

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1. РАСЧЁТ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА .....	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 2. РАСЧЁТ ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА.....	21
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3. РАСЧЁТ ВИНТОВОГО КОНВЕЙЕРА.....	30
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4. РАСЧЁТ ПИРАМИДАЛЬНОГО БУНКЕРА .....	36
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ .....	46
Библиографический список .....	48

## ВВЕДЕНИЕ

Машины и оборудование непрерывного транспорта являются неотъемлемой частью современного производства различных материалов и изделий, так как с их помощью осуществляется механизация основных технологических процессов и вспомогательных работ.

Правильный выбор машин и оборудования непрерывного транспорта влияет на нормальную работу и высокую продуктивность производства. Нельзя обеспечить его устойчивый ритм на современной ступени интенсификации без согласованной и безотказной работы современных средств механизации внутрицехового и межцехового транспортирования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на всех стадиях обработки и складирования.

Увеличение производительности и улучшение технико-экономических показателей подъёмно-транспортных машин, повышение их прочности, надежности и долговечности неразрывно связано с применением новейших методов расчёта и конструирования.

Получение обучающимися необходимых знаний по курсу дисциплины «Машины и оборудование непрерывного транспорта» позволит использовать их в изучении последующих дисциплин, а также применять полученные знания в производственных условиях тогда, когда молодые специалисты приступят к работе в промышленности.

# ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 1

## РАСЧЁТ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Расчёт ленточного конвейера заключается в выборе и расчёте элементов этого конвейера. На первом этапе выбирается скорость ленты в зависимости от свойств транспортируемого материала. В табл. 1 представлены максимально допустимые скорости движения ленты.

Таблица 1.1

**Максимально допустимая скорость  $v$ , м/с, ленты при разгрузке через барабан**

Транспортируемые грузы	Ширина ленты, мм							
	400...500	650	800	1000	1200	1400	1600...1800	2000...3000
Пылевидные и порошкообразные	1,0	1,0	1,0	1,25	1,25	1,6	1,6	2,0
Хрупкие, кусковые, крошение которых снижает их качество	1,25	1,6	2,0	2,0	2,5	2,5	3,15	1,0
Зернистые и порошкообразные, вскрышные породы	1,6	2,3	3,15	4,0	4,0; 5,0*	5,0; 5,0*	5,0; 6,3*	6,3; 8,0*
Мелкокусковые, $a' \leq 60$ мм	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	5,0	5,0	6,3; 8,0*
Среднекусковые, $a' \leq 160$ мм:								
– лёгкие	1,6	2,0	2,5	3,15	4,0	4,0	5,0	5,0
– тяжёлые	–	1,6	2,0	2,50	3,15	3,15	4,0**	–
Крупнокусковые, $a' = 170...350$ :								
– лёгкие	–	–	1,6	2,0	2,5	2,5	3,15**	3,15**
– тяжёлые	–	–	1,25	1,6	2,0	2,0	2,5	2,5
Особо крупнокусковые, $a' \geq 350$ мм	–	–	–	–	2,0	2,5**	2,5**	3,15

\* На отвалообразователях.

\*\* На конвейерах с податливыми опорами.

Ширина ленты зависит от площади, занимаемой грузом на ней. Наиболее встречающийся тип роlikоопор это — желобчатая схема, представленная на рис. 1.1.

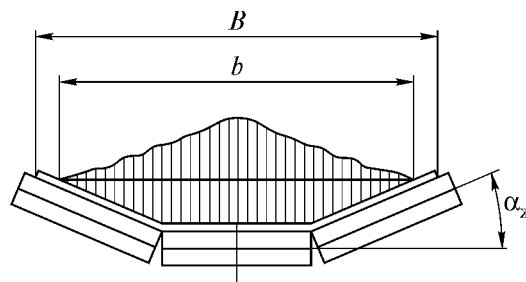


Рис. 1.1. Схема расположения груза на ленте:  
 $B, b$  — в случае желобчатой и прямой опор;  $\alpha_{ж}$  — угол установки опор

