РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

РТМ 24.093.04-80

Издание официальное.

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ указанием Министерства тяжелого и транспортного машиностроения от 10 октября 1980 г., № ЕМ-2002/12226

ИСПОЛНИТЕЛИ В.К. Дьячков, канд. техн. наук, ст. научн. сотр. (руководитель и ответственный исполнитель), Н.А.Смирнова (соисполнитель)

© Центральный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по тяжелому и транспортному машиностроению, 1982.

УДК 621.867.2 Группа Г02

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

РТМ 24.093.04-80

Введен впервые

Указанием Министерства тяжелого и транспортного машиностроения от 10.10.80 № ЕМ-2002/12226 срок введения установлен

с 01.07.1981 г.

Настоящий руководящий технический материал устанавливает методы расчета и проектирования стационарных ленточных конвейеров общего назначения по ГОСТ 22644-77 – ГОСТ 22647-77.

РТМ не распространяется на ленточные конвейеры специального назначения, в том числе для районов с тропическим климатом.

РТМ обязателен для предприятий и организаций Минтяжмаша.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Проектирование и расчет конвейера выполняются по техническому заданию, которое должно включать в себя исходные данные, указанные в разделе 2.

1.2. Проектирование и расчет конвейера должно соответствовать требованиям нормативных материалов, указанных в обязательном приложении 1.

1.3. Конвейер комплектуется из типового серийного оборудования и ленты.

Издание официальное Перепечатка воспрещена

1.4. Выбор и комплектация типового серийного оборудования производится по сборникам нормалей и каталогам организаций - разработчиков конструкций и заводов - изготовителей оборудования в соответствии с их указаниями. Перечень основных сборников и каталогов дан в справочном приложении 2.

1.5. Лента, ее вид и тип тягового каркаса выбираются по ГОСТ 20-76, а также по техническим условиям НИИ резиновой промышленности (НИИРП) и заводов-изготовителей лент, не вошедших в ГОСТ 20-76.

2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА КОНВЕЙЕРА

Исходные данные должны содержать следующие сведения:

план и вертикальный профиль трассы конвейера с указанием длины и высоты каждого участка от единой отметки уровня помещения или местности, в котором располагается конвейер, и мест загрузки и разгрузки конвейера;

основное назначение конвейера по технологическому процессу производства и характеристика взаимной связи конвейера с технологическими машинами, если они имеются;

характеристика транспортируемого груза. Для насыпных грузов - наименование, гранулометрический состав с процентным содержанием каждой фракции груза и особенно кусков максимального размера, плотность при свободной насыпке, угол естественного откоса, влажность в процентах, абразивность, липкость (наличие глинистых включений), температура (если она отличается от температуры окружающей среды), коэффициент разрыхления (если производительность задается в плотном массиве) и особые свойства, например, химическая активность, взрывоопасность. Для штучных грузов - наименование, очертание с габаритными размерами, масса одной штуки, температура и особые свойства (хрупкость, абразивность, взрывоопасность). Если на конвейер подается несколько разных насыпных или штучных грузов, то указанные сведения даются по каждому грузу;

плановая массовая (т/ч) или объемная ($м^3$/ч) производительность - средняя эксплуатационная и максимальная по способу загрузки. Для конвейеров высокоответственного назначения - график изменения производительности в рабочую сме-

ну или сутки для определения наиболее вероятной расчетной производительности. Если на конвейере должно транспортироваться несколько разных грузов, то производительность задается по каждому грузу и указывается порядок последовательности подачи грузов на конвейер;

способы загрузки и разгрузки конвейера, периодичность подачи груза на конвейер; планируемый коэффициент неравномерности загрузки;

количество часов работы в сутки, число рабочих дней в году, планируемый коэффициент использования конвейера по времени;

производственные условия работы конвейера и характеристика окружающей среды; место установки конвейера – в отапливаемом или неотапливаемом помещении, на открытом воздухе, в закрытой галерее (отапливаемой или неотапливаемой), с местным укрытием ленты и т.п., температура окружающей среды и пределы колебания температуры в календарном году, группа климатического исполнения конвейера по ГОСТ 15150-69, влажность окружающего воздуха и пределы ее изменения, запыленность воздуха, наличие в воздухе химически активных газов или паров, а также особые данные и свойства, которые могут оказать влияние на работу конвейера;

напряжение электрической сети и род тока;

требуемый коэффициент готовности конвейера.

3. РЕЖИМЫ РАБОТЫ И НАГРУЖЕНИЯ КОНВЕЙЕРА

3.1. Режимы работы и нагружения конвейера определяются классами использования конвейера по времени и по производительности.

3.2. Классы использования конвейера по времени характеризуются абсолютным временем и коэффициентами относительного времени плановой работы конвейера в сутки и год, вычисляемыми по формулам

$$K_{в.с} = \frac{t_{п.с}}{t_с}, \qquad (1)$$

где $K_{в.с}$ – коэффициент относительного времени плановой работы конвейера в сутки;

$t_{п.с}$ – плановое время работы конвейера в сутки, ч;

$t_с$ – календарное время работы конвейера в сутки, ч;

$$K_{в.г} = \frac{t_{п.г}}{t_г}, \qquad (2)$$

где $K_{в.г}$ – коэффициент относительного времени плановой работы конвейера в год;

$t_{п.г}$ – плановое время работы конвейера в год, ч;

$t_г$ – календарное время работы конвейера в год, ч.

3.3. Распределение классов использования конвейера по времени в зависимости от пределов времени работы конвейера дано в табл. 1.

Таблица 1

Классы использования конвейера по времени работы в сутки и год

Обозначение классов	Продолжительность работы конвейера							
	В сутки				В год			
	Плановое время $t_{п.с}$, ч		Коэффициент $K_{в.с}$		Плановое время $t_{п.г}$; ч		Коэффициент $K_{в.г}$	
	Свыше	До	Свыше	До	Свыше	До	Свыше	До
В 1	–	5	–	0,20	–	1600	–	0,20
В 2	5	7	0,20	0,32	1600	2500	0,20	0,32
В 3	7	16	0,32	0,63	2500	4000	0,32	0,50
В 4	16	24	0,63	1,00	4000	6300	0,50	0,80
В 5	–	24	–	1,00	6300	8000	0,80	1,00

3.4. Расчетный коэффициент рабочего использования конвейера по времени вычисляется по формуле

$$K_в = \frac{t_м}{t_с} \leq 1, \qquad (3)$$

где $K_в$ – расчетный коэффициент рабочего использования конвейера по времени;

$t_м$ – фактическое время работы конвейера в рабочую смену, ч;

$t_с$ – плановое время работы конвейера в рабочую смену, ч.

3.5. Классы использования конвейера по производительности характеризуются коэффициентами средней и эквивалентной нагрузки на ленту, вычисляемыми по формулам

$$K_{с.н} = \frac{Q_с}{Q_{max}} = \frac{П_с}{П_{max}}, \qquad (4)$$

где $K_{сн}$ – коэффициент средней нагрузки на ленту;

Q_c – средняя массовая производительность конвейера, т/ч;

Q_{max} – максимальная массовая производительность конвейера, т/ч;

$П_c$ – средняя объемная производительность конвейера, $м^3$/ч;

$П_{max}$ – максимальная объемная производительность конвейера, $м^3$/ч.

$$K_{эн} = \sqrt{\frac{1}{t_м} \Sigma \left(\frac{Q_i}{Q_{max}}\right)^2 \tau_i}, \qquad (5)$$

где, кроме указанных ранее, $K_{э.н}$ – коэффициент эквивалентной нагрузки на ленту;

$t_м = \Sigma \tau_i$ – фактическое время работы конвейера в рабочую смену, ч;

Q_i – производительность конвейера в отдельные промежутки времени смены; т/ч;

τ_i – отдельные промежутки времени рабочей смены с разными производительностями, Q_i, ч.

Коэффициент эквивалентной нагрузки на ленту вычисляется только при наличии графика изменения производительности конвейера.

3.6. Распределение классов использования конвейера по производительности дано в табл. 2.

Таблица 2

Классы использования конвейера по производительности

Обозначение классов	Пределы коэффициентов нагрузки			
	средней $K_{сн}$		эквивалентной $K_{эн}$	
	Свыше	До	Свыше	До
Н1	–	0,50	–	0,25
Н2	0,50	0,63	0,25	0,50
Н3	0,63	1,00	0,50	0,80

3.7. На основании классов использования конвейеров по времени и производительности выбирают из табл. 3 режим работы конвейера.

Таблица 3

Режим работы конвейеров

Режим работы		Время работы конвейера в сутки	Классы использования конвейера	
Обозначение	Наименование		по времени	по производительности
ВЛ	Весьма легкий	Менее одной смены	В1	Н1
				Н2
Л	Легкий			Н3
		Одна смена	В2	Н1
				Н2
С	Средний			Н3
		Две смены	В3	Н1
				Н2
Т	Тяжелый			Н3
		Три смены	В4	Н1
				Н2
		Круглосуточно	В5	Н1
ВТ	Весьма тяжелый			Н2
				Н3
		Три смены	В4	Н3

4. ОБЩИЙ ПОРЯДОК РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1. Расчет и проектирование конвейера выполняется в две стадии.

Первая стадия – обобщенный приближенный расчет с целью определения общих технических параметров конвейера (ширины ленты, мощности привода). Первая стадия выполняется при разработке технического предложения и эскизного проекта конвейера.

4.1.2. Вторая стадия – подробный расчет и комплекс проектирования с целью выбора и размещения всего комплекта оборудования. Вторая стадия выполняется в техническом и рабочем проектировании, а также как проверочный расчет при любой стадии проектирования.

4.2. Расчет конвейеров длиной до 100 м, работающих в весьма легком, легком и среднем режимах, может выполняться только на первой стадии расчета с последующим выбором оборудования на всех этапах проектирования.

4.3. Точность арифметических операций во всех расчетах должна ограничиваться тремя значащими цифрами: четвертый знак числом до 5 отбрасывается, а при числе 5 и более добавляется в виде единицы к третьему знаку.

4.4. При определении нагрузок в единицах международной системы измерений СИ принято скругленно ускорение свободного падения тела $g \approx 10{,}0$ м/с^2, вместо $g = 9{,}81$ м/с^2, т.е. принято 1 кгс $\approx$ 10 Н, что составляет относительную погрешность около 2%.

4.5. Расчетные варианты загрузки конвейера.

Основной вариант: установившееся движение конвейера при сплошной загрузке ленты вдоль всей трассы по расчетной производительности.

Поворочный вариант: пуск конвейера при сплошной загрузке ленты вдоль всей трассы.

4.6. Для конвейеров длиной более 300 м со сложной трассой, имеющих подъемы и спуски в соответствии с рельефом местности, необходимо выполнить варианты расчета при прерывистой загрузке ленты конвейера, когда участки трассы наклонные с подъемом груза и горизонтальные - загружены полностью, а наклонные участки спуска груза не загружены (вариант максимального натяжения ленты); а также когда участки трассы наклонные с подъемом груза и горизонтальные не загружены, а наклонные участки спуска груза загружены полностью.

4.7. При расчете наклонных и наклонно-горизонтальных конвейеров необходимо проверить возможность возникновения самопроизвольного обратного движения ленты при сплошной и прерывистой загрузке и возможном снижении сил сопротивлений. Для предотвращения самопроизвольного обратного движения ленты должны быть предусмотрены тормозные устройства.

4.8. Расчетные варианты по пунктам 4.5 (основной), 4.6 и 4.7 - обязательны для первой и второй стадий расчета; поворочный - только для второй стадии расчета.

5. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ И РАСЧЕТА КОНВЕЙЕРА

5.1. По заданным числовым значениям и вычисленным коэффициентам использования конвейера по времени и производительности на основе табл. 3 определяется режим работы конвейера.

5.2. По заданным условиям окружающей среды из табл. 1 справочного приложения 3 определяется группа производственных условий, в которых работает проектируемый конвейер.

5.3. По заданной характеристике транспортируемого груза из табл. 4, 5 и 6 и справочного приложения 4 устанавливаются расчетные параметры груза: плотность, группа абразивности, углы естественного откоса и свободного расположения на движущейся ленте, градации гранулометрического состава и группы подвижности.

5.4. По характеристике транспортируемого груза (раздел 9 и приложение 4) выбирается угол наклона конвейера или его части, если таковая имеется.

5.5. На основе исходных данных и рекомендаций разделов 8 и 9 составляется проектная схема трассы конвейера с указанием общей длины и отметок по высоте.

5.6. На основе исходных данных по разделу 10 определяется расчетная производительность конвейера.

5.7. По разделу 11 в зависимости от характеристики транспортируемого груза и условий работы конвейера из рекомендуемого приложения 5 выбирается скорость движения ленты.

5.8. По расчетной производительности, размерам кусков транспортируемого груза, указаниям раздела 12 выбирается профиль и необходимая ширина ленты конвейера.

5.9. По характеристике транспортируемого груза и условиям работы конвейера на основании указаний раздела 12 ГОСТ 20-76 и технических условий заводов - изготовителей лент выбирается вид и тип ленты конвейера.

Приближенно принимается прочность ленты: количество прокладок резинотканевой ленты или тип резинотросовой ленты.

5.10. По справочному приложению 6 определяется масса 1 м выбранного типоразмера ленты.

5.11. По указаниям разделов 13 и 14 выбираются и расставляются роликоопоры по трассе конвейера.

5.12. По разделу 15 и рекомендуемому приложению 7 определяются погонные нагрузки.

5.13. По разделу 16 определяется общее усилие сопротивления движению ленты конвейера (тяговое усилие).

5.14. По разделу 17 определяется мощность приводного электродвигателя.

5.15. По разделу 18 определяется расчетное натяжение ленты.

5.16. По разделу 19 окончательно выбирается тип ленты. В случае значительного (более 10%) расхождения результатов предварительного и окончательного выбора ленты делается перерасчет натяжения ленты и мощности двигателя.

5.17. По указаниям раздела 20 определяются диаметры барабанов.

5.18. По разделу 21 определяется расчетный крутящий момент на валу приводного барабана.

5.19. Разделами 1-21 заканчивается первая стадия расчета и проектирования конвейера. Вторая стадия расчета и проектирования включает в себе все пункты с 5.1 до 5.24, кроме пункта 5.13 раздела 5.

5.20. По разделам 22 и 23 (по необходимости) определяются параметры узлов загрузки и разгрузки конвейера.

5.21. По указаниям разделов 24, 25, 26 и 27 и подсчитанным ранее погонным нагрузкам выполняется подробный тяговый расчет конвейера и определяются параметры оборудования. Предварительно выбирается тип и расположение привода по рекомендациям раздела 24.

5.22. На основе полученных расчетных данных проверяется правильность выбора прочности ленты и проектных параметров конвейера. В случае расхождения результатов в размере более 10% делается перерасчет и устанавливаются окончательные расчетные и проектные параметры конвейера.

5.23. По указаниям раздела 28 выбираются тип и параметры очистного устройства.

5.24. По разделам 29 и 30 выбираются радиусы выпуклого и вогнутого участков трассы конвейера, если они имеются.

6. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

6.1. Производственные условия окружающей среды характеризуются типом помещения, в котором установлен и работает конвейер (или основная его часть); макроклиматическим районом, в котором он расположен, температурой и влажностью окружающего воздуха; степенью насыщения воздуха абразивной пылью и парами (газами) химических веществ и другими особенностями; вредно воздействующими на конвейер.

Принято четыре группы производственных условий: легкие (Л), средние (С), тяжелые (Т) и очень тяжелые (ОТ), характеристика которых приведена в табл. 1 справочного приложения 3.

6.2. При установке конвейера в смешанных условиях, относящихся к разным группам, должна приниматься группа наихудших условий, например, при установке привода в отапливаемом помещении, а остальной части конвейера – в неотапливаемом помещении принимается расчетная группа неотапливаемого помещения.

7. ХАРАКТЕРИСТИКА ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ ГРУЗОВ

7.1. Однородность насыпного груза по линейным размерам его частиц (кусков), определяемая гранулометрическим составом груза, характеризуется коэффициентом соотношения размеров наибольшей и наименьшей частицы (куска) груза в заданной пробе, вычисляемым по формуле

$$K_K = \frac{a_{max}}{a_{min}}, \qquad (6)$$

где K_K – коэффициент однородности размеров частиц (кусков) груза;

a_{max} – линейный размер наибольшей частицы (куска) груза в заданной пробе, мм;

a_{min} – линейный размер наименьшей частицы (куска) груза в заданной пробе, мм.

При $K_K > 2,5$ груз считается рядовым; при $K_K \leq 2,5$ – сортированным.

7.2. Рядовые грузы характеризуются частицами (кусками) наибольших размеров при их содержании не менее 10% по массе в общем количестве груза заданной пробы. Если таких частиц меньше 10% общего количества груза в пробе, то за максимальный принимают размер ближайшей большей частицы, количество которой более 10%.

