800мм і 1000мм та 2,5м при ширині стрічки 1200, 1400, 1600мм.

В деяких випадках на довгих магістральних конвеєрах при значній різниці натягів в головній і хвостовій частинах приймають перемінний (два або три значення) крок роликоопор, що збільшується від хвостової частини до головної. В цьому випадку особливо зручні підвісні роликоопори в поєднанні з канатним ставом. Крок розраховують за формулою

$$l_p = \frac{(0,2...0,25) S}{q_{\Gamma} + q_C}. \quad (1.14)$$

В зоні великого натягу стрічки може утворитися дуже великий крок установки роликоопор, тому виконують перевірку на допустиме навантаження роликоопори за формулою

$$l_p \leq \frac{G_d}{q_{\Gamma} + q_{\Delta}}, \quad (1.15)$$

де G_d - допустиме навантаження на одну роликоопору, що визначається типом застосовуваних підшипників і міцністю осей.

Відстань між амортизуючими роликоопорами в зоні завантаження

$$l_{p.z.} = D_p + (100...200), \quad (1.16)$$

де D_p – діаметр ролика амортизуючої роликоопори, мм.

7 Визначаються параметри приводу

Потужність приводу P , кВт визначається за формулою

$$P = \frac{K_3 W v}{10^3 \eta}, \quad (1.17)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу зчеплення стрічки з барабаном, $K_3=1,1...1,2$;

W – тягове зусилля, що дорівнює загальному опору руху стрічки, Н, що визначається за формулою (1.5) або тяговим розрахунком конвеєра;

v – швидкість руху стрічки, м/с;

η - загальний КПД механізмів приводу ($\eta=0,8...0,9$).

Обирається тип приводу конвеєра і визначаються розрахункові натяги збігаючої та набігаючої вітки стрічки.

$$S_{3B} = \frac{K_3 W}{e^{\mu\alpha} - 1}, \quad (1.18)$$

$$S_{HB} = S_{3B} e^{\mu\alpha} = \frac{K_3 W e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}, \quad (1.19)$$

де $e^{\mu\alpha}$ - тяговий фактор (табл.1.10);

e – основа натуральних логарифмів;

μ – коефіцієнт тертя стрічки по барабану;

α – сумарний кут обхвату стрічкою приводних барабанів, рад.

Таблиця 1.10 – Значення тягового фактора

Матеріал барабана і умови експлуатації	Коефіцієнт тертя, μ	Кут обхвату α , град (рад)							
		180 (3,14)	210 (3,66)	240 (4,19)	300 (5,24)	360 (6,28)	400 (7,0)	450 (7,85)	480 (8,39)
Чавунний або сталевий, дуже вологий	0,1	1,37	1,44	1,52	1,69	1,87	2,02	2,19	2,32
Барабан футерований деревом або гумою, дуже вологий	0,15	1,60	1,73	1,87	2,19	2,57	2,87	3,25	3,51
Чавунний або сталевий, вологий	0,2	1,87	2,08	2,31	2,85	3,51	4,04	4,84	5,34
Чавунний або сталевий, сухий	0,3	2,56	3,00	3,51	4,81	6,59	8,17	10,5	12,35
Барабан футерований гумою, сухий	0,4	3,51	4,33	5,34	8,12	12,35	16,41	23,0	28,56

В двобарабанному приводі маємо

$$S_{HB1} \leq S_{ЗБ2} e^{\mu_1 \alpha_1 + \mu_2 \alpha_2}, \quad (1.20)$$

де S_{HB1} – натяг стрічки, що набігає на перший по ходу стрічки приводний барабан, Н;

$S_{ЗБ2}$ – натяг вітки стрічки, що збігає з другого приводного барабана, Н;

μ_1 і μ_2 – коефіцієнти тертя стрічки об поверхню першого та другого приводних барабанів;

α_1 і α_2 – кути обхвату стрічкою першого і другого барабанів, рад.

Загальна потрібна потужність двигунів двобарабанного приводу визначається за формулою (1.17) і розподіляється у відповідності з K_ϕ , $P = P_1 + P_2$

$$P_1 = \frac{PK_\phi}{K_\phi + 1} \leq P_{1ДВ}, \quad (1.21)$$

$$P_2 = \frac{P}{K_\phi + 1} \leq P_{2ДВ}, \quad (1.22)$$

$$K_{\Phi} = \frac{P_{1ДВ}}{P_{2ДВ}}, \quad (1.23)$$

де K_{Φ} – коефіцієнт співвідношення потужностей прийнятих електродвигунів на першому і другому барабанах;

$P_{1ДВ}$ і $P_{2ДВ}$ - потужності електродвигунів, кВт.

Звичайно приймають $K_{\Phi}=1...3$ в залежності від коефіцієнту використання міцності стрічки Φ .

Для однобарабанного приводу

$$\Phi = \frac{e^{\mu\alpha} - 1}{e^{\mu\alpha}}, \quad (1.24)$$

для двобарабанного приводу

$$\Phi = \frac{e^{\mu_1\alpha_1 + \mu_2\alpha_2} - 1}{e^{\mu_1\alpha_1 + \mu_2\alpha_2}}. \quad (1.25)$$

Коефіцієнти Φ для різних значень μ і K_{Φ} подані в таблиці 4.8 [2].

Вибір електроприводів здійснюється за каталогом. Відомості про електродвигуни наведені також в [3] табл. 111.3

Окружне зусилля на першому і другому барабанах

$$W_1 = \frac{W K_{\Phi}}{K_{\Phi} + 1}, \quad (1.26)$$

$$W_2 = \frac{W}{K_{\Phi} + 1}. \quad (1.27)$$

Натяг стрічки, що збігає з другого барабана.

$$S_{3Б2} = \frac{W_2 K_3}{e^{\mu_2\alpha_2} - 1}. \quad (1.28)$$

Натяг стрічки, що набігає на другий барабан і збігає з першого барабана

$$S_{НБ2} = S_{3Б1} = S_{3Б2} e^{\mu_2\alpha_2}. \quad (1.29)$$

Натяг стрічки, що набігає на перший барабан,

$$S_{НБ1} = S_{3Б1} + K_3 W_1 \quad (1.30)$$

Тяговий фактор для першого приводного барабана

$$e^{\mu_1\alpha_1} = \frac{S_{НБ1}}{S_{3Б2} e^{\mu_2\alpha_2}}. \quad (1.31)$$

8 Вибирається стрічка

Вибираючи стрічку гумотканинну або гумотросову, необхідно враховувати: довговічність, межу міцності, вартість стрічки, гранично допустиму довжину конвеєра за відносним подовженням стрічки при робочому навантаженні в залежності від прийнятого типу натяжного пристрою, а також мати менші запаси міцності стрічок.

Необхідне число прокладок стрічки

$$i \geq \frac{kS_{\max}}{S_{p1}B}, \quad (1.32)$$

де k – коефіцієнт запасу міцності стрічки;

$S_{\max}$ – максимально розрахунковий натяг стрічки, Н;

S_{p1} – міцність тканини прокладки, Н/мм, ширини стрічки (табл. 5.2[1]);

B – ширина стрічки, мм.

$$K = \frac{K_0}{K_{np}K_{ct}K_TK_P}, \quad (1.33)$$

де K_0 – номінальний запас міцності стрічки (при розрахунку за навантаженнями руху, що установився $K_0=7$; при розрахунках за максимальними пусковими навантаженнями $K_0=5$);

K_{np} – коефіцієнт нерівномірності роботи прокладок (табл. 1.11).

Таблиця 1.11

Число прокладок	3	4	5	6	7	8
K_{np}	0,95	0,9	0,88	0,85	0,82	0,8

K_{ct} – коефіцієнт міцності стикового з'єднання кінців стрічки (для вулканізованого стику $K_{ct}=0,9...0,85$, стику виконаного скобами та шарнірами $K_{ct}=0,5$, внапуск заклепками $K_{ct}=0,4...0,3$);

K_T – коефіцієнт конфігурації траси конвеєра ($K_T=1$ – для горизонтального, $K_T=0,9$ – похилого прямолінійного, $K_T=0,85$ – похилого із складним профілем траси);

K_P – коефіцієнт режиму роботи (табл. 1.12).

Таблиця 1.12

Режим роботи	ЗЛ	Л	С	В	ЗВ
K_P	1,2	1,1	1,0	0,95	0,85

Значення коефіцієнта запасу міцності можна вибрати з таблиці 1.13.

Таблиця 1.13 – Значення коефіцієнта запасу міцності стрічок К

Тип стрічки	I	K
Гумотканинна, загального призначення, морозостійка та негорюча	до 5	8/9
Теплостійка	Більше 5	9/10
	будь-яке	10/10
Підвищеної теплостійкості	будь-яке	20/20
Тканинна ПХВ	до 5	8,5/9,0
	Більше 5	9,0/10
Гумотросова	—	7,0/8,5

Примітка. В числівнику наведено значення к при куті нахилу конвеєра $\beta \leq 10^\circ$, в знаменнику $\beta > 10^\circ$.

Одержане число прокладок повинно відповідати значенням (табл. 5.2[1]), що рекомендуються. Якщо число прокладок виходить більше, ніж допускається для даної ширини стрічки, то необхідно взяти більш міцну стрічку.

Гумотросові стрічки необхідної міцності та ширини (див. табл. 5.8[1]) вибирають за міцністю тягового каркасу (у ньютонх на міліметр)

$$S_{P.T} \frac{S_{\max} K'}{B}, \quad (1.34)$$

де $K' = K_0 / K_{ст} K_p K_T$ – коефіцієнт запасу міцності;

$K_0, K_{ст}, K_p, K_T$ – коефіцієнти з формули (1.33).

Стрічки вибираються за ДСТУ 20-85 (гумотканинні) і ТУ 38105841-75 (гумотросові). Технічні характеристики стрічок надані у таблицях 5.1...5.7[1].

Міцність стрічки є основним фактором, що обмежує довжину конвеєра. Якщо міцність стрічки при перевірці виявилась недостатньою, то допустима довжина конвеєра з умови міцності стрічки знаходиться наближено за формулою

$$L_{\max} = \frac{S_{p.d}}{S_{\max}}, \quad (1.35)$$

де $S_{p.d}$ – допустимий натяг стрічки;

$S_{\max}$ – найбільший натяг стрічки.

9 Вибирається діаметр барабана

Діаметр барабана визначається його призначенням, натягом, шириною і типом тягового каркасу стрічки.

Для конвеєрів з гумотканинною стрічкою

$$D = k_a k_\sigma i, \quad (1.36)$$

де k_a – коефіцієнт, що залежить від типу прокладок, м/шт. Прокладок (табл. 1.14)

Таблиця 1.14 – Значення k_a

Міцність тканини прокладки, Н/мм	55	100	150	200	300	400
k_a , м/шт.	125...140	141...160	161...170	171...180	181...190	191...200

Менші значення k_a приймають для стрічок меншої ширини загального діапазону ширини стрічок кожної міцності, що випускаються за ДСТУ 20-85.

k_6 – коефіцієнт призначення барабана (для барабана однобарабанного приводу $k_6=1,0$; двобарабанного – $k_6=1,1$; для кінцевого оборотного і натяжного барабанів при натягу стрічки до 60% від допускаемого – $k_6=0,8...0,85$, а більше – $k_6=0,9$; для барабана, що відхиляє стрічку – $k_6=0,5$).

Для гумотросової стрічки

$$D_6 = D_6' k_6, \quad (1.37)$$

де D_6' – рекомендований діаметр приводного барабана, м (табл. 4.3[2]).

Одержаний за формулами (1.36) і (1.37) діаметр барабана D_6 , у міліметрах округляється до найближчого із нормального ряду розмірів барабанів за ДСТУ 22644-77: 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1400, 1600, 2000, 2500, 3000 мм.

Вибраний діаметр приводного барабана перевіряють за діючим тиском стрічки на поверхню барабана $P_{л.д}$

$$P_{л.д} = \frac{360}{\alpha \pi B D_6} \left(\sigma_{НБ} + S_{ЗБ} \right) \leq \frac{360 S_{НБ}}{2 \pi B D_6} \frac{e^{\mu\alpha} + 1}{e^{\mu\alpha}} \leq P_{л.д}. \quad (1.38)$$

Допустимий тиск на поверхню барабана:

- для гумотканинної стрічки $P_{л.д} = 0,2...0,3$ МПа;
- для гумотросової стрічки $P_{л.д} = 0,35...0,55$ МПа.

Розрахунковий обертальний момент на валу приводного барабана, за яким вибирають типорозмір барабана і редуктора

$$M_{об} = 0,5 k_3 W D_6. \quad (1.39)$$

Розміри барабанів конвеєрів загального призначення наведені в табл. 9.8[1]. Наближено довжину обичайки барабана визначають за формулою

$$L_6 = B + a_6. \quad (1.40)$$

Таблиця 1.15

Ширина стрічки В, мм	менше або до-рівнює 650	800...1000	1200	2000...3000
a_6 , мм	100	150	200	250

Частота обертання приводного барабана, хв.⁻¹

$$n = \frac{60 \nu}{\pi D},$$

де $D = D_6 + 2\Delta_\Phi$,

Δ_Φ – товщина футерівки, м.

Передаточне число редуктора приводу конвеєра

$$U_p = \frac{n}{n_B}.$$

Розрахункова потужність редуктора

$$P_{ред} = k_p P_p,$$

де k_p – коефіцієнт умов роботи (табл. 1.33 і 1.34[3]);

P_p – найбільша потужність, що передається редуктором при нормальній роботі.

Вибір редуктора здійснюється за каталогом. Можна використати табл. 111.4[3], в особливих випадках редуктори виготовляються індивідуально.

Вибраний редуктор перевіряють на спроможність передачі граничного короткочасно діючого навантаження P_{np} за умовою

$$P_{np} = k P_p,$$

де k – коефіцієнт режиму роботи, при Л, С, В, ЗВ k відповідно 1,25; 1,6; 2; 2,5.

1.3 Уточнений розрахунок

Уточнений розрахунок виконується шляхом підсумовування всіх сил опору руху як розподілених, так і зосереджених, що виникають під час руху стрічки.

1 Визначення ширини стрічки; лінійних навантажень (сил ваги) від транспортованого вантажу, стрічки, частин роликів, що обертаються, виконуються аналогічно наближеному розрахунку.

2 Накреслюється схема конвеєра. Контур траси конвеєра розділяють на окремі ділянки за видом опорів – прямолінійні (горизонтальні і похилі), повороти – відхилення стрічки на роликах або барабанах, вузли навантаження і розвантаження і т.п.

Вибирається місце установки приводу. Під час доставки вантажу уверх і по горизонталі привод необхідно установлювати в кінці навантаженої вітки, тобто на розвантажувальному кінці конвеєра.

Під час транспортування вниз привод може бути розташований або вгорі, або внизу в залежності від кута нахилу:

- якщо $W_B > 0$ і $W_H > 0$, то привод слід розташовувати внизу;

- якщо $W_B < 0$ і $|W_H| > W_H$, то привод слід розташовувати вгорі.

Нумерацію характерних точок тягового органа і розрахунок починають від точки збігання стрічки з приводного барабана і продовжують по всьому контуру траси до точки набігання стрічки на приводний барабан.

3 Визначається опір руху стрічки на прямолінійних ділянках: на нижній (холостій) вітці

$$W_H = w_H [q_C + q_{P.H}] \pm q_C h, \quad (1.41)$$

на верхній робочій вітці

$$W_B = w_B [q_C + q_B + q_{P.B}] \pm [q_C + q_B] h, \quad (1.42)$$

де $w_B, w_H, q_C, q_B, q_{P.B}, q_{P.H}$, “+”, “-” – див. формулу (1.5);

l і h – горизонтальна і вертикальна проекції довжини ділянки, що розглядається, м.

Для горизонтальної ділянки $h=0$.

4 Обчислюється натяг стрічки, що збігає з роликової батареї, з відхиляючого або оборотного барабана (ролика)

$$S_2 = S_1 \xi, \quad (1.43)$$

де ξ – коефіцієнт опору руху стрічки на роликовій батареї або барабані (звичайно $\xi=1,02...1,07$ в залежності від кута обхвату α і умов роботи конвеєра);

S_1 – натяг стрічки, набігаючої на роликову батарею або барабан.

5 Визначається опір руху стрічки в місці завантаження конвеєра вантажем, що транспортується

$$W_3 = W_y + W_B + W_{\Pi}, \quad (1.44)$$

де W_y – опір від прискорення вантажу під час подачі його на стрічку;

W_B – опір тертю часток вантажу об нерухомі борти напрямного лотка лійки;

W_{Π} – опір тертю ущільнених смуг завантажувального лотка об стрічку.

$$W_y \approx 0,1 q_B (v^2 - v_o^2) \approx 0,1 q_B \Delta v^2, \quad (1.45)$$

де q_B – у ньютонах на метр, v – у метрах за секунду, v_o – проекція швидкості руху частот вантажу під час надходження його на стрічку із завантажувальної лійки, м/с.

Величина Δv^2 змінюється від $2 \text{ м}^2/\text{с}^2$ при висоті похилої стінки лійки $h_B=1\text{м}$ до $10 \text{ м}^2/\text{с}^2$ при $h_B=6\text{м}$,

$$W_6 \approx f_1 \rho g n_6 h^2 l_{\text{л}} \quad (1.46)$$

де f_1 – коефіцієнт тертя часток вантажу об стінку борта лотка (для каміння і руди $f_1=0,8...0,9$; для піску, щебеню і цементу $f_1=0,7$; для вугілля $f_1=0,4$);

ρ – щільність вантажу, т/м^3 ;

n_6 – коефіцієнт бокового тиску ($n_6=0,6...0,9$);

h_6 – висота вантажу біля борту лотка, м;

l_l – довжина бортів лотка, м.

$$W_{\Pi} \approx K_{\Pi, l} l_l, \quad (1.47)$$

де $K_{\Pi, l}$ – питомий опір тертю, $K_{\Pi, l}=30...50 \text{Н/м}$ для конвеєрів зі стрічкою $B < 1000 \text{мм}$;

$K_{\Pi, l}=60...100 \text{Н/м}$ при $B > 1000 \text{мм}$ відповідно ширини стрічки.

6 Розраховується опір руху стрічки в місці розвантаження насипного вантажу за допомогою плужкового скидача

$$W_{\Pi, p} = K_{c, p} q_B B, \quad (1.48)$$

де $K_{c, p}$ – коефіцієнт питомого опору (для пиловидних і зернистих вантажів $K_{c, p}=2,7$; для дрібно кускових $K_{c, p}=3,6$).

7 Виконавши обхід траси конвеєра шляхом підсумування сил опору на різних ділянках, визначають $S_{нб}$ і $S_{зб}$.