Тогда расчётная производительность определяется по формуле:

$$Q = 3600Av\rho = K_{п}v\rho K_{\beta},$$

где  $A$  — площадь поперечного сечения груза на ленте,  $m^2$ ;  $v$  — скорость движения ленты, м/с (табл. 1.1);  $\rho$  — плотность материала,  $t/m^3$  (табл. 1.2);  $K_{п}$  — коэффициент производительности, определяемый по формуле:  $K_{п} = 3600A / b^2$  или из табл. 1.3;  $K_{\beta}$  — коэффициент, учитывающий подвижность материалов на ленте (табл. 1.4).

Таблица 1.2

## Свойства насыпных материалов

Груз	Насыпная плотность $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Группа абразивности	Угол естественного откоса в покое $\varphi^\circ$	Коэффициент внешнего трения в состоянии покоя	
				по резине	по стали
Гипс мелкокусковой	1,2...1,4	В	40	0,7...0,8	0,6...0,7
Глина кусковая, сухая	1,6...1,8	В	40	0,8...1,0	0,7...0,9
Глинозем	0,9...1,0	С	35	0,4...0,5	0,4...0,5
Гравий сухой	1,5...1,8	В	30...45	0,7...1,0	0,6...1,0
Земля:					
грунтовая,	1,1...1,6	С	30...40	0,8...1,0	0,7...0,9
сухая формовочная	0,8...1,3	С	40...45	0,4...0,6	0,4...0,7
Зерно сухое	0,7...0,8	А	22	0,4...0,6	0,3...0,5
Известняк	1,4...1,7	В	36...40	0,6...1,0	0,5...4,0
Известь хлорная	0,6...0,8	В	45...50	—	0,3
Камень мелко- и среднекусковой	1,3...1,5	Д	37...40	0,6...0,8	0,5...0,8
Кокс рядовой	0,4...0,5	Д	30	0,5...0,6	0,4...0,5
Опилки древесные	0,16...0,3	А	40	0,5...0,9	0,3...0,8
Песок сухой	1,4...1,6	С	35...40	0,4...0,6	0,7...0,8
Соль каменная	0,8...1,8	С	30...50	0,6...0,7	0,5...0,6
Уголь каменный	0,6...0,9	В	30...45	0,5...0,7	0,3...0,8
Цемент сухой	1,0...1,5	С	30...40	0,6...0,7	0,3...0,6
Шлак	0,6...0,9	Д	35...40	0,5...0,7	0,4...0,7
Щебень сухой	1,5...1,8	Д	35...45	—	0,7...0,8

Таблица 1.3

Коэффициент производительности  $K_n$ 

Тип опоры	$\alpha_{ж}$ , град	$K_n$ при расчётном угле $\varphi_1^\circ$ , откоса насыпного материала на ленте		
		15	20	25
Однороликовая	—	250	330	420
Двухроликовая	15	500	580	660
	20	570	615	660
Трёхроликовая	20	470	550	640
	36	550	625	700
	30	590	660	730
	45	635	690	750
Пятироликовая	54	565	635	705
Однороликовая с гибкой осью	—	520	570	640

Таблица 1.4

Значение коэффициента  $K_B$  для транспортирования насыпных материалов различной подвижности на ленте с гладкой резиновой поверхностью

Группа подвижности частиц материала	Угол наклона конвейера, $\beta$ , град				
	1...5	6...10	11...15	16...20	21...24
Лёгкая	0,95	0,90	0,85	0,80	—
Средняя	1,00	0,97	0,95	0,90	0,85
Малая	1,00	0,98	0,97	0,95	0,90

С учётом того, что  $b = 0,9B - 0,05$ , получим расчётную ширину ленты, м:

$$B = 1,1 \left( \sqrt{\frac{Q}{K_{\text{п}} \nu \rho K_{\beta}}} + 0,05 \right).$$

При транспортировании кусковых материалов полученную ширину проверяем по условию размещения кусков на ленте

$$B_{\text{расч}} \geq Xa' + 200,$$

где  $X$  — коэффициент, зависящий от типа материала:  $X = 2$  для рядового груза;  $X = 3,3$  для сортированного груза;  $a'$  — наибольший размер типичных кусков материала, мм [1].