Сортированные грузы характеризуются средним размером частицы, вычисляемым по формуле

$$a = \frac{a_{max} + a_{min}}{2}. \qquad (7)$$

Характеристика насыпных грузов по группам крупности частиц дана в табл. 4.

Таблица 4

Группы насыпных грузов по крупности частиц (кусков) при их содержании 10% и более в пробе по массе

Наименование групп	Размер наибольших частиц (кусков), мм
Особо крупнокусковой	Более 500
Крупнокусковой	500
Среднекусковой	350
Мелкокусковой	80
Зернистый	6
Порошкообразный	0,5
Пылевидный	0,05 и менее

7.3. Распределение насыпных грузов по плотности дано в табл. 5. Плотности наиболее распространенных насыпных грузов даны в справочном приложении 4.

Таблица 5

Группы насыпных грузов по плотности

Наименование групп	Плотность, т/м³		Характерные примеры грузов
	Свыше	До	
Легкие	-	0,6	Торф, кокс, мука
Средние	0,6	1,6	Каменный уголь, шлак
Тяжелые	1,6	2,0	Порода, гравий, щебень
Особо тяжелые	2,0	4,0	Руда, камень

7.4. Распределение насыпных грузов по группам подвижности частиц дано в табл. 6.

Таблица 6

Группы насыпных грузов по подвижности их частиц

Наименование групп	Примеры характерных насыпных грузов	Пределы угла естественного откоса груза в покое φ, град	Расчетный угол φ_1 свободного расположения груза в поперечном сечении ленты, град
Легкая	Апатит; песок сухой; цемент; кокс сухой; пылеуголь; пылеглина; окатыши; окалина	30–39	10
Средняя	Песок влажный; формовочная земля (свежая и выбитая); уголь каменный рядовой; уголь бурый; камень; щебень; известняк; торф; шлак; железняки: магнитный, красный, бурый; железный концентрат	40–49	15
Малая	Глина сырая; известь гашеная; аммоний хлористый; селитра аммиачная	50–56	20

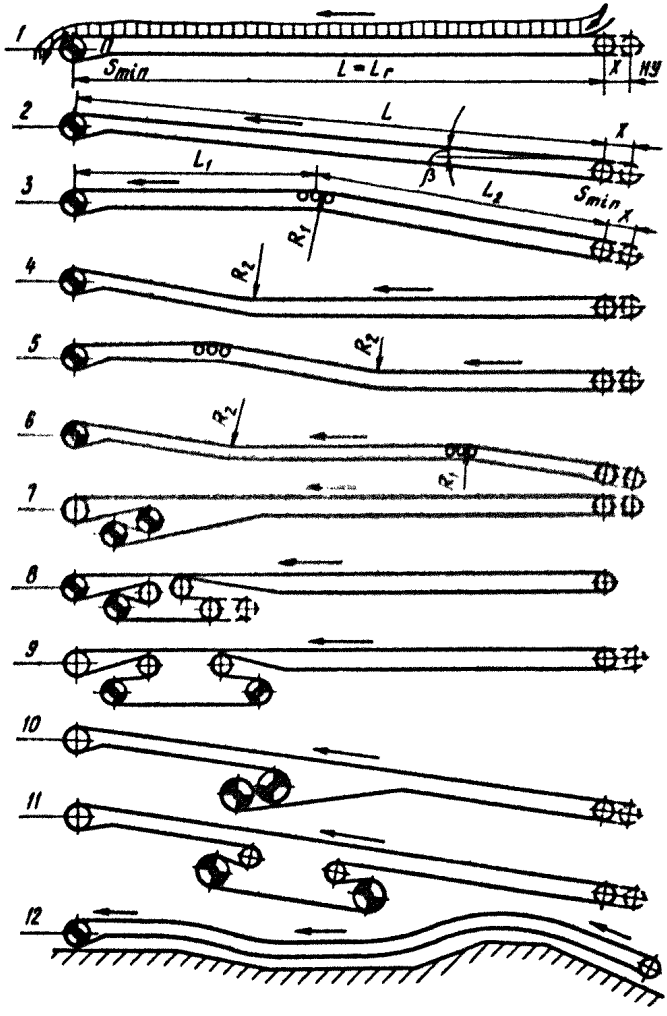
7.5. По степени абразивности и ее вредному воздействию на элементы конвейера насыпные грузы разделяются на четыре группы: А – неабразивные; В – малоабразивные; С – средней и Д – высокой абразивности (см. приложение 4).

7.6. Штучные грузы, учитываемые по количеству штук, характеризуются габаритными размерами, общей конфигурацией и формой опорной поверхности, массой каждой штуки, степенью хрупкости, температурой, взрыво- и пожароопасностью и другими свойствами.

8. ВЫБОР ПРОЕКТНОЙ СХЕМЫ КОНВЕЙЕРА

8.1. Конвейер должен иметь наиболее простую прямолинейную схему без излишних перегибов (черт. 1); например, схемы 1 и 2 предпочтительнее схем 3, 4, 5 и 6.

Проектные схемы конвейеров



Черт. 1

8.2. При заданных расстоянии и вертикальных отметках по высоте между пунктами загрузки и разгрузки конвейер должен иметь прямолинейную наклонную трассу (схема 2) с углом наклона β не более наибольшего допускаемого угла наклона для данного груза. Если задана только необходимая высота подъема груза, то конвейер надо проектировать наклонным по схеме 2 с наибольшим допускаемым углом подъема β_{max}, чтобы получить наименьшую длину конвейера.

8.3. Конвейер по схеме 3 целесообразен при наличии промежуточной разгрузки на горизонтальном участке трассы.

8.4. Конвейеры по схемам 4, 5 и 6 целесообразны при горизонтальных участках большой длины, в подземных галереях с выходом на поверхность, а также на межцеховых трассах.

8.5. При применении на конвейере двухбарабанного привода наиболее надежной будет обводка первого и второго приводных барабанов внутренней ("чистой") стороной по схемам 8, 9 и 11 по сравнению со схемами 7 и 10.

8.6. Схема 12 характерна для магистральных конвейеров большой протяженности, трасса которых обусловлена рельефом местности.

8.7. При проектировании конвейерной линии необходимо применять конвейеры с максимальной длиной одного става и минимальным количеством перегрузочных пунктов, используя ленты высокой прочности и многоприводные и криволинейные (в горизонтальной плоскости) ленточные конвейеры, которые проектируются по специальной методике.

9. НАИБОЛЬШИЙ ДОПУСКАЕМЫЙ УГОЛ НАКЛОНА КОНВЕЙЕРА

9.1. Наибольший допускаемый угол наклона конвейера для транспортирования насыпных грузов вычисляют по формуле

$$\beta_{max} = K_{\psi} \varphi, \qquad (8)$$

где β_{max} – наибольший допускаемый угол наклона, град;

K_{ψ} – коэффициент запаса; для грузов легкой подвижности $K_{\psi} = 0{,}35$, средней – $K_{\psi} = 0{,}40$, малой $K_{\psi} = 0{,}55$;

φ – угол естественного откоса транспортируемого груза в покое, град.

Рекомендуемые значения β_{max} даны в приложении 4.

9.2. Наибольший допускаемый угол наклона конвейера для транспортирования штучных грузов вычисляют по формуле

$$\beta_{max} \leq \rho - \Delta_\beta , \qquad (9)$$

где β_{max} – наибольший допускаемый угол наклона конвейера, град;

Δ_β = 10–15° – запас надежности положения груза;

ρ – угол трения груза по поверхности ленты в покое, град.

Рекомендуемые значения β_{max} даны в приложении 4.

9.3. Для высоких штучных грузов, у которых высота груза больше длины его опорной поверхности вдоль ленты конвейера, угол наклона необходимо проверить по формуле

$$tg\,\beta_{max} \leq \frac{2 l_г}{3 h_г} , \qquad (10)$$

где $l_г$ – длина опорной поверхности груза вдоль ленты конвейера, м;

$h_г$ – расстояние от центра тяжести груза до его опорной поверхности на ленте, м.

10. РАСЧЕТНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

10.1. Расчетная объемная производительность для определения ширины ленты конвейера вычисляется по формуле

$$П_{рм} = П_{max} \frac{K_н}{K_в K_г} = \frac{Q_{max}}{\gamma} \frac{K_н}{K_в K_г} , \qquad (11)$$

где $П_{рм}$ – расчетная объемная производительность конвейера для определения ширины ленты конвейера, м³/ч;

$П_{max}$ – заданная в техническом задании плановая максимальная объемная производительность конвейера, м³/ч;

$K_н$ – коэффициент неравномерности загрузки конвейера, обычно принимают $K_н$ = 1,1–1,5 в зависимости от способа загрузки конвейера, меньшее значение принимают при равномерной загрузке при помощи питателя;

$K_в$ – расчетный коэффициент рабочего использования конвейера по времени, вычисляемый по формуле (3), обычно принимают $K_в$ = 0,70÷0,95;

$K_г$ – общий коэффициент готовности конвейера или конвейерной системы, если груз транспортируется на нескольких последовательно расположенных конвейерах;

Q_{max} – заданная в техническом задании плановая максимальная массовая производительность конвейера, т/ч;

γ – плотность транспортируемого насыпного груза, т/м³.

10.2. Общий коэффициент готовности конвейерной системы вычисляется по формуле

$$K_г = K_{г1} \cdot K_{г2} \cdot K_{г3} \cdots , \qquad (12)$$

где $K_г$ – общий коэффициент готовности конвейерной системы (табл. 7);

$K_{г1}; K_{г2}; K_{г3}$ – коэффициенты готовности отдельных конвейеров, входящих в общую систему конвейерой транспортной линии.

Для одного конвейера обычно принимают $K_{г1} = 0{,}96$.

Таблица 7

Значения общего коэффициента готовности конвейерной системы $K_г$

Количество последовательно расположенных конвейеров в общей системе транспортирования груза	1	2	3	4	5	6
Коэффициент $K_г$	0,96	0,92	0,88	0,85	0,82	0,78

10.3. Расчетная массовая производительность для определения погонных нагрузок на ленту и тягового усилия привода вычисляется по формуле

$$Q_р = Q_c \frac{K_н}{K_в K_г} , \qquad (13)$$

где $Q_р$ – расчетная массовая производительность конвейера для определения погонных нагрузок и тягового усилия, т/ч;

Q_c – заданная в техническом задании плановая средняя массовая производительность конвейера, т/ч.

остальные обозначения смотри в пунктах 10.1. и 10.2.

10.4. В целях оптимального использования ленты наименьшая расчетная производительность конвейера при транспортировании насыпных грузов не должна быть меньше номинальной объемной производительности, указанной в ГОСТ 22644-77 для каждой ширины ленты.

10.5. Зависимость между объемной производительностью при свободной насыпке груза и массовой производительностью выражается формулами

$$П = \frac{Q}{\gamma}\ ; \qquad (14)$$

$$Q = П\gamma\ , \qquad (14')$$

где $П$ – объемная производительность конвейера при свободной насыпке груза, м³/ч;

Q – массовая производительность конвейера, т/ч;

γ – плотность груза в насыпном, разрыхленном состоянии, т/м³.

10.6. Зависимость между массовой производительностью и объемной производительностью в плотном массиве пространства, подлежащего разработке, определяется формулой

$$Q = П_{П} K_{рх} \gamma\ , \qquad (15)$$

где, кроме обозначений ранее, $П_{П}$ – объемная производительность в плотном массиве (неразрыхленной массе), м³/ч;

$K_{рх}$ – коэффициент разрыхления плотного массива груза.

Значения $K_{рх}$ даны в приложении 4.

10.7. При транспортировании штучных грузов массовая и штучная производительность конвейера определяется по формулам

$$Q = 3{,}6\,\frac{G_г}{l_0}\,v\ , \qquad (16)$$

где Q – массовая производительность, т/ч;

$G_г$ – масса одного груза, кг;

l_0 – расстояние между отдельными грузами в направлении движения ленты, м;

$$z = 3600\,\frac{v}{l_0}\ , \qquad (17)$$

где, кроме обозначенных ранее, Z – штучная производительность, шт./ч;

v – скорость движения ленты конвейера, м/с.

11. СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ ЛЕНТЫ

11.1. Значения скорости движения ленты конвейера должны выбираться по ГОСТ 22644-77.

11.2. Выбор скорости движения ленты обусловливает следующие факторы: характеристика транспортируемого груза, его плотность и гранулометрический состав; сохранность груза; пылеобразование; способ загрузки и разгрузки ленты; ширина и долговечность ленты; назначение и место расположения конвейера.

11.3. Рекомендуемые скорости движения ленты конвейера для транспортирования насыпных и штучных грузов приведены в рекомендуемом приложении 5.

12. ВЫБОР ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА

12.1. Параметры ленты

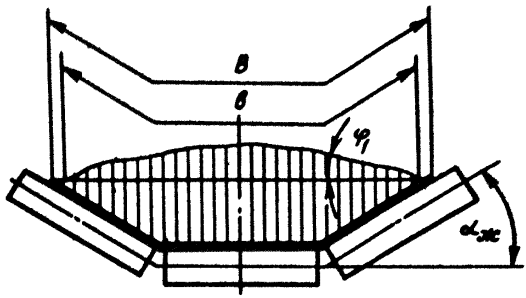
12.1.1. Выбор ленты конвейера включает определение следующих ее параметров: профиль поперечного сечения рабочей ветви (черт. 2 и 3), ширина, вид, тип тягового каркаса, прочность (количество прокладок для резинотканевых лент), толщины и класс прочности резины наружных обкладок ленты.

12.2. Выбор профиля поперечного сечения ленты.

Поперечное сечение ленты на прямой роликоопоре



Черт. 2



Черт. 3

12.2.1. Для транспортирования насыпных грузов, как правило, должна применяться лента желобчатой формы сечения рабочей ветви, опирающаяся на желобчатые роликоопоры (черт. 3). Угол желобчатости (угол наклона боковых роликов роликоопоры) для резинотканевой ленты приведен в табл. 8. Для резинотросовой ленты - допускаемый угол желобчатости - 30° для всех ширин ленты.

Таблица 8

Параметры конвейера в зависимости от угла желобчатости поперечного сечения рабочей ветви резинотканевой ленты

Параметры	Угол желобчатости сечения ленты, $\alpha_ж$, град.		
	20	30	45; 60
Ширина ленты, мм	400-800	400-2000	400-800
Максимальное количество прокладок	5-8	4-8	3-5
Вид груза	Все виды грузов		Легкие грузы (зерно, мука, пыль)
Плотность транспортируемого груза, т/м³	0,5-3,5		0,5-1,0

12.2.2. При транспортировании насыпных грузов плоская форма сечения рабочей ветви (черт. 2) должна применяться на участках установки плужковых разгружателей, при выполнении каких-либо технологических (например, сортировочных) операций на ленте конвейера с горизонтальной трассой, а также в

других особых случаях на горизонтальных или слабонаклонных (с углом наклона до 10°) конвейерах.

12.2.3. При транспортировании штучных грузов в мягкой таре, а также мелких отдельных деталей может применяться лента как плоской, так и желобчатой формы рабочей ветви с углом желобчатости 20° и 30°. При транспортировании штучных грузов в жесткой таре должна применяться лента плоского сечения.

12.2.4. Обратная ветвь ленты при транспортировании насыпных и штучных грузов должна иметь плоскую форму сечения при ширинах 400-1200 мм и желобчатую (по мере освоения оборудования) с углом наклона боковых роликов 10° при ширинах ленты 1400-2000 мм.

12.3. Выбор ширины ленты

12.3.1. При транспортировании насыпных грузов необходимая ширина ленты определяется по заданной расчетной производительности (см. пункт 12.3.2), проверяется по размерам максимальных кусков транспортируемого груза, приведенным в табл. 9, и выбирается из нормального ряда ширин, указанных в ГОСТ 22644-77. Если ширина ленты, подсчитанная по производительности, окажется меньше, чем указано в табл. 9 по кусковатости груза, то ширину ленты надо принять по табл. 9 и соответственно понизить скорость движения ленты для обеспечения заданной производительности.

Таблица 9

Допускаемые максимальные размеры кусков груза в зависимости от их содержания в общем составе груза для различных ширин ленты конвейера

Ширина ленты, мм	Размеры кусков груза, мм, не более, при их содержании по массе, %						
	5	10	20	50	80	90	100
400	150	100	90	70	70	60	60
500	200	150	120	90	90	80	80
650	250	220	150	130	100	100	100
800	350	300	250	180	180	180	160
1000	400	400	300	210	200	200	200
1200	500	450	400	320	300	280	250
1400	600	550	450	360	350	330	300
1600	700	650	550	430	400	350	320
2000	800	750	700	550	450	400	400

12.3.2. Ширина ленты конвейера для насыпных грузов вычисляется по формуле

$$B = 1{,}1\left(\sqrt{\frac{П_{рм}}{K_п v K_\beta}} + 0{,}05\right), \qquad (18)$$

где B – ширина ленты конвейера, м;

$П_{рм}$ – расчетная объемная производительность, вычисляемая по формуле (11), м³/ч;

$K_п$ – коэффициент площади сечения насыпного груза на ленте, значения которого даны в табл. 10;

v – скорость движения ленты, м/с;

K_β – коэффициент уменьшения сечения груза на наклонном конвейере (см. табл. 11).

