

**Федеральное агентство морского и речного транспорта  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
Волжский государственный университет водного транспорта**

Кафедра подъёмно-транспортных машин  
и машиноремонта

**А.С. Яблоков, А.С. Слюсарев**

Расчет ленточного конвейера

Учебное пособие

ВГУВТ  
Нижний Новгород  
2018

**Яблоков А.С.**

Расчет ленточного конвейера / А.С. Яблоков, А.С. Слюсарев –  
Нижний Новгород: тип. ВГУВТ, 2018. – 52 с.

Данный конспект лекций предназначен для бакалавров и магистров направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» с целью дать рекомендации по освоению дисциплины «Расчет ленточного конвейера».

© ВГУВТ, 2018

## Содержание

	Введение	4
1	Содержание контрольной работы	5
2	Общее устройство ленточного конвейера	6
3	Расчет ленточного конвейера	7
4	Тяговый расчет ленточного конвейера	16
5	Проверка ленты и барабана на прочность Прогиб ленты	26
6	Расчет и компоновка приводной станции	27
7	Проверочный расчет ленточного конвейера	29
8	Расчет натяжного устройства	30
9	Расчет и построение траектории полета частиц груза при сбрасывании с ленты	31
	Приложения	
	Библиографический список	37

## ВВЕДЕНИЕ.

Ленточные конвейеры относятся к машинам непрерывного транспорта, в которых перемещение насыпных грузов происходит без остановок для загрузки и разгрузки.

Перемещаемый груз располагается на несущем (тяговом) органе машины - бесконечной ленте, совершающей рабочее и холостое (обратное) движения одновременно. Скорость движения лент может достигать до 10 м/с, а производительность - нескольких десятков тысяч тонн в час. Ленточный конвейер может иметь длину (в одном ставе) до 3-4 км и перемещать груз как в горизонтальном, так и в пологонаклонном направлениях. Они могут быть стационарными и передвижными.

Ленточные конвейеры используют как в качестве основных, так и вспомогательных перегрузочных машин в различных схемах механизации. Их устанавливают на эстакаде, земле, и траншеях, под потолком или на полу (в крытых складах). В ряде случаев ленточные конвейеры оснащают очистными и сбрасывающими устройствами. Кроме того, ленточные конвейеры являются составными частями различных отвалообразователей, подъемно-передвижных и подъемно-поворотных перегружателей.

К основным недостаткам ленточных конвейеров следует отнести: необходимость в дополнительных технических средствах для подачи груза на ленту; относительно небольшие углы наклона конвейеров; чувствительность к механическому износу; химическому и температурному воздействию.

Однако высокая производительность, большие расстояния перемещения грузов, простота устройства и обслуживания, спокойный и бесшумный ход, надежность в эксплуатации, относительно небольшие энергоемкость и вес, а также низкая стоимость обусловили ленточным конвейерам широкое применение как в речных и морских портах, так и в большинстве отраслей народного хозяйства. При этом особенно эффективны ленточные конвейеры на больших грузопотоках навалочных грузов.

Так при разработке полезных ископаемых открытым способом современные ленточные конвейерные линии транспортирует до 30000 т/ч вскрышных пород, обеспечивая загрузку десяти 60-ти тонных железнодорожных вагонов за 2 минуты. Имеются проекты конвейерных линий длиной 210 км с шириной ленты 3600 мм для перегрузки угля с производительностью до 48000 т/ч. Применение

таких конвейерных линий позволит резко снизить эксплуатационные расходы и окупить их строительство за 4-5 лет при сроке службы 25-35 лет.

## **1. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.**

Контрольная работа по расчету ленточного конвейера, предназначенного для перегрузки насыпных грузов, включает в себя расчетную и графическую части, выполняемые согласно индивидуальному заданию. Исходные данные этого задания приведены в приложениях 1 и 2. Выбор исходных данных задания обусловлен цифрами личного дела (шифра) студента.

Состав работы:

- определение ширины ленты и подбор ее по гост;
- выбор конструкций роlikоопор и барабанов, определение их параметров и подбор по гост;
- расчеты сопротивлений движению и натяжений ленты (выполняются вручную и на ЭВМ)\*<sup>1</sup>;
- проверка ленты и барабана на прочность. определение прогиба ленты;
- определение мощности привода и подбор электродвигателя по гост;
- определение общего передаточного числа и подбор редуктора по гост;
- проверочный расчет ленточного конвейера;
- расчет натяжного устройства;
- расчет и построение траекторий полета частиц груза при их сбрасывании с ленты.

Все расчеты должны сопровождаться расчетными и кинематическими схемами. Оформление расчетной и графической частей должно быть выполнено, согласно требований ЕСКД, предъявляемых к технической документации.

Расчетно-пояснительная записка оформляется на листах формата А4 (297х210 мм) на одной стороне. Текст выполняется чернилами автоматической или шариковой ручкой, расчетные схемы – карандашом.

Траектория полета частиц груза при сбрасывании вычерчивается на миллиметровке (формат А4) и вместе с результатами расчетов, выполненных на ЭВМ, подшиваются к расчетно-пояснительной записке.

## 2. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА.

Ленточный конвейер (рис.2.1) состоит из станины 5, на концах которой установлены отклоняющие барабаны 2,9.

Эта барабаны охватывает бесконечная лента 4. Рабочая и холостая (порожняя) ветви ленты по всей длине конвейера поддерживаются роlikоопорами 7,8, установленными соответственно на верхнем и нижнем поясе станины.

Для равномерной подачи и распределения груза на ленте используется загрузочное устройство 3, а для целенаправленного сбрасывания груза с ленты - разгрузочное устройство 10.

Движение ленты осуществляется за счет сцепления (трением) ее с вращающимся приводным барабаном 9 от приводной станции 14.

Отклоняющийся барабан 2, установленный в районе загрузочного устройства, может быть смонтирован на тележке натяжного устройства 1, с помощью которого обеспечиваются номинальный провис ленты между роlikоопорами и необходимое сцепление ленты с приводным барабаном (во избежание пробуксовки).

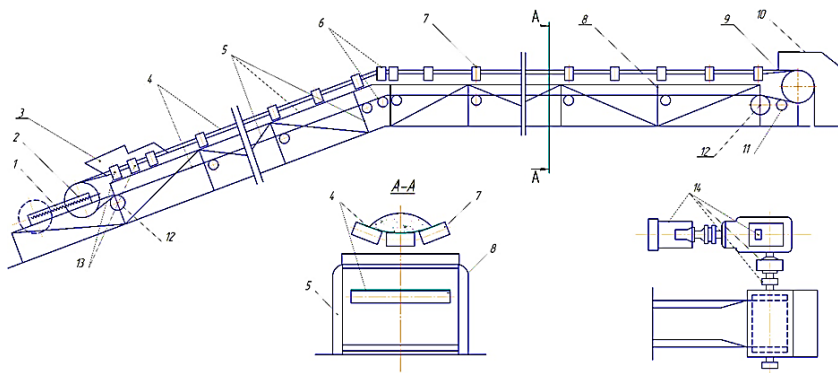


Рис. 2.1. - Схема ленточного конвейера.

Для очистки рабочей поверхности ленты от прилипших частиц груза при сходе ее с разгрузочного барабана устанавливают очистные устройства скребкового или щеточного 2 типов, прижатие которых к ленте достигается с помощью противовесов, а

вращение щетки - ременными или цепными передачами от вала сбрасывающего барабана или от специального привода.

Для повышения производительности конвейера рабочей ветви ленты придают желобчатый профиль. Это достигается применением многороликовых (двух - пяти) желобчатых опор 7. Холостая ветвь поддерживается только прямыми однороликовыми опорами 8. Кроме того, для ликвидации возможных сходов ленты в сторону от продольной оси конвейера используют центрирующие роlikоопоры, устанавливаемые через 15 - 25 м, и барабаны бочкообразной формы.

В местах перехода ленты с наклонного направления движения на горизонтальное или наоборот устанавливают рабочие и холостые роликовые батареи 6.

Загрузочные устройства обычно состоят из загрузочной воронки с уклоном задней стенки больше на  $10 - 15^\circ$  угла трения груза о нее и бортовых направляющих длиной 1,5 - 2,0 м и высотой 0,25 - 0,5 м в зависимости от ширины ленты. Для промежуточной разгрузки груза используют плужковые (редко) и двухбарабанные самоходные сбрасывающие тележки.