Изменение ширины ленты требует пересчёта её движения по формуле:

$$\nu = \frac{B_{\text{расч}}^2}{B} \nu_{\text{расч}},$$

где  $B$  — выбранная по табл. 1.5 ширина ленты.

Диаметр ролика роlikоопоры принимаем по табл. 1.6.

Сопротивление движению гружёной и холостой ветвей лент конвейера принимается по табл. 1.7.

Таблица 1.5

#### Характеристики ленточных конвейеров

Параметр	Принятый ряд значений
Ширина ленты $B$ , мм	300; 400; 500; 650; 800; 1000; 1200; 1400; 1600; 2000; 2500; 3000
Скорость ленты $\nu$ , м/с	0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0
Диаметр барабана $D_{\text{б}}$ , мм	160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500
Диаметр ролика $d_{\text{р}}$ , мм	63; 89; 108; 133; 159; 194; 219; 245
Производительность $Q$ горизонтальных конвейеров при скорости 1 м/с, м <sup>3</sup> /ч	12,5...2500

Таблица 1.6

#### Диаметр ролика прямой и желобчатой роlikовых опор

Диаметр ролика $d_{\text{р}}$ , мм	Диапазон ширины $B$ , мм	Плотность транспортируемого груза $\rho$ , т/м <sup>3</sup> , не более	Наибольшая скорость движения ленты $\nu$ , м/с
63	400...800	1,0	1,25
89	400...650	1,6	2,0
108	400...650	2,0	2,5
	800...1200	1,6	2,5
133	800...1200	2,0	2,5
159	800...1200	3,15	4,0
	1400...2000	2,0	3,15
194; 219*; 245*	800...1400	3,15	4,0
	1600...2000	4,0	6,3

\* Ролики изготавливают только амортизирующими.

Таблица 1.7

**Значения коэффициента сопротивления гружёной  $\omega$  и холостой  $\omega'$  ветвей лент конвейера  
в зависимости от условий работы**

Условия работы	Характеристика условий работы	$\omega$	$\omega'$
Хорошие	Чистое, сухое, отапливаемое, беспыльное, хорошо освещённое помещение; удобный доступ для обслуживания	0,02	0,018
Средние	Отапливаемое помещение, но пыльное или сырое; средняя освещённость и удобный доступ для обслуживания	0,025	0,022
Тяжёлые (летом)	Работа в неотапливаемом помещении и на открытом воздухе; плохая освещённость и неудобный доступ для обслуживания	0,04	0,03
Весьма тяжёлые	Наличие всех указанных факторов, вредно влияющих на работу конвейера	0,06	0,04

Тяговый расчёт ленточного конвейера определяется в два этапа: в предварительном и уточнённом.

В предварительном расчёте усилие на барабане конвейера определяется по формуле:

$$W_0 = k_0 L g [(q + q_0 + q_p) \omega + (q_0 + q'_p) \omega'] \pm q g H,$$

где  $k_0$  — обобщённый коэффициент местных сопротивлений;  $q$  — распределённая масса насыпного материала, кг/м;  $q_0$  — распределённая масса ленты, кг/м;  $q_p$  — распределённая масса вращающихся частей роликовых опор рабочей ветви, кг/м;  $q'_p$  — распределённая масса вращающихся частей роликовых опор холостой ветви, кг/м, (см. табл. 1.8);  $\omega$ ,  $\omega'$  — значения коэффициентов сопротивления соответственно рабочей и холостой ветвей [1] (см. табл. 1.8).