В процесі виконання тягового розрахунку взаємопов'язані натяги збігаючої $S_{зб}$ і набігаючої на приводний барабан $S_{нб}$ віток стрічки є невідомими величинами, які знаходяться шляхом розв'язання двох рівнянь, одного одержаного в результаті тягового розрахунку, і другого, одержаного з теорії фрикційного приводу

$$S_{нб} = (K_M S_{зб} + \sum W_l) K_z, \quad (1.49)$$

$$S_{нб} = S_{зб} e^{\sum \mu \alpha}. \quad (1.50)$$

Задаючись типом приводу і вибравши μ і α (аналогічно попередньому розрахунку), визначається $e^{\sum \mu \alpha}$. За вирахуванням значенням натягів на різних ділянках траси конвеєра будується діаграма натягів стрічки (див. п.8 попереднього розрахунку). За величиною $S_{нб}$ визначають міцність стрічки. Загальне окружне зусилля на приводному барабані розраховується за формулою

$$W = S_{нб} - S_{зб} = S_{зб} (e^{\mu \alpha} - 1), \quad (1.51)$$

а потужність приводного електродвигуна за формулою (1.17).

8 Виконаний тяговий розрахунок перевіряється за мінімальним натягом стрічки $S_{\min}$ на трасі конвеєра. $S_{\min}$ - обумовлюється допустимим провисанням її між роликоопорами.

Для верхньої завантаженої вітки при транспортуванні насипних вантажів

$$S_{\min}^B \geq K_e (q_g + q_c) l_{p.g} \cos \beta, \quad (1.52)$$

де K_e - коефіцієнт (для конвеєрів довжиною до 100 м з простою трасою $K_e = 5$, більше 100м складною трасою $K_e = 8 \dots 10$).

Для нижньої (холостої) вітки

$$S_{\min}^H \geq 8q_c l_{p.H} \cos \beta. \quad (1.53)$$

Якщо значення $S_{\min}$, одержане в тяговому розрахунку, менше значень, вирахованих за формулами (1.52) і (1.53), то необхідно в точках мінімальних натягів на трасі конвеєра прийняти значення $S_{\min}^B$ і $S_{\min}^H$ і зробити перерахунок натягу стрічки по всьому контуру конвеєра. Можна також зменшити відстань між роликоопорами в зоні мінімальних натягів.

9 Розраховуються додаткові зусилля під час пуску конвеєра
Максимальний натяг стрічки під час пуску конвеєра

$$S_{\text{пуск}} = S_{H.П} + W_{H.П} + W_{B.П} + j(2q_c + q_b)(1 + K_u) \frac{L}{g}, \quad (1.54)$$

де $S_{H.П}$ - первісний пусковий натяг збігаючої стрічки, створюваний натяжною будовою, Н;

$W_{H.П}$ і $W_{B.П}$ - статичні опори руху стрічки відповідно на нижній і верхній вітках конвеєра, підраховані за пусковим коефіцієнтом опору w_n , Н;

j – прискорення стрічки під час пуску конвеєра, м/с²;

$K_u = 0,05 \dots 0,08$ коефіцієнт, урахувуючий енергію мас роликів і барабанів ($K_u = 0,05$ при L до 100 м, $K_u = 0,08$ при L більше 100 м), що обертаються,

$$w_n \approx K_{n.c} w, \quad (1.55)$$

де $K_{n.c}$ коефіцієнт збільшення опору під час пуску, $K_{n.c} = 1,2 \dots 1,5$, менше значення приймають при $t > 0^\circ\text{C}$, більше при $t < 0^\circ\text{C}$ і використанні звичайних мастил;

w' – коефіцієнт опору руху під час руху, що установився ($w = w_g$ для верхньої вітки, $w' = w'_n$ для нижньої вітки)

$$j \leq B_1 v \sqrt{\frac{w_n (\cos \beta + \sin \beta)}{L \cdot \varepsilon}}, \quad (1.56)$$

де $B_1 = 0,4 \dots 0,8$ – коефіцієнт, менше значення приймають для конвеєрів $L > 300$ м, більше при $L < 300$ м;

ε – відносне подовження стрічки.

Рекомендується приймати $J = 0,1 \dots 0,2$ м/с².

Прийняте прискорення не повинно перевищувати максимально можливе прискорення при якому зберігається надійне положення вантажу на стрічці під час пуску конвеєра

$$j_{\max} = B_2 g (f_2 \cos \beta - \sin \beta), \quad (1.57)$$

де $B_2 = 0,6 \dots 0,8$ – коефіцієнт безпеки;

$f_2 = 0,8 \dots 1,0$ – коефіцієнт тертя вантажу об стрічку;

β – кут нахилу конвеєра, град.

Мінімальний час пуску

$$t_{n.\min} \geq \frac{v}{j}. \quad (1.58)$$

Час пуску конвеєра

$$t_n = \frac{\delta I_{\text{в}} n}{9,55(M_{\text{ср.н}} - M_{\text{ст}})} + \frac{C}{n (M_{\text{ср.н}} - M_{\text{ст}}) \eta}, \quad (1.59)$$

де $I_{\text{в}}$ – момент інерції ротора двигуна і муфти, кг м²;

δ – коефіцієнт, що враховує вплив мас приводу механізму, що обертаються, (крім ротора двигуна і муфти), $\delta = 1,1 \dots 1,25$;

$M_{\text{ср.н}}$ – середній пусковий момент двигуна, Н·м;

$M_{\text{ст}}$ – момент статичного опору під час пуску, приведений до вала двигуна, Н·м;

n – частота обертання валу двигуна, хвил⁻¹;

η – ККД (коефіцієнт корисної дії) механізму.

$$M_{\text{ср.н}} = \frac{\psi_{\max} + \psi_{\min}}{2} M_{\text{ном}}, \quad (1.60)$$

де $\psi_{\max} = \frac{M_{\max}}{M_{\text{ном}}}$ – максимальна кратність пускового моменту електродвигуна,

$\psi_{\max} = 1,9 \dots 3,2$ (за каталогом);

$\psi_{\min}$ – мінімальна кратність пускового моменту електродвигуна,

$\psi_{\min} = 1,1 \dots 1,4$;

$M_{\max}$ – максимальний пусковий момент двигуна, Н·м;

$M_{\text{ном}}$ – номінальний момент двигуна, Н·м;

Для електродвигуна з фазним ротором, що включається в мережу через пускову будову, приймають $M_{\text{ср.п}} = (1,2 \dots 1,5) M_{\text{ст}}$.

$$M_{\text{ст}} = \frac{W_0 D}{2u\eta_n},$$

де W_0 - окружне (тягове) зусилля на приводному барабані під час пуску конвеєра, Н;

D – діаметр приводного барабана, м;

u – передаточне число приводу;

η_n - ККД в період пуску, $\eta_n = 1 - (1 - \eta) K_{n.c} C_T$;

η - ККД механізму;

$K_{n.c}$ - див. формулу (1.55);

C_T - коефіцієнт можливого зменшення опору руху стрічки, $C_T = 0,55 \dots 0,6$.

$$I_B = I_p + I_m, \quad (1.62)$$

де I_p - момент інерції ротора двигуна, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

I_m - момент інерції муфти, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$$I_m = (0,1 \dots 0,15) m D^2,$$

m і D – маса, кг, і найбільший діаметр муфти, м (табл. 1.36 [3]);

δ - коефіцієнт що враховує вплив мас приводу механізму, які обертаються (крім ротора і муфти), $\delta = 1,1 \dots 1,25$.

$$C = 9,55 K_y [(q_{\text{в}} + q_{\text{с}}) L^{\text{в}} + q_{\text{с}} (L^n + L^x) + (q_{p.n} L^p + q_{p.в} L^x + m_{\text{б}}) K_c] v^2, \quad (1.63)$$

де K_y - коефіцієнт, що враховує пружність тягового органа, завдяки якій не всі елементи конвеєра приходять в рух одночасно : для гумотканинних стрічок $K_y = 0,5 \dots 0,7$; для гумотросових стрічок і ланцюгів $K_y = 0,85 \dots 0,95$ (менші значення для конвеєрів $L > 100\text{м}$, більше $L > 100\text{м}$);

$q_{\text{в}}, q_{\text{с}}, q_{p.в}, q_{p.n}$ - погонні маси вантажу, тягового елемента (стрічки, ланцюга); роликоопор верхніх і нижніх, кг/м ;

$L^{\text{в}}, L^n, L^x, L^p$ - довжина навантаженої і порожньої ділянок, довжина холостої і робочої віток конвеєра, м:

$$L_p = L^{\text{в}} + L^n,$$

$m_{\text{б}}$ - маса барабанів конвеєра, що обертаються, кг;

K_C - коефіцієнт, враховуючий, що окружна швидкість частини мас, що обертаються, менше ніж швидкість тягового органа v , для стрічкових конвеєрів $K_C=0,7...0,9$; для ланцюгових $K_C=0,5...0,7$.

Момент сил інерції на приводному валу, $H \cdot m$, під час пуску конвеєра

$$M_{in.в} = M_{in} \text{ у } \eta, \quad (1.64)$$

де M_{in} - момент сил інерції, $H \cdot m$, системи на валу двигуна, $H \cdot m$;

$$M_{in} = \frac{\delta I_{в.н}}{9,55 t_n} + \frac{C}{n t_n \eta}. \quad (1.65)$$

Момент від сил інерції і статичних опорів на приводному валу, $H \cdot m$, під час пуску (розгону) конвеєра

$$M_{пус} = M_{in.в} + 0,5 W_0 D. \quad (1.66)$$

Окружне зусилля, H , на приводному барабані (зірочці) під час пуску конвеєра

$$W_{пус} = \frac{2 M_{пус}}{D}. \quad (1.67)$$

Зусилля, H , в набігаючій на приводний барабан вітці стрічки під час пуску

$$S_{нб.пус} = K_S W_{пус}, \quad (1.68)$$

де $K_S = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha}-1}$.

Зусилля, H , в вітці, набігаючій на приводні зірочки,

$$S_{нб.пус} = W_{пус} + S_{дин} + S_{зб}, \quad (1.69)$$

де $S_{дин}$ - динамічне навантаження на ланцюги.

Коефіцієнт перевантаження тягового органа під час пуску конвеєра

$$K_{пер} = \frac{S_{нб.пуск}}{S_{доп}} < 1,5, \quad (1.70)$$

де $S_{доп}$ - допустиме навантаження на тяговий орган.

$$S_{доп} \leq \frac{S_p B i}{K} \quad - \text{ для гумотканинних стрічок;}$$

$$S_{доп} \leq \frac{S_{p.m} B}{K} \quad - \text{ для гумотросових стрічок;}$$

$$S_{доп} \leq \frac{S_{поп}}{K} \quad - \text{ для пластинчастих ланцюгів.}$$

10 Визначається гальмування конвеєра.

Максимальний шлях гальмування конвеєра l_T , працюючого в технологічному ланцюгу (запобігаючи засипці вантажем вузла перевантаження), приймають рівним 2...3м. При цьому час гальмування, с, конвеєра

$$t_T = \frac{2l_T}{v} . \quad (1.71)$$

Момент сил інерції на валу двигуна, Н м, при гальмуванні

$$M_{ин}^T = \frac{\delta J_B n}{9,55 l_T} + \frac{c \eta}{n t_T} . \quad (1.72)$$

Момент сил інерції на приводному валу при гальмуванні конвеєра

$$M_{ин.в}^T = M_{ин}^T u \eta . \quad (1.73)$$

Розрахунковий гальмовий момент на валу двигуна конвеєра

$$M_p^T = M_{ин}^T + M_c^T , \quad (1.74)$$

де M_c^T - момент статичних опорів конвеєра на валу двигуна при гальмуванні, Н · м,

$$M_c^T = M_{c.в}^T \frac{\eta}{u} . \quad (1.75)$$

Розрахунковий гальмовий момент на приводному валу, Н · м,

$$M_{p.в}^T = M_{ин.в}^T + M_{c.з}^T . \quad (1.76)$$

Момент статичних опорів на приводному валу конвеєра при гальмуванні, необхідному для запобігання його зворотного ходу, Нм,

$$M_{c.з}^T = \eta_{бар} [q_{\epsilon_{max}} H - K(\frac{W_0}{q} - q_{\epsilon} H)] \frac{D}{2} q , \quad (1.77)$$

де $\eta_{бар}$ - ККД барабана (зірочки), $\eta_{бар}=0,96...0,98$;

K- коефіцієнт можливого зменшення опору конвеєра: для стрічкового K=0,55...0,6 для ланцюгового K=0,5;

D - розрахунковий діаметр приводного барабана (зірочки),м ;

W_0 - тягова сила на приводному барабані, значення якої підставляється із своїм знаком, Н;

$q_{\epsilon_{max}}$ і q_{ϵ} - лінійні маси вантажу, що транспортується, відповідно при максимальному та мінімальному завантаженні стрічки, кг/м.

Необхідний гальмовий момент

$$M_T = K_T M_{c.в}^T , \quad (1.78)$$

де – K=1,25 – коефіцієнт запасу гальмування.

Якщо $M_{с.б}^T \leq 0$, гальмо не потрібне. Гальмова будова (гальмо або зупинник) вибирається за більшим M_T . Відомості про гальма і зупинники наведені в таблиці 111.5.7- 111.5.14[3].

11 Розрахунок натяжної будови

Розрахунок натяжної будови заключається у визначенні його ходу в статичному і динамічному режимах, а також необхідного натягу на ньому, що забезпечує нормальну роботу конвеєра.

Хід натяжної будови, що дорівнює сумі монтажного і робочого ходів, вибирають в залежності від довжини і конфігурації траси конвеєра і типу тягового елемента.

Для стрічкового конвеєра хід натяжної будови для стрічок, основа яких із бавовняної тканини,

$$X = 0,025L + 0,3 ; \quad (1.79)$$

основа із синтетичної тканини -

$$X = (0,025 \dots 0,04)L + 0,3 ; \quad (1.80)$$

для гумотросових -

$$X_{TP} = 0,01L + l_c, \quad (1.81)$$

де L – довжина конвеєра, м;

l_c - довжина стикового з'єднання, м.

Натяжне зусилля, H , необхідне для переміщення натяжної будови з барабаном,

$$P_H = S_{нб.н} + S_{зб.н} + T, \quad (1.82)$$

де $S_{нб.н}$ і $S_{зб.н}$ - натяги набігаючої на натяжний барабан і збігаючої з нього віток стрічки (визначають тяговим розрахунком);

T - зусилля переміщення повзунів або натяжного візка.

Для гвинтової натяжної будови зусилля, докладене до рукоятки для обертання гвинта

$$P_g = K_{г.т} \frac{d_1}{2l} P_n [tg(\beta_g + \varphi_T) + \mu \frac{d_2}{d_1}], \quad (1.83)$$

де $K_{г.т}$ - коефіцієнт розподілу зусиль між натяжними гвинтами при одному гвинті і двох, що обертаються одночасно, $K_{г.т}=1$; при двох гвинтах і по черговому обертанні з урахуванням можливого перекосу $K_{г.т}=0,6 \dots 0,7$;

l - довжина рукоятки;

d_1 - середній діаметр різьби гвинта ;

β_g - кут підйому гвинтової лінії, $\beta_g=4 \dots 6$ град;

φ_T - приведений кут тертя ($\varphi_T = 6^\circ$);

μ - коефіцієнт тертя в торці упорної поверхні гайки або головки гвинта ($\mu=0,25$);

d_2 - середній діаметр опорної поверхні гайки або головки гвинта, $d_2=(1,4 \dots 1,5) d_1$.

Маса натяжного вантажу

$$m_H = \frac{P_H}{g \eta i_n}, \quad (1.84)$$

де η - ККД поліспасту та відвідних блоків при відсутності поліспасту, $\eta=0,95$;

i_n - кратність поліспасту, при його відсутності $i_n=1$.

У конвеєрів з фрикційним приводом первісний натяг тягового елемента в період пуску $P_{н.д}$ повинен бути більшим, ніж під час руху P_H , що встановився, для подолання приводом додаткових опорів під час пуску:

$$P_{н.д} = P_H k_{п.с}, \quad (1.85)$$

де $k_{п.с}$ - дивись формулу (1.55).

1.4 Приклад розрахунку стрічкового конвеєра

Вихідні дані:

1 Конвеєр розташований на відкритій місцевості, температура оточуючого середовища $+25^\circ - 30^\circ \text{C}$, максимальна вологість повітря до 75%. Конвеєр працює 14 годин на добу. Привод розташований в закритому приміщенні, що отоплюється.

2 Транспортуючий матеріал – рядова руда.

3 Насипна щільність $\rho=2,5 \text{ т/м}^3$.

4 Максимальний розмір кусків $a_{\max}=300 \text{ мм}$.

5 Відстань транспортування $L_T=800 \text{ м}$.

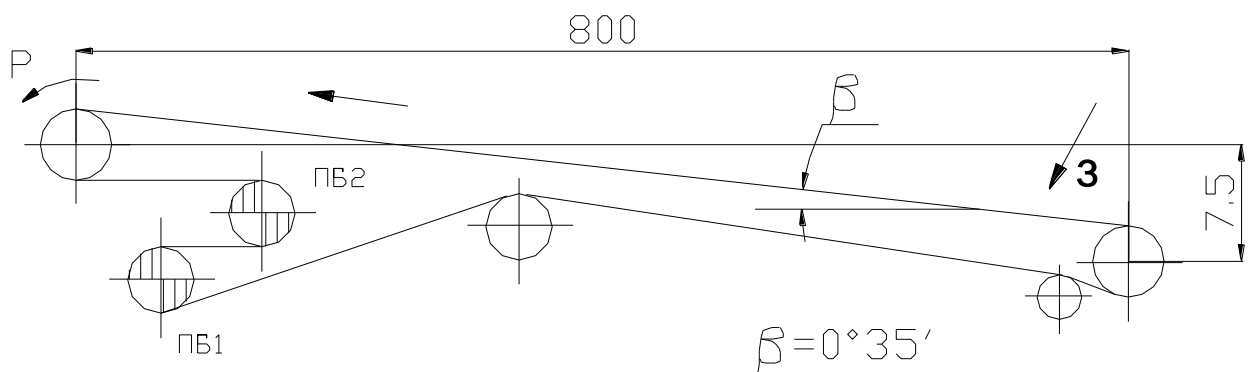


Рисунок 1.1 – Схема траси

6 Продуктивність масова: середня планова $Q=60000$ т/добу; максимальна $Q_M=100000$ т/добу. Коефіцієнт готовності $k_T=0,96$; коефіцієнт використання за робочим часом $k_B=0,85$, коефіцієнт нерівномірності подачі вантажу на конвеєр $K_H=0,92$.

