

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

---

УТВЕРЖДАЮ  
Директор

\_\_\_\_\_ О.Ю. Долматов  
« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

**РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА**

Методические указания к выполнению лабораторных работ по  
курсу «Оборудование производств редких элементов» для  
студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501  
Химическая технология материалов современной энергетики

*Составители:* **Н.С. Тураев, И.Д. Брус, Кантаев А.С.**

Издательство  
Томского политехнического университета  
2014

УДК 539.13.08+543.52.+699.887.5  
ББК Л1/7 35

**Расчет ленточного транспортера:** методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики / сост. Н.С. Тураев, И.Д. Брус, А.С. Кантаев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 27 с.

УДК 539.13.08+543.52.+699.887.5  
ББК Л1/7 35

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию методическим семинаром кафедры химической технологии редких, рассеянных и радиоактивных элементов (№43) ФТИ «\_\_\_\_\_» 20\_\_ г.

И.О. Зав. кафедрой ХТРЭ

доктор технических наук,

доцент

\_\_\_\_\_ *Р.И.Крайденко*

Председатель

учебно-методической комиссии

\_\_\_\_\_

© Кантаев А.С. составление, 2014

## **1. Общие положения**

Данные учебно-методического указания составлены в помощь студентам при выполнении самостоятельных работ, темой которых является расчет транспортных машин.

Методические указания содержат расчет ленточных конвейеров. Расчетные соотношения, приведенные в тексте, взяты из литературы [1-4].

### **1.1 Выбор типа транспортирующей машины**

Выбор типа транспортирующей машины – конвейеры зависит от свойств перемещаемых грузов, заданной производительности, схемы и размеров трассы транспортирования.

Конвейеры состоят из тягового и несущего органов с поддерживающими и направляющими элементами, ведущего (приводного) и ведомого барабанов, натяжного устройства, загрузочного и разгрузочного устройств и рамы. В ленточном конвейере тяговый орган выполняет функцию несущего органа. Привод наиболее часто осуществляется от электродвигателя через редуктор. При необходимости в приводе имеется и тормозное устройство (тормоз или останов). Конвейеры комплектуются из стандартных или нормализованных узлов и деталей.

Расчет конвейера состоит в определении его основных параметров; выборе и расчете рабочего органа; определении мощности и выборе двигателя.

### **1.2 Основные свойства насыпных грузов**

Основными свойствами насыпных грузов являются: гранулометрический состав (кусковатость), влажность, насыпная плотность, угол естественного откоса, абразивность, слеживаемость.

Гранулометрическим составом называется количественное распределение частиц вещества по крупности.

Коэффициент однородности размеров частиц вещества:

$$R_0 = \frac{a_{max}}{a_{min}}; \quad (1.1)$$

где  $a_{max}$  – наибольший размер куска;

$a_{min}$  – наименьший размер куска.

При  $K_0 > 2,5$  груз считается рядовым. При  $K_0 < 2,5$  груз считается сортированным. Куски груза размером от  $0,8a_{max}$  до  $a_{min}$  составляют группу наибольших кусков.

Размер типичного куска принимается равным:

а) для рядового материала при концентрации наибольших кусков менее 10 %:

$$a' = 0,8a_{max}; \quad (1.2)$$

б) для рядового материала при концентрации наибольших кусков более 10 %:

$$a' = a_{max}; \quad (1.3)$$

в) для сортированного материала:

$$a' = \frac{a_{max} + a_{min}}{2}; \quad (1.4)$$

По величине насыпной плотности сыпучие материалы классифицируются на: легкие – при насыпной плотности менее 600 кг/м<sup>3</sup>; средние – 600 кг/м<sup>3</sup>; тяжелые – 1200–2000 кг/м<sup>3</sup>; весьма тяжелые – более 2000 кг/м<sup>3</sup>.

Углом естественного откоса насыпного груза называется угол между поверхностью свободного откоса насыпного груза и горизонтальной плоскостью. Различают углы естественного откоса насыпного груза в состоянии: а) покоя груза  $L_n$ ; б) движения груза  $L$ .

Приближенно принимается:  $L = 0,7L_n$ .

Угол естественного откоса характеризует подвижность частиц груза.

Истирающей способностью (абразивностью) насыпных грузов называется свойство их частиц истирать во время движения, соприкасающиеся с ними поверхности. По степени абразивности насыпные грузы делятся на группы;

А – неабразивные;

В – малоабразивные;

С – среднеабразивные;

Д – высокоабразивные.