Таблица 10

Коэффициент $K_п$ для насыпных грузов различной подвижности

Тип роликоопоры	Угол наклона боковых роликов $\alpha_д$, град	Коэффициент $K_п$ при расчетном угле φ_1 расположения груза в поперечном сечении ленты, град, и группе подвижности груза		
		10 легкой	15 средней	20 малой
Прямая	0	158	240	328
Желобчатая, трехроликовая	20	393	470	550
	30	480	550	625
	45	580	633	692
	60	582	626	662

12.3.3. Для предварительного выбора ширины ленты по заданной производительности в табл. 12 приведена теоретическая объемная производительность горизонтального конвейера с различными типами роликоопор при транспортировании насыпных грузов со скоростью $v = 1$ м/с. Для получения заданной производительности при другом значении скорости и угла наклона конвейера необходимо табличные данные умножить на соответствующие значения скорости и коэффициента K_β.

Таблица 11

Коэффициент K_β для транспортирования насыпных грузов различной подвижности на ленте с резиновой гладкой рабочей поверхностью

Группа подвижности частиц груза	Коэффициент K_β при угле наклона конвейера β, град				
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-24
Легкая	0,95	0,90	0,85	0,80	-
Средняя	1,0	0,97	0,95	0,90	0,85
Малая	1,0	0,98	0,97	0,95	0,90

Примечание. Значения коэффициента K_β действительны только в пределах допускаемых углов наклона конвейера для каждого конкретного груза; при превышении максимального допускаемого угла наклона производительность конвейера резко понижается.

Таблица 12

Теоретическая объемная производительность горизонтального конвейера с роликоопорами различного типа при транспортировании насыпных грузов с частицами различной подвижности при скорости ленты $v = 1$ м/с и коэффициенте $K_\beta = 1$

Ширина ленты B, мм	Угол расположения груза в поперечном сечении ленты φ_1, град	Объемная производительность П, м³/ч, при угле желобчатости $\alpha_л$, град				
		0	20	30	45	60
400	10	16	38	46	55	56
	15	23	45	53	60	59
	20	32	43	60	68	63
500	10	25	63	77	92	93
	15	38	75	88	100	99
	20	52	88	100	110	106
650	10	45	115	139	167	168
	15	70	135	160	184	180
	20	95	160	181	200	192
800	10	70	175	215	260	261
	15	110	210	245	285	279
	20	150	250	280	310	298
1000	10	115	285	350	-	-
	15	175	340	400	-	-
	20	240	400	450	-	-

Продолжение табл. 12

Ширина ленты B, мм	Угол расположения груза в поперечном сечении ленты φ_1, град	Объемная производительность П, м³/ч, при угле желобчатости $\alpha_ж$, град				
		0	20	30	45	60
1200	10	170	420	510	-	-
	15	255	500	580	-	-
	20	350	580	660	-	-
1400	10	230	580	700	-	-
	15	350	690	810	-	-
	20	480	810	910	-	-
1600	10	310	760	930	-	-
	15	470	910	1060	-	-
	20	640	1070	1210	-	-
2000	10	490	1200	1470	-	-
	15	740	1440	1690	-	-
	20	1000	1690	1920	-	-

12.3.4. Ширина ленты конвейера для транспортирования штучных грузов (черт. 4) вычисляется по формуле

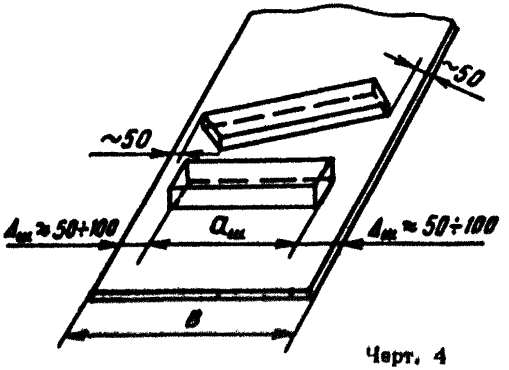
$$B = a_ш + 2\Delta_ш, \qquad (19)$$

где B - ширина ленты, м;

$a_ш$ - наибольший поперечный размер груза по способу его укладки на ленту, м;

$\Delta_ш$ - расстояние от кромки груза до кромки ленты, м; обычно принимают $\Delta_ш$ = 0,05-0,1 м.

Схема расположения штучных грузов на ленте



Черт. 4

12.4. Выбор вида ленты и ее тягового каркаса.

12.4.1. Выпускаемые в Советском Союзе типоразмеры резинотканевых (с тканевыми прокладками тягового каркаса) конвейерных лент регламентированы ГОСТ 20-76. Возможен также выпуск лент по отдельным техническим условиям предприятий резинотехнических изделий.

Резинотросовые ленты (с тяговым каркасом из стальных тросов) выпускаются по ТУ 38.105.841-75, ТУ 38.405.282-76 и др.

12.4.2. Выбор типа и вида ленты определяется характеристикой транспортируемого груза и окружающей среды и необходимой прочностью по расчетному натяжению. Общие рекомендации по выбору типа и вида ленты даны в ГОСТ 20-76.

12.4.3. При транспортировании горячих грузов (с температурой более 60°, но не выше 200°С) или в среде с повышенной температурой должны применяться ленты теплостойкие или повышенной теплостойкости. При более высокой температуре груза и среды ленты серийного производства не применяются.

12.4.4. При транспортировании грузов в среде с температурой воздуха ниже минус 45°С до минус 60°С должны применяться морозостойкие ленты. При температуре окружающей среды ниже минус 60°С применение прорезиненных лент не допускается.

12.4.5. При транспортировании пищевых грузов (продуктов) без тары и упаковки с непосредственным соприкосновением продукта с лентой (например, сливочного масла, маргарина, творога и т.п.) должны применяться пищевые ленты.

12.4.6. При транспортировании овощей (например, картофеля, капусты и т.п), зерна, муки и других продуктов, подвергающихся перед употреблением в пищу очистке и термической обработке, а также пищевых продуктов в таре и упаковке, применяются ленты общего назначения.

12.4.7. По типу тягового каркаса и прочности промышленность выпускает два вида конвейерных лент - резинотканевые с различным количеством тканевых прокладок, и резинотросовые. В диапазоне прочности от 1500 Н/мм до 4000 Н/мм ширины ленты резинотканевые и резинотросовые ленты имеют одинаковую прочность и возможен выбор того или другого вида ленты.

При выборе вида ленты по типу тягового каркаса необходи-

мо провести сравнительный анализ по следующим показателям: прочность; стоимость; удлинение при рабочей нагрузке; величина диаметра барабана; поперечная гибкость для образования желоба ленты; условия эксплуатации и унификации в общей системе конвейеров.

Достоинства резинотканевой ленты: возможность большого набора лент по прочности со сравнительно небольшими ступенями различия, например, 65, 100, 200, 300, 400 Н/мм; универсальность выполнения стыкового соединения (с механическими соединителями, вулканизацией и т.п.); повышенная стойкость к продольным порывам; повышенная амортизирующая способность при динамических нагрузках.

Недостатки резинотканевых лент: высокие удлинения (до 4%) при рабочих нагрузках; повышенные размеры диаметра барабанов при большом количестве прокладок.

Достоинства резинотросовых лент: высокая прочность, малое удлинение при рабочих нагрузках (до 0,25%), повышенная долговечность.

Недостатки: большая масса; сложность и длительное время изготовления стыкового соединения концов ленты (только вулканизация); меньшая (по сравнению с резинотканевыми лентами) стойкость к продольным порывам и перегибам в вертикальной плоскости; увеличенные радиусы перегибов.

12.4.8. Необходимое по расчетному натяжению количество прокладок тягового каркаса основы резинотканевой ленты вычисляется по формуле

$$i \geq \frac{K S_{max}}{S_{p1} B}, \qquad (20)$$

где S_{max} – наибольшее расчетное натяжение ленты, полученное по тяговому расчету конвейера (см. ниже), Н;

S_{p1} – предел прочности на разрыв одной прокладки ленты; Н/мм;

B – ширина ленты, мм;

K – расчетный коэффициент запаса прочности ленты,

$$K = \frac{K_0}{K_{пр} K_{ст} K_т K_р}, \qquad (21)$$

где K_0 – номинальный запас прочности; при поверочных расчетах по максимальным пусковым нагрузкам принима-

ют K_0 = 5; при расчете по нагрузкам установившегося движения принимают K_0 = 7;

$K_{пр}$ – коэффициент неравномерности работы прокладок (табл. 13);

$K_{ст}$ – коэффициент прочности стыкового соединения концов ленты (табл. 14);

$K_т$ – коэффициент конфигурации трассы конвейера (табл. 15);

$K_р$ – коэффициент режима работы конвейера (табл. 16).

График коэффициента К для наиболее распространенных условий дан на черт. 5.

Таблица 13

Коэффициент неравномерности работы прокладок $K_{пр}$

Количество прокладок	3	4	5	6	7	8
$K_{пр}$	0,95	0,90	0,88	0,85	0,82	0,80

Таблица 14

Коэффициент прочности стыкового соединения $K_{ст}$

Тип стыка	Вулканизированный	Металлическими соединениями	
		Скобами, шарнирами	Внахлестку заклепками
$K_{ст}$	0,90–0,85	0,50	0,40–0,30

Таблица 15

Коэффициент трассы конвейера $K_т$

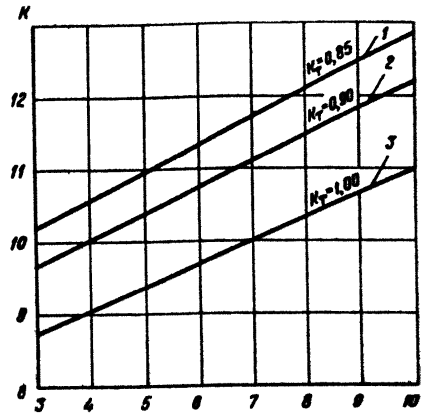
Профиль трассы	Горизонтальный	Наклонный прямолинейный	Сложный, наклонно-горизонтальный
$K_т$	1,0	0,90	0,85

Таблица 16

Коэффициент режима работы конвейера $K_р$

Режим работы	Весьма легкий, ВЛ	Легкий Л	Средний С	Тяжелый Т	Весьма тяжелый ВТ
$K_р$	1,2	1,1	1,0	0,95	0,85

Графики расчетного запаса прочности ленты К при $K_р$ = 1,00 и $K_{ст}$ = 0,85



1 – сложная трасса; 2 – наклонная трасса; 3 – горизонтальная трасса
Черт. 5

12.4.9. Выбранная лента по прочности должна удовлетворять условию:

$$\frac{S_{р1}}{K} \le S_{д1}, \qquad (22)$$

где $S_{д1}$ – максимальная допускаемая нагрузка на одну прокладку ленты по ГОСТ 20-76.

12.4.10. По условиям сохранения желобчатости в пролете между роликоопорами (отсутствия выполаживания желоба) лента каждой ширины и типа имеет минимальное допускаемое количество прокладок согласно инструкции НИИРПа.

Максимальное допустимое количество прокладок (как правило, не более 8) ограничивается диаметрами барабанов, повышенной жесткостью ленты, усложнением образования желоба ленты на роликоопорах и увеличением напряжений изгиба ленты на роликоопорах и барабанах.

Минимальное и максимальное количество прокладок различной прочности изготовляемых лент различной ширины даны в ГОСТ 20-76. Если при расчете по формуле (20) получается прокладок меньше минимального количества, то надо принять ближайшее большее количество прокладок или же применять ленту с прокладками меньшей прочности. Если же по расчету получится большее количество прокладок, чем указано в ГОСТ 20-76, то надо принять ленту с прокладками большей прочности или же резинотросовую ленту подходящей прочности.

12.4.11. Необходимая прочность тягового каркаса резинотросовой ленты вычисляется по формуле

$$S_{pT} \geq S_{max} \frac{K'}{B}, \qquad (23)$$

где $K' = \frac{K_0}{K_{cT} K_p K_T}$ – расчетный коэффициент запаса прочности;

при обязательном выполнении условия:

$$\frac{S_{max}}{B} \leq S_{pTД}, \qquad (24)$$

где $S_{pTД}$ – максимальное допускаемое натяжение, Н/мм.

При вулканизированном стыке принимают $K_{cT} = 0,9$; другие типы стыков для резинотросовой ленты не допускаются; значения коэффициентов K_T и K_p принимаются по табл. 15 и 16.

12.4.12. Толщины наружных обкладок на верхней (рабочей) δ_1 и нижней (опорной) δ_2 сторонах ленты должны выбираться в зависимости от размеров кусков и свойств транспортируемого груза, коэффициентов режима работы конвейера и времени прохождения ленты через пункт загрузки (табл. 17). Время прохождения ленты через пункт загрузки конвейера грузом вычисляется по формуле

$$\Omega = \frac{2L}{v}, \qquad (25)$$

где Ω – время прохождения ленты через пункт загрузки, с;

L – длина конвейера между концевыми барабанами, м;

v – скорость движения ленты, м/с.

Графики Ω даны на черт. 6.

Таблица 17

Толщины наружных обкладок резинотканевых и резинотросовых лент

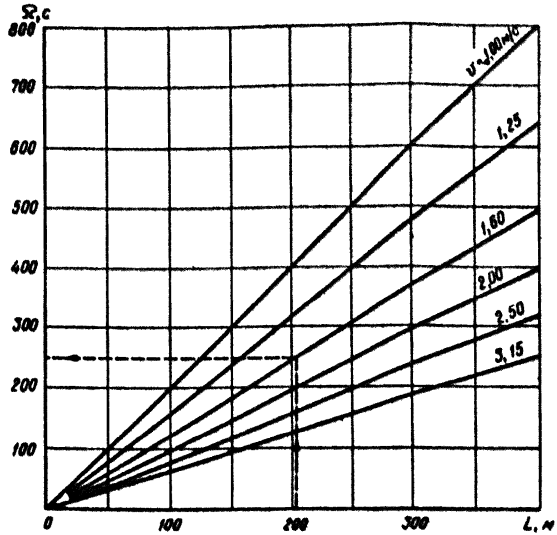
Характеристика транспортируемых грузов и их примеры	Размеры кусков груза, мм	Класс прочности резины обкладок по ГОСТ 20-76	Толщина верхней (рабочей) обкладки δ_1, мм, при режиме работы конвейера:								Толщина нижней (опорной) обкладки δ_2, мм
			весьма легком	легком	среднем		тяжелом		весьма тяжелом		
			Время $\mathcal{R}$, с								
			Любое	Любое	До 100	Более 100	До 100	Более 100	До 100	Более 100	
			Насыпные грузы								
Неабразивные и малоабразивные (группы абразивности А и В) грузы: древесная стружка, древесный уголь, круглая галька, мягкий мел и т.п.	0-60	С; Г	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0
	61-350	В	3,0	3,0	3,0	3,0	4,5	3,0	4,5	3,0	1,0-2,0
Среднеабразивные (группа С): песок, цемент, каменный уголь, антрацит, щебень	0-60	В	3,0	3,0	4,5	3,0	4,5	3,0	4,5	3,0	2,0
	61-350	В	3,0	3,0	4,5	3,0	6,0	4,5	8,0	6,0	2,0
Сильноабразивные (группа Д): руда, гранит, камень и т.п.	0-60	Б, А	3,0	4,5	4,5	4,5	6,0	4,5	6,0	4,5	2,0
	61-350	А	4,5	4,5	6,0	6,0	8,0	6,0	8,0	8,0	2,0
	более 350	А	6,0	6,0	8,0	8,0	(10,0)	8,0	(12,0)	(12,0)	(4,0)
			Штучные грузы								
В мягкой таре: мешки, кули, тюки, пакеты	-	С	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	1,0

Продолжение табл. 17

Характеристика транспортируемых грузов и их примеры	Размеры кусков груза, мм	Класс прочности ремней обкладок по ГОСТ 20-76	Толщина верхней (рабочей) обкладки δ_1, мм, при режиме работы конвейера:								Толщина нижней (опорной) обкладки δ_2, мм
			весьма легком	легком	среднем		тяжелом		весьма тяжелом		
			Время $\mathcal{R}$, с								
			Любое	Любое	До 100	Более 100	До 100	Более 100	До 100	Более 100	
В жесткой таре: ящики, бочки, коробки	-	В	2,0	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0
Бестарные с жесткими кромками, отливки, механические детали	-	Б	2,0	2,0	3,0	3,0	3,0	4,5	4,5	4,5	2,0

Примечание. В скобках даны нестандартные увеличенные толщины обкладок для транспортирования особо тяжелых крупнокусковых грузов, обеспечивающие повышение долговечности ленты и роликоопор. Изготовление ленты с обкладками увеличенной толщины должно быть согласовано с заводом - изготовителем ленты.