Ленточные конвейеры делают горизонтальными, наклонными и горизонтально-наклонными с движением груза вверх или вниз. Наибольший угол наклона конвейера ограничивается скольжением груза под действием силы тяжести, поэтому он не должен превышать угла трения груза по ленте. Значения максимально допустимого угла наклона конвейера в зависимости от рода груза приведены в табл. 3.1.

Для увеличения угла обхвата приводного (а иногда и натяжного) барабана используют дополнительные барабаны 12 меньшего диаметра.

### **3. РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА**

#### **3.1. Типы лент, применяемых в ленточных конвейерах.**

В ленточных конвейерах наибольшее применение получили резинотканевые ленты общего назначения. Такие ленты состоят из силовых тканевых прокладок и защитных резиновых обкладок. Количество тканевых прокладок в ленте принимают из расчета обеспечить ей достаточную прочность, гибкость и жесткость, т.е. чтобы она выдерживала продольные нагрузки; принимала

желобчатый профиль при опоре на желобчатые роликоопоры и без особых затруднений огибала отклоняющие барабаны и роликовые батареи; не раскрывалась, становясь плоской между желобчатыми роликоопорами, и свободно распрямлялась на барабанах и прямых роликоопорах.

Чтобы обеспечить ленте перечисленные требования в ГОСТ 20-76 и ГОСТ 22644, предусмотрено следующее количество прокладок в зависимости от ее ширины.

Ширина ленты В, мм	До 500	650	800,1000, 1200	1400	1600, 2000	Более 2000
Число прокладок, шт	2-5	2-6	3-6	4-6	5-6	6-10

Толщина тканевых прокладок составляет  $\delta_{тп}=1,15-2,0$  мм. В качестве материала прокладок применяют бельтинговую ткань из комбинированных нитей с лавсаном (БКНЛ) с пределом прочности на разрыв  $K_p = 65, 100, 150$  Н/мм, а также ткань капроновую ТК и анидную ТА с пределом прочности  $K_p = 100-400$  Н/мм, которые не только прочнее, но и более устойчивы против химического воздействия.

Резиновые обкладки предохраняют тканевые прокладки от повреждения и изнашивания, ударов падающего на ленту груза при загрузке и химического воздействия груза и окружающей среды. Для придания ленте особых свойств в состав резиновых смесей заполнителя вносят различные добавки, и тогда в зависимости от этих добавок, кроме лент общего назначения – О (для работы при  $t^0 = -45^\circ - +60^\circ\text{C}$ ) изготавливают ленты: морозостойкие – М ( $t^0 = -60^\circ - +60^\circ\text{C}$ ); теплостойкие – Т (до  $t^0 = +100^\circ\text{C}$ ); повышенной теплостойкости – ПТ (до  $t^0 = +200^\circ\text{C}$ ); пищевые – П (для транспортирования пищевых продуктов без упаковки); негорючие – Ш (для конвейеров угольных шахт); маслостойкие –МС и др.

Толщина резиновых обкладок с рабочей стороны лент составляет  $\delta_p=3;4;5;6;8$ мм, а с нерабочей –  $\delta_n=1;2$  мм.

Наибольшие значения  $\delta_p$  и  $\delta_n$  принимают при перегрузке абразивных и высокоабразивных острокромочных грузов, а наименьшие – для пылевидных мелкокусковых химически неагрессивных и зерновых грузов.



На мощных конвейерах (производительностью более 1000 т/ч и длиной более 400 м) применяют ленты с каркасом из нескольких тканевых прокладок и одного ряда металлических тросов диаметром  $\varnothing = 4,2 - 11,5$  мм. Такие ленты обладают повышенной прочностью, небольшим удлинением (до 0,5%), значительной долговечностью и большой гибкостью.

### 3.2. Определение ширины ленты и подбор ее по ГОСТу.

Ширина ленты зависит от величины заданной производительности конвейера, рода перегружаемого груза, конструкции рабочих роlikоопор, угла наклона конвейера и скорости перемещения груза. Груз характеризуется абразивностью, насыпной плотностью  $\rho$ , углами естественного откоса в покое  $\phi$ , в движении  $\phi_{\text{дв}} \approx 0,7 \phi$  и на движущейся ленте  $\phi_{\text{л}} \approx 0,35 \phi$  и гранулометрическим составом частиц груза. Группы абразивности, значения плотности и угла естественного откоса груза в покое приведены в табл. 3.1. Гранулометрический состав должен быть известен или может быть принят по [2, с.104-107].

Таблица 3.1

#### Характеристика насыпных грузов.

Род груза	Группа абразивности	Насыпная плотность $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса груза в покое $\phi$ , град.	Максимально допустимый угол наклона конвейера $\beta_g$ , град
1. Апатитовый концентрат	Д	1,3-1,7	30-40	15
2. Гравий	В	1,6-2,0	30-45	15-18
3. Каменный уголь	В	0,65-0,93	35-45	18
4. Песок сухой	С	1,4-1,60	30-35	16-18
5. Песок влажный	С	1,65-1,7	45-50	20-23

6.Пшеница	А	0,65-0,85	30-35	18
7.Руда железная	Д	1,7-2,4	30-50	18
8.Соль	С	1,25-1,5	40-45	20
9.Цемент	Д	1,0-1,5	40	20
10.Щебень известняковый	Д	1,3-1,8	40-45	18

Примечание. Обозначения: А-неабразивный; В-малоабразивный; С-абразивный; Д- высокоабразивный.

Скорость движения ленты в зависимости от рода перегружаемого груза и ширины ленты приведена в табл. 3.2.

При этом для заданных значений производительности предпочтение следует отдать лентам шириной 650 - 1000 мм. Если в заданной схеме конвейера используется сбрасывающая тележка, то скорость движения ленты не должна превышать 2 м/с.

Учитывая опыт практики и принимая во внимание величины заданной производительности, для поддержания рабочей ветви ленты рекомендуется принять 3-х роликую желобчатую опору с углом наклона боковых роликов  $\alpha=20^\circ, 30^\circ, 35^\circ$ .

Для особо широких синтетических и резинотросовых лент ( $B \geq 2000$  мм) применяют пятироликовые опоры с углом  $\alpha=56^\circ$ .

Угол наклона конвейера:

$$\beta = \arctg \frac{H}{L_2},$$

где  $L_2$ , Н - соответственно длина горизонтальной проекции наклонного участка конвейера и высота подъема груза на нем. Если конвейер имеет два наклонных участка, то для расчета ширины ленты следует брать угол  $\beta$ , наибольший из двух.

Расчетная ширина ленты, м:

$$B = 1.1 \cdot \left( \sqrt{\frac{Q}{\rho v k_\beta k_k}} + 0.05 \right),$$

где  $Q, \rho, v$  - соответственно производительность, скорость и насыпная плотность, имеющие размерность т/ч, м/с, т/м<sup>3</sup>;

$k_\beta$  - коэффициент, учитывающий угол наклона конвейера  $\beta$ , (табл. 3.3);

Таблица 3.2

Рекомендуемые скорости движения конвейерных лент, м/с.

Группа груза	Ширина ленты, мм.				
	300,400	500,650	800,1000	1200,1400,1600	2000,2500,3000
Неабразивный и малоабразивный, не боящийся крошения (гравий, каменный уголь, зерно и др. мелкокусковые)	1,25-1,6	2-2,5	2,5-3,15	3,15-4	3,15-5
Малоабразивный и абразивный мелко- и среднекусовой с $a_{\max} \leq 160$ мм (гравий, каменный уголь, песок, соль и др.)	1,25-1,6	1,6-2	2-2,5	2,5-3,15	3,15-4
Абразивный и высокоабразивный средне- и крупнокусовой $a_{\max} > 160$ мм (руда, порода, щебень, камень и др.)	-	1,0-1,6	1,0-1,6	1,6-2,0	2,0-3,5
Хрупкий, боящийся крошения (уголь сортированный, кокс и др.)	1,25	1,6	1,6	2,0	2,0
Сильно пылящий (цемент, апатитовый концентрат и др.)	-	0,8-1,0	0,8-1,25	-	-

$k_k$  - коэффициент, учитывающий конструкцию роlikоопор рабочей ветви ленты, угол соответственно наклона боковых роlikов  $\alpha_p$  и откоса груза на ленте  $\phi_l$  (табл. 3.4).