Наближений розрахунок

1 Визначаємо режим і розрахункову групу конвеєра

$$K_{B.C} = \frac{t_{n.c}}{24} = \frac{14}{24} = 0,58;$$

$$K_{B.P} = \frac{t_{n.z}}{8760} = \frac{305 \cdot 14}{876} = 0,49.$$

Клас використання конвеєра за часом ВЗ

$$K_{3.B} = \frac{Q_C}{Q_M} = \frac{66000}{100000} = 0,66.$$

Клас використання конвеєра за продуктивністю ПЗ.

Режим роботи конвеєра при класах ВЗ і ПЗ тяжкий(Т), умови експлуатації тяжкі (група Т). Група температурних і кліматичних умов ТГ2, виконання у (табл.1. 5[2]).

2 Обчислюємо розрахункову продуктивність максимальну

$$Q_{P.M} = \frac{Q_M}{T \cdot k_e} = \frac{100000}{14 \cdot 1,75} = 9525 \text{ т/Г},$$

де $k_e = k_B \cdot k_T \cdot k_H = 0,85 \cdot 0,96 \cdot 0,92 = 0,75$,
середня

$$Q_{P.C} = \frac{Q_C}{T \cdot k_e'} = \frac{66000}{14 \cdot 0,68} = 6940 \text{ т/Г},$$

де $k_e' = k_B' \cdot k_T \cdot k_H = 0,9 \cdot 0,96 \cdot 0,8 = 0,68$.

3 Уточнюємо характеристику насипного вантажу рядової руди: група абразивності D; щільність $\rho=2,5$ т/м³; кут природного укосу в спокої $\varphi=30^\circ$; вантаж середньої рухомості $\varphi_d=15^\circ \dots 18^\circ$. За таблицею 1.0 приймаємо швидкість руху стрічки 2,5 м/с.

На конвеєрі передбачається установити жолобчасті роликоопори важкого типу діаметром 194 мм з $\alpha_p=30^\circ$.

4 Необхідну ширину стрічки визначаємо за формулою (1.1)

$$B_p = 1,1 \left(\sqrt{\frac{Q_{P.M}}{K_{II} \cdot v \cdot \rho \cdot K_\beta}} + 0,05 \right) = 1,1 \left(\sqrt{\frac{9525}{550 \cdot 2,5 \cdot 2,5 \cdot 1}} + 0,05 \right) = 1,9 \text{ м};$$

де $K_{II}=550$ (табл.13); $K_\beta=1$ (табл.1.4).

Перевіряємо ширину стрічки за кускуватістю

$$B_K \geq Xa_{\max} + 200 = 2,5 \cdot 300 + 200 = 950 < B_p.$$

Приймаємо стрічку шириною $B=2000$ мм, гумотросову загального призначення, типу 2РТЛ-3150, міцність 3150 Н/мм, маса $1\text{ м}^2 m_c=43$ кг/м².

5 Для забезпечення заданої продуктивності $Q_p=9525$ т/год і ширини стрічки $B_p=2$ м визначаємо швидкість стрічки

$$v_p = \frac{vB_p^2}{B^2} = \frac{2,5 \cdot 1,9^2}{2^2} = 2,23 \text{ м/с}.$$

По нормальному ряду швидкостей маємо 2 і 2,5 м/с. Залишаємо прийняту швидкість $v=2,5$ м/с, що дає можливість на 10% зменшити заповнення стрічки вантажем при розрахунковій продуктивності.

6 Розраховуємо загальний опір руху стрічки

$$W = K_d L_{\Gamma} (w_{\text{в}} + q_c + q_{p.\text{в}} \dot{w}_{\text{в}} + q_c + q_{p.\text{н}} \dot{w}_{\text{н}} + q_{\text{с}} H = 1,1 \cdot 800 \cdot \\ 7600 + 860 + 1060 \cdot 0,042 + 860 + 260 \cdot 0,04 + 7600 \cdot 7,5 = 484000 \text{ Н},$$

де $K_d=1,1$; $w_{\text{в}}=0,042$; $w_{\text{н}}=0,04$ (для роботи в зимовий час);

$q_{\text{в}}$, $q_{\text{с}}$, $q_{p.\text{з}}$, $q_{p.\text{н}}$ – лінійні навантаження (1.6)...(1.11).

Лінійні навантаження (лінійні сили ваги):

- від транспортуючого вантажу

$$q_{\text{в}} = \frac{qQ_{p.\text{с}}}{3,6v},$$

$$q_{\text{с}} = gQ_{p.\text{с}} / 3,6v = 9,81 \cdot 6940 / 3,6 \cdot 2,5 = 7600 \text{ Н / м},$$

- від стрічки

$$q_c = g m_c B = 9,81 \cdot 43 \cdot 2 = 860 \text{ Н / м},$$

- від роlikоопор верхніх і нижніх

$$q_{p.\text{з}} = g m_{p.\text{з}} / l_{p.\text{з}} = 9,81 \cdot 108 / 1 = 1060 \text{ Н / м};$$

$$q_{p.\text{н}} = g m_{p.\text{н}} / l_{p.\text{н}} = 9,81 \cdot 53 / 2 = 260 \text{ Н / м},$$

де $m_{p.\text{з}}=108$ кг, $m_{p.\text{н}}=53$ кг, $l_{p.\text{з}}=1$ м; $l_{p.\text{н}}=2$ м – маси частин роlikоопор, що обертаються, і відстань між роlikоопорами верхньої і нижньої віток стрічки взято із каталогу заводу-виготовлювача.

7 Визначаємо потужність приводу (1.17)

$$P = \frac{k_3 W v}{1000 \eta} = \frac{1,15 \cdot 484000 \cdot 2,5}{1000 \cdot 0,8} = 1700 \text{ кВт}.$$

На конвеєрі установлюємо двобарабанный привод, приводні барабани футеровані гумою, бо привод установлено в закритому приміщенні, приймаємо $\mu=0,25$, загальний кут обхвату $(\alpha_1+\alpha_2)=400^\circ$, тяговий фактор визначаємо за формулою

$$T = e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)} = 5,74 \text{ (бо значення } T \text{ в таблиці 1.10 відсутні) і вираз}$$

$$C_T = e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)} / (e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)} - 1) = 1,21$$

Загальна потрібна потужність двигунів

$$P_1 = \frac{Pk_\phi}{k_\phi + 1} = \frac{1700 \cdot 2}{2 + 1} = 1133 \text{ кВт},$$

$$P_2 = \frac{P}{k_\phi + 1} = \frac{1700}{2 + 1} = 567 \text{ кВт},$$

де k_ϕ – коефіцієнт розподілу навантаження, $k_\phi=2$ за таблицею 4.8 [2] в залежності від Φ .

$$\Phi_2 = \frac{e^{\mu(\alpha_1+\mu_2\alpha_2)} - 1}{e^{\mu(\alpha_1+\mu_2\alpha_2)}} = \frac{5,74 - 1}{5,74} = 0,83.$$

З метою уніфікації і використання типових приводів, установлюємо на першому барабані два однакових приводних механізми з електродвигунами з фазним ротором типу 4АН355М493 ГОСТ 19523-81, потужністю по 630кВт, частотою обертання $n=1485 \text{ хв}^{-1}$, а на другому барабані один такий же привод з тим же електродвигуном.

Окружне зусилля на барабанах (1.26) і (1.27)

$$W_1 = \frac{Wk_\phi}{k_\phi + 1} = \frac{484000 \cdot 2}{2 + 1} = 322600 \text{ Н},$$

$$W_2 = \frac{W}{k_\phi + 1} = \frac{484000}{2 + 1} = 161300 \text{ Н}.$$

Натяг стрічки, збігаючої з другого барабана, набігаючої на другий барабан і збігаючої з першого барабана,

$$S_{зб2} = \frac{W_2 k_3}{e^{\mu_2 \alpha_2} - 1} = \frac{161300 \cdot 1,15}{2,4 - 1} = 133000 \text{ Н},$$

$$S_{нб2} = S_{зб1} = S_{зб2} \cdot e^{\mu_2 \alpha_2} = 133000 \cdot 2,4 = 320000 \text{ Н},$$

де $\mu_2=\mu=0,25$, $\alpha_2=200^\circ$, $e^{\mu_2 \alpha_2}=2,4$.

Натяг стрічки, набігаючої на перший барабан

$$S_{нб1} = K_3 W C_T = 1,15 \cdot 484000 \cdot 1,21 = 670000 \text{ Н},$$

Тяговий фактор для першого приводного барабана

$$e^{\mu_1 \alpha_1} = \frac{S_{нб1}}{S_{зб2} e^{\mu_2 \alpha_2}} = \frac{670000}{133000 \cdot 24} = 2,1.$$

Приймаємо для першого барабана $\mu_1 = 0,25$ і $\alpha_1 = 200^\circ$ при $e^{\mu_1 \alpha_1} = 2,4$.

8 Вибираємо стрічку (гумотросову)

Розрахунковий натяг стрічки

$$S_{нб1} = 670000 \text{ Н.}$$

Коефіцієнт запасу міцності стрічки (1.34)

$$K' = \frac{K_0}{K_{CT} K_T K_P} = \frac{7}{0,9 \cdot 1 \cdot 0,95} = 8,2.$$

Необхідна міцність гумотросової стрічки

$$S_{P.T} = \frac{S_{\max} K'}{B} = \frac{670000 \cdot 8,2}{2000} = 2740 \text{ Н/м},$$

де $S_{\max} = S_{нб1} = 670000 \text{ Н.}$

Вибираємо гумотросову стрічку.

Стрічка 2РЛТ 3150*2000 ТУ 38105841-75, міцність 3150 Н/мм, максимально допустимий натяг $S_{рт.д} = 380 \text{ Н/мм.}$

Виконуємо перевірку

$$\frac{S_{\max}}{B} = \frac{S_{нб1}}{B} = \frac{670000}{2000} = 335 \text{ Н / мм} < S_{рт.д} = 380 \text{ Н / мм}.$$

9 Вибираємо діаметр барабана

$$D_{\delta} = D'_{\delta} K_{\delta} = 1,25 \cdot 1 = 1,25 \text{ м}.$$

Приймаємо діаметри барабанів: приводного $D_{\delta} = 1250 \text{ мм}$, оборотних перед приводним $D_0 = 1000 \text{ мм}$, натяжного $D_H = 1000 \text{ мм}$.

За формулою (1.38) виконуємо перевірку по тиску стрічки на барабан

$$P_c = \frac{360 \cdot 670000}{200 \cdot 3,14 \cdot 2000 \cdot 1250} \left(\frac{2,4 + 1}{2,4} \right) = 0,22 \text{ МПа} < P_{с.д},$$

де $P_{с.д} = 0,35 \text{ МПа.}$

Розрахунковий обертаючий момент на валу приводного барабана

$$M_{об} = 0,5 \cdot 1,15 \cdot 484000 \cdot 1,25 = 347875 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Довжина барабана

$$L_{\delta} = B + a_{\delta} = 2000 + 200 = 2200 \text{ мм}.$$

Частота обертання приводного барабана

$$n_{\delta} = \frac{60\nu}{\pi D} = \frac{60 \cdot 2,5}{3,14 \cdot 1,306} = 36,6 \text{ хв}^{-1},$$

де $D = D_6 + 2\Delta_\phi = 1,25 + 2 \cdot 0,028 = 1,306 \text{ м}$.

Передавальне число і потужність редуктора

$$P_p = 1,25 \cdot 630 = 787,5 \text{ кВт}, \quad u_p = \frac{1485}{36,6} = 40,57,$$

Приймається редуктор індивідуального виконання ЗАО НКМЗ $u_p = 40,34$;
 $P_p = 825 \text{ кВт}$.

Уточнений розрахунок

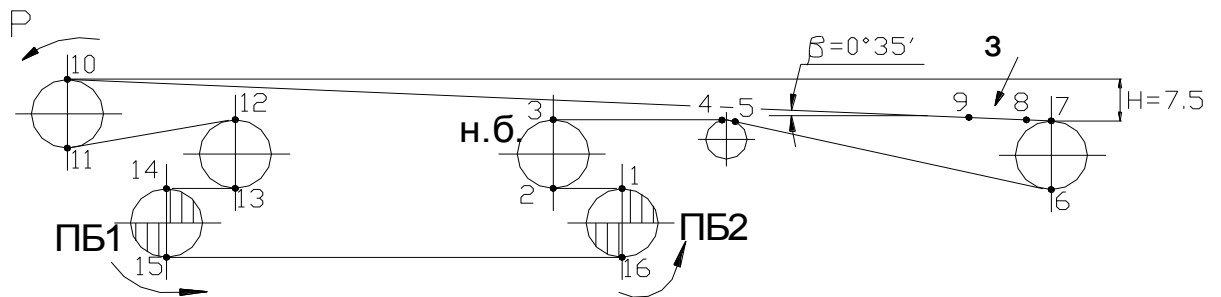


Рисунок 1.2 – Схема траси конвеєра

Визначення натягу стрічки на ділянках конвеєра

$$\begin{aligned} S_1 &= S_{36}; \\ S_2 &= S_1; \\ S_3 &= S_2 \xi = S_1 \cdot 1,05; \\ S_4 &= S_3 + w_H(q_c + q_{p.H})l_{3-4} = 1,05S_1 + 0,04(860 + 260) \cdot 1 = 1,05S_1 + 224; \\ S_5 &= S_4 \xi = (1,05S_1 + 224) \cdot 1,02 = 1,07S_1 + 228; \\ S_6 &= S_5 + w_H(q_c + q_{p.H})l_{5-6} - q_c H = 1,07S_1 + 228 + 0,04(860 + 240) \cdot 780 - 860 \cdot 7,4 = \\ &= 1,07S_1 + 28500; \\ S_7 &= S_6 \xi = (1,07S_1 + 28500) \cdot 1,05 = 1,12S_1 + 30000; \\ S_8 &= S_7 + w_B(q_c + q_{p.B})l_{7-8} = 1,12S_1 + 30000 + 0,042(860 + 1060) \cdot 2 = 1,12S_1 + \\ &= 30161; \\ S_9 &= S_8 + W_3 = S_8 + W_y + W_6 + W_\Pi = 1,12S_1 + 30161 + 15300 = 1,12S_1 + 45460; \\ W_y &= 0,1q_B \Delta v^2 = 0,1 \cdot 7600 \cdot 5,95 = 4500 \text{ Н}; \\ W_\Pi &= K_{\Pi.L} \cdot l_\Pi = 30 \cdot 10 = 300 \text{ Н}; \\ W_6 &= g f_1 h^2 \rho l_\Pi n_6 = 9,8 \cdot 0,9 \cdot 0,23^2 \cdot 2500 \cdot 10 \cdot 0,9 = 10500 \text{ Н}; \\ S_{10} &= S_9 + w_B(q_c + q_{p.B} + q_B)l_{8-10} + (q_c + q_B)H = 1,12S_1 + 45460 + \\ &+ 0,042 \cdot (860 + 1060 + 7600) \cdot 780 + (860 + 7600) \cdot 7,4 = 1,12S_1 + 419000; \\ S_{11} &= S_{10} \xi = (1,12S_1 + 419000) \cdot 1,05 = 1,18S_1 + 440000; \\ S_{12} &= S_{11} + w_H(q_c + q_{p.H})l_{11-12} = 1,18S_1 + 440000 + 0,04(860 + 260) \cdot 4,5 = 1,18S_1 + \\ &= 440200; \\ S_{13} &= S_{12} \xi = (1,18S_1 + 440200) \cdot 1,05 = 1,24S_1 + 462000; \end{aligned}$$

$$S_{14} = S_{13} = S_{нб1};$$

$$S_{15} = S_{зб1}.$$

За формулою (1.49)

$$S_1 = S_{зб2} = \frac{S_{14}k_3}{e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)}},$$

звідси

$$S_1 e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)} = k_3 S_{14}.$$

Після підстановки маємо

$$5,74S_1 = 1,15(1,24S_1 + 462000) \Rightarrow 1,426S_1 = 530000,$$

$$S_1 = S_{зб2} = \frac{530000}{4,314} = 122000 \text{ Н}.$$

Вираховуються числові значення натягу стрічки на різних ділянках конвеєра. Порівняння отриманих значень $S_{нб}$ за тяговим розрахунком - 700000 Н, а за попереднім розрахунком – 670000 Н показує розходження +4,5%. Таким чином, перевірконого розрахунку стрічки та електродвигунів не вимагається.

За вичисленими значеннями натягів будується діаграма натягів.

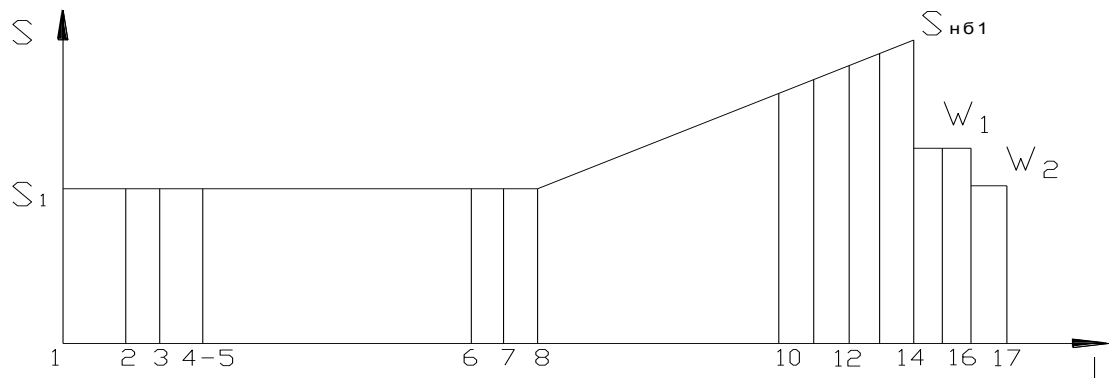


Рисунок 1.3 – Діаграма натягів стрічки

Перевіряємо мінімальний натяг стрічки за формулою (1.52) і (1.53):

$$S_{\min}^B = k_e (q_g + q_c) l_{p.в} \cos \beta = 8 \cdot (600 + 860) \cdot 1 \cdot 1 = 67700 \text{ Н},$$

$$S_{\min}^H = 8 \cdot q_c l_{p.н} \cos \beta = 8 \cdot 860 \cdot 2 \cdot 1 = 13760 \text{ Н},$$

де $\cos \beta = 1$.

На конвеєрі мінімальний натяг стрічки $S_{зб2} = 122000 \text{ Н}$, що значно більше потрібних мінімальних значень, таким чином, перерахування натягів не вимагається.