Слеживаемостью насыпных грузов называется свойство многих грузов терять подвижность своих частиц при длительном нахождении этих грузов в покое.

Таблица 1.1 – Характеристика свойств насыпных грузов

Наименование груза	Насыпная плотность	Угол естественного откоса, град в покое	Угол естественного откоса, град в движении	Группа абразивности
Галька круглая	1,47-1,8	30		С
Известняк: мелкокусковой	1,47-2,22	45	30	В
Порошкообразный	1,57	40	30	А
Известь: гашеная в порошке обожжённая	0,32-0,81 1,0-1,1	30-50 30-40	15-25	В В
Камень: крупно-, средне- и	1,8-2,2 1,31-1,5	45 45	30 30	В В

мелкокусовой				
--------------	--	--	--	--

Продолжение таблицы 1.1

Наименование груза	Насыпная плотность	Угол естественного откоса, град в покое	Угол естественного откоса, град в движении	Группа абразивности
Мрамор кусковой и зернистый	1,52-1,59	39		Д
Мел: молотый в порошок средней и мелкокусовой	0,95-1,2 1,4-2,5	39 39		В Д

Таблица 1.2 – Классификация насыпных грузов по крупности

Наименование	Размер типичных кусков, мм
Особо крупнокусовые	$a' > 320$
Крупнокусовые	$320 \geq a' > 160$
Среднекусовые	$160 \geq a' > 60$
Мелкокусовые	$60 \geq a' > 10$
Крупнозернистые	$10 \geq a' > 2$
Мелкозернистые	$2 \geq a' > 0,5$
Порошкообразные	$0,5 \geq a' > 0,05$
Пылевидные	$0,05 \geq a'$

### 1.3 Исходные данные для расчета конвейеров

Основными исходными данными для расчета конвейеров являются:

- а) характеристика транспортируемого материала;
- б) производительность;

в) режим и условия работы;

г) параметры трассы перемещения груза.



## 2. Ленточные конвейеры

### 2.1 Общие сведения

Ленточные конвейеры предназначены для транспортирования сыпучих и слабовязких грузов.

Эти конвейеры состоят из рабочего органа в виде конвейерной ленты, опор, приводного и хвостового барабанов, натяжного устройства, загрузочного устройства и рамы. При необходимости предусматриваются направляющие ролики и отклоняющие барабаны для ленты, разгрузочные устройства, устройства очистки ленты. Привод осуществляется от электродвигателя через редуктор. При необходимости предусматривается тормоз для предотвращения самопроизвольного движения рабочего органа в обратном направлении.

Ленты конвейерные выпускаются:

- а) резинотканевые с прокладками хлопчатобумажными;
- б) резинотканевые с прокладками из синтетических тканей;
- в) резинотросовые;
- г) стальные.

В промышленности наибольшее распространение получили конвейерные ленты резинотканевые с хлопчатобумажными прокладками.

### 2.2. Предварительный расчет ленточного конвейера

Ширина ленты при транспортировании сыпучих материалов:

$$B = 1,1 \left( \sqrt{\frac{Q}{v \rho_H k k_\beta}} + 0,05 \right); \quad (2.5)$$

где:  $B$  – ширина ленты, м;

$Q$  – производительность конвейера, т/ч;

$v$  – скорость ленты, м/с;

$\rho_H$  – насыпная плотность материала, т/м<sup>3</sup>;

$k$  – коэффициент, зависящий от угла естественного откоса материала;

$k_\beta$  – коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера.

Таблица 2.3 – Значения коэффициента  $k_\beta$

Угол наклона, °	до 10	12	14	16	18	20
$k_\beta$	1	0,97	0,95	0,92	0,89	0,85

Таблица 2.4 – Значения коэффициента  $k$

Форма ленты	Угол наклона боковых роликов, град	Угол откоса насыпного груза на ленте, град*	
		15	20
Плоская	–	240	325
Желобчатая на двухроликовой опоре	15	450	535
Желобчатая на трехроликовой опоре	20	470	550
	30	550	625
	36	585	655

Угол откоса насыпного груза на ленте принимают равным половине угла естественного откоса этого груза в движении.