Таблица 3.3

Значения коэффициента  $k_\beta$

Угол наклона конвейера $\beta$ , град.	0-10	12	14	16	18	20
Значения коэффициента $k_\beta$	1,0	0,97	0,95	0,92	0,89	0,85

Таблица 3.4

Значения коэффициента  $k_k$

Конструкция роlikоопоры	Угол наклона боковых роlikов $\alpha_p$ , град.	Угол откоса груза на ленте $\phi_l$ , град.	
		15	20
1	2	3	4
Плоская	-	240	325
Желобчатая двухроlikовая	15	450	535
Желобчатая трехроlikовая	20	470	550
Желобчатая трехроlikовая	30	550	625
Желобчатая трехроlikовая	36	585	655
Желобчатая пятироlikовая	56	600	675

Полученный результат расчета округляют до ближайшей ширины ленты, предусмотренной ГОСТом 20 - 85: 300, 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000, 2500, 3000 мм.

Если известен гранулометрический состав груза, то по методике [2, с.104] определяют коэффициент однородности, устанавливают, какой это груз: рядовой или сортированный, и проверяют ленту на "кусковитость" [2, с. 132]. Если гранулометрический состав не известен, то (предварительно приняв груз рядовым или сортированным) для принятой ширины ленты (мм) устанавливают допустимый типичный размер (мм) кусков по выражению:

для рядовых грузов:

$$a' = \frac{B - 200}{2};$$

для сортированных грузов:

$$a' = \frac{B - 200}{3,3}.$$

3.3. Выбор конструкции роlikоопор и барабанов, определение их параметров и подбор по ГОСТ.

РОЛИКООПОРЫ. Рекомендации по выбору конструкции роlikоопор приведены в п. 3.2. Наиболее часто применяемые типы роlikоопор показаны на рис. 3.1.

Длина ролика в прямой роlikоопоре ( $L_p=L_x$ ), суммарная длина роликов в двухроlikовой ( $L_p=2L_1+\Delta$ ) и трехроlikовой ( $L_p=3L_2+2\Delta$ ) желобчатой роlikоопоре с учетом промежутков ( $\Delta=7,5\div 10$  мм) между роliками и длина барабана  $L_b$  равны между собой. Их длины определяют по выражениям, приведенным в табл. 3.5. Здесь же даны численные значения этих длин, а также длин боковых роликов  $L_1$  и  $L_2$ .

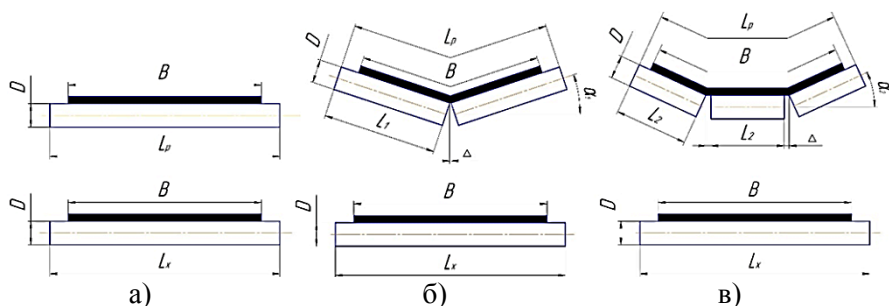


Рис. 3.1. - Типы роlikоопор: а-верхняя и нижняя-прямые; б-

верхняя-желобчатая двухроликовая, нижняя-прямая; в-верхняя-желобчатая трехроликовая, нижняя-прямая.

Таблица 3.5

Длина ролика прямой роlikоопоры, одного ролика и суммарная длина всех роликов желобчатой роlikоопоры и длина барабана.

Ширина ленты В, мм.	Выражения для определения $L_x=L_p=L_{\phi}$	Численные значения $L_x=L_p=L_{\phi}$ , мм.	Длина боковых роликов, мм.	
			$L_1$ в двухролик овой опоре	$L_2$ в трехроликовой опоре
300	В+100	400	-	-
400		500	245	160
500		600	295	195
650		750	370	245
800	В+150	950	470	310
1000		1150	-	380
1200	В+200	1400	-	460
1400		1600	-	525
1600		1800	-	590
2000		2200	-	725
2500	В+300	2800	-	925
3000		3300	-	1075

Диаметр роликов роlikоопор принимают согласно ГОСТ 22645 - 77. Данные для выбора диаметра роликов рабочей и холостой ветвей представлены в табл. 3.6.

Таблица 3.6

Диаметры роликов роlikоопор (ГОСТ 22645-77)

Диаметр ролика на ветвях, Д, мм.		Ширина ленты В, мм.	Насыпная плотность груза $\rho$ , т/м <sup>3</sup>	Скорость движения ленты $v$ , м/с не более
рабочей	холостой			
1	2	3	4	5

63	63	300-800	1,00	1,25
89	63	400-650	1,60	2,00
		800	1,60	2,50
108	89	400-650	2,0	2,5
		800-1200	1,6	
133	108	800-1200	2,0	3,15
159	133	800-1200	3,15	
		1400	2,0	
		1600-2000	1,25	4,0
194	159	1400	3,15	
219	194	1600-2000	3,15 и более	5 и более
245	219			

Расстояние между роlikоопорами рабочей ветви  $l_p$  в зависимости от насыпной плотности груза и ширины ленты указаны в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Расстояние между роlikоопорами рабочей ветви, м

Насыпная плотность груза, т/м <sup>3</sup>	Ширина ленты, м				
	0,4;0,5	0,65;0,8	1,0;1,2	1,4;1,6	2,0 и более
До 1	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
1-2	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
2 и более	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9

Расстояние между роlikоопорами холостой ветви  $l_x \approx 2l_p$ , а расстояние между роlikоопорами рабочих  $l'_p$  и холостых  $l'_x$  роlikовых батарей принимают соответственно  $l'_p \approx (0,3 \div 0,5)l_p$  и  $l'_x \approx (0,3 \div 0,5)l_x$ .

**БАРАБАНЫ.** Применяемые в ленточных конвейерах отклоняющие барабаны разделяют на приводные, концевые и натяжные. Их изготовляют литьем из чугуна и стали, а также сварной конструкции из стали. По форме они бывают цилиндрическими и бочкообразными. Последние улучшает центрирование ленты. Выпуклость бочкообразных барабанов  $\delta_{CB} =$

1,5 - 6 мм. Диаметр барабанов зависит от материала прокладок и их числа в ленте. Диаметр приводного барабана, мм:

$$D_{пб} = bz',$$

где  $b$  - коэффициент, учитывающий материал прокладок (табл. 3.8);

$z'$  - число прокладок в ленте.

Диаметры концевых и натяжных барабанов соответственно  $D_k = 0.8 D_{пб}$  и  $D_n = 0.65 D_{пб}$

Полученные расчетом диаметры барабанов округляют до ближайшего их типоразмера, установленного ГОСТ 22644 -77: 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1400, 1600, 2000, 2500 мм. Для лучшего сцепления ленты с приводным барабаном его поверхность футеруют деревянными планками или слоем резины.

Диаметры барабанов для резинотросовых лент принимают в зависимости от предела их прочности [2, с.113, 133].

Таблица 3.8

#### Значения коэффициента $b$

Наименование ткани, тяговых прокладок	$b$
БКНЛ-65	125
БКНЛ-100; ТК-100; ТА-100	140
БКНЛ-150; ТК-150; ТА-150	150
ТК-200; ТА-200	160
ТК-300; ТА-300	200
ТК-400; ТА-400	250

## 4. ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

### 4.1. Определение сопротивлений движению ленты.

Сопротивления движению ленты подразделяют на линейные (распределенные по длине) и местные (сосредоточенные в характерных точках контура конвейера).

Линейные (распределенные) сопротивления действуют на прямолинейных горизонтальных и наклонных участках конвейера. На горизонтальных участках они возникают от сил трения



качения на поверхности роликов и в их подшипниках под воздействием сил нормального давления от груза, ленты и вращающихся частей самих роликов, а на наклонных участках - еще и от дополнительной продольной составляющей веса груза и ленты (на груженой ее ветви) или только веса ленты (на холостой ветви).