Розрахунок додаткових зусиль під час пуску конвеєра

$$S_{пуск} = S_{н.н} + W_{н.н} + W_{в.н} + j(2q_c + q_g)(1 + K_H) \frac{L}{g} = 146600 + 45000 + 519500 +$$

$$+ 123100 = 833600 \text{ Н},$$

$$\begin{aligned}
S_{н.н} &= K_{н.с} S_{сб2} = 1,2 \cdot 122000 = 146000 \text{ Н}; j = -0,15 \text{ м/с}^2; \\
K_H &= 0,08; w_{н.н} = 1,2 \cdot 0,04 = 0,048; w_{с.н} = 1,2 \cdot 0,042 = 0,05; \\
W_{н.н} &= K_\delta L (q_c + q_{p.н}) w_{н.н} - q_c H = 1,2 \cdot 800 (60 + 260) 0,048 - 860 \cdot 7,5 = 45000 \text{ Н}, \\
W_{с.н} &= K_\delta L (q_c + q_{p.в} + q_{в}) w_{с.н} + (q_c + q_{в}) H = 1,2 \cdot 800 (60 + 1060 + 7600) 0,05 + \\
&+ (860 + 7600) 7,5 = 519500 \text{ Н}.
\end{aligned}$$

Для перевірки правильності вибору стрічки при $K_0=5$ визначаємо

$$\begin{aligned}
K'_n &= \frac{K_0}{K_{CT} K_T K_P} = \frac{5}{0,9 \cdot 1 \cdot 0,85} = 6. \\
S_{г.т} &= \frac{S_{пуск} K'_n}{B} = \frac{833600}{2000} \cdot 6 = 2500 < [3150] \text{ Н/мм}
\end{aligned}$$

Перевірка вибраного значення прискорення під час пуску конвеєра здійснюється за формулою (1.56)

$$j = B_1 v \sqrt{\frac{w_n \cos \beta + \sin \beta}{L \varepsilon}} = 0,6 \cdot 2,5 \cdot \sqrt{\frac{0,05}{800} \cdot \frac{1+0}{0,0025}} = 0,24 > j = 0,15.$$

Мінімальний час пуску

$$t_{n.min} \geq \frac{v}{j} = \frac{2,5}{0,15} = 16,7 \text{ с}.$$

Час пуску конвеєра (1.59)

$$\begin{aligned}
t_n &= \frac{\delta \cdot I_{Bn}}{M_{ср.н} - M_{CT}} + \frac{C}{M_{ср.п} - M_{ст}} = \frac{1,2 \cdot 7,34 \cdot 1485}{11641,5 - 8955} + \frac{44895552}{1485 (1641,5 - 8955) 0,96} = 17 \text{ с}, \\
M_{ст} &= \frac{WD}{2u\eta} = \frac{502600}{2} \cdot \frac{1,25}{1485} \cdot \frac{38}{0,9} = 8955 \text{ Н} \cdot \text{м}.
\end{aligned}$$

Загальне окружне зусилля

$$W = \frac{1}{k_3} (S_{сб1} - S_{сб2}) = \frac{1}{1,15} (10000 - 122000) = 502600 \text{ Н}.$$

Частота обертання приводного барабана

$$n_\delta = \frac{60v}{\pi D_\delta} = \frac{60 \cdot 2,5}{3,14 \cdot 1,25} = 38 \text{ мин}^{-1}.$$

$$M_{ср.н} = 1,3 M_{ст} = 1,3 \cdot 8955 = 11641,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\begin{aligned}
C &= 9,55 k_y [(q_L + q_\delta) L^T + q_L (n + L^x) + q_{p.в} L^p + q_{p.н} L^x + m_\delta k_c] v^2 = 9,55 \cdot 0,9 \times \\
&\times [(760 + 86) 800 + 86 (0 + 840) + (106 - 800 + 26 \cdot 840 + 1750) 0,8] 2,5^2 = 44895552 \\
m_\delta &= 2m_{нб} + m_{н} + 3m_{откл} = 2 \cdot 450 + 250 + 3 \cdot 200 = 1750 \text{ кг}.
\end{aligned}$$

Умова $t_{п.д} \geq t_{н.min}$ $17 \text{ с} > 16,7 \text{ с}$ - виконується.

Момент сил інерції на приводному валу під час пуску конвеєра (1.64)

$$M_{ин.в} = \frac{M_{ин} u \eta}{n_6} = \frac{1936,4 \cdot 1485 \cdot 0,9}{38} = 68105 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{ин} = \frac{\delta \cdot I_{\epsilon} n}{9,55 t_n} + \frac{c}{n t_n \cdot \eta} = \frac{1,2 \cdot 7,34 \cdot 1485}{9,55 \cdot 17} + \frac{44895552}{1485 \cdot 17 \cdot 0,96} = 1936,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент від сил інерції і статичних опорів на приводному валу під час пуску конвеєра (1.66)

$$M_{пуск} = M_{ин.в} + 0,5WD = 68105 + 0,5 \cdot 502600 \cdot 1,25 = 382230 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Окружне зусилля на приводному барабані під час пуску конвеєра (1.67)

$$W_{пуск} = \frac{2M_{пуск}}{D} = \frac{2 \cdot 382230}{1,25} = 611568 \text{ Н}.$$

Зусилля в набігаючій на приводний барабан вітці стрічки під час пуску (1.68)

$$S_{нб.пуск} = K_S W_{пуск} = 1,21 \cdot 611568 = 740590 \text{ Н},$$

$$K_S = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} = \frac{5,74}{5,74 - 1} = 1,21.$$

Коефіцієнт перевантаження стрічки під час пуску конвеєра

$$K_{пер} = \frac{S_{нб.пуск}}{S_{дон}} = \frac{740590}{768292,6} = 0,9$$

$$S_{дон} \leq \frac{[S_{Г.Т}]}{K'} \cdot B = \frac{3150 \cdot 2000}{8,2} = 768292,6 \text{ Н}$$

1.5 Гальмування конвеєра

Час гальмування (1.71)

$$t_{\epsilon} = \frac{2 l_{\epsilon}}{v} = \frac{2 \cdot 3}{2,5} = 2,4 \text{ с}.$$

Момент сил інерції на валу двигуна при гальмуванні (1.72)

$$M_{ин}^{\epsilon} = \frac{\delta \cdot I_{\epsilon} n}{9,55 t_{\epsilon}} + \frac{c \cdot \eta}{n t_{\epsilon}} = \frac{1,2 \cdot 7,34 \cdot 1485}{9,55 \cdot 2,4} + \frac{44895552 \cdot 0,9}{1485 \cdot 2,4} = 11908 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент сил інерції на приводному валу під час гальмування конвеєра (1.73)

$$M_{ин.в}^{\epsilon} = M_{ин}^{\epsilon} u \eta = 11908 \cdot \frac{1485}{38} \cdot 0,9 = 418815 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Розрахунковий гальмовий момент на валу двигуна конвеєра (1.74)

$$M_p^{\epsilon} = M_{ин}^{\epsilon} + M_c^{\epsilon} = 11908 \cdot 4167 = 7741 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_c^{\epsilon} = M_{с.в}^{\epsilon} \frac{\eta}{n} = 180936 \cdot \frac{0,9 \cdot 38}{1485} = 4167 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{c.в}^z = \eta_{бар} [q_z H - K(\frac{W_0}{g} - q_z H)] \quad g \frac{D}{2} =$$

$$= 0,96 [760 \cdot 0 - 0,6(\frac{502600}{9,81} - 760 \cdot 0)] \quad 9,81 \frac{125}{2} = -180936 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Якщо $M_{c.в}^r < 0$, то гальмо не потрібне.

1.6 Розрахунок натяжного пристрою

Хід натяжного пристрою для гумотросової стрічки

$$X_{c.тp} = 0,01L + l_c = 0,01 \cdot 840 + 0,3 = 8,7 \text{ м}.$$

Натяжне зусилля

$$P_n = S_2 + S_3 + T = 128000 + 134505 + 15600 = 278205 \text{ Н}.$$

Натяжне зусилля в період пуску конвеєра

$$P_{н.д} = P_n \quad K_{н.с} = 278205 \cdot 1,5 = 417307 \text{ Н}.$$

Маса натяжного вантажу (1.84)

$$m_n = \frac{P_{н.д}}{g \quad \eta \quad i_n} = \frac{417307}{9,81 \cdot 0,95 \cdot 2} = 22338 \text{ кг}.$$

2 РОЗРАХУНОК ПЛАСТИНЧАСТОГО КОНВЕЄРА

Пластинчасті конвеєри призначаються для транспортування гостроребристих або гарячих матеріалів, кускових або штучних вантажів.

Ці конвеєри складаються з тягового органа (у вигляді одного або двох нескінченних тягових ланцюгів) з прикріпленим до нього настилом із окремих пластин, приводного і натяжного пристроїв, завантажувальної будови і рами.

При плоскому настилі можлива наявність і розвантажувальної будови.

Пластинчасті конвеєри розрізняються в основному конструкцією настилу. Тип конвеєра вибирається в залежності від його призначення. Відомості про пластинчасті конвеєри наводяться в таблиці 8.1...8.3 [3] і п.5.2 [2].

2.1 Вихідні дані для розрахунку

Місце установки, умови і режим експлуатації конвеєра; насипна щільність ρ , у тонах на кубічний метр, (для насипних вантажів) і максимальний розмір кусків $a_{\max}$, у міліметрах; маса (у кілограмах) і габаритні розміри (у міліметрах) одиниці штучного вантажу; відстань транспортування (довжина) L , у метрах; схема траси з показанням довжин горизонтальних L_{Γ} і похилих L_{Π} ділянок (у метрах); кута нахилу β , у градусах, або висоти підйому вантажу, H (у метрах); місць завантаження і розвантаження; напрямок транспортування; продуктивність конвеєра Q , у тонах на годину; Z , у штуках за годину; коефіцієнти: нерівномірності подачі вантажу на конвеєр – K_{Π} ; готовності конвеєра – K_{Γ} .

Виходячи із заданих умов, заздалегідь приймається ланцюг (один і більше), як тяговий елемент конвеєра. При використанні пластинчастих ланцюгів швидкість руху настилу рекомендується призначати в межах 0,05...0,63 у метрах за секунду; при використанні круглоланцюгових каліброваних ланцюгів з малим кроком – в межах 1,0...1,25 м/с.

Відомості про тягові пластинчасті ланцюги наведені в табл.ІІІ.І.2...ІІІ.І.14 [3], про круглоланцюгові – в табл.ІІІ.І.8 [3].

Крок ланцюгів призначається в залежності від ширини настилу згідно табл.2.6. Приймається швидкість руху настилу v , м/с за рекомендаціями табл.2.5. При транспортуванні штучних вантажів швидкість конвеєра

$$v = \frac{Z_{\max} a_0}{3600},$$

де $Z_{\max}$ – розрахункова штучна продуктивність, шт./год;

a_0 – відстань між вантажами на конвеєрі, м.

2.2 Вибір типу настилу і визначення його ширини і висоти

Ширина настилу без бортів (у метрах) при транспортуванні насипних вантажів(рисунок 2.1,а)

$$B_n = \sqrt{\frac{Q_n}{648 v \rho c_2 \operatorname{tg} \varphi_1}}, \quad (2.1)$$

де Q_n – продуктивність конвеєра, т/год;

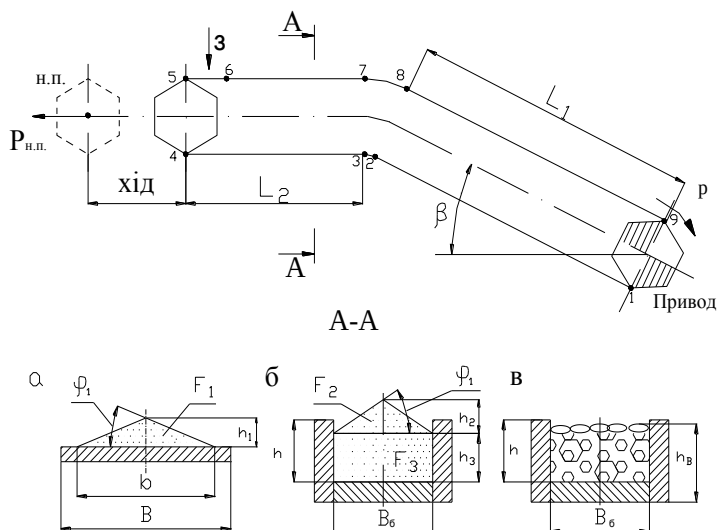
v – швидкість руху полотна, м/с;

ρ – насипна щільність вантажу, т/м³;

c_2 – коефіцієнт, що залежить від кута нахилу конвеєра β , приймається за таблицею 2.1 або, при куті нахилу конвеєра $\beta < 30^\circ$ за формулою

$$c_2 = (100 - \beta)/100,$$

φ_1 – кут природного укосу вантажу в русі.



а – схема визначення ширини настилу без бортів;

б – схема визначення ширини настилу з бортами;

в – схема визначення ширини настилу для крупнокускового вантажу та вантажів типу стружки

Рисунок 2.1 – Приклад схеми траси конвеєра

Таблиця 2.1 – Числові значення коефіцієнта c_2

β_0	Настил	
	без бортів	з бортами
До 10	1,0	1,0
11...20	0,90	0,95
більше 20	0,85	0,90

Ширина настилу з бортами, м, при транспортуванні насипних вантажів (малюнок 2.1, б)

$$B_6 = \sqrt{\frac{Q_6}{900v\rho c_2 \operatorname{tg} \varphi_1} + \left(\frac{2h\psi}{c_2 \operatorname{tg} \varphi_1}\right)^2} - \frac{2h\psi}{c_2 \operatorname{tg} \varphi_1}, \quad (2.2)$$

де h – висота борту (табл.2.2, 2.3), м;

ψ - коефіцієнт, що характеризує ступінь використання висоти борту, $\psi = h_3/h$, приймається $\psi = 0,65 \dots 0,8$.

Ширина настилу при транспортуванні крупно кускового вантажу і вантажів типу стружки (рисунок 2.1, в)

$$B_{\text{ок}} = \frac{Q_{\text{о}}}{3600 \nu \rho h \psi}, \quad (2.3)$$

де $\psi = 0,8 \dots 0,9$ – для крупнокускового вантажу, $\psi = 0,5$ – для стружки.

Ширина настилу, м, перевіряється за кусковатістю:

$$B_{\text{к}} \geq X_2 a + 200, \quad (2.4)$$

де X_2 – коефіцієнт, для сортового вантажу $X_2=2,7$, для рядового вантажу $X_2=1,7$;

a – найбільший розмір типового куса вантажу, мм.

Для стружки перевірка кусковатості не потрібна.

Ширина настилу вибирається з умов продуктивності і кусковатості і приймається більше значення B .

Ширина настилу при транспортуванні штучних вантажів повинна задовольняти умову

$$B \geq b_1 + B_1, \quad (2.5)$$

де b_1 – найбільший поперечний розмір, мм;

B_1 – запас ширини настилу: для безбортових конвеєрів $B_1 = 50 \dots 100$ мм, для бортових $B_1 = 100 \dots 300$ мм.

Висота бортів h при транспортуванні насипних вантажів вибирається з таблиці 2.2 з урахуванням даних таблиці 2.3.

Висота бортів h при транспортуванні штучних вантажів приймається 100...160 мм. Одержані ширина настилу і висота бортів повинні бути округлені до найближчих розмірів за ГОСТ 22281-76 (див. табл. 2.4).

Таблиця 2.2 – Рекомендована висота бортів (ГОСТ 22281-76)

Найбільший розмір типового куса вантажу, мм	160	200	250	350	450	550
Найбільша висота бортів, мм	100	125	160	200	250	320

Таблиця 2.3 – Ширина настилу і висота бортів

Номінальна ширина на-	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600
-----------------------	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------

стилу B_6 , мм								
Номінальна висота борту, мм	100	100	100	100	100	100	100	100
	125	125	125	125	125	125	125	125
	160	160	160	160	160	160	160	160
		200	200	200	200	200	200	200
		250	250	250	250	250	250	250
			320	320	320	320	320	320

Таблиця 2.4 – Основні розміри пластинчастих конвеєрів (ГОСТ 22281-76)

Ширина настилу ходової частини B , мм	Висота борту h , мм	Крок тягового ланцюга t , мм	Кількість зубців зірочок
400,500,650,800,1000,1200,1400,1600	80,100,125,160,200,250,315,355,400,450,500	80,100,125,160,200,250,315,400,500,630,800	6,7,8,9,10,11,12,13

Таблиця 2.5 – Рекомендована швидкість руху полотна

Ширина настилу, мм	400	650	1000	1400
	500	800	1200	1600
Швидкість, м/с	0,125...0,4	0,125...0,5	0,2...0,63	0,25...0,63

Таблиця 2.6 – Рекомендований крок ланцюгів пластинчастих конвеєрів

Ширина настилу, мм	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600
Крок ланцюга, мм	250	320	400	400	500	500	630	630

2.3 Тяговий розрахунок

2.3.1 Наближений розрахунок

Максимальний статичний натяг ланцюгів (ланцюга), Н,

$$S_{\max} = 1.05 \{ S_{\min} + w[(q_g + q_0)L_z + q_0L_x] \pm (q_g + q_0)H + W_6 \}, \quad (2.6)$$

де L_r і L_x – довжини горизонтальної проекції завантаженої і холостої частин конвеєра, м;

H – висота підйому вантажу, м;

$S_{\min}$ – найменший натяг ланцюгів, звичайно $S_{\min} = 0,5 \dots 3,0$ кН;

w – коефіцієнт опору руху настилу на прямолінійних ділянках, визначають за формулою (2.7) або за табл.2.7;

q_v і q_0 – лінійні сили ваги вантажу і ходової частини конвеєра, Н/м; “+” приймається під час підйому вантажу, “–” – при його опусканні;

W_6 – опір тертя насипного вантажу об нерухомі борти, Н.

Коефіцієнт опору руху настилу

$$w = c \frac{\mu d + 2k}{D}, \quad (2.7)$$

де c – коефіцієнт збільшення опору на котках з ребордами, $c = 1,1 \dots 1,2$;

μ – коефіцієнт тертя в шарнірах ланцюга, таблиця 2.8;

d – діаметр валика, см;

k – коефіцієнт тертя котіння котка ланцюга, таблиця 2.8;

D – діаметр котка, см.

Таблиця 2.7 – Значення коефіцієнта опору

Тип ланцюга за ГОСТ 588-81	Позначення ланцюга	Діаметр валика ланцюга, мм	Умови роботи конвеєра*		
			добрі	середні	тяжкі
Втулочний	1		0,2...0,25	0,3...0,35	0,4...0,45
Роликовий	2		0,2...0,25	0,3...0,35	0,4...0,45
Котковий з гладкими котками	3	до 20	0,07	0,09	0,11
		більше 20	0,06	0,08	0,10
Котковий з ребордами на котках	4	до 20	0,08	0,10	0,13
		більше 20	0,07	0,09	0,12

* Під час роботи в зимових умовах в неоплуканих приміщеннях або на відкритому повітрі наведені значення збільшуються в 1,5 рази.