Скорость ленты выбираем из следующих рабочих условий:

- а) при барабанной разгрузочной тележке – 2 м/с;
- б) при плужковом разгрузчике для мелкозернистого материала – 1,6 м/с;
- в) при плужковом разгрузчике для кускового материала – 1,25 м/с;

Ширина ленты проверяется по формулам:

- а) для рядового груза  $B = 2a' + 200$  мм;
- б) для сортированного  $B = 3,3a' + 200$  мм;

Затем по таблице 2.5 с учетом таблице 2.3 устанавливается тип конвейерной ленты и материал прокладок.

Таблица 2.5 – Типы конструкций резиноканевых конвейерных лент

Тип	Наименование и характеристика	Область применения	Материал прокладок
1	2	3	4
1	Ленты послойные с усиленным бортом и двусторонней резиновой обкладкой.	Транспортирование сильноистирающих крупнокусковых материалов.	ОПБ-5 ОПБ-12 УШТ
2	Ленты послойные с двусторонней резиновой обкладкой.	Транспортирование средне- и мелкокусковых материалов.	Б-820 УШТ
2Р	Ленты послойные с двусторонней резиновой обкладкой и брекером (разреженной тканью для амортизации ударов)	Транспортирование сильноистирающих среднекусковых материалов в горнорудной промышленности.	УШТ Б-820
2У	Ленты послойные с двусторонней резиновой обкладкой и с тканевой обкладкой бортов.	Транспортирование средне- и мелкокускового материала.	УШТ Б-820
3	Ленты послойные с односторонней резиновой обкладкой.	Транспортирование мелкокусковых сыпучих материала в условиях отсутствия влаги и атмосферных воздействий.	Б-820

ОПБ – особо прочный бельтинг;

Б – бельтинг;

УШТ - уточная шнуровая ткань.

По рекомендациям таблице 2.6 значение ширины ленты, полученное по уравнению (2.5), округляется до ближайшего стандартного и выбирается количество прокладок.

Таблица 2.6 – Ширина и число прокладок резиноканевых конвейерных лент

Ширина ленты, мм	Число			
	Тип 2.2P,2У		Тип 1	Тип 2
	Б-820	УШТ		
300	3–4	—	—	3–4
400	3–5	—	—	3–4
500	3–6	—	—	3–4
650	3–7	3–5	3–5	3–5
800	4–8	3–6	3–6	3–5
1000	5–10	4–8	4–8	3–6
1200	6–10	5–9	5–9	
1400	7–10	6–10	6–10	
1600	—	7–10	7–10	
1800	—	8–12	8–12	
2000		9–12	9–12	

По таблице 2.7 принимается толщина обкладок конвейерных лент.

Таблица 2.7 – Толщина резиновых обкладок резиноканевых конвейерных лент

Тип ленты	Толщина обкладки, мм	
	рабочая сторона	нерабочая сторона
1	6	2
2	3	1
2P	4	2
2У	3	1,5
3	2	

Тяговая сила конвейера определяется:

$$W_0 = [\omega \cdot L_r(g + g_k) \pm gH]m + W_{np}; \quad (2.6)$$

где:  $\omega$  – коэффициент сопротивления;

$L_r$  – длина проекции конвейера на горизонтальную плоскость, м;

$g$  – погонная весовая нагрузка от груза, кг/м;

$g_k$  – погонная весовая нагрузка от движущихся частей конвейера, кг/м;

$H$  – высота подъема, м;

$m$  – коэффициент;

$W_{np}$  – сопротивление плужкового разгрузчика, учитывается при его наличии, кг.

Таблица 2.8 – Значения коэффициента сопротивления  $\omega$  ленточных конвейеров

Тип опор роликов	Условия работы конвейера	Для роlikоопор	
		прямых	желобчатых
1	2	3	4
Подшипники качения	Чистое сухое помещение без пыли	0,018	0,02
	Отапливаемое помещение, небольшое количество образованной пыли, нормальная влажность	0,022	0,025
	Неотапливаемое помещение и работа вне помещения; большое количество абразивной	0,035	0,04
	Очень тяжелые условия труда	0,04	0,06
Подшипники качения	Средние условия труда	0,06	0,065

Погонная весовая нагрузка от груза (среднее количество груза на одном метре длины конвейера) при непрерывном потоке груза на конвейере определяется по формуле:

$$g = 1000F\rho_H; \quad (2.7)$$

где:  $F$  - площадь поперечного сечения потока груза на конвейере, м<sup>2</sup>.