Графики величины $\Omega = 2L/v$



Черт. 6

13. ВЫБОР ТИПА РОЛИКООПОР

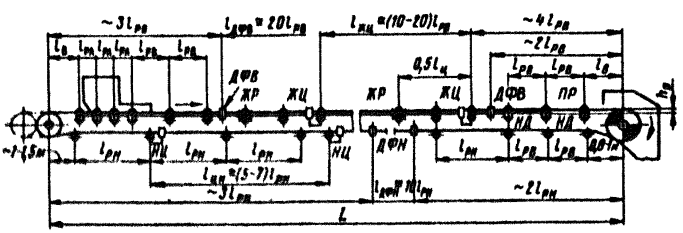
13.1. Тип роликоопоры выбирается в зависимости от ее назначения, характеристики транспортируемого груза, ширины и скорости движения ленты (см. приложение 7).

13.2. Конкретные типоразмеры роликов каждого типа и исполнения даны в каталогах завода - изготовителя оборудования.

14. ПОРЯДОК РАССТАНОВКИ РОЛИКООПОР НА КОНВЕЙЕРЕ

14.1. Расстояние между роликоопорами на верхней ветви ленты конвейера определяется шириной ленты, массой и размерами транспортируемого груза. За основной размер прини-

Общая схема расположения роликоопор на конвейере



Черт. 7

мается расстояние $l_{р.в}$ между роликоопорами в средней части конвейера; расстояния между роликоопорами в других частях конвейера принимаются в соотношениях с этим размером.

14.2. Расстояния между роликоопорами $l_{р.в}$ в средней части конвейера при транспортировании насыпных грузов даны в табл. 18 (возможно отклонение ±0,1 м) и на черт. 7.

14.3. При транспортировании сортированных крупнокусковых грузов (с размерами наибольших кусков от 350 до 500 мм), указанные в табл. 18, размеры расстояний между роликоопорами уменьшаются на 10%.

14.4. При транспортировании сортированных и рядовых особо крупнокусковых грузов (с размерами кусков более 500 мм) указанные в табл. 18 размеры расстояний между роликоопорами уменьшаются на 20%.

14.5. Расстояние между роликоопорами роликовых батарей на рабочей ветви для отклонения ленты на выпуклых кривых уменьшается в два раза по сравнению с размерами, указанными в табл. 18. На батарее должно быть установлено не менее трех роликоопор.

14.6. При транспортировании на конвейере средне- и крупнокусковых грузов с кусками размером более 80 мм при любой плотности груза и мелкокусковых грузов с плотностью 2,5 т/м³ и более под лентой в зоне загрузочной воронки должны устанавливаться не менее трех – пяти амортизирующих роликоопор. Расстояние между амортизирующими роликоопорами в зоне загрузочной воронки вычисляется по формуле

Таблица 18

Расстояние между роликоопорами $l_{р.в}$ на средней части рабочей ветви конвейера при транспортировании насыпных грузов

Ширина ленты, мм	Расстояние между роликоопорами, м, при плотности груза, т/м³						
	До 0,50	От 0,51 до 0,80	От 0,81 до 1,20	От 1,21 до 1,60	От 1,61 до 2,00	От 2,01 до 2,50	Свыше 2,50
400	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2
500	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,2
650	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2
800	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1
1000	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
1200 1400	1,2	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
1600	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1
2000	1,3	1,3	1,2	1,2	1,0	1,0	1,0

Примечания: 1. При транспортировании на конвейере нескольких грузов с равной плотностью расстояние между роликоопорами выбирается по грузу с наибольшей плотностью.

2. В отдельных случаях на конвейерах большой длины (более 300 м) с лентой шириной 1400-2000 мм в зоне большого натяжения и малого провеса указанные расстояния могут быть увеличены примерно на 20%.

$$l_{р.А} \cong Д_А + 0{,}2 , \qquad (26)$$

где $l_{р.А}$ – расстояние между амортизирующими роликоопорами, м;

$Д_А$ – наружный диаметр амортизирующей роликоопоры по футеровке, м.

14.7. При транспортировании на конвейере пылевидных, порошкообразных, зернистых и мелкокусковых грузов в зоне загрузки конвейера должны устанавливаться три – пять обычных рядовых роликоопор на расстоянии 0,5 $l_{р.в}$ друг от друга.

14.8. На конвейерах с резинотканевыми лентами шириной от 800 мм и выше и прочностью 55 Н/мм ширины прокладки и выше и с резинотросовыми лентами любой прочности, опирающимися на желобчатые роликоопоры, перед передним (головным) и после заднего (концевого) барабанов конвейеров должны устанавливаться две – три переходные роликоопоры (ПР) с уменьшенным (по мере при-

ближения к барабану) углом желобчатости $\alpha_ж$ на расстоянии $l_{р.в}$ друг от друга. Ближайшей к барабану, на расстоянии $l_в$ от оси барабана, устанавливается переходная роликоопора с углом желобчатости $\alpha_ж = 10°$, затем роликоопора с $\alpha_ж = 20°$, затем – рядовые роликоопоры с $\alpha_ж = 30°$. Размеры и конструкция переходных секций и расстояние $l_в$ от оси барабана до первой переходной роликоопоры принимаются по каталогам ГПКИ "Союзпроммеханизация" и завода-изготовителя. Возможны различные конструктивные исполнения переходных участков.

14.9. На конвейерах, работающих в весьма легком и легком режимах, передний и задний барабаны могут устанавливаться таким образом, чтобы образующая барабана находилась на одном уровне с образующей среднего ролика рядовой желобчатой роликоопоры.

14.10. На конвейерах, работающих в среднем, тяжелом и весьма тяжелом режимах, передний и задний барабаны должны устанавливаться таким образом, чтобы образующая барабана находилась на величину $h_р$ выше образующей среднего ролика рядовой желобчатой роликоопоры (черт. 7). Величины превышения уровня барабана $h_р$ для каждого типоразмера ленты и роликоопоры принимаются по каталогам ГПКИ "Союзпроммеханизация" и завода-изготовителя.

14.11. Расстояние между роликоопорами на нижней (холостой, обратной) ветви ленты определяется в соответствии с шагом опорных стоек и вычисляется по формуле

$$l_{р.н} = (2-2,5)\, l_{р.в} \leq 3,5 \text{ м}, \qquad (27)$$

где $l_{р.н}$ – расстояние между роликоопорами на нижней ветви ленты, м.

14.12. Расстояния $l_{ц.ж}$ и $l_{ц.н}$ между верхними желобчатыми и нижними прямыми центрирующими (ЖЦ и НЦ) роликоопорами на рабочей и холостой ветвях ленты даны на черт. 7. Обозначения роликоопор здесь и ранее приняты по ГОСТ 22645-77.

14.13. Расстояния между желобчатыми регулирующими (ЖР) и дефлекторными верхними (ДФВ) и нижними (ДФН) роликоопорами даны на черт. 7.

14.14. Расстояние между роликоопорами $l_{рв}$ на средней части рабочей ветви конвейера при транспортировании мелких штучных грузов массой до 20 кг должны приниматься по табл. 19. Для тяжелых штучных грузов с массой более 20 кг расстояние между роликоопорами рабочей ветви принимается равным половине наибольшего размера груза (ящика, тюка и т.п.) в направлении движения на конвейере и округляется до ближайшего ровного числа.

Расстояния между роликоопорами на нижней ветви ленты, в зоне загрузки и в других местах конвейера принимаются такими же, как и для насыпных грузов.

Таблица 19

Расстояние между роликоопорами $l_{рв}$ на средней части рабочей ветви конвейера при транспортировании легких штучных грузов

Ширина ленты, мм	Наибольшая масса отдельных грузов, кг	Расстояние между роликоопорами $l_{рв}$, м
400	12	1,4
500	15	1,2
650	20	1,0

15. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГОННЫХ НАГРУЗОК

15.1. Погонная нагрузка от массы одног метра ленты вычисляется по формуле

$$q_л \cong 10 G_л, \qquad (28)$$

где $q_л$ – погонная нагрузка от массы ленты, Н/м;

$G_л$ – масса 1 м ленты, кг.

Массы 1 м лент серийного производства даны в ГОСТ 20-76 и в технических условиях на изготовление ленты, а также в справочном приложении 6.

15.2. Погонная нагрузка от массы транспортируемого насыпного груза вычисляется по формуле

$$q_г = \frac{10\, Q_р}{3{,}6\, v} = 2{,}78\, \frac{Q_р}{v}, \qquad (29)$$

где $q_г$ – погонная нагрузка от массы насыпного груза, Н/м;

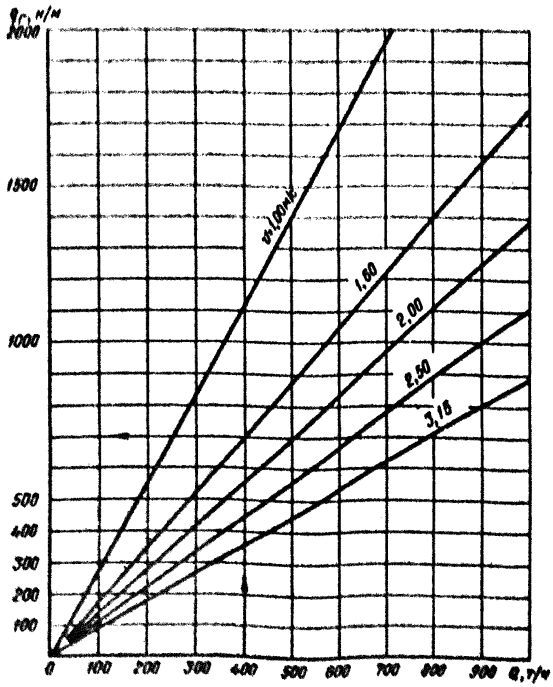
$Q_р$ – расчетная массовая производительность конвейера, определяемая по формуле (13), т/ч;

v – скорость ленты конвейера, м/с.

Графики $q_г$ приведены на черт. 8.

15.3. Погонная нагрузка от массы вращающихся частей роликоопор нижней (холостой) ветви ленты конвейера вычисляется по формуле

Графики погонной нагрузки от транспортируемого груза при разных скоростях движения ленты



Черт. 8

$$q_{р.н} = \frac{10\, G_{р.н}}{l_{р.н}}, \qquad (30)$$

где $q_{р.н}$ – погонная нагрузка от массы вращающихся частей роликоопор нижней ветви ленты, Н/м;

$l_{р.н}$ – расстояние между роликоопорами на нижней ветви ленты, м;

$G_{р.н}$ – масса вращающихся частей роликоопор, установленных на нижней ветви ленты, кг; (принимается по каталогу завода-изготовителя и справочному приложению 8).

15.4. Погонная нагрузка от массы вращающихся частей роликоопор на верхней (рабочей) ветви ленты:

$$q_{р.в} = \frac{10\, G_{р.в}}{l_{р.в}}, \qquad (31)$$

где $q_{р.в}$ – погонная нагрузка от массы вращающихся частей роликоопор на верхней ветви ленты, Н/м;

$l_{р.в}$ – расстояние между роликоопорами на верхней ветви ленты, м;

$G_{р.в}$ – масса вращающихся частей роликоопор на верхней ветви ленты, кг; (принимается по каталогу завода-изготовителя и справочному приложению 8).

15.5. Погонная нагрузка от массы транспортируемых штучных грузов вычисляется по формуле

$$q_{г.ш} = \frac{10\, G_г}{l_0}, \qquad (32)$$

где $q_{г.ш}$ – погонная нагрузка от массы штучных грузов, Н/м;

$G_г$ – масса одного груза или комплекта грузов в одной пачке, кг;

l_0 – расстояние между отдельными грузами в направлении движения ленты, м.

15.6. Средние значения погонных нагрузок от ленты и роликоопор для приближенных расчетов даны в табл. 20.

Таблица 20

Средние значения погонных нагрузок для конвейеров с резинотканевой лентой

Ширина ленты, мм	Расстояния между роликоопорами, м		Погонные нагрузки, Н/м		
	$l_{р.в}$	$l_{р.н}$	$q_л$	$q_{р.в}$	$q_{р.н}$
400	1,4	2,8	36	78	22
500	1,4	2,8	46	82	27
650	1,3	2,6	59	96	40
800	1,3	2,6	80	192	70
1000	1,3	2,6	140	222	85
1200	1,2	2,4	168	266	122
1400	1,2	2,4	196	320	170
1600	1,2	2,4	267	335	180
2000	1,2	2,4	334	625	285

16. ОБОБЩЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО УСИЛИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА

16.1. Для обобщенного приближенного расчета (первой стадии расчета) общее усилие сопротивления установившегося движения ленты, загруженной по всей трассе конвейера, вычисляется по формулам

$$W_{\Sigma г} = K_д L C (q_г + q_{р.в} + q_{р.н} + 2 q_л) = P, \qquad (33)$$

где $W_{\Sigma г}$ – усилие сопротивления движению ленты горизонтального конвейера при установившемся движении ленты, Н;

$K_д$ – коэффициент учета дополнительных сопротивлений (см. график на черт. 9);

L – расстояние между осями концевых барабанов конвейера, м;

$q_г; q_л; q_{р.в}; q_{р.н}$ – погонные нагрузки от массы, соответственно, груза, ленты, вращающихся частей роликоопор на верхней и нижней ветвях, Н/м (см. п. 15); значением $q_л$ предварительно задаются по выбранному типоразмеру ленты;

C – коэффициент сопротивления движению ленты по роликоопорам (табл. 21);

P – окружное (тяговое) усилие на приводном барабане, Н.

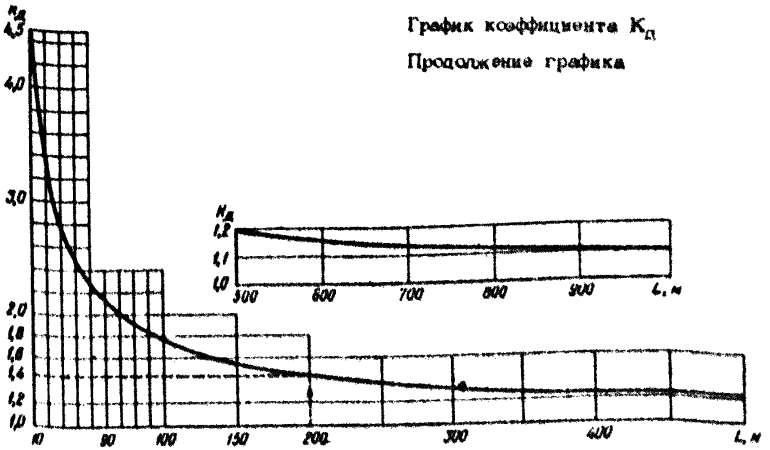


График коэффициента $K_д$

Продолжение графика

Черт. 9

Таблица 21

Значения коэффициента сопротивления С движению ленты по роликоопорам

Общая длина конвейера L, м	Коэффициент сопротивления движению С при расчетных группах производственных условий					
	легких	средних	тяжелых		очень тяжелых	
			летом	зимой	летом	зимой
До 100 вкл.	0,020	0,025	0,035	0,045	0,040	0,055
Более 100	0,018	0,022	0,032	0,042	0,036	0,050

Для наклонного конвейера

$$W_{\Sigma H} = K_Д L_Г C(q_Г + q_{Р.В} + q_{Р.Н} + 2q_Л) \pm q_Г H = P, \qquad (34)$$

где, кроме указанных ранее, $W_{\Sigma H}$ – усилие сопротивления движению ленты наклонного конвейера при установившемся движении ленты, Н;

$L_Г$ – длина горизонтальной проекции расстояния между осями концевых барабанов конвейера, м;

H – длина вертикальной проекции расстояния между осями концевых барабанов конвейера (высота подъема – спуска груза), м.

В формуле (34) у члена $\pm q_r H$ принимается знак плюс при движении ленты вверх на подъем, а знак минус при движении ленты вниз на спуск.

16.2. Для конвейеров с наклонными и горизонтальными участками трассы общее сопротивление движению определяется как сумма сопротивлений движению на горизонтальных и наклонных участках:

$$W_{\Sigma r.H} = \Sigma W_{\Sigma r} + \Sigma W_{\Sigma H} = P. \qquad (35)$$

16.3. Сопротивление движению незагруженной ленты (при холостом ходе конвейера) вычисляется по формулам (33) и (34) при подстановке $q_r = 0$.

17. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ПРИВОДНОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

17.1. Мощность электродвигателя для привода конвейера вычисляется по формуле

$$N = \frac{K_3 P v}{1020 \eta}, \qquad (36)$$

где N – мощность электродвигателя привода конвейера, кВт;

P – окружное (тяговое) усилие на приводном барабане, равное общему усилию сопротивления движению ленты по роликоопорам, вычисляемому по формулам (33), (34), (35), Н;

K_3 = 1,1–1,2 – коэффициент запаса и неучтенных потерь (меньшая величина берется для двигателей мощностью более 50 кВт);

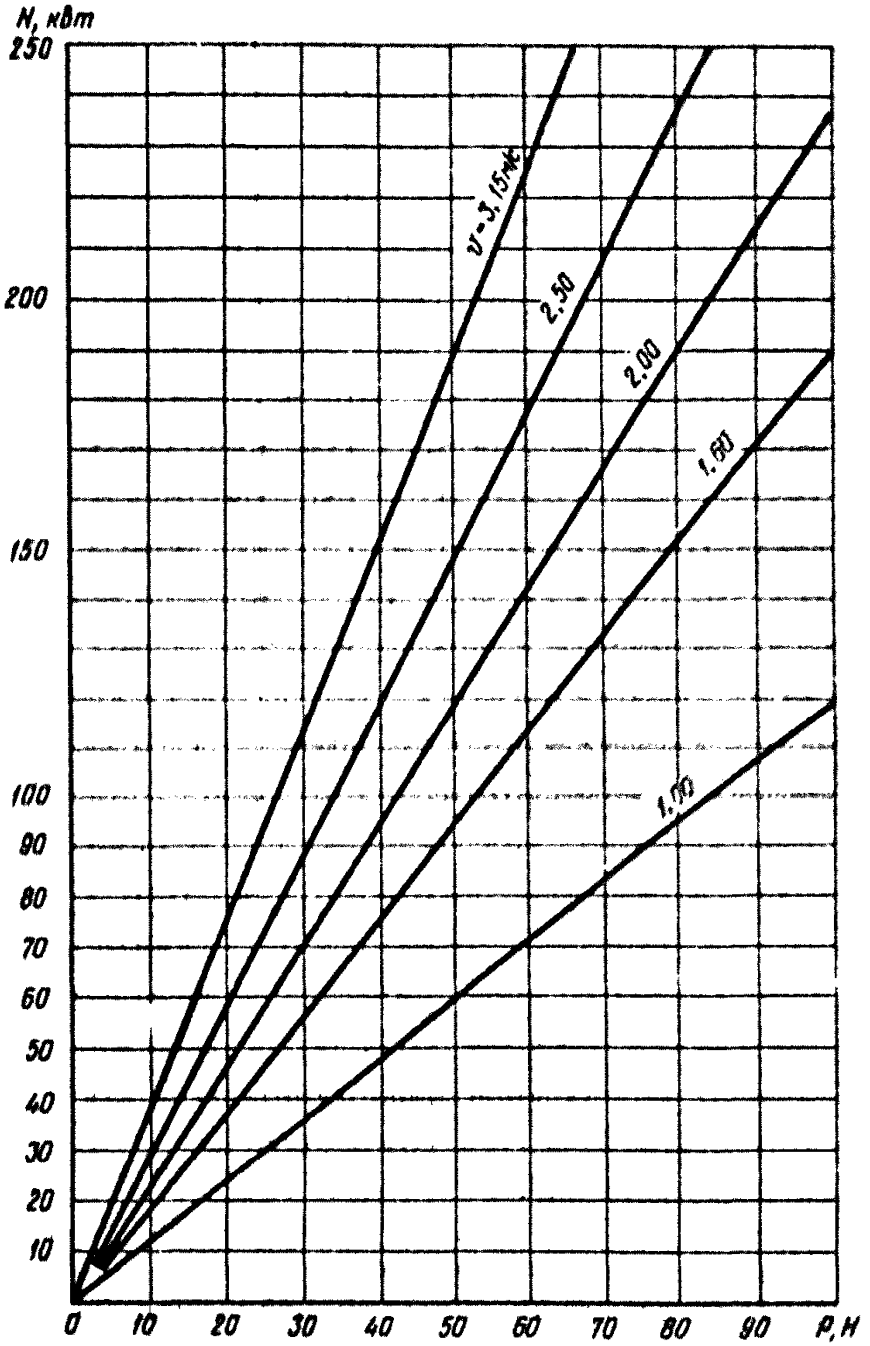
v – скорость ленты конвейера, м/с;

η – общий коэффициент полезного действия всех механизмов привода, включая и сопротивления на приводном барабане, в среднем принимают η = 0,80 – 0,92.

Графики мощности для различных значений окружных усилий и скорости при $\eta = 0{,}95$ и $K_3 = 1{,}15$ даны на черт. 10.

17.2. Ориентировочные значения усилий сопротивления движению, расчетного натяжения ленты и мощности привода конвейера, работающего в средних производственных условиях даны в табл. 22, производительность дана для груза средней подвижности с плотностью 1 т/м^3 при скорости 1 м/с; сопро-

График мощности привода конвейера



Черт. 10

Таблица 22

Ориентировочные значения расчетных параметров конвейеров

Ширина ленты B, мм	Расчетная производительность Q_p, т/ч	Расчетная погонная нагрузка от массы груза q_r, кН/м	Сопротивление движению, кН		Мощность двигателя, кВт		Расчетное натяжение ленты, кН	
			W_{Lr} горизонтального конвейера L = 100 м	$q_r H$ подъема груза на H = 10 м	горизонтального конвейера L = 100 м	подъема груза на H = 10 м	горизонтального конвейера L = 100 м	подъема груза на H = 10 м
400	53	0,15	1,90	1,50	2,30	1,75	3,70	2,85
500	88	0,24	2,68	2,40	3,20	2,90	5,20	4,70
650	160	0,45	4,17	4,50	5,00	5,66	8,00	8,54
800	245	0,68	6,55	6,80	7,80	6,10	12,60	13,10
1000	400	1,11	10,12	11,10	12,00	13,20	19,43	21,30
1200	580	1,61	13,66	16,10	16,45	19,10	26,60	30,90
1400	810	2,25	18,62	22,50	22,10	26,70	65,75	43,20
1600	1060	2,94	23,80	29,40	28,25	34,90	45,70	56,45
2000	1690	4,70	37,37	47,00	44,40	55,80	71,75	90,24

тивления движению ленты подсчитаны для тяжелых условий работы при коэффициенте сопротивления С = 0,035; мощности определены при КПД $\eta = 0{,}95$ и $K_з = 1{,}15$; расчетные натяжения ленты подсчитаны для однобарабанного привода при тяговом факторе $e^{\mu\alpha} = 2{,}5$ и $S_{max} = 1{,}92\,W$ с учетом $K_з = 1{,}15$. Величины погонных нагрузок приняты по табл. 20. Для конвейеров с другими исходными данными должны быть внесены соответствующие поправки.

18. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЛЕНТЫ

18.1. Расчетное натяжение ленты $S_{нб}$ равно натяжению ветви ленты, набегающей на приводной барабан, вычисляемому по формулам:

18.1.1. При однобарабанном приводе

$$S_{нб} = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} P K_з , \qquad (37)$$

где $S_{нб}$ – натяжение ветви ленты, набегающей на приводной барабан, Н;

e = 2,72 – основание натуральных логарифмов;

μ – коэффициент трения ленты о поверхность барабана; (см. табл. 23);

α – угол обхвата лентой приводного барабана, рад;

P – окружное усилие на приводном барабане, Н;

$K_з$ = 1,10–1,20 – коэффициент запаса;

18.1.2. При двухбарабанном приводе

$$S_{нб} = \frac{e^{(\mu_1\alpha_1 + \mu_2\alpha_2)}}{e^{(\mu_1\alpha_1 + \mu_2\alpha_2)} - 1} P K_з , \qquad (38)$$

где, кроме ранее обозначенных,

α_1 и α_2 – углы обхвата лентой, соответственно, первого и второго барабанов, рад.;

μ_1 и μ_2 – коэффициенты трения ленты о поверхность, соответственно, первого и второго барабанов (см. табл. 23).

18.2. Значения фактора сцепления $e^{\mu\alpha}$ и выражения $\frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}$ даны в табл. 24 и на черт. 11.

Таблица 23

Расчетные значения коэффициента трения μ между лентой с резиновой обкладкой и приводным барабаном

Поверхность приводного барабана	Состояние соприкасающихся поверхностей ленты и барабана	Атмосферные условия	Группы условий работы конвейера	Расчетная величина коэффициента μ
Стальная или чугунная, без футеровки	Чистые	Сухо	Л	0,35
	Пыльные	Сухо	С	0,30
	Загрязненные: углем, песком*	Влажно	Т; ОТ	0,20
	Загрязненные глиной**	Влажно; морозно	Т; ОТ	0,10
Футерованная резиной	Чистые	Сухо	Л	0,50
	Пыльные	Сухо	С***	0,40
	Загрязненные: углем, песком*	Влажно	С***; Т; ОТ	0,25
	Загрязненные глиной**	Влажно; морозно	Т; ОТ	0,15
Футерованная прорезиненной лентой без обкладки (трение по тканевой прокладке)	Чистые	Сухо	Л	0,45
	Пыльные	Сухо	С	0,35
	Загрязненные: углем, песком*	Влажно	С***; Т; ОТ	0,25
	Загрязненные глиной**	Влажно; морозно	Т; ОТ	0,10

* Любые нелипкие грузы;

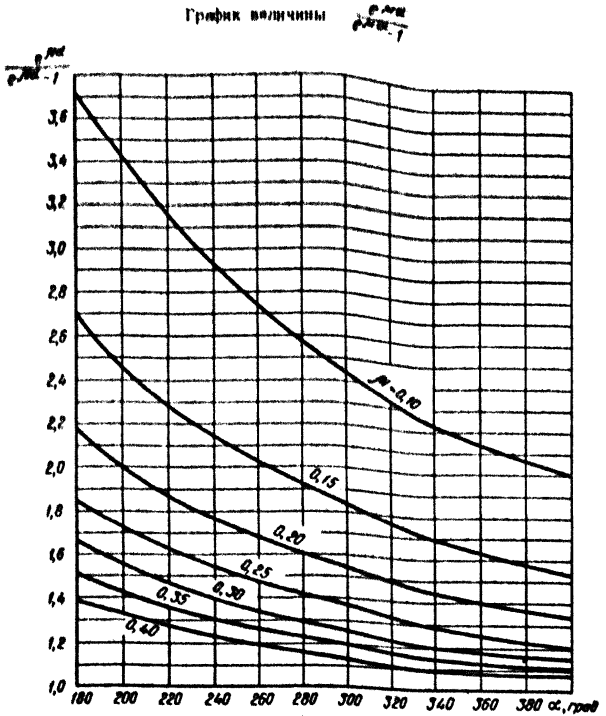
** Липкие грузы, снижающие коэффициент трения; снег, обледенение;

*** При влажности окружающего воздуха до 65% и сыром транспортируемом грузе, при гидроуборке помещения.

Таблица 24

Значения тягового фактора $T = e^{\mu\alpha}$ и коэффициентов $Г = \frac{1}{e^{\mu\alpha}-1}$ и $Ж = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha}-1}$

Коэффициент трения μ	Величина	Углы обхвата лентой барабана α, град (рад)										
		180 (3,14)	190 (3,22)	200 (3,50)	210 (3,67)	240 (4,19)	300 (5,24)	330 (5,76)	360 (6,28)	400 (6,98)	420 (7,85)	480 (8,36)
0,15	Т	1,60	1,65	1,69	1,73	1,88	2,20	2,38	2,57	2,85	3,25	3,51
	Г	1,66	1,55	1,45	1,60	1,14	0,84	0,73	0,64	0,54	0,44	0,40
	Ж	2,66	2,55	2,48	2,37	2,14	1,84	1,73	1,64	1,54	1,44	1,40
0,20	Т	1,85	1,94	2,01	2,08	2,31	2,85	3,17	3,52	4,05	4,84	5,34
	Г	1,14	1,06	0,99	0,92	0,76	0,54	0,46	0,40	0,33	0,26	0,23
	Ж	2,14	2,06	1,99	1,92	1,76	1,54	1,46	1,40	1,33	1,26	1,23
0,25	Т	2,20	2,29	2,40	2,50	2,85	3,71	4,23	4,82	5,74	7,05	8,17
	Г	0,84	0,77	0,72	0,67	0,54	0,37	0,31	0,26	0,21	0,16	0,14
	Ж	1,84	1,77	1,72	1,67	1,54	1,37	1,31	1,26	1,21	1,16	1,14
0,30	Т	2,57	2,71	2,85	3,01	3,52	4,82	5,64	6,60	8,14	10,50	12,85
	Г	0,64	0,59	0,54	0,50	0,40	0,26	0,22	0,18	0,14	0,10	0,09
	Ж	1,64	1,59	1,54	1,50	1,40	1,26	1,22	1,18	1,14	1,10	1,09
0,35	Т	3,01	3,20	3,40	3,61	4,34	6,27	7,53	9,05	11,55	15,60	18,78
	Г	0,50	0,46	0,42	0,38	0,30	0,19	0,17	0,13	0,08	0,07	0,06
	Ж	1,50	1,46	1,42	1,38	1,30	1,19	1,17	1,13	1,08	1,07	1,06
0,40	Т	3,52	3,78	4,05	4,34	5,35	8,14	10,04	12,39	16,38	23,00	28,56
	Г	0,40	0,36	0,33	0,30	0,23	0,14	0,10	0,09	0,07	0,05	0,03
	Ж	1,40	1,36	1,33	1,30	1,23	1,14	1,10	1,09	1,07	1,05	1,03



Черт. 11

19. ПРОВЕРКА ВЫБОРА ТИПА ЛЕНТЫ

19.1. По величине расчетного натяжения, подсчитанного по формулам (37) и (38), уточняется выбор типа и прочности ленты на основании формул (20) – (24) раздела 12 и определяется точное значение погонной нагрузки от массы ленты $q_л$.

19.2. В случае значительных (более 30%) расхождений между принятой в расчете и уточненной значениями $q_л$ делается перерасчет натяжения и мощности привода конвейера.

20. ВЫБОР ДИАМЕТРА БАРАБАНОВ

20.1. Величина диаметра барабана определяется назначением барабана, натяжением, шириной и типом тягового каркаса ленты.

20.2. Диаметр приводного (без учета футеровки) и неприводных барабанов для конвейеров с резинотканевыми лентами вычисляется по формуле

$$D = K_A K_Б i , \qquad (39)$$

где D - диаметр барабана, м;

K_A - коэффициент типа прокладок (табл. 25);

$K_Б$ - коэффициент назначения барабана (табл. 26);

i - количество прокладок основы тягового каркаса ленты.

Таблица 25

Коэффициент типа прокладок K_A

Прочность прокладки, Н/мм	55	100	150	200	300	400
Коэффициент K_A	125-140	141-160	161-170	171-180	181-190	191-200

Примечание. Меньшие значения K_A принимаются для лент меньшей ширины общего диапазона прочности, например, для прокладок прочностью 55 Н/мм K_A = 125 для ленты В = 400 мм и K_A = 140 для ленты В = 2000 мм.

Таблица 26

Коэффициент назначения барабана $K_Б$

Назначение барабана	Угол обхвата барабана лентой α, град	Коэффициент $K_Б$ при отношении натяжения ветви ленты, набегающей на барабан, к допускаемому натяжению, %			
		76-100	51-75	25-50	менее 25
Приводной	180-240	1,00	0,80	0,63	-
Концевой, натяжной	180-200	1,00	0,80	0,63	0,50
Оборотный,	70-100	-	0,63	0,50	0,40
отклоняющий	69-30	-	-	0,40	0,32

20.3. Диаметры приводного барабана для конвейеров с резинотросовой лентой даны в табл. 27. Диаметры барабанов другого назначения принимаются в соответствии с коэффициентом $K_Б$ (табл. 26)

$$D = D_Б K_Б , \qquad (40)$$

где $D_Б$ – диаметр приводного барабана по табл. 27.

Таблица 27

Диаметры нефутерованных приводных барабанов для резинотросовых лент

Тип ленты по ТУ 38.105.841-75; ТУ 38.405.282-76	Диаметр приводного барабана $D_Б$, мм, при ширине ленты B, мм	
	800-1400	1600-2000
2РТЛ-1500	800	1000
2РТЛ-1600	800	1000
2РТЛ-2500	1000	1250-1600
2РТЛ-3150	1250	1250-1600
2РТЛ-4000	–	1600
РТЛ-5000	–	1600-2000
РТЛ-6000	–	2000-2500

Примечание. Бо́льшие значения диаметров принимаются для конвейеров, работающих в тяжелых режимах.