Таблица 1.8

**Ориентировочная распределённая масса  $q_p$ , м/кг, вращающихся частей роликовых опор**

Ветвь конвейера	Ширина ленты, мм								
	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
Рабочая	8,4	10	10,2	18,4	21	24,2	42	58,4	132,5
Холостая	2,5	3,3	4,4	7,8	9,2	11,1	16,7	23,8	52,5

Таблица 1.9

**Ориентировочные значения коэффициента  $\omega$  сопротивления движению ходовой части  
на катках и опорных роликах**

Условия работы конвейера	Катки на подшипниках	
	скольжения*	качения
Хорошие (закрытые отапливаемые помещения, отсутствие абразивного загрязнения)	0,06...0,08	0,02
Средние (закрытые помещения, наличие загрязнения)	0,08...0,1	0,03
Тяжёлые (на открытом воздухе, интенсивное загрязнение)	0,10...0,13	0,045

\*Меньшие значения — для катков большого диаметра без реборд, большие — для катков с ребордами.

Распределённая масса насыпного материала, кг/м, определяется по формуле:

$$q = \frac{Q}{3,6v}.$$

Масса резиноканевой ленты определяется по формуле:

$$q_0 = 1,1 \cdot 10^{-3} B(\delta_0 i + \delta_1 + \delta_2),$$

где  $\delta_0$  — толщина прокладки, определяемая в зависимости от прочности ткани, м;  $\delta_1, \delta_2$  — толщины верхней и нижней наружных обкладок соответственно.

Тяговый расчёт ленточного конвейера при заданной схеме и тяговом факторе выполняем методом обхода по контуру.

Максимальное натяжение ленты в предварительном расчёте вычисляем по формуле:

$$S_{\max} = k_3 W_0 \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1},$$

где  $k_3$  — коэффициент запаса сцепления тягового элемента с приводным барабаном,  $k_3 = 1,2 \dots 1,3$ ;  $\mu$  — коэффициент трения тягового элемента о поверхность приводного барабана;  $\alpha$  — суммарный угол обхвата приводных барабанов, рад.;  $e^{\mu\alpha}$  — тяговый фактор (см. табл. 1.10).

Таблица 1.10

Значение коэффициента  $\mu$  и тягового фактора  $e^{\mu\alpha}$

Материал барабана	Влажность воздуха	Коэффициент $\mu$	Тяговый фактор для углов обхвата						
			180°	210°	240°	300°	360°	400°	450°
			3,14 рад	3,66 рад	4,19 рад	5,24 рад	6,28 рад	7,0 рад	7,85 рад
Чугунный или стальной	Высокая	0,10	1,37	1,44	1,52	1,69	1,87	2,02	1,19
С резиновой футеровкой	То же	0,15	1,60	1,73	1,87	2,19	2,57	2,87	3,25
Чугунный или стальной	Умеренная	0,20	1,87	2,08	2,31	2,85	3,51	4,04	4,84
С резиновой футеровкой	То же	0,25	2,18	2,49	2,83	3,70	4,81	5,75	7,05
Чугунный или стальной	Низкая	0,30	2,56	3,0	3,51	4,81	6,58	8,17	10,5
С резиновой футеровкой	То же	0,40	3,51	4,33	5,34	8,12	12,4	16,4	23,0

Число прокладок тягового каркаса определяется по формуле:

$$i = \frac{S_{\max} C_{\Pi}}{k_p B},$$

где  $C_{\Pi}$  — запас прочности ленты,  $C_{\Pi} = 9$ ;  $k_p$  — прочность при разрыве одной прокладки, Н/мм,  $k_p = 100$ .