Для плоской ленты:

$$F = 0,05B^2; \quad (2.8)$$

Для желобчатой ленты с углом наклона боковых роликов 20°:

$$F = 0,11B^2; \quad (2.9)$$

Для желобчатой ленты с углом наклона боковых роликов 30°:

$$F = 0,14B^2; \quad (2.10)$$

Погонная нагрузка от движущихся частей конвейера рассчитывается по уравнению:

$$g_k = 2g_l + \frac{G_p}{l_p} + \frac{G_p}{l_x}; \quad (2.11)$$

где:  $g_l$  – погонная нагрузка от ленты, кг/м;

$G_p$  – масса вращающихся частей роlikоопоры, кг;

$l_p$  – шаг рабочих роlikоопор, м;

$l_x$  – шаг холостых роlikоопор, м.

Приближенно погонная весовая нагрузка от конвейерной резинотканевой ленты принимается:

$$g_H = (25 - 35)B;$$

Массу вращающихся частей роlikоопоры выбираем из таблицы 2. 9.

Таблица 2.9 – Ориентировочная масса вращающихся частей роlikоопор

Ширина ленты, мм	400	500	650	800	1000	1200	1400
Диаметр ролика, мм	102	102	102	127	127	127	159
Масса вращающихся частей роlikоопор, кг							
прямых	6,0	7,5	10,5	19	21,5	26	40
желобчатых	10	11,5	12,5	22	25	29	50

При транспортировании сыпучих грузов расстояние между ролик-кооперами рабочей ветви ленточного конвейера принимают в зависимости от насыпной плотности груза и ширины ленты согласно рекомендациям таблицы 2.10

Расстояние между ролик-операми холостой ветви принимается от 2 до 3,5 м. Меньшее значение принимается для более широких лент. Расстояние между ролик-операми на выпуклых участках трассы принимается половине расстояния между ролик-операми на прямолинейных участках трассы.

Таблица 2.10 – Предельное расстояние между ролик-операми рабочей ветви ленточного конвейера

Насыпная плотность, т/ м <sup>3</sup>	Предельное расстояние между ролик-операми при ширине ленты, мм			
	400–500	650–800	1000–1200	1200–1600
до 1	1500	1400	1300	1200
до 2	1400	1300	1200	1100
до 3,15	1300	1200	1100	1000

Коэффициент  $m$  определяется по формуле:

$$m = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \cdot m_4 \cdot m_5; \quad (2.12)$$

Коэффициенты  $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5$  приведены в таблице 2.11

Таблица 2.113 Значение коэффициентов  $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5$

Обозначение коэффициента	Отличительные признаки Конвейера	Значение
1	2	3
$m_1$	Длина конвейера до 15 м 15-30 м 30-150 м более 150 м	1,5–1,2 2,1–1,2 1,1–1,05 1,05
$m_2$	Конвейер прямолинейный или имеющий изгиб трассы выпуклостью вниз Конвейер имеет перегиб трассы выпуклостью вверх: в головной части в средней части в хвостовой части	1   1,06 1,04 1,02
$m_3$	Привод головной	1
	Привод промежуточный или хвостовой	1,05–1,08
$m_4$	Натяжная станция хвостовая Натяжная станция промежуточная, имеющая 7 барабанов	1 1–0,02
$m_5$	С разгрузкой через головной барабан	1
	С моторной разгрузочной тележкой при однобарабанном приводе конвейера	1,3



Сопротивление плужкового разгрузчика определяется по формуле:

$$W_{np} = (2,7 - 3,6)g \cdot B; \quad (2.13)$$

Далее определяем размеры приводного и натяжного барабанов:

$$D_{п.б.} \geq a \cdot i; \quad D_{н.б.} = 0,8D_{п.б.}; \quad (2.14)$$

где:  $D_{п.б.}$ ,  $D_{н.б.}$  – диаметр соответственно приводного и натяжного барабанов, мм;

$a$  – коэффициент принимаем по таблице 2.12;

$i$  – число прокладок, проверяем по формуле:

$$i = \frac{S_{max} \cdot n_0}{K_p \cdot B}; \quad (2.15)$$

где:  $S_{max}$  – максимальное статическое натяжение ленты, кг;

$n_0$  – номинальный запас прочности конвейерной ленты, выбирается по таблице 2.14;