Местные (сосредоточенные) сопротивления возникают там, где лента меняет направление своего движения (на отклоняющих барабанах и роликовых батареях), где происходит поступление груза на ленту и принудительное удаление его с конвейера (на загрузочных и разгрузочных устройствах), а также в местах очистки ленты от прилипшего к ней груза.

Расчет сопротивлений движению на отдельных участках конвейера начинают с определения масс груза, ленты и вращающихся частей роlikоопор, приходящихся на 1м длины конвейера.

Масса груза, приходящаяся на 1м конвейера, кг/м:

$$q_{гр} = \frac{Q}{3,6v},$$

где  $Q$  — производительность конвейера, т/ч;

$v$  — скорость движения ленты, м/с.

Масса ленты длиной 1м, кг/м:

$$q_l = \rho_l B \delta,$$

где  $\rho_l$  — плотность ленты:  $\rho_l = 1,1 \text{ т/м}^3$ ;

$B$  — ширина ленты, м;

$\delta$  — толщина ленты, мм, определяемая:

$$\delta = z' \delta_{тп} + \delta_p + \delta_n,$$

где  $z'$  — число прокладок в ленте;

$\delta_{тп}$ ,  $\delta_p$ ,  $\delta_n$  — толщина соответственно тканной прокладки и резиновых обкладок с рабочей и нерабочей сторон поверхностей ленты, мм (см. п.3.1).

Масса вращающихся частей роlikоопор, приходящаяся на 1м длины конвейера, соответственно на рабочей и холостой ветвях, кг/м:

$$q_p = \frac{G_p}{l_p}; q_x = \frac{G_x}{l_x}$$

где  $G_p, G_x$ - масса вращающихся частей роlikоопор соответственно на рабочей и холостой ветвях конвейера в кг, принимая по данным заводов-изготовителей, (табл. 4.1);

$l_p, l_x$  – расстояние соответственно между рабочими и холостыми роlikоопорами, м (см. табл. 3.7).

Таблица 4.1

Ориентировочные значения распределенных масс вращающихся частей роlikоопор  $G_p, G_x$

Ветвь конвейера	Распределенная масса вращающихся частей роlikоопор, кг/м, при ширине ленты, м								
	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
Рабочая $G_p$	8,0	8,2	9,6	19,2	22,2	26,2	32,0	33,5	62,5
Холостая $G_x$	2,2	2,7	4,0	7,0	8,5	12,2	17,0	18,0	28,5

Далее контур конвейера разбивают на отдельные участки и определяют линейные и местные сопротивления движению ленты на этих участках (рис. 4.1).

Места возникновения этих сопротивлений и расчетные формулы для их определения приведены в табл. 4.2.

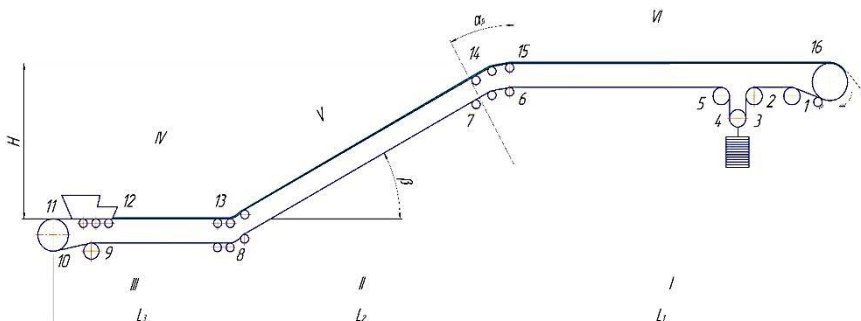
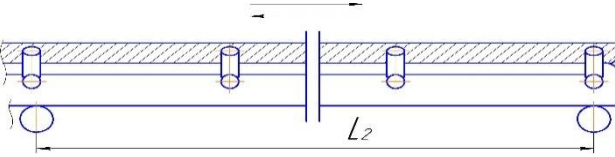
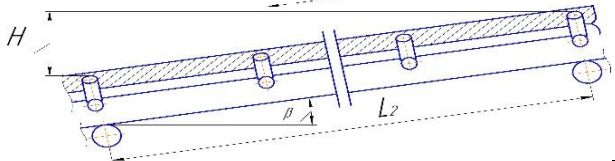
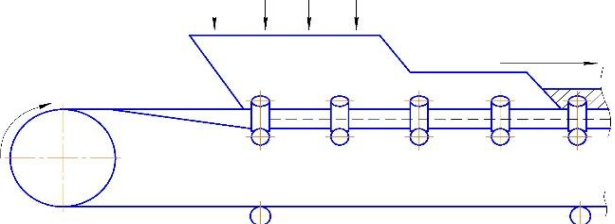
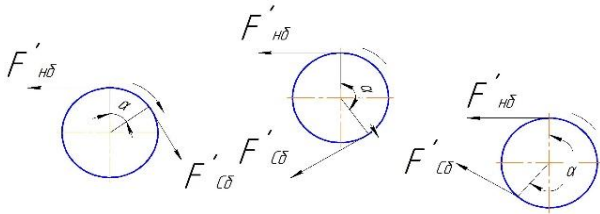
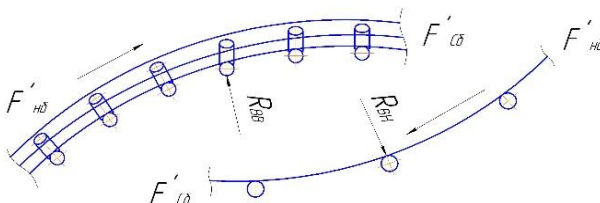
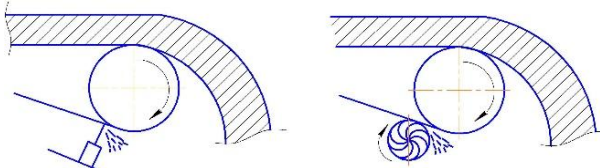
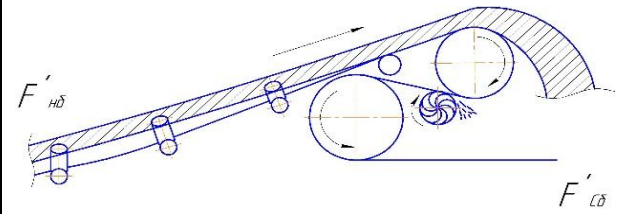
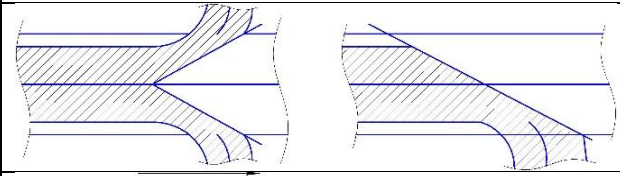
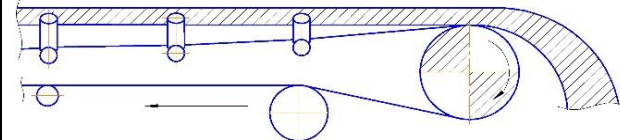


Рис. 4.1. - Схема контура ленточного конвейера.