Таблиця 2.8 – Значення коефіцієнтів μ і k

Умови роботи конвеєра	μ	k , см
Добрі	0,01	0,06
Середні	0,025	0,08
Тяжкі	0,045	0,10

Лінійна сила ваги вантажу, Н/м,:

- для насипного вантажу

$$q_v = \frac{gQ}{3,6v} = \frac{2,73Q}{v}, \quad (2.8)$$

- для штучного вантажу

$$q_{\text{в.ш}} = \frac{gm_{\text{в}}}{a_0}. \quad (2.9)$$

Лінійна сила ваги ходової частини конвеєра (настилу з ланцюгами), Н/м,

$$q_0 = 600B + A, \quad (2.10)$$

де B – ширина настилу, м;

A – коефіцієнт, що приймається за таблицею 2.9.

Таблиця 2.9 – Значення коефіцієнта A

Тип настилу і щільність вантажу ρ , т/м ³	Ширина настилу, м					
	без бортів			з бортами		
	0,4; 0,5	0,65; 0,8	1 і більше	0,4; 0,5	0,65; 0,8	1 і більше
Легкий, $\rho < 1$	360	450	600	400	500	700
Середній, $\rho = 1 \dots 2$	500	600	900	600	700	1000
Тяжкий, $\rho > 2$	700	1000	1300	800	1100	1500

Опір тертя насипних вантажів об нерухомі борти, Н,

$$W_{\text{б}} = f_1 h_{\text{б}}^2 l_{\text{б}} \rho n_{\text{б}} g 10^{-3}, \quad (2.11)$$

де f_1 – коефіцієнт тертя насипного вантажу об стінки борту (таблиця 4.1 [3]);

$h_{\text{б}}$ – робоча висота борту (за висотою вантажу), м;

ρ – насипна щільність, т/м³;

$l_{\text{б}}$ – довжина борту, м;

$n_{\text{б}}$ – коефіцієнт бокового тиску, $n_{\text{б}} = \frac{v+1,2}{1+\sin \varphi} \leq 1$, для наближених розрахунків

$n_{\text{б}} = 1$, тут v – швидкість руху настилу, м/с;

φ – кут природного укосу вантажу, табл. 4.1[3].

Потужність двигуна для приводу конвеєра, кВт,

$$P = \frac{S_{\text{max}} v}{10^3 \eta}, \quad (2.12)$$

де η – ККД приводу.

Динамічне навантаження на ланцюги (ланцюг), Н,

$$S_{\text{дин}} = \frac{60v^2 L}{z^2 t} (q_{\text{в}} + K_1 q_0), \quad (2.13)$$

де L – довжина конвеєра, м;

z – число зубців ведучої зірочки тягового ланцюга;

t – крок тягового ланцюга, м;
 K_1 – коефіцієнт приведення маси (він враховує, що не всі елементи конвеєра рухаються з максимальним прискоренням, а також – вплив пружності ланцюга, табл.2.10).

Таблиця 2.10 – Значення коефіцієнта K_1

Довжина конвеєра, м	K_1
Менше 25	2
25...60	1,5
Більше 60	1

При швидкості полотна до 0,2 м/с динамічні навантаження на ланцюги можна не враховувати.

Розрахунковий натяг тягового елемента, Н,

$$S_p = S_{\max} + S_{\text{дин}}. \quad (2.14)$$

Якщо тяговий елемент дволанцюговий, то розрахунковий натяг одного ланцюга

$$S_{p_1} = \frac{S_p}{c_n}, \quad (2.15)$$

де c_n – коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження, $c_n = 1,6...1,8$.

Руйнівне навантаження ланцюга

$$S_{\text{руйн}} > nS_{p_1}, \quad (2.16)$$

де n – коефіцієнт запасу міцності ланцюга, для горизонтальних конвеєрів $n = 6...8$, з похилими ділянками – $n = 8...10$.

При наближеному (проектувальному) розрахунку можна обмежитися цими результатами, вибравши за ними ланцюг [3] і двигун приводу.

2.3.2 Перевірочний розрахунок

1 Виконується уточнений тяговий розрахунок конвеєра методом обходу по контуру. Тяговий розрахунок починають з точки найменшого натягу. На похилій ділянці, якщо $q_0Lw \leq q_0H$, то найменший натяг буде в нижній точці ділянки, якщо $q_0Lw > q_0H$, то в верхній точці.

Натяг тягового елемента на прямолінійній похилій ділянці, Н,

$$S_{i+1} = S_i + (q_s + q_0)(wl_{\text{зоп}} \pm H), \quad (2.17)$$

де $l_{гор}$ – довжина горизонтальної проекції похилої ділянки, м, для горизонтальної ділянки $l_{гор} = l$, $H = 0$.

Натяг тягового елемента на криволінійних ділянках, Н,

$$S_{i+1} = S_i \xi_\alpha, \quad (2.18)$$

де ξ – коефіцієнт опору руху на криволінійних ділянках, при $\alpha = 90^\circ \xi = 1,04$, при $\alpha = 180^\circ \xi = 1,07 \dots 1,08$;

α – кут обхвату тяговим елементом криволінійної ділянки.

Більш точно значення ξ визначається за формулою

$$\xi = e^{w\alpha}, \quad (2.19)$$

де w – коефіцієнт опору за таблицею 2.7.

Тягове зусилля на приводних зірочках, Н,

$$W_0 = S_{нб} - S_{зб} + W_{пр}, \quad (2.20)$$

де $S_{нб} = S_{max}$ – натяг тягового елемента в точці набігання на приводні зірочки, Н;

$S_{зб}$ – натяг тягового елемента в точці збігання з приводної зірочки, Н;

$W_{пр}$ – опір приводної зірочки, Н; $W_{пр} = (S_{нб} + S_{зб})(\xi_\alpha - 1)$.

Потужність двигуна приводу конвеєра, кВт,

$$P = \frac{K_3 W_0 v}{10^3 \eta}, \quad (2.21)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,15 \dots 1,20$.

За каталогом вибирається двигун (табл.ІІІ.3 [3]).

2 Будується діаграма натягу тягового органа конвеєра (в масштабі).

3 За уточненим максимальним натягом тягового елемента робиться перевіро-
чний розрахунок ланцюга на міцність (див. формули (2.14)...(2.16)) і остаточно
вибирається ланцюг.

4 Визначається частота обертання приводного вала конвеєра, $хв^{-1}$,

$$n_{н.с} = \frac{60v}{\pi D_0} \approx \frac{60v}{zt}, \quad (2.22)$$

де v – швидкість тягового органа, м/с;

D_0 – діаметр ділильної окружності приводної зірочки, м;

z – число зубців приводної зірочки;

t – крок тягового ланцюга, м.

5 Визначається необхідне передаточне число між валом двигуна і приводним валом конвеєра

$$u = \frac{n}{n_{п.в}}, \quad (2.23)$$

де n – частота обертання валу двигуна, $хв^{-1}$.

6 Уточнюється потужність редуктора, складається кінематична схема приводу конвеєра. За каталогом підбирається редуктор (табл.ІІІ.4 [3]).

7 Уточнюється швидкість ходової частини, м/с, виходячи з фактичного передаточного числа приводу

$$v_{\phi} = \frac{z \quad t \quad n}{60u_{\phi}}, \quad (2.24)$$

де u_{ϕ} – фактичне передаточне число приводу конвеєра.

8 Уточнюється продуктивність, т/год, конвеєра

- без бортів -

$$Q_{\phi} = 648 B^2 c_2 v_{\phi} \rho \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (2.25)$$

- з бортами -

$$Q_{\phi} = 900 B v_{\phi} \rho (B c_2 \operatorname{tg} \varphi_1 + 4 h \psi). \quad (2.26)$$

Позначення ті ж, що і в формулах (2.1) і (2.2).

9 Виконується розрахунок додаткових зусиль під час пуску конвеєра (див. п.9 розрахунку стрічкового конвеєра).

10 Визначається розрахунковий тормозний момент і вибирається тормозна будова (див. п.10 розрахунку стрічкового конвеєра).

11 Вибираються з'єднувальні муфти.

12 Виконується перевірочний розрахунок валу приводної зірочки.

13 Проводиться вибір підшипників і розрахунок їх довговічності.

14 Здійснюється вибір і розрахунок натяжного пристрою.

2.4 Вибір і розрахунок натяжного пристрою

2.4.1 Загальні відомості

Для правильної роботи пластинчастого конвеєра необхідно, щоб вітка ланцюга, що збігає з приводної зірочки, а також на всій трасі конвеєра, мала мінімально допустимий натяг.

При приводі із зірочкою достатньо мати початковий натяг 1...3 кН. Мінімальний натяг забезпечує нормальну роботу конвеєра, тобто забезпечує правильний збіг з приводної зірочки. В даному прикладі примінено пружинно-гвинтовий натяжний пристрій.

Натяжний пристрій встановлюється в хвостовій частині конвеєра (в головній частині встановлено привод) і складається з поворотної будови (зірочки), яка огинає тяговий елемент (ланцюг) рухомих башмаків і натяжного механізму, який переміщуючи повзуни, натягує ланцюг.

Хід натяжного пристрою приймається звичайно не менше 1,6...2,0 кроку ланцюга.

2.4.2 Розрахунок натяжного пристрою

Максимальне зусилля натягу, Н,

$$S_{\text{нат}} = (S_{\text{max}} + S_{\text{зб}} + T)K,$$

де S_{max} – максимальний натяг в ланцюгу, Н;

$S_{\text{зб}}$ – зусилля збігаючої гілки, Н;

T – зусилля або втрати натяжного пристрою, Н;

K – коефіцієнт розподілу зусиль між витками різьби і пружини, $K=0,7$.

Зусилля, що вимагається натягом, Н,

$$P = \frac{S_{\text{нат}}}{n_1} \beta',$$

де β' – коефіцієнт нерівномірності розподілу зусилля, $\beta'=1,1$;

n_1 – кількість тягових ланцюгів.

Діаметр гвинта, см

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3P}{\pi[\sigma]}},$$

де $[\sigma]$ – допустима напруга, Н/см²; $[\sigma] = \sigma_T/n$,

тут σ_T – межа текучості, для сталі 45 $\sigma_T=340\text{Н/см}^2$;

n – коефіцієнт запасу межі міцності матеріалу, $n=2$.

Приймається гвинт Тг 64*8.

2.4.3 Розрахунок пружини натяжного пристрою

P_1 – сила попередньої деформації пружини, $P_1=1000\text{Н}$.

$$P_2 = \frac{S_{\text{нб}} + S_{\text{зб}}}{n_1} \beta'.$$

Діаметр проволочки пружини d , мм.

Жорсткість пружини, Н/мм,

$$z = \frac{P_2 - P_1}{h},$$

де h – висота пружини, мм.

Число витків пружини

$$h = \frac{Z}{Z_1},$$

де Z_1 – жорсткість одного витка, Н/мм.

Повне число витків пружини

$$n_1 = n + n_2,$$

де n_2 – кількість запасних витків, звичайно $n_2 = 1,5$.

Середній діаметр пружини, мм

$$D_0 = D - d_1.$$

3 РОЗРАХУНОК СКРЕБКОВИХ КОНВЕЄРІВ

Скребковим називається конвеєр, де вантаж транспортується по жолобу або другій направляючій будові скребками, що рухаються, прикріпленими до тягового елемента. Розрізняють конвеєри з суцільними і контурними скребками. Суцільні скребки бувають високими ($h_c = h_{ж}$) і низькими ($h_c < h_{ж}$). В залежності від характеру руху розрізняють скребкові конвеєри з безперервним поступовим і зворотно-послідовним рухом тягового елемента.

3.1 Вихідні дані для розрахунку конвеєрів з високими скребками

Місце установки, умови і режим експлуатації конвеєра; транспортує матеріал; насипна щільність ρ , у тонах на кубічний метр; максимальний розмір кусків $a_{\max}$, у міліметрах і схема траси конвеєра з вказівкою довжин горизонтальних $L_{\text{гор}}$ і похилих $L_{\text{пох}}$ ділянок, у метрах; кута нахилу β , у градусах або висоти підйому вантажу H , у метрах; коефіцієнти: нерівномірності подачі вантажу на конвеєр K_n , готовності конвеєра K_r .

На схемі обов'язково показується поперечний перетин поставу конвеєра. Швидкість полотна приймають з урахуванням властивостей вантажу (абразивність) і продуктивності конвеєра в межах 0,1...1 м/с.

3.2 Скребки та жолоби. Визначення їх розмірів

В залежності від типу конвеєра і поперечного перерізу жолоба скребки можуть бути прямокутної, трапецієвидної, круглої та інших форм. Крок скребків a_c всіх типів конвеєрів приймають рівним двом крокам ланцюга t_d . Зазор між скребками і жолобом приймається рівним 5...15 мм з кожної сторони.

Продуктивність, т/год, скребкового конвеєра з суцільними високими скребками

$$Q = 3600 K_{ж} h_{ж}^2 \Psi C_3 \rho v, \quad (3.1)$$

де $K_{ж}$ – коефіцієнт,

$$K_{ж} = B_{ж} / h_{ж} = 2...4,$$

де $B_{ж}$ та $h_{ж}$ – робочі ширина і висота жолоба, м;

Ψ - коефіцієнт заповнення жолоба: для легкосипучих дрібних вантажів $\Psi = 0,5...0,6$, для поганосипучих кускових вантажів $\Psi = 0,7...0,8$, для вугільних конвеєрів з низькими скребками для дрібного вугілля $\Psi = 0,8...0,9$, для крупного - $\Psi = 1,0...1,2$;

C_3 – коефіцієнт, враховуючий кут нахилу конвеєра (табл. 3.1);

ρ - насипна щільність вантажу, т/м³;

v - швидкість транспортування, м/с (звичайно $v = 0,1...0,63$).

Таблиця 3.1- Значення коефіцієнта C_3

Характеристика транспортуючого вантажу	Кут нахилу конвеєра, град					
	0	10	20	30	35	40
Легкосипучий	1	0,85	0,65	0,5	—	—
Поганосипучий кусковий	1	1	1	0,75	0,6	0,5

Робоча висота жолоба (висота шару вантажу), мм,

$$K_{ж} = \sqrt{\frac{Q}{3600 k_{ж} \Psi C_3 \rho v}}. \quad (3.2)$$

Конструктивна висота скребка h_c приймається на 25...50 мм більше, ніж робоча висота жолоба.

Ширина жолобу $B_{ж}$ і крок скребків a_c повинні бути перевірені, виходячи із заданого найбільшого розміру типового куса a'

$$B_{ж} \geq X_c a' \quad \text{і} \quad a_c \geq 1,5 a', \quad (3.3)$$

де a' - розмір типового куска, для рядового вантажу при масі групи найбільших кусків менше 10% маси проби $a'=0,8a_{\max}$, для рядового вантажу при масі групи найбільших кусків більше 10% $a'=a_{\max}$, для сортового вантажу $a'=(a_{\max}+a_{\min})/2$;

X_c – коефіцієнт кускуватості, приймається рівним: для дволацюгових конвеєрів при сортованому вантажі 3...4, при рядовому 2...2,5, для однолацюгових конвеєрів відповідно 5...7 і 3...3,5.

Одержані розрахунком розміри скребка слід узгодити з даними табл. 3.2.

Таблиця 3.2- Основні розміри нормалізованих скребкових конвеєрів з високими скребками

Розмір скребка, мм		Крок скребка, мм	Тип скребка	Крок ланцюга, мм	Кількість ланцюгів	Продуктивність, $\text{м}^3/\text{год}^*$	Найбільші розміри кусків вантажу, мм	
Ширина	Висота						рядового	сортового
200	100	320	Консольний	160	1	30	50	30
250	125	320	"	160	1	50	60	40
320	160	500	"	250	1	60	80	50
400	200	500	консольний і симетричний	250	2	100	180	100
500	200	640	ящиковий	320	2	125	220	155
650	250	640	"	320	2	200	300	200
800	250	640	"	320	2	250	300	220
1000	320	800	"	400	2	400	350	300
1200	400	800	"	400	2	630	400	350

*При горизонтальному транспортуванні з швидкістю 0,5м/с.

Для конвеєрів з суцільними низькими скребками продуктивність, т/год,

$$Q = 3600 V_{\text{ж}} h_{\text{ж}} \psi C_3 \rho v,$$

де $\psi = 0,8 \dots 0,85$;

$C_3=0,8\dots0,9$ – для пологонахилих, $C_3=1$ – для горизонтальних.

Ширина жолоба, м,

$$B_{\text{ж}} = \frac{Q}{3600h_{\text{ж}} \psi C_3 v_p} \quad (3.4)$$

Розміри жолоба і скребка повинні бути узгоджені з даними табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Основні параметри конвеєрів з зануреними скребками

Продуктивність, м ³ /год, при швидкості ланцюгів, м/с				Розміри, мм			
				Жолоба		Скребка	
0,16	0,2	0,25	0,32	ширина	висота	ширина	висота
4,0	5,0	6,3	8,0	100	80	75	70
6,2	8,0	10,0	12,5	125	100	110	90
10,0	12,5	16,0	20,0	160	125	140	110
12,5	16,0	20,0	25,0	200	125	180	110
20,0	25,0	32,0	40,0	250	160	230	145
31,5	40,0	50,0	63,0	320	200	295	180
50,0	63,0	80,0	100,0	400	250	375	225

3.3 Тяговий розрахунок

Тяговий розрахунок скребкових конвеєрів виконують по окремих ділянках, методом обходу по контуру (аналогічно розрахункам стрічкового і пластинчастого конвеєрів), але враховується, що їхні тягові елементи і вантаж переміщуються з різним опором руху.

Розрахунок починають з точки найменшого натягу ланцюга $S_{\min}$, який приймають із умови запобігання повороту скребків. Звичайно приймають $S_{\min}=3\dots10$ кН. Орієнтовно $S_{\min}$ має місце в верхній точці похилої ділянки при $\text{tg}\beta < w$ і в нижній - при $\text{tg}\beta > w$, де β - кут нахилу ділянки конвеєра, град; w - коефіцієнт опору руху ходової частини конвеєра.

Мінімальний натяг ланцюга, H , в конвеєрах з високими скребками повинен бути перевірений за умовою стійкості скребка:

$$S_{\min} \geq W_c h_1 \text{tg}\varepsilon / t_{\text{л}} \quad (3.5)$$

де W_c – опір переміщенню порції вантажу між скребками, H : на похилому конвеєрі

$$W_c = q_b a_c (w_b \cos \beta + \sin \beta),$$

де q_b – лінійна сила ваги вантажу, Н/м;

a_c – крок скребків, м;

β – кут нахилу конвеєра, град;

w_b – коефіцієнт опору руху вантажу по жолобу, табл. 3.4;

h_1 – висота прикладання сили опору руху вантажу, м; звичайно її приймають рівною висоті скребка h_c для кускових вантажів або $0,8h_c$ для зернистих вантажів;

ε – кут відхилення ланки ланцюга;

t_l – крок ланки ланцюга, м.