$K_p$  – предел прочности прокладок, кг/см, выбирается по таблице 2. 14

Таблица 2.12 – Значение коэффициента  $a$

Наименование ткани прокладок	$a$
Бельтинг Б-820	125–130
ОПБ	150–160
УШТ	170–180

Таблица 2.13 – Номинальные запасы прочности прорезиненных конвейерных лент

Число прокладок	До 4	5–9	9–11
Номинальный запас прочности	9	10	10,5

Таблица 2.14 – Предел прочности прокладок при разрыве (по основе)

Материал прокладок	Предел прочности на 1 см ширины одной прокладки в ленте, кг/см
Бельтинг Б-820	55
ОПБ-5	115
	115
УШТ	119

Максимальное статическое натяжение ленты рассчитываем по формуле:

$$S_{max} = K_s \cdot W_0; \quad (2.16)$$

где:  $K_s$  – коэффициент, находится по таблице 2.15.

Таблица 2.15 – Значение  $K_s$

Значение коэффициента сцепления барабана с лентой, $\mu$	$K_d$ при угле обхвата барабана лентой		
	180°	200°	225°
0,15	1,5	1,42	1,35
0,25	1,85	1,73	1,61
0,35	2,65	2,46	2,26
0,4	2,86	2,27	2,1

Причем значение коэффициента сцепления барабана с лентой ( $\mu$ ) устанавливают по таблице 2.16. Длина барабанов принимается больше ширины ленты:

- а) для лент шириной до 650 мм – на 100 мм;
- б) для лент шириной 800 и 1000 мм – на 150 мм;
- в) для лент шириной 1200 мм и более – на 200 мм;

Таблица 2. 16 – Значение коэффициента сцепления между прорезиненной лентой и барабаном

Материал поверхности барабана	Влажность атмосферы	Коэффициент сцепления
Чугун, сталь	очень влажная	0,1
	влажная	0,2
	сухая	0,3
Дерево, резина	очень влажная	0,15
	влажная	0,25
	сухая	0,4

Мощность электродвигателя  $N$  (КВт) рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{KN_0}{\eta}; \quad (2.17)$$

где:  $K = 1,1 - 1,35$  – коэффициент, учитывающий условия работы конвейера (меньшее значение - при легких условиях работы);

$\eta = 0,9 - 0,96$  – к.п.д. привода;

$N_0$  – мощность на приводном валу;

$$N_0 = \frac{W_0 \cdot v}{102 \cdot \eta_{\text{бар.}}}; \quad (2.18)$$

где:  $v$  – скорость ленты, м/с.

При этом

$$\eta_{\text{бар.}} = \frac{1}{1 + \omega_6(2K_s - 1)}; \quad (2.19)$$

где:  $\omega_6 = 0,03 - 0,05$  – коэффициент сопротивления барабана.

## Пример расчета ленточного конвейера

### Задание на расчет

Рассчитать ленточный конвейер для перемещения крупнозернистой урановой руды со средним размером частиц  $2 < a' < 10$ . Насыпная плотность руды  $\rho_i = 1500$  кг/м. Длина конвейера  $L = 20$  м. Производительность  $Q = 800$  т/сутки.

Угол наклона  $\varphi = +10^\circ$ .

#### 1. Определение ширины ленты

Ширина ленты транспортирования сыпучих материалов определяется по уравнению:

$$\beta = 1,1 \left( \sqrt{\frac{Q}{v \cdot \rho_H \cdot K \cdot K_\beta}} + 0,05 \right), \text{ м}$$

где:  $Q = 800$  т/сутки  $= \frac{800}{24} = 33,3$  т/ч (при непрерывной круглосуточной работе конвейера);

$v$  – скорость ленты, м/с;

$\rho_H = 1500$  кг/м  $= 1,5$  т/м<sup>3</sup>;

$K$  - коэффициент, зависящий от угла естественного откоса материала;

$K_\beta$  - коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера.

При желобчатой ленте на трехроликовой основе и угле наклона боковых роликов  $20^\circ$ , в зависимости от угла откоса насыпного груза на ленте, определяем соответствующее значение коэффициента  $K$  (по таблице 2.4).

Угол откоса насыпного груза на ленте принимают как половину угла естественного откоса этого груза в движении (для крупнозернистой сухой руды  $\alpha = 30^\circ$ ) т.е.  $\alpha^* = 1/2 \cdot 30^\circ = 15^\circ$ . По таблице 2.4:  $K = 470$ .