Диаметр приводного барабана определяется по формуле:

$$D_{\Pi} \geq K_1 K_2 i.$$

Далее производим уточнённый тяговый расчёт с целью определения натяжения ленты в характерных точках трассы. Для этого всю трассу ленточного конвейера от точки сбега ленты с приводного барабана разбиваем на отдельные участки, в которых зависимость сопротивления от конструктивных особенностей постоянно по своему характеру. Обход начинаем с точки наименьшего натяжения ленты. Согласно рис. 1.2 считаем, что

$$S_{сб} = S_{\min} = S_1.$$

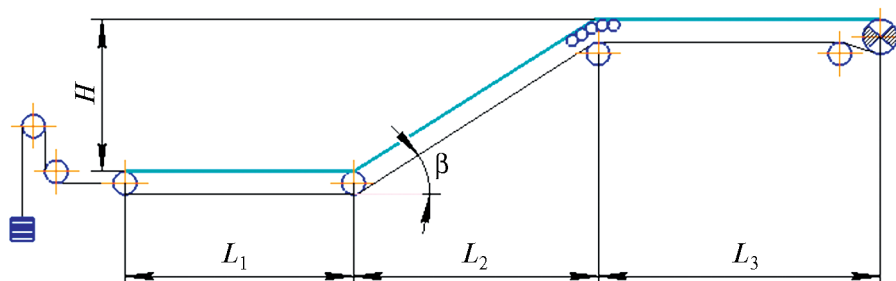


Рис. 1.2. Схема трассы ленточного конвейера

Далее в «каждой последующей по ходу точке контура сопротивление изменяется с учётом дополнительного сопротивления на этом и последующих участках

$$S_{i+1} = S_i + W_i,$$

где  $S_i$  и  $S_{i+1}$  — натяжение в двух соседних точках контура;  $W_i$  — сопротивление движению ленты между этими точками» [1].

Усилие «натяжения на барабанах в блоках определяем через коэффициент  $K_i$  сопротивления перегибу. При этом усилие в ветви, сбегающей» [1] с барабана или блока, определим согласно выражению:

$$S_{i+1} = S_i K_i,$$

где  $K_i$  — коэффициент сопротивления при огибании; для барабанов и блоков:

$$K_i = \begin{cases} 1,02 \dots 1,04 & \text{при } \alpha < 90^\circ; \\ 1,05 \dots 1,07 & \text{при } \alpha \geq 90^\circ. \end{cases}$$

На криволинейном участке могут быть установлены неподвижные направляющие или батареи направляющих роликов. Для них:

$$S_{i+1} = S_i \lambda_i,$$

где  $\lambda_i$  — коэффициент сопротивления отклоняющих шин, роликовых батарей:

$$\lambda_i = \begin{cases} 1,02 \dots 1,05 & \text{при } \alpha < 30^\circ; \\ 1,06 \dots 1,1 & \text{при } \alpha \geq 30^\circ. \end{cases}$$

Таким образом, определяем натяжение в характерных точках контура ленточного конвейера.

По результатам расчётов строим диаграмму натяжений ленты конвейера, в которой

$$S_{сб} = S_{\min} = S_1;$$

$$S_{наб} = S_{\max}.$$



С учётом полученных данных определяем тяговое усилие на приводном барабане по формуле:

$$W_0 = S_{\text{наб}} - S_{\text{сб}}.$$

Мощность ленточного конвейера определяется по формуле:

$$P_{\text{дв}} = \frac{K_3 W_0 v}{\eta_0},$$

где  $K_3$  — коэффициент запаса мощности, равный 1,15...1,25;  $\eta_0$  — КПД привода с учётом потерь на приводном барабане.

Угловая скорость вращения вала электродвигателя определяется по формуле:

$$\omega_{\text{дв}} = \frac{\pi n_{\text{дв}}}{30}.$$

Крутящий момент двигателя, Нм, определяется по формуле:

$$T_{\text{дв}} = \frac{P_{\text{дв}}}{\omega_{\text{дв}}}.$$

Пусковой момент, Нм, определяется по формуле:

$$T_{\text{дв.п}} = 1,5 T_{\text{дв}}.$$

Частота вращения вала приводного барабана,  $\text{мин}^{-1}$ , определяется по формуле:

$$n_6 = \frac{60v}{\pi D_{\text{п}}}.$$

Необходимое передаточное число определяется по формуле:

$$u_0 = \frac{n_{\text{дв}}}{n_6}.$$

Фактическая скорость ленты, м/с, определяется по формуле:

$$v_{\text{ф}} = \frac{\pi D_{\text{п}} n_{\text{дв}}}{60 u_{\text{ф}}},$$

где  $u_{\text{ф}}$  — фактическое передаточное число.