Таблица 4.2

Номер п\п	Наименование сопротивлений движению ленты		Места возникновения сопротивлений	Формулы для определения (или учета) сопротивлений, Н
1	Линейные	На прямолинейном горизонтальном участке груженой и холостой ветвях		$R_{гр} = g(q_{гр} + q_{л} + q_p)L_2\omega_p;$ $R_x = g(q_{л} + q_p)L_2\omega_p.$
2		На прямолинейном наклонном участке груженой и холостой ветвях		$R_{гр} = g(q_{гр} + q_{л} + q_p)L_2\omega_p \pm g(q_{гр} + q_{л})H;$ $R_x = g(q_{л} + q_p)L_2\omega_x \pm gq_{л}H.$
3	Местные	На загрузочном устройстве от поступающего на ленту груза		$R_{загр} = \frac{cQv}{3,6}$ $c = 1,3 \div 1,5$

4	На отклоняющих барабанах		$F'_{\text{сб}} = kF'_{\text{H}\delta}$ <p>при <math>\alpha \leq 90^\circ</math>  <math>k_1 = 1,01 \div 1,02</math>;  при <math>90^\circ &lt; \alpha &lt; 180^\circ</math>  <math>k_2 = 1,03 \div 1,04</math>;  при <math>\alpha \geq 180^\circ</math>  <math>k_3 = 1,05 \div 1,06</math>;</p>
5	На роликовых батареях выпуклостью вверх и вниз		$F'_{\text{сб}} = F'_{\text{H}\delta} l^{\omega \alpha p} = kF'_{\text{сб}}$ $k = k_1 = 1,01 \div 1,2;$ $F'_{\text{сб}} = kF'_{\text{H}\delta},$ $k = 1$
6	От очистного устройства скребкового и щеточного типов		$R_{\text{оч}} = \omega_{\text{оч}} B,$ $\omega_{\text{оч}}^{\text{с}} = 300 \div 500 \frac{\text{H}}{\text{M}};$ $\omega_{\text{оч}}^{\text{ш}} = 150 \div 250 \frac{\text{H}}{\text{M}}.$

7	На двухбарабанной сбрасывающей тележке без очистного и с очистным устройством		$F'_{сб} = [ F'_{нб} + g(q_{гп} + q_{л})h_{т} ] k^2;$ $F'_{сб} = \{ [ F'_{нб} + g(q_{гп} + q_{л})h_{т} ] k + R_{оч} \} k,$ $k = k_3 = 1,01 \div 1,02;$ $h_{т} \approx (1,5 \div 2,5) D_6$
8	От плужкового двух- и одноплоскостного сбрасывателя		$R_{пс} = (27 \div 36) q_{гп} B$
9	На приводном барабане		$R_{пб} = (0,03 \div 0,05) (F_{нб} + F_{сб})$

Обозначения к формулам табл. 4.2:

$R_{гр}$ ,  $R_x$  - линейное сопротивление движению ленты на прямолинейных участках, соответственно груженой и холостой (порожной) ветвях, Н;

$R_{загр}$ ,  $R_{оч}$ ,  $R_{пс}$ ,  $R_{пб}$  - местные сопротивления движению ленты соответственно на загрузочном и очистном устройствах, от плужкового сбрасывателя и приводного барабана, Н;

$g$ - ускорение свободного падения:

$$g=9,81 \text{ м/с}^2;$$

$\beta$  - угол наклона конвейера, град;

$L_2$ ,  $H$  - соответственно длина горизонтальной проекции участка и высота подъема (спуска) груза и ленты на нём, м;

$\omega_p$ ,  $\omega_x$  - коэффициент сопротивления движению ленты соответственно по роликоопорам рабочей и холостой (порожной) ветвей конвейера (табл. 4.3);

$C$  - коэффициент, учитывающий сопротивление движению ленты от бортовых направляющих загрузочного устройства;

$F'_{нб}$ ,  $F'_{сб}$  - усилия в ленте соответственно при набегании и сбегании ее с отклоняющего барабана или роликовой батареи, Н;

$k_0$  - коэффициент, учитывающий угол обхвата лентой барабана или роликовой батареи;

$\alpha$ ,  $\alpha_p$  - угол обхвата соответственно барабана и роликовой батареи лентой, град;

$\omega_{оч}^с$ ,  $\omega_{оч}^{щ}$  - удельное сопротивление трению соответственно скребка и щетки очистного устройства о ленту, Н/м;

$h_T$  - высота сбрасывающей тележки, м.

Таблица 4.3

Значения коэффициентов сопротивления движению ленты

$\omega_p$  и  $\omega_x$

Типы опор роликов	Условия работы конвейера	Значения коэффициентов сопротивления	
		$\omega_p$	$\omega_x$
Подшипники	В чистом сухом	0,02	0,018

качения	помещениях без пыли		
	В отапливаемом помещении, небольшое содержание абразивной пыли, влажность воздуха нормальная	0,025	0,022
	В неотапливаемом помещении и на открытом воздухе, большое содержание абразивной пыли, повышенная влажность	0,04	0,035
Подшипники скольжения	Средние условия работы	0,06	0,04
	Тяжелые условия работы	0,065	0,06

Для заданной схемы конвейера необходимо уточнить количество, характер и параметры ( $L_r, H$ ) прямолинейных участков, наличие и места размещения устройств, вызывающих местные сопротивления, а также выбрать числовые значения буквенных обозначений формул табл. 4.2. Затем при ручном счете подсчитывают величины всех видов сопротивлений. При машинном счете значения буквенных обозначений сводят в табл. 4.6 для их последующего ввода в ЭВМ.

#### 4.2. Определение натяжений ленты

Определение натяжений ленты производится методом «обхода» ее контура по точкам. Эти ёточки делят трассу конвейера на отдельные участки, отличающиеся характером и направлением движения ленты (резкие повороты ленты на отклоняющих натяжных, концевых и сбрасывающих барабанах, небольшие отклонения на роликовых батареях, поступление груза на ленту через загрузочное устройство, принудительная загрузка ленты с помощью сбрасывающей тележки или плужкового сбрасывателя, очистка ленты от прилипшего груза, движение ленты с грузом и порожнем на прямолинейных горизонтальных и наклонных участках), а следовательно, и видами сопротивлений движению.

Отправным моментом отсчета следует брать место, где лента меньше всего натянута. Таковым обычно является место сбегания ленты с приводного барабана, где по ходу своего дальнейшего движения она начинает поочередно преодолевать все сопротивления до момента набегания ее на приводной барабан. Таким образом, чтобы определить натяжение ленты в доследующей точке контура  $F_{i+1}$ , необходимо к натяжению ленты в предыдущей точке  $F_i$  добавить сопротивление движению на участке между этими двумя точками  $R_{(i+1)-i}$ , т.е:

$$F_{i+1} = F_i + R_{(i+1)-i}$$

Для наглядности сказанного ниже приведен пример расчета натяжений ленты по одной из возможных схем конвейера (рис.4.1).

Контур лент конвейера разбит на 6 прямолинейных участков, из них три (I-III) на холостой и три (IV-VI) на груженой ветвях ленты, на которых она преодолевает линейные сопротивления. Местные сопротивления возникают и преодолеваются лентой на отклоняющих барабанах и роликовых батареях выпуклости вверх, а также там, где установлены очистное (на рис. щеточное) и загрузочное устройства в пределах точек 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 6-7, 9-10, 10-11, 11-12 и 14-15. На роликовых батареях выпуклостью вниз сопротивления движению по величине незначительны (см. табл.4.2, п.5), и ими можно пренебречь.

За исходное натяжение принято натяжение ленты при ее сбегании с приводного барабана в т.0, т.е.  $F_0 = F_{сб}$ . Для определения натяжений в других точках контура ленты к величине  $F_{сб}$  надо добавлять соответствующие местные и линейные сопротивления, что применительно к рассматриваемому примеру (см.рис.4.1) показано в табл. 4.4.

Таблица 4.4

Пример расчета натяжений ленты конвейера по схеме  
рис. 4.1

Номера характерных точек контура конвейера	Формулы для определения натяжений ленты в характерных точках
--	---