Скорость ленты выбираем с условием возможности использования барабанной разгрузочной тележки  $v = 2$  м/с. При угле наклона конвейера  $\varphi = +10^\circ$  по таблице 2.3 принимаем:  $K_\beta = 1$

Ширина ленты:

$$\beta = 1,1 \left( \sqrt{\frac{33,3}{2 \cdot 1,5 \cdot 470 \cdot 1}} + 0,05 \right) = 0,224, \text{ м}$$

Данный груз – рядовой, т.к.  $K_0 = \frac{a_{max}}{a_{min}} = \frac{10}{2} = 5 > 2,5$

Пусть концентрация наибольших кусков груза  $< 10\%$ . Тогда размер типичного куска:  $a' = 0,8 \cdot a_{max} = 8$  мм.

Ширину ленты проверяем по формуле:

$$B = 2 a' + 200 \text{ мм} = 2 \cdot 8 + 200 = 216 \text{ мм} < 224 \text{ мм.}$$

По ГОСТу 22647-77 из нормального ряда выбираем ближайшее значение

$$B = 300 \text{ мм}$$

## 2. Определение типа ленты и материала прокладок

По таблице 2.5 с учетом того, что транспортируется крупнозернистый тяжелый ( $\rho_f = 1,5$  т/м) материал, выбираем ленту послойную с двусторонней резиновой обкладкой типа 2 и материал прокладок Б-820 (бельтинг).

По таблице 2.6 принимаем число прокладок, соответствующее данному типу ленты и материалу обкладок, равное 3. По таблице 2.7 для типа ленты 2 принимаем толщины обкладок: с рабочей стороны  $\sigma_1 = 3$  мм; с нерабочей стороны  $\sigma_2 = 1$  мм.

### 3. Определение туговой силы конвейера

Туговая сила конвейера определяется по формуле (2.6):

$$W_0 = \left[ \omega \cdot L_{\Gamma} (g + g_K) + gH \right] \cdot m + W_{np}, \text{ кг}$$

где:  $\omega$  – коэффициент сопротивления;

$L_{\Gamma} = L \cdot \cos 10^{\circ} = 20 \cdot \cos 10^{\circ} \approx 19,7 \text{ м}$  – длина проекции конвейера на горизонтальную плоскость;

$g$  – погонная весовая нагрузка от груза, кг/м;

$g_K$  – погонная весовая нагрузка от движущихся частей конвейера, кг/м;

$H = L \cdot \sin \varphi = 20 \cdot \sin 10^{\circ} = 3,47 \text{ м}$  – высота подъема;

$m$  – коэффициент;

$W_{np}$  – сопротивление плужкового разгрузчика, кг;

$W_{np}=0$ , т.к. в нашей схеме его нет.

Значение коэффициента сопротивления ленточного конвейера принимаем по таблице 2.8  $\omega = 0,025$ , учитывая, что конвейер работает в отапливаемом помещении при небольшом количестве образованной пыли и нормальной влажности воздуха, а также, что роликоопоры являются желобчатыми на подшипниках качения. Погонная весовая нагрузка от груза определяется по формуле (2.7):

$$g = 1000 \cdot F \cdot \rho_H$$

где:  $F$  – площадь поперечного сечения потока груза на конвейере,  $\text{м}^2$ .

Для желобчатой ленты с углом наклона боковых роликов  $20^{\circ}$ :

$F = 0,11 \cdot B^2 = 0,11 \cdot 0,3^2 = 9,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ , откуда

$$g = 1000 \cdot 9,9 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 = 14,85 \text{ кг}.$$

Погонная нагрузка от движущихся частей конвейера рассчитывается по уравнению (2.11):

$$g_k = 2 \cdot g_l + \frac{G_p}{l_p} + \frac{G_p}{l_x};$$

где:  $g_l$  – погонная нагрузка от ленты, кг/м;

$G_p$  – масса вращающихся частей роlikоопоры, кг;

$l_p$  – шаг рабочих роlikоопор, м;

$l_x$  – шаг холостых роlikоопор, м;

Приближенно:  $g_l = (25-35) \cdot B$ , где  $B=M$

Более точно:

$$g_l = 0,011(\delta_0 \cdot i + \delta_1 + \delta_2) \cdot B, \text{ н/м,}$$

или

$$g_l = \frac{0,011}{9,81} (\delta_0 \cdot i + \delta_1 + \delta_2) \cdot B, \text{ кг/м,}$$