20.4. Полученный по формулам (39) и (40) размер диаметра барабана должен быть округлен до ближайшего большего или меньшего размера из нормального ряда размеров диаметров барабанов по ГОСТ 22644-77.

Диаметр футерованного барабана должен быть увеличен на двойную толщину футеровки.

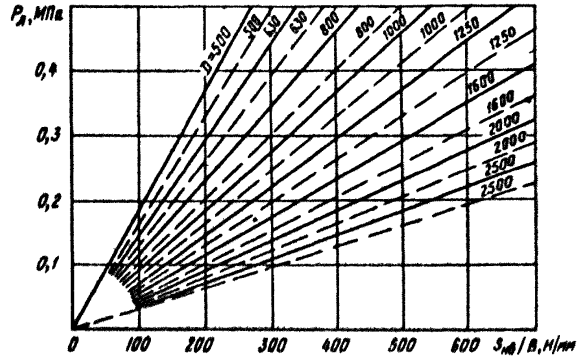
20.5. Выбранный диаметр приводного барабана должен быть проверен по действующему удельному давлению ленты на поверхность барабана, которое не должно превышать допускаемых пределов:

$$p_Л = \frac{360}{\alpha^\circ B D}(S_{НБ} + S_{СБ}) \approx \frac{360 S_{НБ}}{\alpha^\circ B D}\left(\frac{e^{\mu\alpha}+1}{e^{\mu\alpha}}\right) \le p_{Л.Д}, \qquad (41)$$

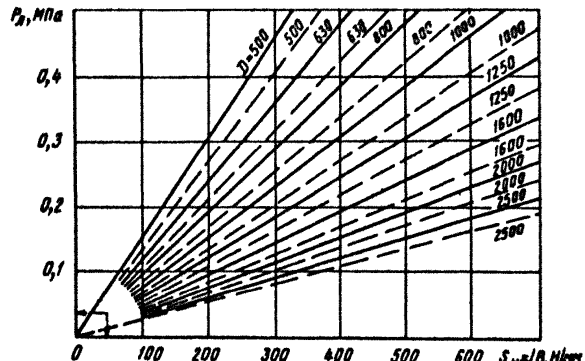
где $p_Л$ – удельное давление ленты на поверхность барабана, МПа;

$S_{НБ}$ – натяжение ветви ленты, набегающей на барабан при установившемся движении, Н;

Графики зависимости $p_л$ от $S_{нб}/B$ для барабанов разного диаметра



а

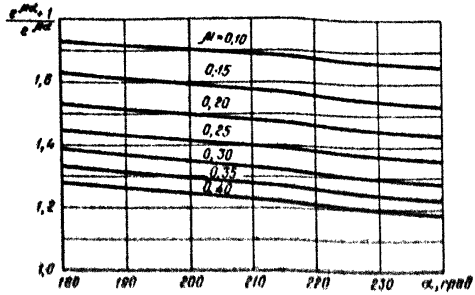


б

—— $\mu = 0,25$; - - - $\mu = 0,40$
а – $\alpha = 180°$; б – $\alpha = 210°$

Черт. 12

График величины $\frac{e^{\mu\alpha}+1}{e^{\mu\alpha}}$



Черт. 13

$S_{сб}$ – то же, сбегающей ветви, Н;
α – угол обхвата барабана лентой, град;
B – ширина ленты, мм;
D – диаметр барабана, мм;
$e^{\mu\alpha}$ – тяговый фактор привода конвейера (см. табл. 24).

Допускаемое удельное давление на поверхность барабана: для резинотканевых лент

$$p_{л.д} = 0,20 - 0,30 \text{ МПа.}$$

Допускаемое удельное давление на поверхность барабана для резинотросовых лент

$$p_{л.д} = 0,35 - 0,55 \text{ МПа}$$

Меньшие значения $p_{л.д}$ принимаются для лент меньшей прочности в заданном диапазоне, а также при работе конвейера в тяжелых режимах.

Графики зависимости удельного давления от соотношения $S_{нб}/B$ для различных диаметров барабанов даны на черт. 12, графики величины $\frac{e^{\mu\alpha}+1}{e^{\mu\alpha}}$ даны на черт. 13.

21. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОГО КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА НА ВАЛУ ПРИВОДНОГО БАРАБАНА

21.1. Расчетный крутящий момент на валу приводного барабана вычисляется по формуле

$$M_{кр} = K_з P \frac{D_б}{2}, \qquad (42)$$

где $M_{кр}$ – крутящий момент на валу приводного барабана, Н·см;

$K_з$ = 1,10–1,20 – коэффициент запаса и неучтенных потерь (принимается одинаковой величины при определении расчетного натяжения, мощности и крутящего момента);

P – окружное усилие на приводном барабане, Н;

$D_б$ – диаметр приводного барабана, см.

21.2. Крутящий момент, вычисленный по формуле (42), является расчетной основой для выбора типоразмера приводного барабана (с учетом суммарного радиального усилия) и редуктора.

22. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ УЗЛА ЗАГРУЗКИ КОНВЕЙЕРА

22.1. Конвейер может загружаться непосредственно другим конвейером, загрузочной машиной или из бункера. Для загрузки конвейера из бункера необходима установка питателя, затвора или дозатора для обеспечения равномерной подачи груза на ленту конвейера. В отдельных случаях загрузка конвейера из бункера малой вместимости (примерно до 1 м^3) возможна при помощи наклонного патрубка, воспринимающего вертикальное давление столба груза в бункере и обеспечивающего равномерную подачу груза на конвейер.

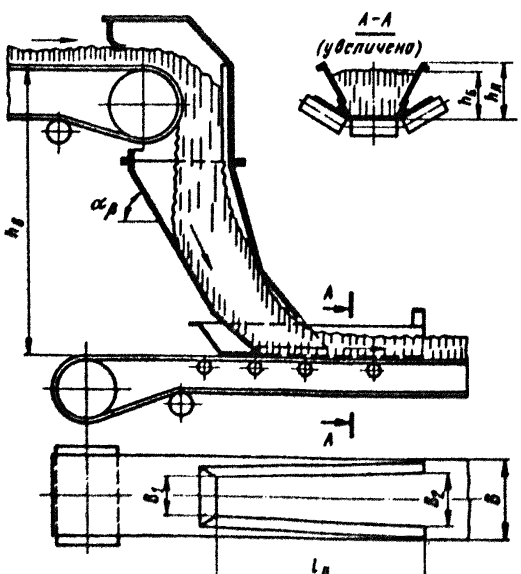
22.2. Крупнокусковым грузом, как правило, конвейер должен загружаться при помощи питателя. В отдельных случаях возможна подача на конвейер крупных кусков по наклонному лотку параболического профиля, обеспечивающего снижение скорости груза при его подаче на ленту до минимального предела. В таком лотке на пути скольжения груза должен быть предусмотрен участок грохочения для первоначальной загрузки ленты мелкими частицами груза и подаче кусков на слой мелких частиц.

22.3. Во всех случаях целесообразна продольная загрузка конвейера с подачей груза в направлении движения ленты загружаемого конвейера. Поперечная загрузка, при которой груз подается под углом к продольной оси ленты загружаемого конвейера, снижает надежность работы конвейера и сокращает срок службы ленты.

22.4. При проектировании узла загрузки должны быть выполнены следующие требования, груз должен подаваться сформированным потоком, направленным в середину ленты; подача груза должна быть равномерной и непрерывной; высота падения груза из воронки на ленту должна быть минимальной; скорость и направление подачи груза должны быть близки к скорости и направлению движения загружаемой ленты.

22.5. Для формирования и правильной организации потока груза на ленте конвейера под загрузочной воронкой над загружаемой лентой устанавливается направляющий лоток (черт. 14).

Схема установки загрузочного лотка



Черт. 14

Ширина лотка в начальной части $B_1 = 0,5\ B$, (43)

в конечной части $B_2 = (0,6-0,7)\ B$, (44)

где B – ширина ленты, м.

В отдельных случаях можно принимать $B_1 = B_2 = 0,6\ B$ (45)

Длина лотка $l_л$ и высота $h_л$ в зависимости от ширины и скорости движения ленты принимаются по табл. 28.

Таблица 28

Минимальные длина и высота направляющего лотка

Ширина ленты, мм	Размеры лотка, м			
	Длина $l_л$ при скорости ленты, м/с			Высота $h_л$, не менее
	До 1,60	1,61-2,50	Более 2,50	
400	1,0	1,2	1,6	0,2
500	1,2	1,6	2,0	0,2
650	1,2	2,0	2,5	0,3
800	1,6	2,5	2,5	0,3
1000	2,0	2,5	2,5	0,4
1200	2,0	2,5	2,5	0,4
1400	2,0	2,5	2,5	0,4
1600	2,2	2,5	3,0	0,5
2000	2,5	3,0	3,5	0,6

22.6. Уплотнительные направляющие, которыми лоток соприкасается с лентой конвейера, должны быть изготовлены из мягкой износостойкой резины с твердостью не выше 60 – 70 международных единиц твердости по твердомеру ИСО.

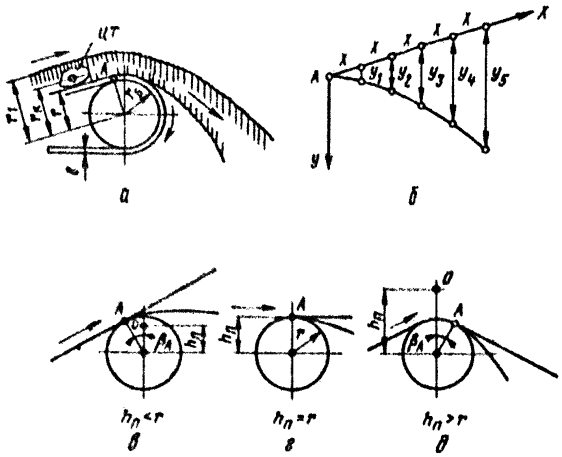
22.7. При транспортировании грузов с пылевидными частицами конструкции узлов загрузки-разгрузки должны быть герметичными и снабжены принудительным отсосом пыли.

22.8. Во избежание застопорения груза углы наклона прямолинейных стенок загрузочной воронки должны быть на 5-10° больше угла естественного откоса транспортируемого груза, а сечения – достаточные для свободного прохождения максимального грузопотока.

23. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ И ТИПА УСТРОЙСТВ ДЛЯ РАЗГРУЗКИ КОНВЕЙЕРА

23.1. Конвейер может иметь концевую разгрузку с переднего барабана и промежуточную – при помощи разгрузочных устройств, расположенных на трассе конвейера.

Схемы к построению траектории движения слоя груза с разгрузочного барабана



а б в г д

Черт. 15

23.2. Частицы транспортируемого груза, отрываясь от разгрузочного барабана, движутся по параболе (черт. 15, а), очертание которой определяется координатами:

$$X = v_i t , \qquad (46)$$

$$y = \frac{1}{2} g t^2 = \frac{g}{2 v_i^2} t \approx 4{,}9 \frac{t}{v_i^2} , \qquad (47)$$

где t – время движения частицы, с;

g = 9,81 – ускорение свободного падения тела, м/с^2;

v_i – скорость движения частицы груза, м/с.

Для внутреннего очертания слоя груза на ленте (черт.15,а):

$$v_i = v , \qquad (48)$$

для наружного очертания слоя груза

$$v_i = v \frac{r + h_{cp}}{r} ; \qquad (49)$$

для движения отдельных кусков груза

$$v_i = v\frac{r_к}{r}, \qquad (50)$$

где v – скорость движения ленты конвейера, м/с;

$h_{гр}$ – высота слоя груза на ленте, м;

$r = r_б + \delta$ – радиус поворота наружной стороны ленты на барабане, м;

$r_к$ – расстояние от центра тяжести куска груза до центра барабана, измеренное перпендикулярно к линии ленты, м;

$r_б$ – радиус барабана, м;

δ – общая толщина ленты, м.

23.3. Траектория движения частиц груза с разгрузочного барабана строится следующим образом (черт. 15, б): в точке А отрыва частицы груза от барабана проводится касательная линия к поверхности барабана в качестве оси координаты X. На этой линии откладываются равные отрезки X, соответствующие, например, времени движения $t = 1$ с; от этих отрезков вертикально откладываются отрезки $y_1, y_2 \ldots y_n$ соответствующей длины, подсчитанные по формуле (47). Соединение концов отрезков определяет траекторию движения частиц груза. Такое построение делается для внутреннего и наружного очертания слоя груза на ленте.

23.4. Точка отрыва частицы груза от барабана определяется соотношением между полюсным расстоянием $h_п$ и радиусом r. При $h_п < r$ точка А находится в левом (1-м) квадранте (черт. 15, в); при $h_п = r$ – точка А находится на вертикальной оси, отграничивающей 1-й и 2-й квадранты (черт. 15, г); при $h_п > r$ – точка А находится в правом (2-м) квадранте (черт. 15, д). Величина полюсного расстояния вычисляется по формуле

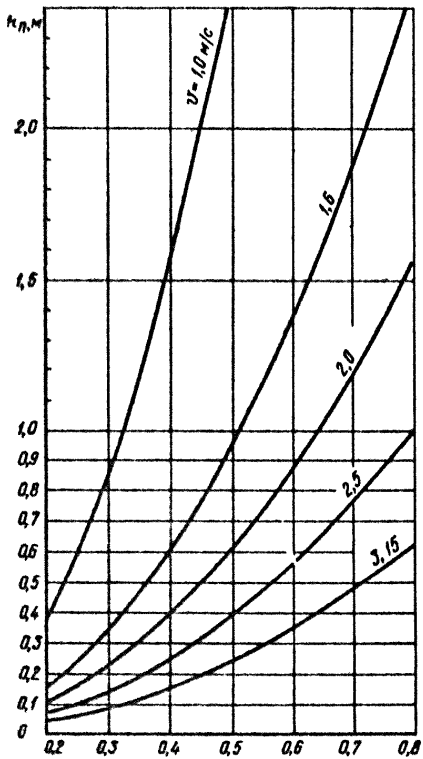
$$h_п = \frac{g r^2}{v^2} = 9{,}81\frac{r^2}{v^2}. \qquad (51)$$

Смотри также графики на черт. 16.

Положение точки А в 1-м квадранте определяется углом наклона конвейера β (черт. 15, в). Положение точки А во 2-м квадранте определяется углом β_A :

для нижнего слоя и отдельного куска груза

График $h_п = g\frac{r^2}{v^2}$



Черт. 16

$$\beta_{AH} = \rho - \arcsin\left[\frac{v^2}{gr}\sin\rho\right], \qquad (52)$$

для верхнего слоя груза

$$\beta_{AB} = \varphi_1 - \arcsin\left[\frac{v^2(r+h_{гр})}{gr^2}\sin\varphi_1\right], \qquad (53)$$

где $\rho = arctg f_1$ – угол трения частицы груза на поверхности ленты, град;

f_1 – коэффициент трения частицы груза по поверхности ленты (обычно $f_1 = 0,5-0,7$);

φ_1 – угол свободного расположения груза на движущейся ленте (берется из справочного приложения 4).

23.5. Стенки разгрузочной воронки, воспринимающие удары падающих частиц груза, должны быть конструктивно защищены от быстрого износа листами износостойкой резины, слоем груза, размещенным в специальных отсеках – карманах, и подобными устройствами.

23.6. Для промежуточной разгрузки ленточного конвейера применяются передвижные барабанные разгружатели, односторонние или двухсторонние плужковые разгружатели с жесткими разгрузочными щитами и односторонние разгружатели с подвижной лентой. Области применения различных устройств промежуточной разгрузки даны в табл. 29.

23.7. Устройства промежуточной разгрузки устанавливаются на горизонтальных участках трассы конвейера. Установка их на наклонных участках не допускается.

23.8. Передвижные барабанные и плужковые разгружатели применяются для промежуточной непрерывной разгрузки конвейера по всей горизонтальной трассе, например при загрузке бункерной галереи.

Стационарные плужковые разгружатели обеспечивают разгрузку только в одном месте горизонтального участка трассы конвейера.

При применении плужковых разгружателей предпочтение следует отдавать двухсторонним разгружателям, поскольку они способствуют лучшему центрированию хода ленты, чем односторонние.

23.9. Схемы и габаритные размеры устройств для промежуточной загрузки конвейера принимаются по каталогам заводов-изготовителей.