0	$F_0 = F_{CB}$
1	$F_1 = F_0 + R_{Oч} = F_{CB} + R_{Oч}$
2	$F_2 = k_1 F_1 = k_1 F_{CB} + k_1 R_{Oч}$
3	$F_3 = k_1 F_2 = k_1^2 F_{CB} + k_1^2 R_{Oч}$
4	$F_4 = k_3 F_3 = k_3 k_1^2 F_{CB} + k_3 k_1^2 R_{Oч}$
5	$F_5 = k_1 F_4 = k_3 k_1^3 F_{CB} + k_3 k_1^3 R_{Oч}$
6	$F_6 = F_5 + R_1 = k_3 k_1^3 F_{CB} + k_3 k_1^3 R_{Oч} + R_1$
7	$F_7 = k_1 F_6 = k_3 k_1^4 F_{CB} + k_3 k_1^4 R_{Oч} + k_1 R_1$
8	$F_8 = F_7 + R_2 = k_3 k_1^4 F_{CB} + k_3 k_1^4 R_{Oч} + k_1 R_1 + R_2$
9	$F_9 = F_8 + R_3 = k_3 k_1^4 F_{CB} + k_3 k_1^4 R_{Oч} + k_1 R_1 + R_2 + R_3$
10	$F_{10} = k_1 F_9 = k_3 k_1^5 F_{CB} + k_3 k_1^5 R_{Oч} + k_1^2 R_1 + k_1 R_2 + k_1 R_3$
11	$F_{11} = k_3 F_{10} = k_3^2 k_1^5 F_{CB} + k_3^2 k_1^5 R_{Oч} + k_3 k_1^2 R_1 + k_3 k_1 R_2 + k_3 k_1 R_3$
12	$F_{12} = F_{11} + R_{зarp} = k_3^2 k_1^5 F_{CB} + k_3^2 k_1^5 R_{Oч} + k_3 k_1^2 R_1 + k_3 k_1 R_2 + k_3 k_1 R_3 + R_{зarp}$
13	$F_{13} = F_{12} + R_4 = k_3^2 k_1^5 F_{CB} + k_3^2 k_1^5 R_{Oч} + k_3 k_1^2 R_1 + k_3 k_1 R_2 + k_3 k_1 R_3 + R_{зarp} + R_4$
14	$F_{14} = F_{13} + R_5 = k_3^2 k_1^5 F_{CB} + k_3^2 k_1^5 R_{Oч} + k_3 k_1^2 R_1 + k_3 k_1 R_2 + k_3 k_1 R_3 + R_{зarp} + R_4 + R_5$
15	$F_{15} = k_1 F_{14} = k_3^2 k_1^6 F_{CB} + k_3^2 k_1^6 R_{Oч} + k_3 k_1^3 R_1 + k_3 k_1^2 R_2 + k_3 k_1^2 R_3 + k_1 R_{зarp} + k_1 R_4 + k_1 R_5$
16	$F_{16} = F_{HB} = F_{max} = F_{15} + R_6 = k_3^2 k_1^6 F_{CB} + k_3^2 k_1^6 R_{Oч} + k_3 k_1^3 R_1 + k_3 k_1^2 R_2 + k_3 k_1^2 R_3 + k_1 R_{зarp} + k_1 R_4 + k_1 R_5 + R_6$

$$\text{Выражение } F_{16} = F_{HB} = F_{max} = F_{15} + R_6 = \underbrace{k_3^2 k_1^6 F_{CB} + k_3^2 k_1^6 R_{Oч} + k_3 k_1^3 R_1 + k_3 k_1^2 R_2 + k_3 k_1^2 R_3 + k_1 R_{зarp} + k_1 R_4 + k_1 R_5 + R_6}_{A}$$

можно записать как  $F_{16} = F_{HB} = F_{max} = K F_{CB} + A$

При наличии очистного устройства, дополнительно прижимающего ленту к приводному барабану, уравнение Эйлера  $F_{HB} \leq F_{CB} e^{\mu\alpha}$ , по которому проверяют достаточность сцепления ленты с приводным барабаном, примет вид:

$$F_{HB} \leq (F_{CB} + P\mu_0) e^{\mu\alpha},$$

где  $e$ -основание натурального логарифма:  $e=2,72$ ;

$P$ -усилие прижатия очистного устройства к ленте с барабаном;

$\mu_0$ -коэффициент трения очистного устройства о ленту;

$\mu$ -коэффициент трения ленты о поверхность барабана;  
 $\alpha$ -угол обхвата ленты приводного барабана,  $180^\circ \leq \alpha \leq 230^\circ$

Значение  $R\mu_0 = R_{оч}$ . Тогда, решая совместно  $F_{нб} \leq (F_{сб} + R\mu_0)e^{\mu\alpha}$  и  $F_{нб} = K F_{сб} + A$  получим  $F_{сб} = \frac{A - R_{оч}e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - K}$ ;

Теперь при известном значении  $F_{сб}$  можно относительно просто определить натяжения во всех других характерных точках контура ленты конвейера.

Задаваясь различными углами обхвата ленты приводного барабана ( $180^\circ$ ,  $190^\circ$ ,  $200^\circ$ ,  $210^\circ$ ,  $220^\circ$ ,  $230^\circ$ ), можно получить несколько вариантов запасовки ленты. Наилучшим вариантом будет тот, при котором окружное усилие на приводном барабане  $F_{окр} = F_{нб} - F_{сб}$  будет иметь минимальное значение, а следовательно, и наименьшие энергетические затраты.

## 5. ПРОВЕРКА ЛЕНТЫ И БАРАБАНА НА ПРОЧНОСТЬ. ПРОГИБ ЛЕНТЫ

По полученным результатам натяжений ленты ведут проверочные расчеты ленты и приводного барабана.

Ленту проверяют по двум параметрам: на прочность, в зависимости от числа прокладок, и по величине ее провисания между роlikоопорами. Лента считается правильно подобранной, если она выдерживает расчетное максимальное натяжение, а величина фактического ее провисания под нагрузкой не превышает допустимого значения и не вызывает дополнительного сопротивления движению.

Выражение достаточной прочности ленты имеет вид:

$$z' \geq \frac{F_{max}m}{k_p B},$$

где  $F_{max}$ - расчетное максимальное натяжение лент; Н;

$m$  -запас прочности ленты; для горизонтальных и наклонных конвейеров ( $\beta < 10^\circ$ ) при  $z' \leq 5$   $m = 8$ ; при  $z' > 5$   $m = 9$ ; для наклонных конвейеров ( $\beta \geq 10^\circ$ ) при  $z' \leq 5$   $m = 9$ ; при  $z' > 5$   $m = 10$

$k_p$ -предел прочности на разрыв прокладки на 1 мм ее ширины (см. п. 3.1);

$B$  – ширина ленты, мм.

Если  $z' < \frac{F_{max} m}{k_p B}$ , необходимо принять более прочный материал или ввести в расчет большее число прокладок.

Величина фактического прогиба на грузе ветви должна быть  $f_{\phi} \leq f_{доп}$ , т.е:

$$f_{\phi} = \frac{g(g_{гр} + g_l)l_p^2}{8F_{min}} \leq f_{доп},$$

где  $f_{\phi}, f_{доп}$  – соответственно фактический и допустимый провис ленты, мм:

$$f_{доп} = (0,0125 \div 0,025)l_p;$$

$l_p$  – расстояние между рабочими роликоопорами на рабочей ветви (табл. 3.7), м;

$F_{min}$  – минимальное натяжение ленты на рабочей ветви, Н; в рассматриваемом выше примере  $F_{min} = F_{12}$ .

Если  $f_{\phi} > f_{доп}$ , необходимо уменьшить расстояние между рабочими роликоопорами до величины, получаемой обратным пересчетом.

Правильность выбора диаметра приводного барабана проверяю по действующему давлению  $P_g$  ленты на его поверхность, которое не должно превышать допустимое [P]:

$$P_g = \frac{360^{\circ}(F_{нб} + F_{сб})}{\pi D_{пб} B \alpha} \leq [P]$$

Откуда:

$$D_{пб} = \frac{360^{\circ}(F_{нб} + F_{сб})}{\pi \alpha B [P]} \text{ м}, \quad (5.1)$$

где  $F_{нб}, F_{сб}$  – усилие в ленте соответственно при набегании и сбегании ее с приводного барабана, кН.

Допустимое давление на поверхность барабана для резинотканевой ленты [P]=200-300кПа.

Если соотношение (5.1) не выдерживается, необходимо принять барабан большего диаметра.

## 6. РАСЧЕТ И КОМПОНОВКА ПРИВОДНОЙ СТАНЦИИ.

6.1. Определение мощности привода и подбор электродвигателя по ГОСТ.