где:  $B$  – ширина ленты, мм;  $i$  – число прокладок ( $i=3$ );  $\delta_1$  и  $\delta_2$  – толщины прокладок, мм;  $\delta_0 = 1,2$  мм (для ткани прочностью 55 н/мм – толщина прокладки); Откуда находим:

$$g_l = \frac{0,011}{9,81} (1,2 \cdot 3 + 3 + 1) \cdot 300 = 2,57 \text{ кг/м;}$$

Массу вращающихся частей роlikоопоры выбираем по таблице 2.9. При ширине ленты 300 мм и диаметре ролика 102 мм для желобчатых роlikоопор  $G_p = 10$  кг. По таблице 2.10, в зависимости от насыпной плотности ( $\rho_f < 2 \text{ т/ м}^3$ ) и ширине ленты ( $B = 300$  мм), принимаем расстояние между роlikоопорами рабочей ветви ленточного конвейера:

$$l_p = 1400 \text{ мм} = 1,4 \text{ м.}$$

Расстояние между роlikоопорами холостой ветви принимаем равным:

$$l_x = 2 \cdot l_p = 2 \cdot 1,4 \text{ м} = 2,8 \text{ м};$$

$$2 \text{ м} < l_x < 3,5 \text{ м}.$$

$$\text{Отсюда находим: } g_k = 2 \cdot 2,57 + \frac{10}{1,4} + \frac{10}{2,8} = 15,85 \text{ кг/м}.$$

Коэффициент  $m = m_1 \cdot m_2 \cdot m_3 \cdot m_4 \cdot m_5$ , которые определяются по таблице 2.11.

При длине конвейера 20 м принимаем  $m_1 = 1,15$ .

Конвейер – прямолинейный  $m_2 = 1$ .

Привод – головной  $m_3 = 1$ .

Натяжная станция – промежуточная (1 барабан)  $m_4 = 1$ .

Разгрузка ведется через головной барабан  $m_5 = 1$ .

$$m = 1,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,15.$$

В результате определяем тутовую силу конвейера:

$$W_0 = [0,025 \cdot 19,7 \cdot (14,85 + 15,85) + 14,85 \cdot 3,47] \cdot 1,15 + 0 = 76,65 \text{ кг}.$$

#### 4. Определение размеров приводного и натяжного барабанов

$$D_{н.б.} = a \cdot i ; D_{п.б.} = 0,8 \cdot D_{н.б.}$$

где:  $D_{п.б.}$  и  $D_{н.б.}$  – соответственно их диаметры, мм;

$i$  – число прокладок, которое необходимо проверить по формуле (2.15):

$$i \geq \frac{S_{max} \cdot n_0}{K_p \cdot B}$$

$a$  – коэффициент;

$S_{max}$  – максимальное статическое натяжение ленты, кг;

$n_0$  – номинальный запас прочности ленты;

$K_p$  – предел прочности прокладок, кг/см



$B$  – ширина ленты, см.

По таблице 2.12 для данного типа прокладок (Б-820) принимаем значение:  $a = 125$ . По таблице 2.13 при данном числе прокладок ( $l = 3$ ) номинальный запас прочности  $n_0 = 9$ . Предел прочности прокладок при разрыве выбираем по таблице 2.14 для данного материала (Б-820):  $K_p = 55$  кг/см. Максимальное статическое натяжение ленты рассчитываем по формуле (2.17):

$$S_{max} = K_s \cdot W_0$$

где:  $K_s$  – является функцией от коэффициента сцепления барабана с лентой  $\mu$  и от угла его обхвата лентой. Пусть поверхность барабана футерована резиной и покрыта сухой пылью груза. Тогда по таблице 2.16 принимаем  $\mu = 0,4$ .

При угле обхвата барабана лентой  $180^\circ$  и  $\mu = 0,4$  по таблице 2.15.

Принимаем  $K_s = 2,86$ .

Откуда  $S_{max} = 2,86 \cdot 76,65 = 219,41$  кг.

$$i = \frac{S_{max} \cdot n_0}{K_p \cdot B} = \frac{219,41 \cdot 9}{55 \cdot 30} \approx 1,2 < 3$$

Следовательно,  $i = 3$  не противоречит выполнению условия прочности.