Таблица 29

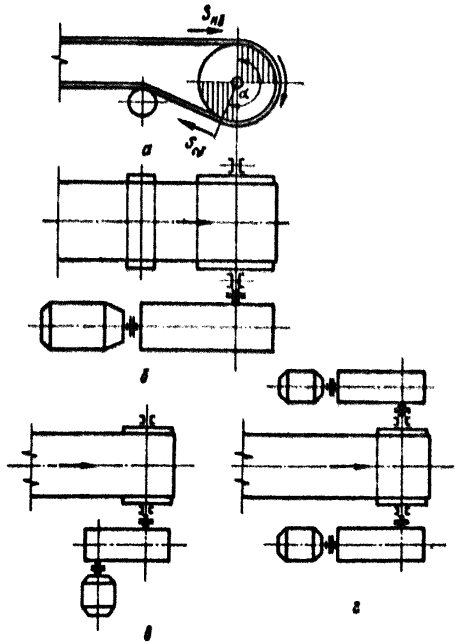
Области применения устройств для промежуточной разгрузки конвейера

Параметры	Барабанные разгружатели с механическим передвижением	Плужковые разгружатели с жесткими щитами			Плужковые разгружатели с подвижной лентой, односторонние
		Стационарные	С передвижением		
			ручным	механическим	
Ширина ленты конвейера, мм	500-2000	500-1000	Односторонние 500-800	500-1000	650-800
		500-1400	Двухсторонние 500-1000	650-1600	
Управление разгружателем	Автоматизированное и дистанционное	Ручное, местное, автоматизированное	Ручное, местное	Автоматизированное	Ручное, местное
Транспортируемые грузы	Насыпные грузы - зернистые, порошкообразные, мелко- и среднекусковые, нелипкие	Насыпные грузы - пылевидные, порошкообразные, зернистые и мелкокусковые групп абразивности А, В, и С			Штучные массой до 30 кг

24. ВЫБОР ТИПА И РАСПОЛОЖЕНИЯ ФРИКЦИОННОГО БАРАБАННОГО ПРИВОДА

24.1. На конвейере могут применяться следующие типы фрикционных барабанных приводов: однобарабанный привод с одним (черт. 17, а, б, в) и с двумя (черт. 17, г) электродвигателями; двухбарабанный привод с близко расположенными друг около друга приводными барабанами (черт. 18 и 19) и с раздельным расположением приводных барабанов на переднем и заднем концах конвейера (черт. 20).

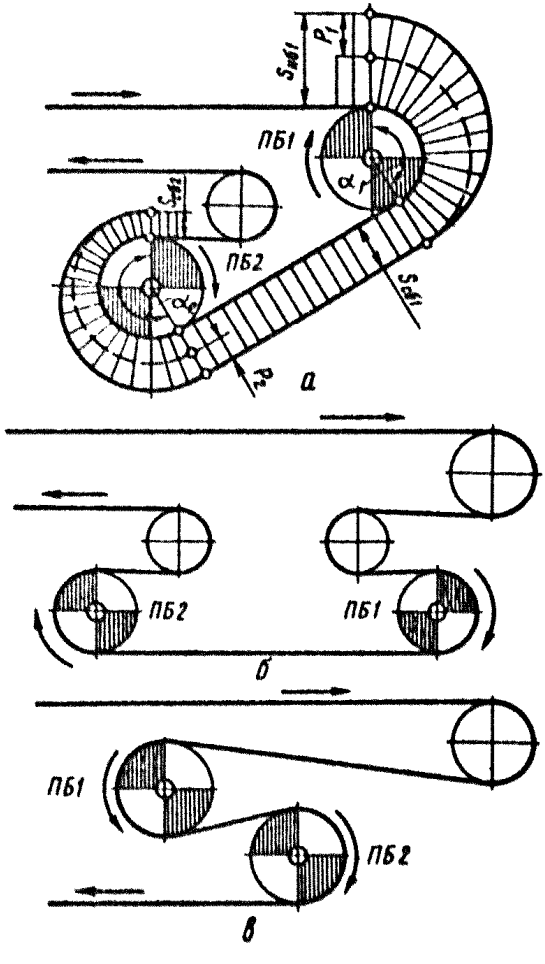
Однобарабанный привод Двухбарабанный привод



а – схема обводки ленты на барабане; б, в – привод с одним электродвигателем; г – привод с двумя электродвигателями

Черт. 17

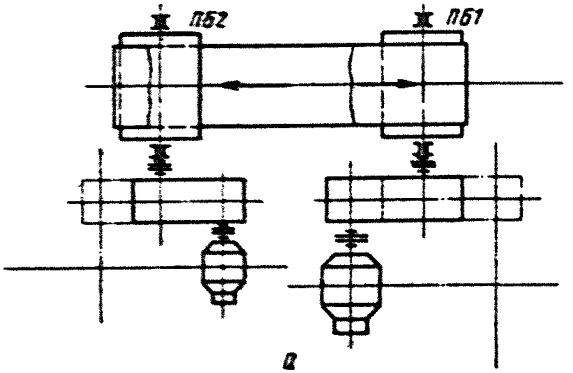
Схемы различных типов обводки ленты



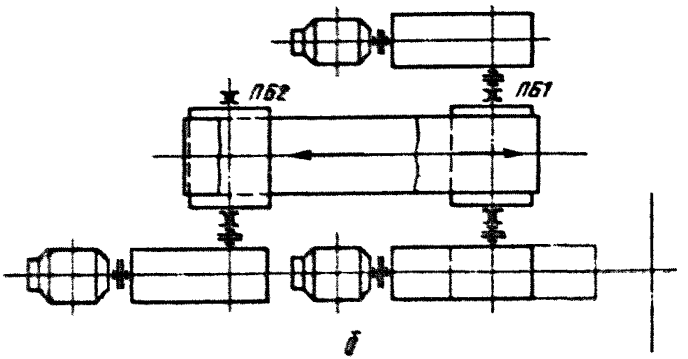
Черт. 18

Двухбарабанный привод

Схемы приводных механизмов



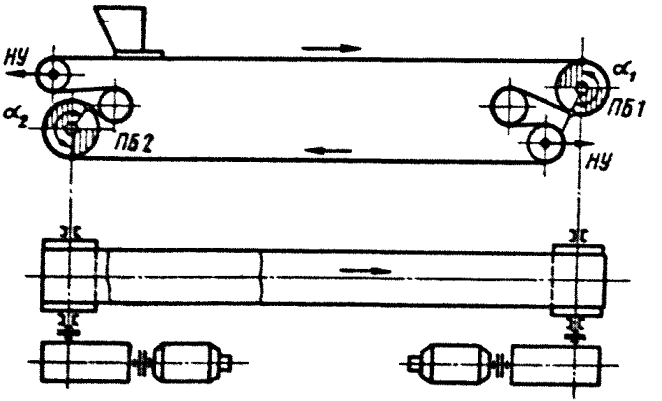
а



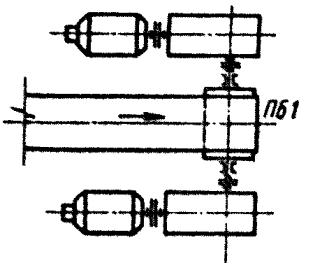
б

Черт. 19

Схемы конвейера с передним и задним приводным барабанами



а



б

Черт. 20

Таблица 30

Рекомендации по выбору типа привода конвейера

Тип привода	Преимущественные признаки		Характерное расположение	Тип электродвигателя
	Профиль и характеристика трассы	Диапазон величин μ		
Однобарабанный с одним двигателем (черт.17, а, б, в)	Любого профиля и любой протяженности	0,1–0,5	На переднем (головном) барабане	Асинхронный, короткозамкнутый до мощности 100 кВт; с фазным ротором при мощности более 100 кВт
Однобарабинный с двумя двигателями (черт.17,г)	То же, при отсутствии редукторов с большим моментом и по производственным условиям	0,1–0,5	То же	То же
Двухбарабанный привод без жесткой связи между барабанами и без уравнительного механизма с близким к друг к другу "сомкнутым" расположением барабанов (черт. 18 и 19)	Горизонтальная и горизонтально-наклонная большой протяженности	0,1–0,4	На нижней (обратной) ветви вблизи от концевого, разгрузочного барабана (рис.18,б, в) или при совмещении с передним барабаном (рис.18,а)	С фазным ротором и повышенным скольжением до 6%; с короткозамкнутым ротором и гидромуфтой
Двухбарабанный привод с раздельным расположением барабанов на переднем и заднем концах конвейера (черт.20)	Горизонтальная большой протяженности; преимущественно при одновременном транспортировании груза на верхней и нижней ветвях ленты	0,1–0,4	На переднем (головном) и заднем (хвостовом) барабанах	С фазным ротором и повышенным скольжением до 6%

24.2. Выбор типа привода определяется возможными значениями коэффициентов трения между лентой и поверхностью приводного барабана и использования прочности ленты, профилем и протяженностью трассы конвейера, и, в отдельных случаях, местными условиями расположения конвейера.

Общие рекомендации по выбору типа привода даны в табл.30. Окончательный выбор определяется сравнительным технико-экономическим расчетом возможных вариантов. Наиболее простым и надежным является однобарабанный привод.

24.3. Трехбарабанный привод с близко расположенными приводными барабанами применять не рекомендуется вследствие малой надежности его работы, сложности и громоздкости конструкции и многократных перегибов ленты.

24.4. Коэффициент полезного использования прочности ленты в общем виде определяется по формулам

$$\varphi = \frac{P}{S_{нб}} = \frac{P}{P + S_{сб}} = \frac{e^{\Sigma\mu\alpha} - 1}{e^{\Sigma\mu\alpha}} ; \qquad (54)$$

для однобарабанного привода

$$\varphi_1 = \frac{e^{\mu\alpha} - 1}{e^{\mu\alpha}} ; \qquad (55)$$

для двухбарабанного привода

$$\varphi_2 = \frac{e^{(\mu_1\alpha_1 + \mu_2\alpha_2)} - 1}{e^{(\mu_1\alpha_1 + \mu_2\alpha_2)}} , \qquad (56)$$

где φ – коэффициент использования прочности ленты;

e = 2,72 – основание натуральных логарифмов;

$\mu; \mu_1; \mu_2$ – коэффициенты трения ленты о поверхность приводных барабанов (см. табл. 23);

$\alpha; \alpha_1; \alpha_2$ – углы обхвата лентой приводных барабанов, рад.

Коэффициент распределения нагрузки между приводными барабанами в двухбарабанном приводе определяется по формуле

$$K_ф = \frac{P_1}{P_2} , \qquad (57)$$

где $K_ф$ – коэффициент распределения нагрузки между приводными барабанами;

P_1 – окружное усилие на первом приводном барабане, Н;

P_2 – то же, на втором приводном барабане, Н.

Значения коэффициента φ для различных значений коэффициентов μ и $K_ф$ даны в табл. 31.

Анализ данных табл.31 показывает, что при значениях коэффициента трения $\mu \geq 0,3$ значения коэффициента использования прочности ленты у однобарабанного и двухбарабанного привода близки друг к другу и, следовательно, при $\mu \geq 0,3$ целесообразно применение однобарабанного привода.

Таблица 31

Значения коэффициента полезного использования прочности ленты φ при различных типах фрикционных приводов

Коэффициент трения μ	Коэффициент φ				
	Однобарабанный привод	Двухбарабанный привод с коэффициентом распределения нагрузки между барабанами $K_ф$			
		1	1,5	2	3
0,1	0,34	0,51	0,57	0,60	0,65
0,2	0,57	0,73	0,77	0,82	0,70
0,3	0,72	0,84	0,87	0,89	0,92
0,4	0,82	0,90	0,92	0,93	0,94
0,5	0,88	0,94	0,94	0,95	0,96

24.5. При выборе типа привода следует также учитывать особенности трассы конвейера и возможности получения необходимой величины натяжения ветви ленты, сбегающей с приводного барабана.

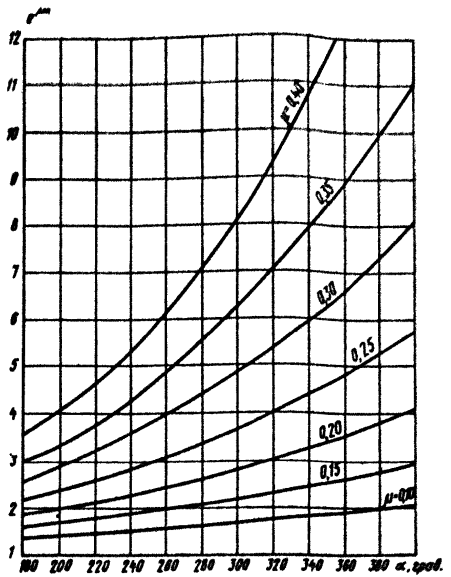
На наклонных и наклонно-горизонтальных конвейерах целесообразно применение однобарабанного привода при условии:

$$S_г \geq \frac{S_{нб}}{S_{сб}} \geq e^{\mu\alpha}, \qquad (58)$$

где, кроме ранее обозначенных, $S_г$ – составляющая силы тяжести спускающейся обратной ветви ленты в точке сбега ленты с приводного барабана.

Значения $e^{\mu\alpha}$ даны в табл. 24 и на черт. 21.

График величины $e^{\mu\alpha}$



Черт. 21

24.6. Определение параметров однобарабанного привода.

Натяжения ветвей ленты на приводном барабане: сбегающей

$$S_{сб} = K_з P \frac{1}{e^{\mu\alpha} - 1} ; \qquad (59)$$

набегающей

$$S_{нб} = S_{сб} e^{\mu\alpha} = K_з P \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} ; \qquad (60)$$

окружное усилие на приводном барабане (см.п.16):

$$P = (S_{нб} - S_{сб}) \frac{1}{K_з} = W \qquad (61)$$

Обозначения смотри в разделе 18.

Расчетные значения коэффициента трения ленты по барабану в зависимости от условий работы конвейера приведены в табл.23. Расчетные величины тягового фактора $e^{\mu\alpha} = \Gamma$ и выражений $\frac{1}{e^{\mu\alpha}-1} = \Gamma$ и $\frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha}-1} = K$ для различных величин α и μ даны в табл. 24 и на графике черт. 11.

Мощность приводного двигателя

$$N = K_3 \frac{Pv}{1020\eta}$$

Обозначения см. в п. 17.1.

В однобарабанном приводе с двумя электродвигателями (черт. 17, г) электродвигатели и приводные механизмы (редукторы, муфты, и т.п.) правой и левой частей привода должны быть совершенно одинаковыми. Общее окружное усилие на приводном барабане, равное общему сопротивлению движения ленты, вычисляется по формулам (33), (34), (35) или по подробному тяговому расчету (см. ниже, раздел 25). Общая потребная мощность вычисляется по формуле (36).

Расчетная мощность каждого электродвигателя привода с учетом возможных неравномерностей нагрузок вычисляется по формуле

$$N_1' = N_2' = K' \frac{N}{2} , \qquad (62)$$

где N_1' – мощность правого двигателя, кВт;

N_2' – мощность левого двигателя, кВт;

N – общая потребная мощность привода, определяемая по формуле (36), кВт;

$K' \approx 1,1$ – коэффициент дополнительного резерва мощности из-за возможной неравномерности распределения нагрузок.

24.7. Определение параметров двухбарабанного привода с близко расположенными приводными барабанами.

Двухбарабанные приводы с близко расположенными друг около друга "сомкнутыми" приводными барабанами в конструктивных исполнениях с жесткой кинематической связью (например, зубчатой передачей) между приводными барабанами и общим приводом и с соединением приводных барабанов дифференциальным редуктором (уравнительным механизмом) и общим приво-

дом применять не рекомендуется вследствие их больших недостатков.

Необходимо применять двухбарабанный привод с самостоятельными (индивидуальными) приводами на каждый приводной барабан. В этом конструктивном исполнении (так называемом тандем-приводе) барабаны связаны друг с другом только конвейерной лентой (черт.18). Дальнейший расчет дается для этого исполнения (черт. 18 и 19).

Характерные схемы обводки ленты приводных барабанов показаны на черт. 18. Наиболее оптимальны схемы(см.черт.18 а, б), в которых лента набегает на поверхность барабана своей чистой (опорной) стороной. Менее надежной является обводка, в которой на один барабан (например, первый – ПБ1, на черт. 18,в) лента набегает своей грузонесущей ("грязной"), а на другой – опорной ("чистой") сторонами. Загрязнение поверхности ленты частицы транспортируемого груза ухудшает фрикционные свойства контакта поверхностей ленты и барабана и способствует их ускоренному износу.

Приводные механизмы двухбарабанного привода могут иметь по одному электродвигателю на каждый барабан (черт.19, а) или два двигателя на первом барабане и один – на втором (черт. 19,б); редукторы – цилиндрические или цилиндроконические, последние – наиболее предпочтительны. Принципиально возможно применение по два двигателя на каждый барабан, однако такой вариант применяется редко и надежность его ниже первых двух вариантов.