Фактическая производительность конвейера, т/ч, определяется по формуле:

$$Q_{\text{ф}} = K_{\text{п}} K_{\text{р}} (0,9B - 0,05)^2 v_{\text{ф}} \rho.$$

Статический момент при пуске, Нм, определяется по формуле:

$$T_{\text{ст.п}} = \frac{W_{\text{ст.п}} D_{\text{п}}}{2 u_{\text{ф}} \eta_0}.$$

Статическое сопротивление при пуске, Н, определяется по формуле:

$$W_{\text{ст.п}} = k_{\text{п.с}} (W_0 - qgH) + qgH.$$

Приведённый момент инерции поступательно и вращательно движущихся масс груза, конвейера и привода, кг/м<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$J_0 = \frac{(2q_0 + q)(1 + K_{и})LD_{п}^2}{4u_{ф}\eta_0} + (1 + \psi)(J_{п} + J_{м}),$$

где  $K_{и}$  — коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся масс роликов и барабанов конвейера;  $\psi$  — коэффициент, учитывающий массы деталей привода, вращающихся медленнее, чем вал электродвигателя,  $\psi = 0,15$  [1].

Минимально допустимое время пуска конвейера, с, определяется по формуле:

$$t_{п\min} = \frac{v}{j_{п}},$$

где  $j_{п}$  — допустимое ускорение пуска.

Тормозной момент, Нм, определяется по формуле:

$$T_{т} = [qgH - c_0(W_0 - qgH)] \frac{D_{п}}{2u_{ф}} \eta_0,$$

где  $c_0$  — коэффициент возможного уменьшения сопротивлений при свободном движении ленты [1].

Тормозной момент на валу двигателя для ограничения выбега ленты конвейера после выключения электродвигателя, Нм, определяется по формуле:

$$T_{т} = \frac{(2q_0 + q)(1 + K_{и})LD_{п}^2\eta_0\omega_{дв}}{4u_{ф}^2t_{т}} - [qgH + c_0(W_0 - qgH)] \frac{D_{п}}{2u_{ф}} \eta_0,$$

где  $t_{т}$  — время торможения, определяемое из принятой величины выбега, с.

### Пример решения

Рассчитать ленточный конвейер, предназначенный для транспортирования рядового среднекусового щебня. Конвейер горизонтально-наклонного типа, разгрузка материала плужковым разгрузателем. Суточная продолжительность конвейера не превышает 17 ч. Конвейер установлен на открытом воздухе со средними условиями эксплуатации.

Расчётная производительность конвейера  $Q = 450$  т/ч; размеры участков трассы:  $L_1 = 20$  м;  $L_2 = 90$  м;  $L_3 = 120$  м;  $H = 20$  м.

Размер типичного куска материала  $a' = 160$  мм. Привод конвейера — однобарабанный с футерованным материалом; угол обхвата  $\alpha = 210^\circ$ .

Угол наклона участка трассы равен:

$$\beta = \arctg\left(\frac{H}{L_2}\right) = \arctg\left(\frac{20}{90}\right) = 12^\circ 50' \text{ или } \beta = 0,218 \text{ рад.}$$

Ширина ленты определяется по формуле:

$$B = 1,1 \left( \sqrt{\frac{Q}{K_{п}v\rho K_{\beta}} + 0,05} \right) = 1,1 \left( \sqrt{\frac{450}{730 \cdot 1,6 \cdot 1,5 \cdot 0,95} + 0,05} \right) = 0,591 \text{ м,}$$

где  $K_{п}$  — коэффициент производительности (см. табл. 1.3 —  $K_{п} = 730$ );  $v$  — скорость движения ленты (см. табл. 1.1 —  $v = 2$  м/с);  $K_{\beta}$  — коэффициент уменьшения сечения груза на наклонном конвейере (см. табл. 1.4).

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)