Натяг тягового елемента на прямолінійній похилій ділянці, Н,

$$S_n = S_{n-1} + W_n = S_{n-1} + (w q_0 + w_b q_b) L_r \pm (q_0 + q_b) H, \quad (3.6)$$

де S_n і S_{n-1} – натяг ланцюга відповідно в кінці і на початку прямолінійної ділянки, Н;

W_n – сила опору руху вантажу і ходової частини конвеєра, Н;

w і w_b – коефіцієнти опору руху відповідно ходової частини конвеєра і вантажу, табл. 3.4;

q_0 і q_b – лінійні сили ваги ходової частини конвеєра і вантажу, Н/м;

L_r – довжина горизонтальної проекції похилої ділянки, м;

H – висота ділянки, м; знак “+” під час підйому вантажу, знак “-” – під час спуску.

Таблиця 3.4 – Коефіцієнти опору руху в скребкових конвеєрах

Тип конвеєра	Коефіцієнти опору руху	
	w	w_b
З суцільними високими і низькими скребками	0,1...0,13 – для ланцюгів з котками; 0,25...0,4 – для ланцюгів без котків	0,7...1 – для крупного вугілля; 0,6...0,7 – для вугільного дріб’язку і пилу; 1.1f – для інших вантажів; f – для ящичкових скребків (f – коефіцієнт тертя вантажу по жолобу)

Лінійна сила ваги вантажу q_b (у ньютонках на метр) визначається за формулою (2.8). Лінійна сила ваги ходової частини конвеєра q_0 (у ньютонках на метр) визначають за каталогами заводів-виготовлювачів. Для конвеєрів з високими скребками $q_0 \approx K_l q_b$, де K_l – емпіричний коефіцієнт: $K_l = 0,5...0,6$ – для одноланцюгових конвеєрів; $K_l = 0,6...0,8$ – для дволанцюгових.

Для конвеєрів з низькими скребками q_o , Н/м,

$$q_o = \left[6 + \frac{b_{\text{л}} \rho (L_{\text{г}} + H_{\text{заг}})}{30000} \right] g, \quad (3.7)$$

де $b_{\text{л}}$ – ширина ланцюгової ланки-скребка, м;

$L_{\text{г}}$ – довжина горизонтальної проекції конвеєра, м;

$H_{\text{заг}}$ – загальна висота підйому вантажу, м.

Натяг тягового елемента на криволінійних і відхиляючих зірочках

$$S_{\text{п}} = S_{\text{п-1}} \xi, \quad (3.8)$$

де ξ – коефіцієнт опору пересуванню на криволінійних ділянках, $\xi = 1,08 \dots 1,1$.

Тягове зусилля і потужність двигуна приводу конвеєра визначаються за формулами (2.20) і (2.21). За каталогом вибирається двигун. Будується діаграма натягу тягового елемента. Роблять вибір ланцюга із каталогу, попередньо виконавши розрахунки за формулами (2.13)–(2.16). Далі розрахунок проводиться відповідно до пунктів 4...14 розрахунку пластинчастого конвеєра.

4 РОЗРАХУНОК ПІДВІСНОГО КОНВЕЄРА

Підвісним називається конвеєр з тяговим елементом у вигляді ланцюга або каната, до якого прикріплені каретки з підвісками для транспортування вантажу, що рухаються по підвішеному жорсткому шляху.

4.1 Вихідні дані для розрахунку

1 Схема траси з показанням висоти і довжини ділянок, місця і способу завантаження і розвантаження.

2 Маса, габарити і характеристика вантажів.

3 Характеристика і умови роботи конвеєра.

4 Продуктивність конвеєра.

4.2 Попередній розрахунок

Проектування підвісного конвеєру починається з вибору порядку розміщення вантажів на підвісці і підбору її конструкції у відповідності з виконуваним транспортно-технологічним процесом. Потім вибирається попередньо типорозмір ланцюга і каретки (табл. 10.2 [3]).

Позначення ланцюгів дивись §4.4[3]. Для просторових конвеєрів приміняють тягові розбірні ланцюги типу Р2 за ГОСТ 589-81 (табл. III.1.13[3] і дод.

ХСП[4]), спеціальні пластинчасті ланцюги із збільшеним зазором в шарнірах і зварні круглоланкові за ГОСТ 2319-74(табл. III.I.10[3]).

Для прийнятого ланцюга вибирається зірочка.

Число зубців Z приводних зірочок приймають: для ланцюгів зварних – 16...24; пластинчастих – 8...20; розбірних – 6...20 ($Z_{\min}=4$).

При виборі кроку ланцюга і числа зубців зірочки слід враховувати можливість проходження вантажів на поворотних зірочках.

В табл. 10.I[3] наводяться число зубців Z , діаметр ділильної окружності зірочок D_o (у міліметрах) і діаметр блоків для підвісних конвеєрів $D_{\text{бл}}$ (у міліметрах).

Найменший крок підвісок a_n визначається виходячи із максимальних габаритних розмірів вантажів та їх вільного проходу на горизонтальних і похилих ділянках.

$$a_{n \min} \geq \frac{l_{\max} + \Delta}{\cos \beta_{\max}} ; \quad (4.1)$$

на вертикальних ділянках

$$a_{n \min} = h_{\max} + \Delta , \quad (4.2)$$

де $\beta_{\max}$ – найбільший кут нахилу шляху на вертикальному перегині;

$l_{\max}$ – найбільша довжина вантажу в площині руху конвеєра з врахуванням розмірів підвіски;

Δ – мінімальний зазор між вантажами для вантажонесучих конвеєрів,

$\Delta = 0,15 \dots 0,2$ м, для штовхаючих конвеєрів $\Delta = 0,2 \dots 0,3$ м;

$h_{\max}$ – найбільша висота вантажу з розрахунком розміру підвіски.

Розрахунковий крок підвісок a_n повинен бути кратним двом крокам ланцюга:

$$a_n = 2Zt \geq a_{n \min} , \quad (4.3)$$

де $Z = 1, 2, 3 \dots$;

t – крок ланцюга.

Швидкість транспортування (швидкість руху ланцюга), м/с,

$$v = \frac{Za_n}{3600Z_B} , \quad (4.4)$$

де Z – продуктивність, шт/год

Z_B – кількість штук вантажу на підвісці.

Одержана за формулою (4.4) швидкість (у метрах за секунду) узгоджується з даними

табл. 10.7 [3] та з нормальним рядом швидкостей за ГОСТ 5946-79: 0,005; 0,00625; 0,0089; 0,01; 0,0125; 0,016; 0,02; 0,025; 0,03; 0,04; 0,05; 0,0625; 0,08; 0,1; 0,125; 0,16; 0,2; 0,25; 0,32; 0,4.

Попереднє значення максимального натягу ланцюга конвеєра, Н,

$$S_{\max} = S_o K_M + w(q_B L_B + q_o L_X)(1 + K_M B) + q_B H , \quad (4.5)$$

де S_0 – мінімальний натяг ланцюга, Н; $S_0 = 0,5 \dots 1$ кН;

$K_m = \varphi^x \xi^y \lambda^z$ – сумарний коефіцієнт місцевих опорів руху кареток по всій трасі;

φ, ξ, λ – коефіцієнти опорів відповідно на вертикальному перегині, горизонтальному повороті на зірці або блоці та на роликовій батареї;

x, y, z – кількість вертикальних перегинів, горизонтальних поворотів та роликових батарей відповідно;

w – коефіцієнт опору руху на прямолінійних ділянках;

q_v, q_o – лінійні сили ваги вантажної та холостої віток, Н/м;

L_v, L_x – довжини горизонтальних проекцій завантаженої та холостої віток конвеєра, м;

B – коефіцієнт, що залежить від числа поворотів та перегинів, а також їх розташування на трасі конвеєра:

$$B=0,5 \text{ при } x+y+z \leq 5 \text{ і } B=0,3 \text{ при } x+y+z > 5;$$

H – найбільша висота підйому вантажу на трасі конвеєра, м.

Значення коефіцієнтів w, φ, ξ, λ наведені в табл. 4.1, 4.2

Таблиця 4.1 – Коефіцієнти опору w руху кареток з шарикопідшипниками на прямолінійних ділянках в приміщеннях, що отоплюються

Умови роботи конвеєра	Навантаження на каретку, Н					
	100	200	500	1000	1500	2000
добрі	0,06	0,035	0,02	0,014	0,013	0,012
середні	0,08	0,045	0,026	0,02	0,018	0,016
			(0,038)	(0,038)	(0,038)	(0,038)
тяжкі	0,10	0,056	0,032	0,025	0,022	0,02
			(0,045)	(0,045)	(0,045)	(0,045)

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти опору руху кареток на криволінійних ділянках підвісних конвеєрів під час роботи в приміщеннях, що отоплюються

Умови роботи	ξ	λ	φ
	Кути повороту, град		

	90	180	до 30	45	60	90	180	до 20	35	45
Добрі	1,020	1,030	1,020	1,025	1,030	1,040	1,07	1,01	1,015	1,025
Середні	1,025	1,035	1,025	1,030	1,040	1,05	1,09	1,012	1,020	1,030
	(1,040)	(1,050)	(1,035)	(1,040)	(1,045)	(1,065)	(1,10)	(1,025)	(1,035)	(1,045)
Тяжкі	1,035	1,050	1,030	1,040	1,045	1,060	1,10	1,015	1,025	1,035
	(1,055)	(1,065)	(1,040)	(1,050)	(1,055)	(1,07)	(1,15)	(1,03)	(1,04)	(1,05)

В дужках наведені коефіцієнти опору під час роботи в приміщеннях, що неопалюються, (температура до -20°C). Характеристика умов роботи конвеєрів наводиться в табл. 10.10 [3].

Лінійна сила ваги на холостій гілці, Н/м,

$$q_0 \approx g(m_n/a_n + m_k/t_k + q_l), \quad (4.6)$$

де m_n і m_k – маса підвіски і каретки, (табл. 10.2[3] і додаток ХСІІІ[4]), кг;

a_n – крок підвіски (4.3), м;

t_k – крок каретки, м;

q_l – погонна маса тягового елемента, кг/м (табл. ІІІ.І.13[3] і додаток ХСІ[4]).

Лінійне навантаження навантаженої гілки, Н/м,

$$q_b = q_0 + g m_b / a_n, \quad (4.7)$$

де m_b – маса корисного вантажу на підвісці, кг.

Вибраний типорозмір ланцюга перевіряють за умовою

$$S_{\max} \leq S_{\text{доп}},$$

де $S_{\text{доп}}$ – допустиме навантаження на ланцюг за його несучою здібністю

$$S_{\text{доп}} = \frac{S_p K_{\text{тк}}}{K_{\text{и}} K_{\text{н}}}, \quad (4.8)$$

де S_p – руйнівне навантаження ланцюга (табл. ІІІ.І. [3]).

$K_{\text{тк}}$ – коефіцієнт, враховуючий властивості матеріалу ланцюга, $K_{\text{тк}}=0,6...0,85$ (менше значення для незагартованої сталі, більше – для загартованої);

$K_{\text{и}}$ – коефіцієнт, враховуючий напружений стан ланки ланцюга: $K_{\text{и}}=1,5...5$ (якщо ланки не підлягають згину $K_{\text{и}}=1$; в останніх випадках $K_{\text{и}}$ визначається розрахунком внутрішньої ланки на розрив і згин на горизонтальних поворотах і вертикальних перегибах; в середньому $K_{\text{и}}=3$);

$K_{\text{н}}$ – розрахунковий запас міцності за несучою здібністю ланцюга

$$K_n = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5,$$

де K_1 – коефіцієнт безпеки (для конвеєрів з одноплощинною трасою $K_1=1$; з просторовою трасою при масі транспортуючих вантажів до 125 кг $K_1=1,2$; при масі вантажів більше 125 кг $K_1=1,5$);

K_2 – коефіцієнт відповідальності конвеєра (для невідповідальних виробничих ліній $K_2=1,2$; для конвеєра, обслуговуючого декілька ліній $K_2=1,4...1,8$);

K_3 – коефіцієнт зносу ланцюга $K_3=1,4...1,8$ (більші значення – при більших термінах служби конвеєра в напруженому режимі роботи);

K_4 – коефіцієнт, що враховує ступінь достовірності розрахункових і навантажувальних даних: $K_4=1,2...1,3$;

K_5 – коефіцієнт динамічних навантажень, при швидкості конвеєра: до 0,083 м/с $K_5=1$; при $v=0,083...0,27$ м/с $K_5=1,15$; при $v > 0,27$ м/с $K_5=1,25$.

Якщо умова $S_{\max} \leq S_{\text{доп}}$ не задовольняється, слід змінити типорозмір ланцюга і його крок підвісок та кареток і повторити розрахунок.

Допустимі зусилля в тяговому ланцюгу для підвісних вантажонесучих конвеєрів можна також визначити за табл.10.11.[3].

Потужність електродвигуна приводу конвеєра, кВт,

$$P = \frac{K_3 W'_o v_{\max}}{10^3 \eta}, \quad (4.9)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу: $K_3=1,1...1,2$;

W'_o – окружне зусилля на приводній зірочці, Н;

$v_{\max}$ – максимальна швидкість конвеєра, м/с;

η – загальний ККД механізму приводу конвеєра.

Окружне зусилля на приводній зірочці при попередньому розрахунку

$$W'_o = (S_{\max} - S_{\min}) \xi, \quad (4.10)$$

де ξ – коефіцієнт, що враховує опір на приводній зірочці (табл. 4.2).

За знайденою потужністю вибирається з каталогу двигун найближчої більшої потужності і типовий привод.

4.3 Перевірочний розрахунок

Для уточненого тягового розрахунку конвеєра необхідно визначити місцеположення точки з мінімальним натягом тягового ланцюга на трасі конвеєра і встановити його натяг $S_{\min}$. $S_{\min}$ у конвеєра з просторовою трасою слід чекати на

ділянці після найбільшого по висоті завантаженого спуску, а у горизонтального конвеєра – в точці збігання тягового елемента з приводної зірочки або блоку.

Тяговий розрахунок виконують методом обходу траси по точках. Для цього трасу конвеєра розбивають на окремі розрахункові ділянки (прямолінійні, підйоми, спуски, повороти та інші). Нумерацію точок, обмежуючих ці ділянки, звичайно починають від точки з мінімальним натягом. Після цього визначають місце знаходження приводу. Приводи бувають кутові і гусеничні.

Розрахунок починають від точки з найменшим натягом і продовжують до приводної зірочки в напрямку руху тягового елемента конвеєра, а також від точки з $S_{\min}$ до точки збігання з приводної зірочки, проти напрямку руху тягового елемента (за необхідністю).

Натяг тягового елемента, H ; в кінці горизонтальної прямолінійної ділянки

$$S_n = S_{n-1} + wq'l, \quad (4.11)$$

- для поворотної зірочки (блоку)

$$S_n = \xi S_{n-1}, \quad (4.12)$$

- для роликової батареї

$$S_n = \lambda S_{n-1}, \quad (4.13)$$

- для вертикального перегину

$$S_n = \varphi(\varphi S_{n-1} + wq'l \pm q'h), \quad (4.14)$$

де S_n та S_{n-1} – натяг в кінці і на початку ділянки, що розглядається, H ;

q' – лінійне навантаження, H/m (для завантаженої вітки $q' = q_v$, для холодної $q' = q_o$);

l – довжина горизонтальної проекції ділянки траси, m ;

h – висота ділянки, m (знак “+” під час підйому, “-” – спуску).

Коефіцієнти опору руху приймаються за таблицею 4.2. Будується діаграма натягу тягового елемента підвісного конвеєра. Потім за максимальним натягом і прийнятими радіусами вертикальних перегинів (табл. 4.3) визначається максимальне навантаження на каретку:

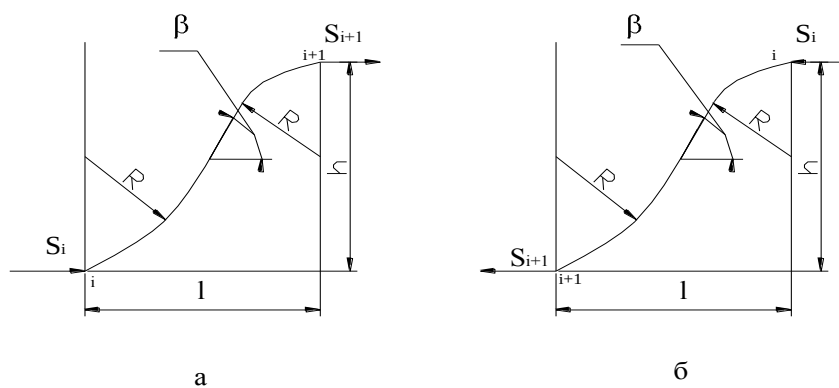
$$F_{k \max} = F \cos \frac{\beta}{2} + \frac{t_k}{R} S_{\max}, \quad (4.15)$$

де F – навантаження на завантаженою каретку, що складається з ваги підвішеного вантажу, каретки, підвіски і тягового елемента на ділянці між каретками, H ;

β – кут, що відповідає дузі перегину;

t_k – крок кареток, m ;

R – мінімальний радіус вертикального перегину, m (рис. 4.1).



а – рух вгору; б – рух вниз

Рисунок 4.1 – Розрахункова схема визначення натягу на вертикальному перегині

Таблиця 4.3 – Рекомендовані радіуси вертикальних перегинів, м

Тип ланцюга	Крок ланцюга	Натяг ланцюга на перегині, % від допустимого								
		до 50			75			100		
		під час кроку кареток t_k , рівному								
		4t	6t	8t	4t	6t	8t	4t	6t	8t
Розбірна за ГОСТ 589-81	80	1,6	2,0	2,5	2,0	2,5	3,15	2,5	3,15	4,0
	100	2,5	3,15	3,15	2,5	3,15	4,0	3,15	4,0	5,0
	160	4,0	5,0	6,3	5,0	5,0	6,3	5,0	6,3	8,0
Розбірна спеціальна	80	1,25	1,6	2,0	1,6	2,0	2,5	2,0	2,5	3,15
	100	1,6	2,0	2,5	2,0	2,5	3,15	2,5	3,15	4,0
	160	2,5	3,15	4,0	3,15	4,0	5,0	4,0	5,0	6,3

Працездатність каретки: за міцністю

$$F_{\text{пр}} \geq F_{k \text{ max}} , \quad (4.16)$$

за навантаженням на підшипники каретки

$$F_{\text{дк}} \geq F_{\text{екв}} , \quad (4.17)$$

де $F_{\text{дк}}$ – допустиме корисне навантаження на підшипники каретки, Н;

$F_{\text{екв}}$ – еквівалентне навантаження на підшипники каретки, Н (табл. 10.5[3]).

$$F_{\text{дк}} = F_{\text{р}} \frac{K'_1 K'_2}{K'_n} , \quad (4.18)$$

де $F_{\text{р}}$ – розрахункове граничне навантаження на каретку, Н (табл.10.2[3]);

K'_1 – коефіцієнт, враховуючий швидкість руху конвеєра, табл. 4.4;

K'_2 – коефіцієнт, враховуючий температурний режим роботи конвеєра, табл. 4.5;

K'_n – коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження, $K'_n=1,1...1,2$

Таблиця 4.4 – Значення K'_1

v , м/с	0,067	0,1	0,13	0,17	0,2	0,27	0,33	0,4
K'_1	0,8	0,7	0,63	0,55	0,52	0,5	0,45	0,42

Таблиця 4.5 – Значення K'_2

t , °C	до 125	125	150	175	225	250
K'_2	1,0	0,95	0,91	0,87	0,74	0,7

Остаточна перевірка правильності вибору типорозміру ланцюга проводиться за натягом і навантаженнями, одержаними перевірою розрахунком.