Откуда диаметр барабанов:

$$D_{н.б.} = 125 \cdot 3 = 375 \text{ мм}; D_{н.б.} = 0,8 \cdot 375 = 300 \text{ мм.}$$

При ширине ленты  $< 650$  мм длина барабанов принимается на 100 мм больше ширины ленты, т.е.  $l_{\bar{o}} = B + 100 = 300 + 100 = 400$  мм.

## 5. Определение требуемой мощности двигателя

Мощность электродвигателя, требуемая для работы конвейера в заданном режиме вычисляется по формуле (2.17):

$$N = \frac{K \cdot N_0}{\eta}, \text{ кВт}$$

где:  $K = 1,1-1,35$  – коэффициент, учитывающий условия работы конвейера;

При средних условиях  $K = 1,25$ ;

$\eta$  – к.п.д. привода;  $\eta = 0,9-0,96$ .

Примем  $\eta = 0,9$ .

Мощность на приводном валу, кВт, рассчитываемая по формуле:

$$N_0 = \frac{W_0 \cdot \eta}{102 \cdot \eta_{бар}}, \text{ где } \eta_{бар} = \frac{1}{1 + \omega_б (2K_S - 1)}$$

$\omega_б = 0,04$  – коэффициент сопротивления барабана.

Отсюда  $\eta_{бар} = \frac{1}{1 + 0,04(2 \cdot 2,86 - 1)} = 0,84$  – к.п.д. барабанов.

Мощность на приводном валу:  $N_0 = \frac{76,65 \cdot 2}{102 \cdot 0,84} = 1,79$  кВт

Тогда требуемая мощность двигателя:

$$N = \frac{1,25 \cdot 1,79}{0,9} = 2,49 \text{ кВт}$$

### Параметры рассчитанного конвейера

Производительность конвейера –	33,3 т/час;
длина конвейера –	20 м;
высота подъема –	3,47 м;
ширина ленты –	300 мм;
тип ленты –	2;
материал прокладок –	Б-820;
число прокладок –	3;

толщина обкладок: с рабочей стороны –	3 мм;
с нерабочей стороны –	1 мм;
толщина прокладки –	1,2 мм;
диаметр роlikоопор –	102 мм;
тип роlikоопор – трехроlikовые желобчатые на подшипниках скольжения;	
расстояние между роlikоопорами: рабочая ветвь –	1,4 м;
холостая ветвь –	2,8 м;
конвейер – прямолинейный; привод головной;	
натяжная станция – промежуточная (1 барабан);	
тутовая сила конвейера –	76,65 кг;
диаметры барабанов: приводного –	375 мм;
натяжного –	300 мм;
длина барабанов –	400 мм;
максимальное статическое натяжение ленты –	219,4 кг;
мощность на приводном валу –	1,79 кВт;
к.п.д. привода – 0,85; требуемая мощность электродвигателя –	2,49 кВт.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Спиваковский А.О., Дьячков В.К.. Транспортирующие машины. М., 1983.- 487с.
2. Марон Ф.П., Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. Минск, 1977.- 271с.
3. Тетеревков А.И., Печковский В.В. Оборудование заводов неорганических веществ и основы проектирования. Минск, 1981.- 335с.
4. Романов П.Г., Курочкина М.И., Моджерин Ю.Я., Смирнов Н.Н. Процессы и аппараты химической промышленности. М., 1989.- 559с.

Учебное издание

## РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНОГО ТРАНСПОРТЕРА

Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Оборудование производств редких элементов» для студентов IV курса, обучающихся по специальности 240501 Химическая технология материалов современной энергетики

### *Составители*

доцент, к.т.н. И.Д. Брус

доцент, к.т.н. Н.С.Тураев

доцент, к.т.н. А.С. Кантаев


**Отпечатано в Издательстве ТПУ в полном соответствии  
с качеством предоставленного оригинал-макета**

Подписано к печати 05.05.2014. Формат 60x84/16. Бумага «Снегурочка».  
Печать XEROX. Усл.печ.л. 9,01. Уч.-изд.л. 8,16.  
Заказ 1153 Тираж 10 экз.



Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
Система менеджмента качества  
Издательства Томского политехнического университета сертифицирована  
NATIONAL QUALITY ASSURANCE по стандарту BS EN ISO 9001:2008



**ИЗДАТЕЛЬСТВО**  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30  
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, [www.tpu.ru](http://www.tpu.ru)