Мощность привода, по которой выбирают электродвигатель, кВт:

$$N = \frac{K_3 F_{\text{окр}} v}{10^3 \eta \eta_{\text{пб}}} \quad (6.1)$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса мощности,  $K_3=1,1 \dots 1,35$ ;

$F_{\text{окр}}$  – Окружное усилие на валу приводного барабана ( для выбранного в п. 4.3. оптимального варианта запасовки ленты), Н;

$\eta$  – к.п.д. передаточного механизма (табл. 6.1);

$\eta_{\text{пб}}$  – к.п.д. приводного барабана, учитывающий потери на поверхности барабана и в подшипниках его вала:

$$\eta_{\text{пб}} = \frac{1}{1 + \omega_{\text{пб}}(2k_s - 1)} ,$$

где  $\omega_{\text{пб}}$  – коэффициент, учитывающий сопротивление движению ленты приводного барабана,  $\omega_{\text{пб}}=0,03 \div 0,05$ ;

$k_s$  – коэффициент, определяемый по выражению:

$$k_s = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} ,$$

Таблица 6.1

Коэффициент полезного действия передач  $\eta$

Типы передач	К.п.д. при подшипниках	
	качения	скольжения
1	2	3
Зубчатая одноступенчатая закрытая в масляной ванне цилиндрическая передача	0,98	0,96
Зубчатая одноступенчатая открытая цилиндрическая передача	0,97	0,95
То же с необработанными зубчатыми колесами	-	0,93
Редуктор зубчатый:		
одноступенчатый	0,97	0,94
двухступенчатый	0,96	0,90
трехступенчатый	0,94	0,85
Цепная передача закрытая	0,96	0,94

Цепная передача открытая	0,95	0,93
Ременная передача	0,96	0,90

По полученной расчетом мощности с учетом непрерывной работы (в режиме ВТ) подбирают электродвигатель по каталогу из числа асинхронных двигателей общего назначения с короткозамкнутым ротором с частотой вращения не более 1000-1500 об/мин и выписывают его технические характеристики.

6.2. Определение общего передаточного числа и подбор редуктора.

$$U_{об} = \frac{n_{дв}}{n_{пб}} ,$$

где  $n_{дв}$  — частота вращения электродвигателя, об/мин;

$n_{пб}$  — частота вращения вала приводного барабана, об/мин:

$$n_{пб} = \frac{60v}{\pi D_{пб}} ,$$

Руководствуясь общим передаточным числом, режим работы (ВТ), подводимыми от электродвигателя частотой вращения и мощностью, подбирают по каталогу соответствующий редуктор типа Ц или КЦ и выписывают его технические характеристики.

Для соединения вала электродвигателя с быстроходным валом редуктора используют соединительную муфту типа МУВП, а для соединения тихоходного вала редуктора с валом приводного барабана — муфту типа МЗ или МЗП. Их производят по крутящим моментам соединяемых валов и диаметрам их концов.

Затем изображают кинематическую схему приводной станции конвейера в соответствии с правилами выполнения кинематических схем по ГОСТ.

## 7. ПРОВЕРОЧНЫЙ РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

В практических расчетах  $U_p$  редко совпадает с  $U_{об}$ : наблюдается отклонение  $U_p$  в большую или в меньшую сторону.

При  $U_p > U_{об}$  произойдет уменьшение частоты вращения приводного барабана и скорости движения ленты.

При  $U_p < U_{об}$  наоборот, увеличивается частота вращения приводного барабана и скорость движения ленты.

В связи с этим в обоих случаях необходимо сначала определить фактическую частоту вращения приводного барабана  $n_\phi = \frac{n_{дв}}{U_p}$  и фактическую скорость движения ленты:

$$v_\phi = \frac{\pi D_{пр} n_\phi}{60},$$

При  $v > v_\phi$  необходимо определить фактическую производительность  $Q_\phi = k * k_p * (0.9B - 0.05)^2 \rho v_\phi$

Если  $Q_\phi \geq Q$ , параметры конвейера выбраны правильно.

Если  $Q_\phi < Q$ , необходимо принять барабан большего диаметра или принять редуктор с меньшим передаточным числом и вести проверку ниже описанным способом.

При  $v < v_\phi$  определяют фактическую расчетную мощность  $N_\phi$  по выражению (6.1.), но без учета коэффициента  $K_3$ .

И если  $N_\phi \leq N_{ном}$ , электродвигатель и редуктор конвейера выбраны верно.

Если  $N_\phi > N_{ном}$ , необходимо принять более мощный электродвигатель с прежней частотой вращения. Причем, его номинальная  $N_{ном}$  мощность не должна быть больше допускаемой для ранее принятого редуктора.

## 8. РАСЧЕТ НАТЯЖНОГО УСТРОЙСТВА.

Этот расчет включает: определение величины необходимого перемещения (хода) натяжного барабана; выбор типа натяжного устройства, зависящего от величины хода натяжного барабана и условий работы конвейера; определение веса натяжного груза. Ход натяжного барабана определяют в зависимости от величины удлинения ленты и длины конвейера по выражению, м:

$$x = k_y L_k + 0.3,$$

где  $k_y$  — коэффициент удлинения ленты, зависящий от типов ленты и конвейера, принимаемый по табл.8.1;

$L_k$  — длина конвейера, м.

Коэффициент удлинения ленты

Тип конвейера	Тип ленты		
	БКНЛ	ТК и ТА	Резинотросовая
Горизонтальный	0,015	0,02	0,005
С наличием уклона	0,025	0,04	0,01

В данной работе надобности выбора типа натяжного устройства нет, так как он условно обозначен в заданных схемах конвейера. Это постоянно действующие грузовые с горизонтальным, наклонным и вертикальным перемещением тележек и их барабанов.

Вес натяжного груза, Н:

с горизонтальным и наклонным перемещением тележек:

$$G_H = \frac{1}{\eta_{\Pi}} (F'_{НБ} + F'_{СБ} + R_T);$$

с вертикальным перемещением тележек:

$$G_H^{*)} = F'_{НБ} + F'_{СБ} + R_T,$$

где  $\eta_B$  — к.п.д. отклоняющего блока.  $\eta_B = 0.98$ ;

п- число блоков;

$F'_{НБ}, F'_{СБ}$ - натяжение ленты соответственно при набегании и сбегании ее с натяжного барабана, Н;

$R_T$  — сопротивление движению тележки.  $R_T = 150, 200, 250$  Н соответственно при вертикальном, наклонном и горизонтальном перемещении тележек.

## 9. РАСЧЕТ И ПОСТРОЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА ЧАСТИЦ ГРУЗА ПРИ СБРАСЫВАНИИ С ЛЕНТЫ.

Для правильного профилирования и размещения направляющего кожуха разгрузочного устройства и днища лотка на пересыпном пункте конвейера относительно загружаемых транспортных средств (судов, вагонов, автомобилей) и окладов в схемах механизации необходимо иметь траекторию полета частиц груза при сбрасывании его с ленты через отклоняющий барабан.

Для построения этой траектории необходимо сначала определить толщину слоя груза на ленте, вышедшей на сбрасывающий барабан, и полюсное расстояние.

Толщина слоя груза, м:

$$h_{\text{гр}} = \frac{Q}{1440B\rho v} ;$$

Полюсное расстояние, м:

$$h = \frac{895}{n_{\text{сб}}^2} .$$

В зависимости от соотношения полюсного расстояния, радиуса сбрасывающего барабана  $r$  и толщины слоя груза частицы груза отрываются от ленты в равное время или одновременно.

При  $h < r$  равнодействующая центробежной силы и силы тяжести, действующие на частицу груза, будет направлена от барабана. Следовательно, частица груза в этом случае отделится от ленты в момент набегания ее на барабан (рис. 9.1,а). Отделившиеся частицы, если пренебречь сопротивлением воздуха, пройдут в направлении, касательном к окружности радиуса  $r$ , за время  $t$  путь  $x = vt$ , а под действием силы тяжести - путь по вертикали  $y = \frac{gt^2}{2}$ . Решая совместно эти выражения, получим в косоугольной системе координат уравнение параболы  $y = \frac{gx^2}{2v^2}$ , которую можно построить, задаваясь последовательно значениями абсцисс (м)  $X_1=0,1$ ;  $X_2=0,2$ ;  $X_3=0,3$ ; и т.д. и получая соответственно значения ординат (м)  $Y_1$ ;  $Y_2$ ;  $Y_3$  и т.д.

Чтобы получить профиль струи, достаточно в одном масштабе изобразить барабан, толщину слоя груза на набегающей ленте, полюс и полюсное расстояние и построить две траектории полета частиц, лежащих непосредственно на поверхности ленты и находящихся на поверхности груза. Если  $r < h < r + h_{\text{гр}}$ , то частица груза, находящиеся на поверхности ленты, отделяются от нее в момент, когда равнодействующая всех сил будет касательной к окружности барабана (при повороте его на угол  $\varphi = \arccos \frac{r}{h}$ ). А отрыв частиц, находящихся на поверхности груза, будет происходить, как и при  $h < r$ , т.е. в момент набегания ленты на барабан (см. рис. 9.1,б).