Окружне зусилля, Н,

$$W_o = S_{\text{нб}} - S_{\text{зб}} + W_{\text{пр}} . \quad (4.19)$$

Потужність двигуна приводу, кВт

$$P = \frac{K_3 W_o v}{10^3 \eta} , \quad (4.20)$$

де K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3=1,1$.

За каталогом остаточно проводиться вибір електродвигуна.

Далі розрахунок ведеться згідно з пунктом 4...14 розрахунку пластинчастого конвеєра. Характеристики редукторів типу КДВ, КДВ-М1 і КДВ-М2 наведені в таблицях 10.5 і 10.6 [3] і додатку XCIV [4].

4.4 Вантажний натяжний пристрій

Зусилля $F_{\text{нат}}$, H , для пересування натяжного пристрою (вага натяжного вантажу)

$$F_{\text{нат}} = S'_{\text{нб}} + S'_{\text{зб}} + T, \quad (4.21)$$

де $S'_{\text{нб}}$ і $S'_{\text{зб}}$ – натяги тягового елемента в точках набігання на натяжну зірочку (блок) і збігання з неї, H ;

T – опір пересуванню натяжного пристрою, H .

При установленні натяжного пристрою: на візку на колесах $T = (0,05 \dots 1) m_{\text{віз}} g$; на повзунах $T = 0,4 m_{\text{віз}} g$,

де $m_{\text{віз}}$ – маса візка з рухомою ділянкою шляху і каретками та підвісками з вантажем, що знаходяться на ній (в середньому $m_{\text{віз}} = 350$ кг).

Необхідна маса натяжного вантажу з врахуванням втрат у відхиляючих блоках для безполіспасного візка

$$m_{\text{в}} = (1,1 \dots 1,15) \frac{F_{\text{нат}}}{g}.$$

Повний хід натяжного візка складає 250...600 мм. Щоб зменшити навантаження на натяжну будову, його установлюють на ділянці з найменшим натягом тягового органу або близько від нього – звичайно на повороті після найбільш завантаженого спуску траси конвеєра за приводом. При горизонтальній трасі або при малих за висотою спусках натяжну будову розміщують безпосередньо після приводу.

5 САМОСТІЙНА РОБОТА

Мета самостійної роботи – закріплення теоретичних знань, одержаних на аудиторних заняттях, і придбання практичних навичок самостійного виконання інженерних розрахунків конвеєрів.

Самостійна робота передбачає вивчення відповідних розділів спеціальної літератури і виконання 4 завдань. Варіанти завдань для кожного студента призначаються викладачем.

Виконані завдання повинні бути оформлені у відповідності з методичними вказівками з оформлення розрахунково-пояснювальних записок до курсових проектів і представлені для перевірки в термін, указаний викладачем.

Студенти, що не виконали в строк завдання, до екзамену з дисципліни “Вантажопідйомна, транспортуюча та транспортна техніка ч.П” не допускаються. При виконанні завдання керуватися методичними вказівками до практичних занять. Рівняння, що приміняються при розрахунках, повинні бути коротко пояснені, при цьому обов’язково робити посилання на джерело інформації.

Всі величини, що входять у формулу, повинні мати пояснення. При виборі величини розрахункових коефіцієнтів необхідно вказувати загальний діапазон цього коефіцієнту і давати обґрунтування вибору прийнятого значення в межах цього діапазону.

На початку роботи вказується вихідні дані для розрахунку. Робота повинна мати всі необхідні розрахунки (див. приклади розрахунків конвеєрів). Закінчуватися робота повинна списком використаної літератури.

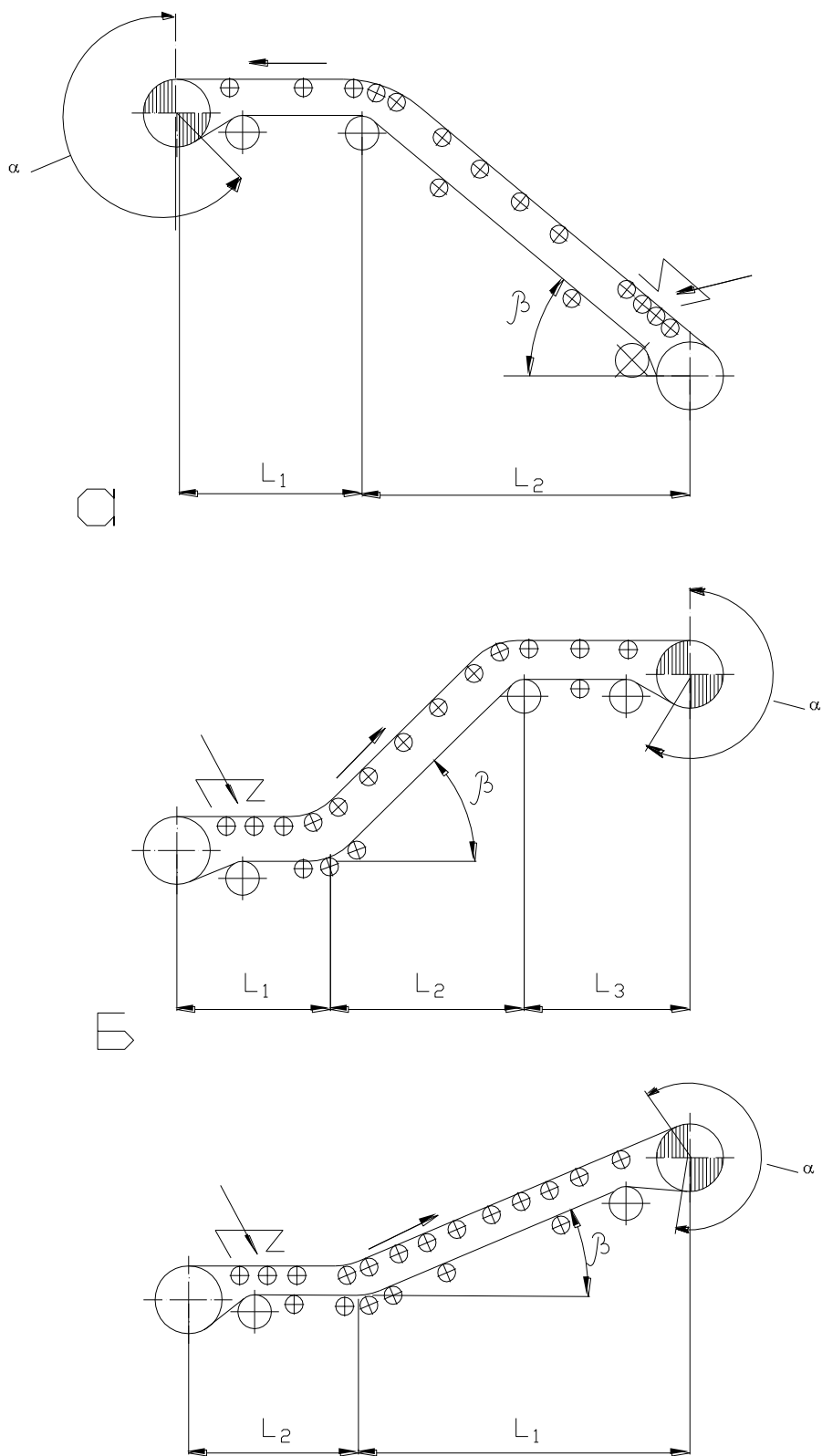
Номери задач і розрахункові схеми вибираються з таблиці 5.1.

Вихідні дані до задач вибираються з таблиць 5.2 – 5.5. Номер варіанту (задачі) відповідає порядковому номеру студента в журналі групи.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до задач

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Схема 1	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в
2	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б
3	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а	в	б	а

Розрахункові схеми стрічкового конвеєра наведені на рис. 5.1, пластинчастого конвеєра – на рис. 5.2, скребкового – на рис. 5.3, підвісного – на рис.5.4.



В

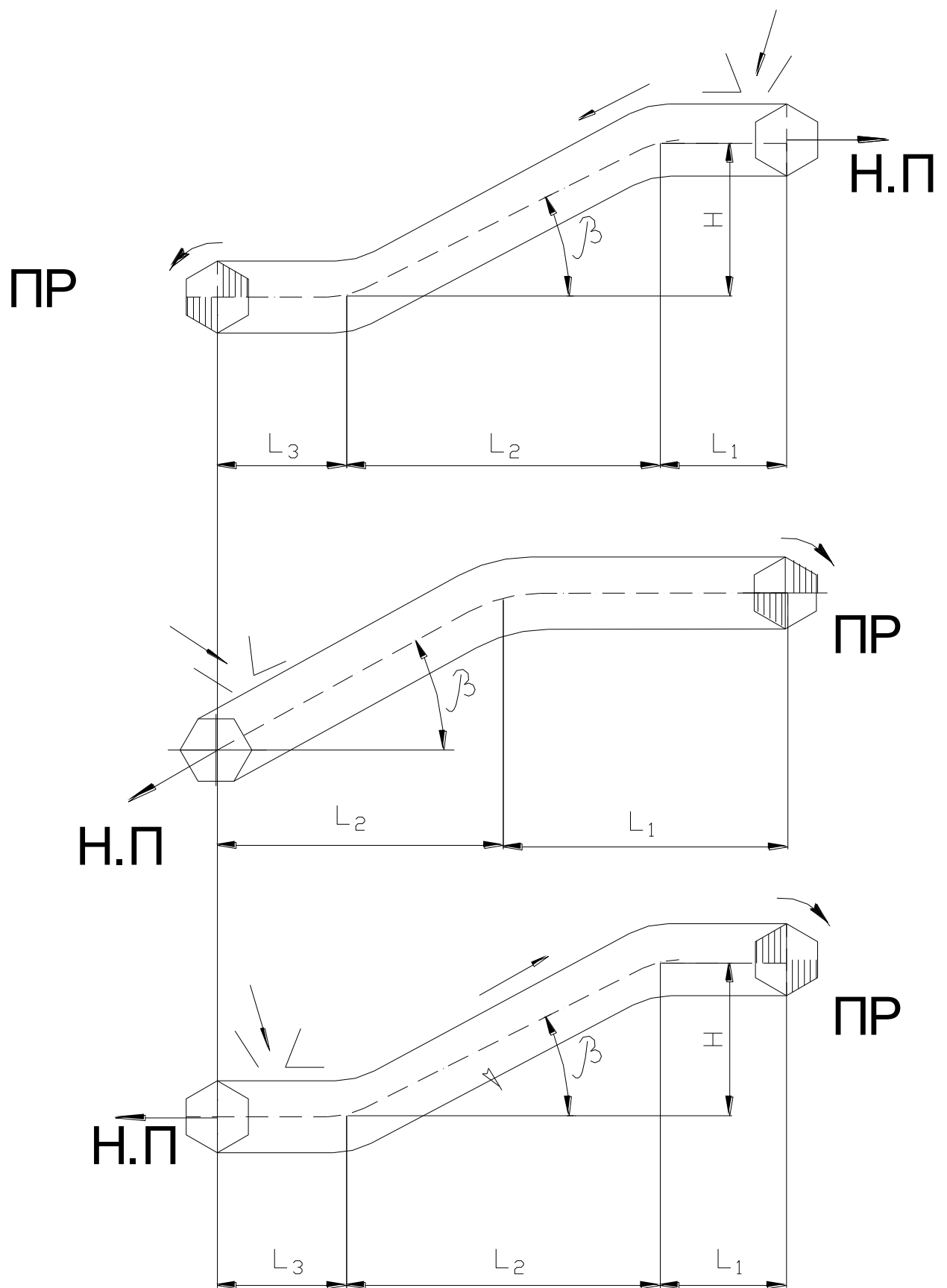
а, б, в – варіанти завдання
Рисунок 5.1 – Розрахункові схеми стрічкового конвеєра

Таблиця 5.2 – Вихідні дані для розрахунку стрічкового конвеєра

Варіант	Вантаж, який транспортується	Насипна щільність ρ , т/м ³	Продуктивність Q, т/ч	Довжина ділянок, м			Кут нахилу β , град	Умовний кут обхвату барабана α , град	Умови роботи
				l_1	l_2	l_3			
1	Агломерат залізної руди($a_{\max}=150\text{мм}$)	1,9	2000	40	40	80	18	420	тяжкі
2	Земля формовочна	1,25	1800	20	115	40	14	240	тяжкі
3	Вапняк середньокусковий	1,3	1000	80	25	120	15	360	тяжкі
4	Щебінь ($a_{\max}=80\text{мм}$)	1,8	320	40	20	70	18	240	середні
5	Руда залізна крупно - кускова	3,2	1600	25	50	80	12	360	тяжкі
6	Торф крупнокусковий	0,45	600	70	30	140	16	210	середні
7	Вугілля кам'яне середньо- кускове	0,8	3000	60	85	90	15	420	середні
8	Зола суха	0,6	420	20	110	85	16	360	середні
9	Гравій ($a_{\max}=60\text{мм}$)	1,8	1000	45	20	90	12	240	добрі
10	Пшениця	0,8	1000	100	45	80	8	210	добрі
11	Пісок крупний	1,6	600	70	30	100	16	240	добрі
12	Кокс	0,7	300	60	90	90	14	210	добрі
13	Антрацит	0,9	2000	75	25	150	10	360	середні
14	Вапно негашене	0,8	800	65	70	90	17	210	середні

Продовження табл.5.2

Варіант	Вантаж, який транспортується	Насипна щільність ρ , т/м ³	Продуктивність Q, т/ч	Довжина ділянок, м			Кут нахилу β , град	Умовний кут обхвату барабана α , град	Умови роботи
				l_1	l_2	l_3			
15	Стружка металічна	3,0	500	30	110	50	11	210	середні
16	Крейда суха порошкова	1,0	1000	40	60	80	16	240	середні
17	Агломерат гірський	1,8	4500	100	100	300	10	400	тяжкі
18	Шлак вугільний	0,9	850	90	20	70	12	240	тяжкі
19	Земля вибита	3,2	450	60	30	60	8	210	тяжкі
20	Формувальна суміш	1,3	1000	80	70	150	10	300	середні
21	Щебінь ($a_{\max}=50\text{мм}$)	1,7	500	60	60	40	12	360	тяжкі
22	Пшениця	0,8	1000	120	80	60	6	210	добрі
23	Пісок	1,65	900	60	50	30	20	210	добрі
24	Руда залізна	3,5	2000	35	45	70	10	360	тяжкі
25	Вугілля (гірнична маса)	0,9	2500	10	80	100	20	360	середні



а, б, в – варіанти завдання

Рисунок 5.2 - Розрахункові схеми пластинчатого конвеєра

Таблиця 5.3—Вихідні дані для розрахунку пластинчатого конвеєра

Вариант	Вантаж, який транспортується	Щільність ρ , т/м ³	Продуктивність Q Т/год, або Z шт/год	Маса одиниці вантажу, кг (розміри, м)	Довжина ділянок, м			Кут нахилу β , град	Умови роботи
					l_1	l_2	l_3		
1	Земля гаряча вибита	3,0	125	-	70	40	20	4	тяжкі
2	Поковки	-	140	30(0,25-0,25-4)	90	30	50	8	тяжкі
3	Стружка металічна	2,1	120	-	30	80	30	6	добрі
4	Ящики	-	150	60(1,0-0,6-1,2)	70	80	35	8	добрі
5	Поковки	-	180	25(Ø0,3-0,8)	100	15	40	5	середні
6	Дрібні сталі деталі навалом	-	220	6(Ø0,075)	25	60	80	6	середні
7	Стружка металева	2,5	100	-	70	20	100	10	середні
8	Руба особливо крупнокускова	3,5	250	-	95	35	90	12	тяжкі
9	Рулони листової сталі	-	300	120(Ø1,2-0,50)	50	70	45	10	тяжкі
10	Ящики	-	120	180(0,8-0,7-1,2)	40	70	60	5	середні
11	Дрібні деталі	4,5	80	-	10	20	20	6	середні
12	Агломерат гірничий	1,8	200	-	20	40	30	10	тяжкі
13	Руда $a_{\max}=300$ мм	3,5	160	-	20	40	20	12	тяжкі
14	Заготівки	-	300	30(0,3-0,2-0,2)	20	100	40	8	середні
15	Вугілля	0,85	150	-	25	80	25	4	середні
16	Зола гаряча	0,7	200	-	30	100	50	16	тяжкі
17	Відливки гарячі	-	180	40(Ø0,4-0,6)	10	40	20	4	тяжкі
18	Гранульована сірка	1,4	220	-	25	60	80	12	тяжкі
19	Пісок	1,4	300	-	60	90	20	15	середні
20	Контейнери з виробами	-	400	100(2,0-2,0-1,0)	20	100	10	5	середні
21	Агломерат залізної руди	1,9	200	-	40	40	80	18	тяжкі
22	Відливки навалом $a_{\max}=100$ мм	5	350	-	120	10	70	5	тяжкі
23	Пісок	1,3	1000	-	100	60	20	15	середні
24	Заготівки	-	300	15(0,1-0,2-0,3)	35	80	30	5	добрі
25	Рулони листової міді	-	600	100(Ø1,0-0,6)	60	60	60	8	добрі

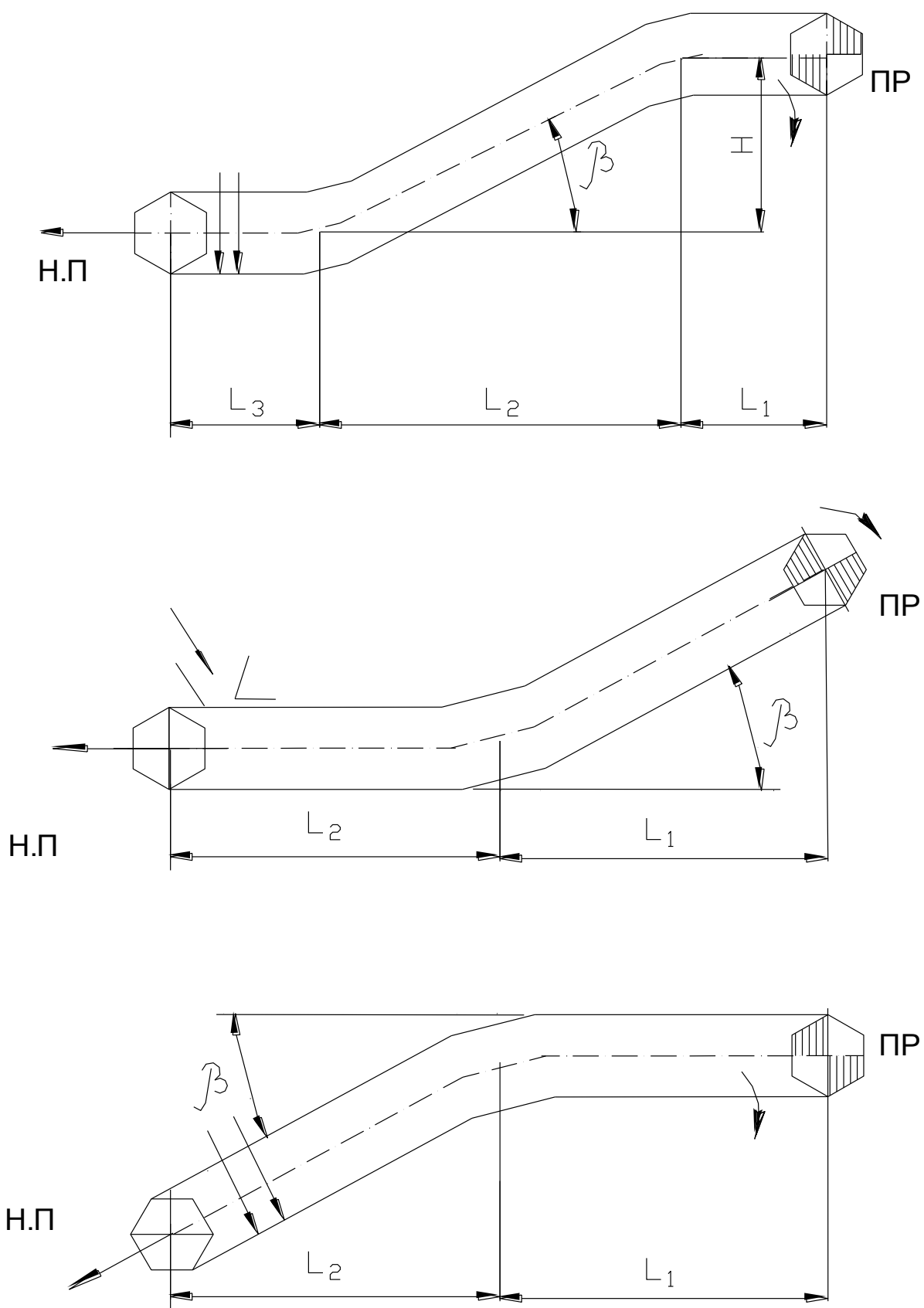


Рисунок 5.3 – Розрахункові схеми скребкового конвеєра

Таблиця 5.4 – Вихідні дані для розрахунку скребкового конвеєра

Варі- ант	Вантаж, який транспортується	Насипна щільність ρ , т/м ³	Продук- тив-ність Q, т/ч	Довжина ділянок, м			Кут нахилу β , град	Умови ро- боти
				l_1	l_2	l_3		
1	Зола	0,6	8,0	10	40	10	25	тяжкі
2	Шлак	0,8	100	80	20	20	20	тяжкі
3	Крейда	1,1	160	40	30	35	18	середні
4	Гіпс	1,4	250	70	80	30	15	середні
5	Зерно	0,7	120	100	15	40	40	добрі
6	Вугілля	0,8	100	25	60	80	30	середні
7	Мука	0,5	60	95	35	60	40	середні
8	Цемент	1,2	80	40	70	60	20	тяжкі
9	Пісок	1,6	60	50	40	30	30	тяжкі
10	Мінеральні добрива	1,8	100	20	40	20	25	тяжкі
11	Сухий доломіт	1,7	250	25	80	20	35	середні
12	Азбест	0,5	80	30	100	50	20	середні
13	Кругла суха галька	1,7	90	10	40	20	15	середні
14	Вапняк середньо кусковий	1,5	125	80	60	30	25	середні
15	Металева стружка	2,6	220	50	75	25	18	добрі
16	Земля гаряча вибита	3,2	300	35	45	15	10	тяжкі
17	Негашене вапно	0,8	230	85	30	20	12	тяжкі
18	Гравій сортований ($a_{\max}=30\text{мм}$)	1,8	330	15	100	15	16	середні
19	Агломер залізної руди ($a_{\max}=60\text{мм}$)	1,9	200	45	60	20	18	середні
	Тирса деревна	0,3	45	30	20	10	8	добрі
21	Азбест	0,45	90	20	80	30	15	середні
22	Шлак	0,7	100	100	40	80	18	тяжкі
23	Вугілля	0,85	500	40	85	30	35	середні
24	Щебінь ($a_{\max}=80\text{мм}$)	1,8	320	40	30	60	20	середні
25	Торф	0,45	500	60	20	100	25	середні

Привод

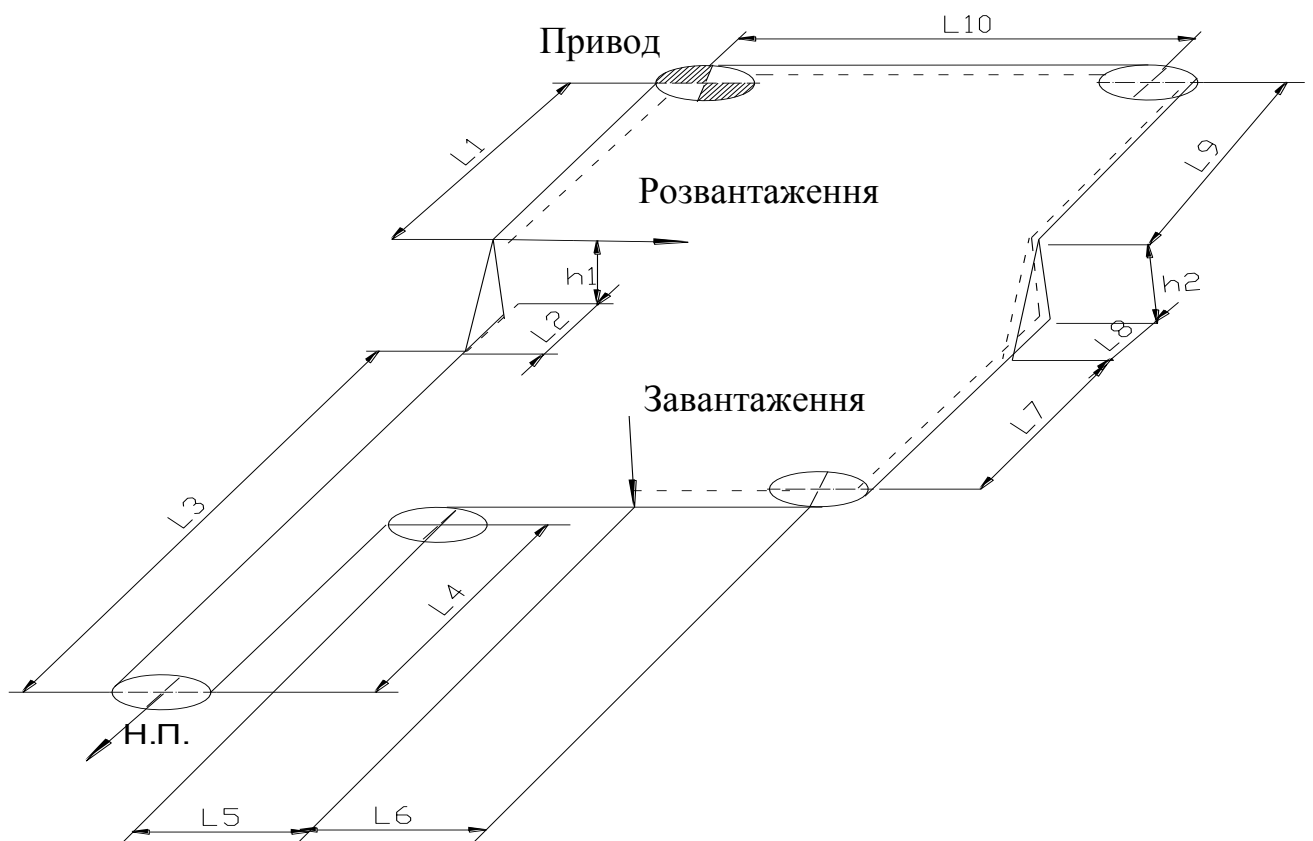
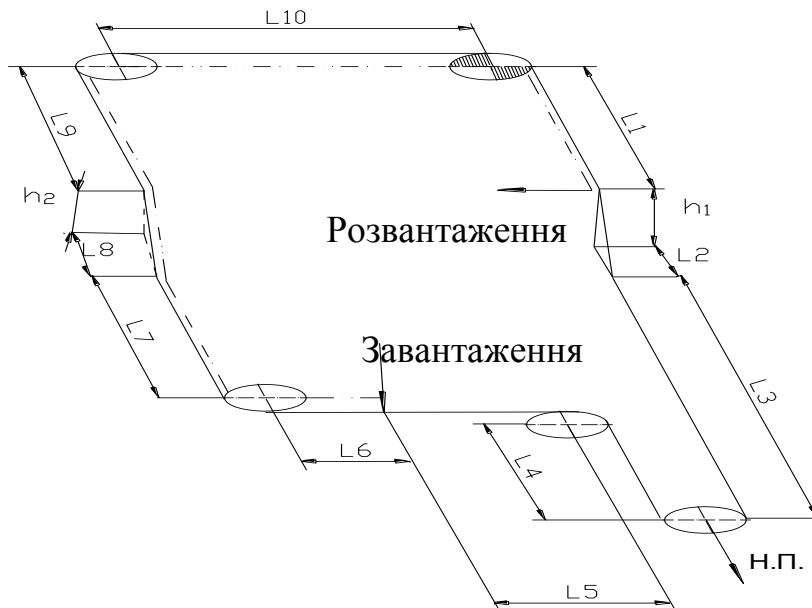


Рисунок 5.5, аркуш 1 – Розрахункова схема підвісного конвеєра

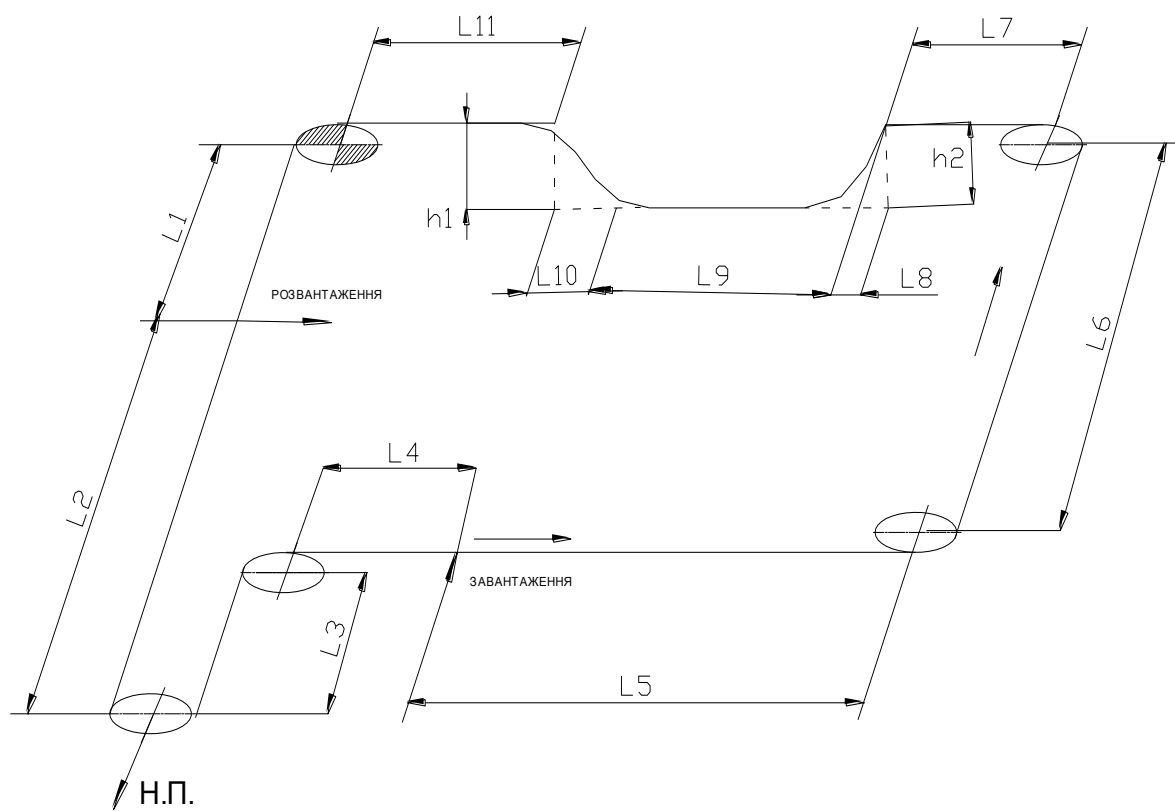


Рисунок 5.5, аркуш 2

Таблиця 5.5—Вихідні дані для розрахунку підвісного конвеєра

Варіант	Вантаж, який транспортується	Продуктивність Z, шт/год	Маса одиниці вантажу, кг	Розміри вантажу, М	Умови роботи
1	Поковки сталі	1600	30	0,3x0,2x0,2	тяжкі
2	Рулони листової сталі	400	120	d1,2x0,3	середні
3	Машинний агрегат	250	450	1,5x1,2x0,6	середні
4	Заготівки	1200	10 шт по 5 кг	d 0,1x0,6	тяжкі
5	Вироби в ящиках	1400	20	0,5x0,4x0,4	добрі
6	Бухти дроту	1800	2 шт по 40 кг	d1,0x0,12	середні
7	Складальні вузли	600	150	1,2x0,6x0,6	середні
8	Поковки	8000	6 шт по 8кг	0,1x0,1x0,8	тяжкі
9	Вироби в тарі	1200	12	0,4x0,4x0,2	добрі
10	Покришки автомобільні	2500	2 шт по 16 кг	d 0,8x0,35	середні
11	Заготівки сталі	1600	15	0,2x0,3x0,5	середні
12	Поковки	385	48	0,6x0,1x0,7	середні
13	Стержні для ливарних форм	450	10	d 0,3x0,2	середні
14	Відливки	600	18	0,3x0,2x0,22	тяжкі
15	Заготівки штамповані	750	2	d1,0x0,2	добрі
16	Бухти дроту	145	80	d1,2x0,6	добрі
17	Контейнер з виробами	400	10	1,0x1,0x1,2	добрі
18	Ящики	300	20	0,5x0,4x0,4	середні
19	Диски для автопокришок	2000	2 шт по 5кг	d 0,3x0,2	добрі
20	Рулони руберойду	500	15	d 0,2x1,2	середні
21	Піч газова	100	50	0,6x0,6x1	добрі
22	Деталі	1000	20	0,2x0,2x0,2	тяжкі
23	Покришки автомобільні	1500	2 шт по 5кг	d0,4x0,165	добрі
24	Ящики	100	50	1,0x0,2x0,3	добрі
25	Відливки	1000	30	0,5x0,3x0,2	тяжкі

Таблиця 5.6 – Розміри ділянок підвісного конвеєра для схем
рисуноків 5.5, а і б

Варіант	Довжина ділянок, м										Висоти h_1 і h_2
	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	L_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	
1/20/25	40	12	86	3	15	20	60	10	75	35	4
2/19/24	30	10	120	4	20	16	100	8	60	36	3
3/18/23	25	16	119	6	10	25	120	14	40	35	5
4/17/22	80	20	108	5	20	20	90	18	100	40	6
5/16/21	70	8	125	10	18	16	100	9	90	34	3,5
6/15	100	9	124	8	12	24	110	10	115	36	4
7/14	75	14	76	9	22	32	65	16	80	54	5,5
8/13	50	18	83	6	14	26	70	20	60	40	7,5
9/12	40	10	84	4	20	15	65	12	75	35	4,5
10/11	85	25	110	6	20	15	85	18	110	30	5

Таблиця 5.7 – Розміри ділянок підвісного конвеєра для схем рисунку 5.5, в

Варіант	Довжина ділянок, м											Висоти h_1 і h_2
	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	L_6	l_7	l_8	l_9	l_{10}	l_{11}	
1/20/25	45	75	4	20	160	116	50	10	60	10	50	5
2/19/24	35	60	3	25	165	92	30	15	100	15	30	6
3/18/23	30	40	5	14	165	65	25	5	120	5	25	4
4/17/22	85	100	6	22	117	179	15	10	90	10	15	3
5/16/21	75	90	8	12	137	157	20	5	100	5	20	3,5
6/15	100	115	7	18	200	208	40	15	110	15	40	2
7/14	80	80	9	20	105	151	10	20	65	20	10	2,5
8/13	55	60	4	10	150	111	35	10	70	10	35	1,5
9/12	45	75	6	20	145	114	45	5	65	5	45	1,8
10/11	90	110	4	15	110	196	5	15	85	15	5	2,2

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Шахмейстер Л.П., Дмитриев В.Г. Теория и расчёт ленточных конвейеров - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987 .- 336с.
- 2 Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. -3-е изд., перераб. —М.: Машиностроение, 1983. - 487с.
- 3 Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. Справочник по расчётам механизмов подъемно-транспортных машин.- 2-е изд.; перераб. и доп. —Минск: Высшая школа, 1983. - 350с.
- 4 Иванченко Ф.К. и др. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин.—Киев: Вища школа, 1978. - 576с.
- 5 Иванченко Ф.К. Підйомно-транспортні машини: Підручник. – К.: Вища школа, 1993. – 413с.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних і самостійних робіт
з дисципліни
“Вантажопідйомна, транспортуюча та
транспортна техніка ”
(частина 2)
для студентів спеціальності 7.090214

Укладач

Іван Петрович Катасонов

Редактор

Наталія Володимирівна
Єрьоміна

14/2003. Підп. до друку
Офсетний друк. Ум. друк. арк.4,5

Формат 60х84/16
Обл. – вид. арх. 3,27

ДДМА. 84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72