Если  $h > r + h_{\text{ГР}}$  (см. рис. 9.1,в), отрыв частиц груза, находящихся на поверхности ленты, произойдет в точке касания равнодействующей с поверхностью барабана (при повороте его на угол  $\phi_1$ ), а частиц груза, находящихся на поверхности груза, в точке касания равнодействующей с дугой радиуса  $r' = r + h_{\text{ГР}}$ , т.е. при угле поворота

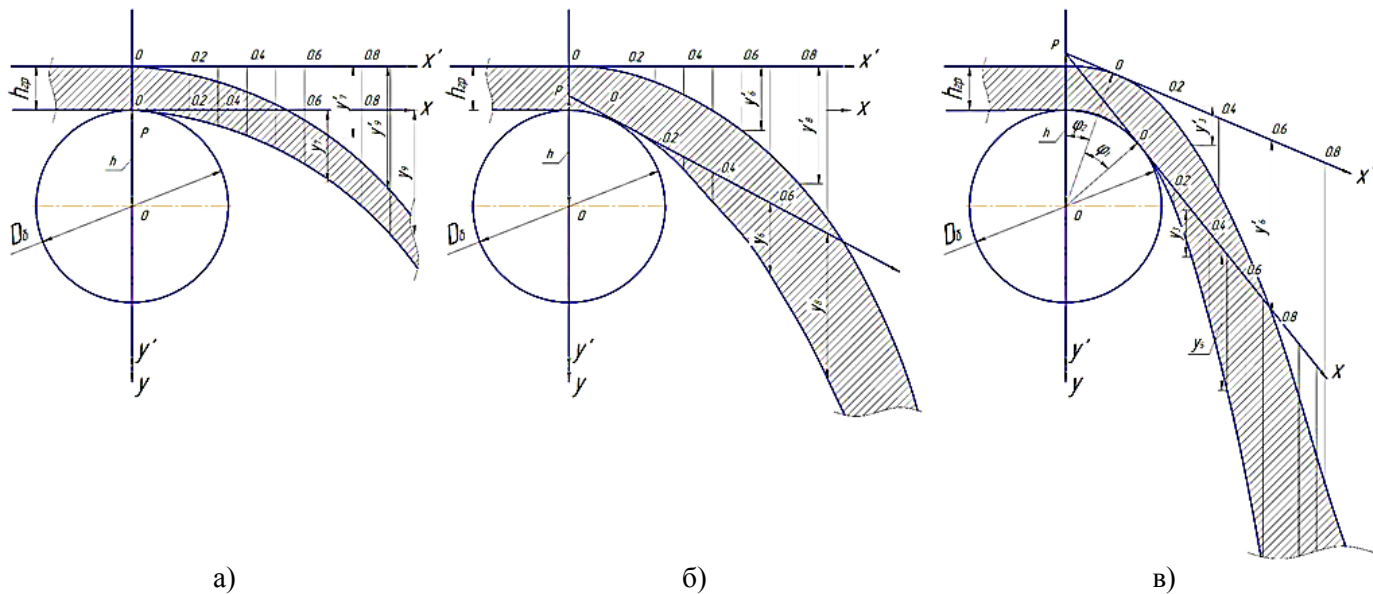
$\varphi_2 = \arccos \frac{r+h_{\text{ГР}}}{h}$ . При этом уравнение траектории полета частиц, находящихся на поверхности груза, будет иметь вид:

$$y' = \frac{gx^2}{2v'^2},$$

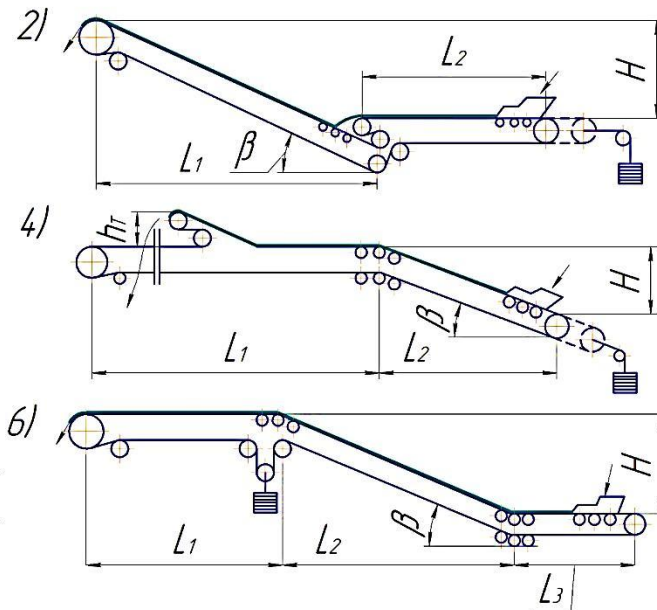
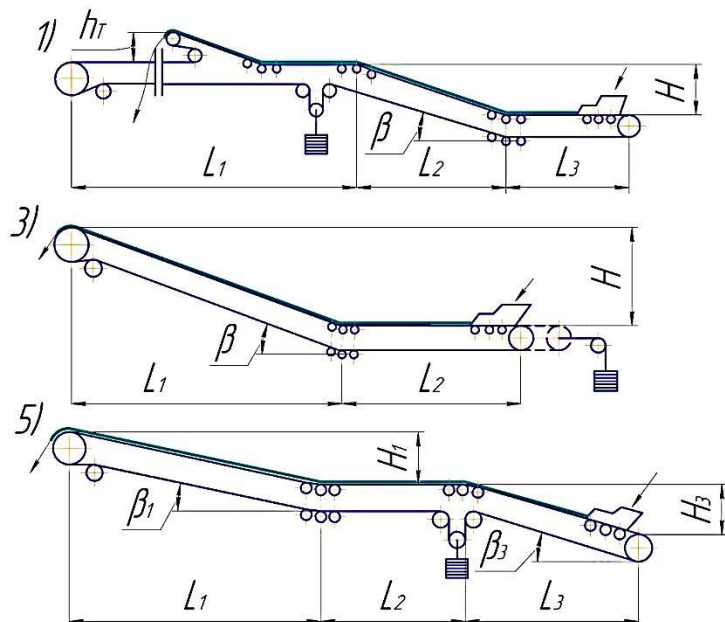
где  $v'$  - скорость движения частиц груза по дуге радиуса  $r'$ :

$$v' = v \frac{r + h_{\text{ГР}}}{r}.$$

Построение траекторий полета частиц груза удобно производить на миллиметровой бумаге, которая должна быть помещена в пояснительной записке.



а) б) в)  
Рис.9.1. Траектория полета частиц груза при сбрасывании его с ленты.



## Варианты задания и исходные данные для расчета

Шифр параметра	Род груза	Шифр параметра	Производительность т/ч.	Шифр параметра	Номер схемы конвейера	Размер участков по схеме, м.			
						L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	L <sub>3</sub>	H
0	Апатитовый концентрат	0	60	0	1	100	35	15	9
1	Гравий	1	650	1	2	88	28	0	16
2	Уголь каменный	2	375	2	3	90	30	0	18
3	Песок сухой	3	525	3	4	85	25	0	6
4	Песок влажный	4	550	4	5	60	35	30	11/5*
5	Пшеница	5	400	5	6	97	31	25	8
6	Руда железная	6	1000	6	1	93	28	20	7
7	Соль	7	575	7	4	87	18	0	6
8	Цемент	8	480	8	5	75	27	32	8/3*
9	Щебень известняковый	9	700	9	6	91	38	28	12

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Спиваковский А.О., Дьячков В.К., Транспортирующие машины: Учеб. Пособие для машиностроительных вузов. – 3-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1983. – 487 с., ил;
2. ГОСТ 20-76 Ленты конвейерные резиноканевые. Технические условия (с изменениями N 1-5);
3. ГОСТ 22644 - 77 (СТ СЭВ 1333-78) Конвейеры ленточные. Основные параметры и размеры (с Изменениями N 1, 2);
4. ГОСТ 22645 – 77 Конвейеры ленточные. Роликоопоры. Типы и основные размеры.