Мощность двигателей двухбарабанного привода вычисляется по формулам

$$N = N_1 + N_2 \; ; \tag{63}$$

$$N_1 = N \frac{K_\varphi}{K_\varphi + 1} \cong N_{1Д} \; ; \tag{64}$$

$$N_2 = N \frac{1}{K_\varphi + 1} \cong N_{2Д} \; , \tag{65}$$

где N – общая потребная мощность, вычисляемая по формуле (36), кВт;

N_1 – мощность двигателя на первом барабане, кВт;

N_2 – мощность двигателя на втором барабане, кВт;

$N_{1Д}$ и $N_{2Д}$ – принятые по каталогу мощности электродвигателей, соответственно, на первом и втором барабанах, кВт;

$K_{\varphi} = \frac{N_{1Д}}{N_{2Д}}$ – коэффициент распределения нагрузки между приводными барабанами, равный соотношению мощностей принятых электродвигателей на первом и втором барабанах.

Обычно практически принимают $K_{\varphi} = 1–3$ в зависимости от коэффициента φ полезного использования прочности ленты (см. табл. 31). При установке на первом барабане двух двигателей вводится поправка по формуле (62).

Окружные усилия, развиваемые на первом и втором приводных барабанах, вычисляются по формулам

$$P = P_1 + P_2 ; \qquad (66)$$

$$P_1 = P \frac{K_{\varphi}}{K_{\varphi} + 1} ; \qquad (67)$$

$$P_2 = P \frac{1}{K_{\varphi} + 1} , \qquad (68)$$

где P – общее окружное усилие, необходимое для преодоления всех сопротивлений движению на трассе конвейера, Н;

P_1 – окружное усилие на первом приводном барабане, Н;

P_2 – то же, на втором барабане, Н;

K_{Φ} – коэффициент соотношения мощностей электродвигателей на первом и втором барабанах.

Натяжение ветви ленты, сбегающей со второго барабана, вычисляется по формуле

$$S_{сб2} = P_2 K_3 \frac{1}{e^{\mu_2 \alpha_2} - 1} , \qquad (69)$$

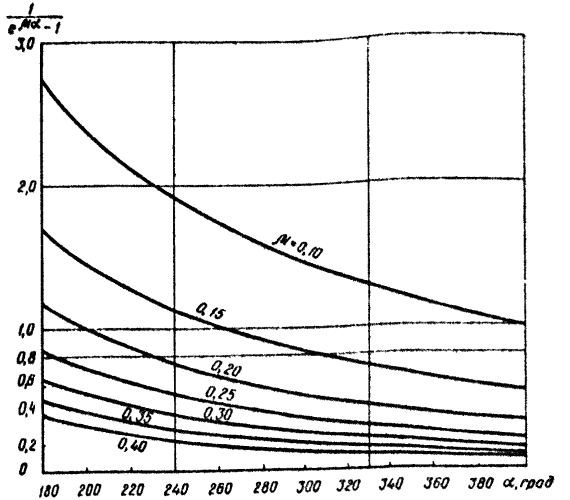
где, кроме указанных ранее, $S_{сб2}$ – натяжение ветви ленты, сбегающей со второго барабана, Н;

$K_3 = 1,1–1,2$ – коэффициент запаса сцепления.

Значение $\Gamma = \frac{1}{e^{\mu_2 \alpha_2} - 1}$ берется из табл. 24 или из графиков на черт. 22.

Значения μ_2 и α_2 принимают по условиям работы конвейера из табл. 23 и геометрии обводки ленты на втором барабане.

График величины $\frac{1}{e^{\mu\alpha}-1}$



Черт. 22

Натяжение ленты, набегающей на второй барабан и сбегающей с первого барабана

$$S_{нб2} = S_{сб1} = S_{сб2}\, e^{\mu_2 \alpha_2}. \qquad (70)$$

Натяжение ленты, набегающей на первый барабан

$$S_{нб1} = S_{сб1} + K_3 P_1 = S_{сб2}\, e^{\mu_2 \alpha_2} + K_3 P_1 ; \qquad (71)$$

$$\frac{S_{нб1}}{S_{сб2}} = e^{(\mu_1 \alpha_1 + \mu_2 \alpha_2)} = e^{\mu_1 \alpha_1} \cdot e^{\mu_2 \alpha_2}. \qquad (72)$$

Отсюда потребный тяговый фактор на первом приводном барабане

$$e^{\mu_1 \alpha_1} \geq \frac{S_{нб1}}{S_{сб2}\, e^{\mu_2 \alpha_2}} \quad , \qquad (73)$$

Расчет ленты производится по натяжению $S_{нб1}$.

24.8. Определение параметров привода с раздельным расположением приводных барабанов на переднем и заднем концах конвейера (черт. 20).

Порядок тягового расчета и определение общего сопротивления движению и тягового усилия такие же, как и для конвейеров с рассмотренными ранее приводами. Отличие заключается лишь в определении коэффициента распределения нагрузок между приводными барабанами и в установке натяжных устройств.

Коэффициент соотношения окружных усилий на первом ("головном") и втором ("хвостовом") приводных барабанах вычисляется по формулам:

для резинотканевой ленты

$$K_\Phi = \frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{W}{C_2} + (1 - \zeta_б) + \frac{W_н}{E}}{W_в\left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{E}\right) + \frac{W_н}{C_1} - (1 - \zeta_б)} \quad , \qquad (74)$$

где P_1 – окружное усилие на первом приводном барабане, Н;

P_2 – то же, на втором барабане, Н;

K_Φ – коэффициент соотношения окружных усилий на приводных барабанах;

$W = P = W_в + W_н = P_1 + P_2$ – общее сопротивление движению на всей трассе конвейера, Н;

$W_в$ – сопротивление движению на верхней ветви конвейера, Н;

$W_н$ – сопротивление движению на нижней ветви конвейера, Н;

C_1 – коэффициент жесткости механической характеристики двигателя привода на первом барабане;

C_2 – то же, на втором барабане;

$\zeta_б = \frac{D_2}{D_1}$ – коэффициент соотношения диаметров второго D_2 и первого D_1 приводных барабанов по допускам их возможных отклонений (в номинале $D_1 = D_2$);

$E = E_0 \delta$ – приведенный модуль упругости ленты, Н;

E_0 – номинальный модуль упругости одной прокладки лен-

ты, Н/мм ширины прокладки (принимаются по данным заводов – изготовителей лент);

B – ширина ленты, мм;

i – количество прокладок в ленте.

Коэффициенты жесткости характеристики двигателя вычисляются по формулам

$$C_1 = \frac{97500 N_{1Д}}{n_1 s_1} ; \qquad (75)$$

$$C_2 = \frac{97500 N_{2Д}}{n_2 s_2} , \qquad (76)$$

где $N_{1Д}$; $N_{2Д}$ – принятые по каталогу мощности электродвигателей привода, соответственно, на первом и втором барабанах, кВт;

n_1 ; n_2 – частота вращения двигателей привода на первом и втором барабанах, об/мин;

s_1 ; s_2 – номинальное скольжение двигателей первого и второго барабанов.

Для резинотросовой ленты при тех же обозначениях:

$$K'_{\Phi} \geq \frac{\frac{W}{C_2} + (1 - \xi_Б)}{\frac{W}{C_1} - (1 - \xi_Б)} , \qquad (77)$$

При $\xi_Б = 1$ и $C_1 = C_2$, $K'_{\Phi} = 1$, т.е. двигатели должны иметь одинаковую мощность и работать совместно с одинаковыми окружными усилиями.

Каждый приводной барабан на сбегающей ветви должен иметь грузолебедочное натяжное устройство с регулируемым натяжным усилием. Применение грузовых натяжных устройств с постоянным натяжением не рекомендуется.

25. ТЯГОВЫЙ РАСЧЕТ КОНВЕЙЕРА

25.1. Общий порядок тягового расчета.

25.1.1. Подробный тяговый расчет конвейера при установившемся движении ленты выполняется во второй стадии расчета методом последовательного суммирования всех сил сопротивления движению ленты (в дальнейшем – сокращенно – сопротивлений) на всей трассе конвейера от точки сбора ленты о

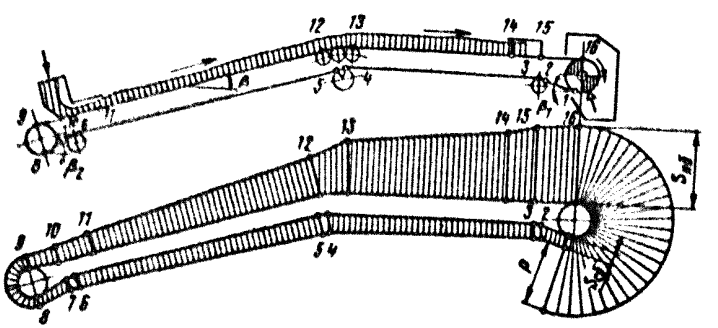
приводного барабана с натяжением $S_{сб}$ до точки набегания ленты на приводной барабан с натяжением $S_{нб}$.

Для выполнения тягового расчета контур всей трассы конвейера (черт.23) по ходу движения ленты разделяется на отдельные участки по виду сопротивлений: прямолинейные – горизонтальные, наклонные; повороты; загрузка и т.п. Нумерация точек и расчет начинается с точки сбега ленты с приводного барабана и продолжается по всему контуру трассы конвейера до конечной точки расчета (см.черт. 23, точки 1, 2, 3 ... 16).

При выполнении тягового расчета необходимо проверить величину наименьшего натяжения ленты. Наименьшее натяжение ленты: у горизонтального конвейера и наклонного конвейера с углом $\beta \leq 5^{\circ}$ имеет место в точке сбега ленты с приводного барабана (при двухбарабанном приводе – после второго приводного барабана по ходу ленты); у наклонного конвейера с углом наклона $\beta > 5^{\circ}$ – в самой нижней точке наклонного участка. При сложной трассе конвейера со многими наклонными участками подъемов и спусков точку наименьшего натяжения определяют последовательными расчетами при различных режимах расположения транспортируемого груза на трассе конвейера (см. п.4.5.3). Во всех случаях отрицательное натяжение ленты не допускается; лента на всем контуре трассы должна быть натянута и минимальное натяжение не должно быть ниже определенного заданного предела (см. п.25.2).

25.1.2. Натяжение в конце каждого участка трассы S_n определяется при подсчетах по ходу конвейера как сумма натя-

Расчетная схема и диаграмма натяжения ленты конвейера



Черт. 23

жения в начале участка S_{n-1} и сопротивления движению на этом участке

$$S_n = S_{n-1} + W_n . \qquad (78)$$

При подсчете натяжения против движения ленты (например, от точки 1 на черт. 23 к точкам 14, 13, 12 ... до 10) пользуются формулой

$$S_{n-1} = S_n - W_n . \qquad (79)$$

25.1.3. В результате выполнения тягового расчета определяется величина натяжения ленты, набегающей на приводной барабан (в точке 9 на черт. 23) $S_{нб}$, в соотношении к натяжению ветви ленты, сбегающей с приводного барабана $S_{сб}$:

$$S_{нб} = \Sigma \zeta_i S_i + \Sigma W_{пi} = K_м S_{сб} + \Sigma W_{пi} , \qquad (80)$$

где $\zeta_i > 1$ – коэффициент местных сопротивлений (т.е. сопротивлений на отклоняющих барабанах и т.п.), зависящих от натяжения ленты, на отдельных участках трассы;

S_i – натяжение ленты на отдельных участках трассы, Н;

$W_{пi}$ – сопротивления, не зависящие от натяжения ленты (так называемые линейные, например, усилие подъема груза и т.п.), Н;

$K_м > 1$ – общий коэффициент местных сопротивлений.

25.1.4. Во фрикционном приводе соотношение между натяжениями набегающей и сбегающей ветвей ленты на приводной барабан определяется тяговым фактором $e^{\mu\alpha}$ и поэтому первоначально в расчете величина $S_{сб}$ является неизвестной.

Из теории фрикционного барабанного привода известно:

$$\frac{S_{нб}}{S_{сб}} \le e^{\Sigma\mu\alpha} , \qquad (81)$$

где $e = 2,72$ – основание натуральных логарифмов;

μ – коэффициент трения ленты о поверхность барабана;

α – общий угол обхвата лентой приводного барабана.

Для однобарабанного привода $\Sigma\mu\alpha = \mu\alpha$, для двухбарабанного привода $\Sigma\mu\alpha = \mu_1\alpha_1 + \mu_2\alpha_2$ (см.п.24.7, формулу (72).

Задавшись типом привода и выбрав в соответствии с ним величины μ и α (см. п.24), определяется числовое значение величины $e^{\Sigma\mu\alpha}$. Из уравнений (80) и (81) получаем формулу для вычисления значения $S_{сб}$ с учетом коэффициента запаса $K_з$.

$$S_{сб}\, e^{\Sigma\mu\alpha} = (K_м S_{сб} + \Sigma W_{пl})\, K_з . \qquad (82)$$

Натяжение сбегающей ветви ленты с учетом коэффициента запаса тяговой способности привода $K_з = 1{,}1\text{–}1{,}2$ вычисляется по формуле

$$S_{сб} = K_з \frac{\Sigma W_{пl}}{e^{\Sigma\mu\alpha} - K_м} . \qquad (83)$$

Расчетное натяжение набегающей ветви ленты вычисляется по формуле (60)

$$S_{нб} = S_{сб}\, e^{\Sigma\mu\alpha} .$$

По этой величине $S_{нб}$ определяется прочность ленты конвейера.

Общее окружное усилие на приводном (приводных) барабане вычисляется по формуле (61); мощность приводного электродвигателя – по формуле (36).

25.2. Определение минимального натяжения ленты.

25.2.1. Минимальное натяжение ленты конвейера обусловливается величиной допускаемого провеса ленты между роликоопорами и вычисляется для верхней загруженной ветви ленты по формулам:

при транспортировании насыпных грузов

$$S_{в\,min} = K_e (q_г + q_л)\, l_{рв} \cos\beta ; \qquad (84)$$

при транспортировании штучных грузов по одному грузу в пролете между роликоопорами

$$S'_{в\,min} = 10 (q_л\, l_{рв} \cos\beta + 20 E_г), \qquad (85)$$

где $S_{в\,min}$ – минимальное натяжение верхней загруженной ветви ленты, Н;

K_e – коэффициент; для конвейеров с простой трассой и длиной до 100 м включительно принимают $K_e = 5$; для конвейеров длиной более 100 м и сложной трассой $K_e = 8–10$;

q_r и $q_л$ – погонные нагрузки, соответственно, от массы транспортируемого груза и ленты, Н/м;

$l_{р.в}$ – расстояние между роликоопорами на верхней ветви, м;

β – угол наклона конвейера, град;

a_r – масса штучного груза, кг.

При размещении в пролете между роликоопорами нескольких штучных грузов величину $S'_{в\,min}$ определяют по формуле (84).

Для нижней (обратной) ветви:

$$S_{н\,min} \geq 8 q_л l_{р.н} \cos\beta, \qquad (86)$$

где, кроме указанных ранее, $l_{р.н}$ – расстояние между роликоопорами на нижней ветви, м.

Для горизонтальных конвейеров $\beta = 0$ и $\cos\beta = 1$.

25.2.2. Для длинных горизонтальных конвейеров длиной $L_г$ более 500 мм значение $S_{в\,min}$ должно удовлетворять условию:

$$S_{в\,min} \geq 32\sqrt{(q_г + q_л)L}. \qquad (87)$$

25.2.3. Если полученная в тяговом расчете величина $S_{в\,min}$ меньше, чем получено по формулам (84) или (85), (87) (в пределах 10%), то необходимо принять величину $S_{в\,min}$ по формуле (84) или (85) и сделать соответствующий перерасчет натяжения ленты по всему контуру трассы.

Если полученная в расчете величина $S_{н\,min}$ меньше, чем получено по формуле (86), то надо уменьшить величину $l_{р.н}$ или поставить дополнительные роликоопоры в зоне $S_{н\,min}$.

25.3. Определение сопротивления движению на отдельных участках трассы конвейера.

25.3.1. Сопротивления движению ленты на прямолинейных горизонтальных и наклонных участках конвейера вычисляются по формулам:

на нижней ветви

$$W_{н.г} = c(q_л + q_{р.н})l; \qquad (88)$$

$$W_{H.H}=[c(q_л\cos\beta+q_{р.н})\pm q_л\sin\beta]\,l_{н.к}\cong c(q_л+q_{р.н})l\pm q_л h; \qquad (89)$$

на верхней загруженной ветви

$$W_{в.г}=c(q_л+q_г+q_{г.в})l; \qquad (90)$$

$$W_{в.н}=[c(q_л+q_г)\cos\beta+q_{г.в}\,c\pm(q_л+q_г)\sin\beta]l_{нк}\cong \\ \cong c(q_л+q_г+q_{р.в})l\pm(q_л+q_г)h, \qquad (91)$$

где $W_{нг}$ – усилие сопротивления движению ленты на горизонтальном участке нижней ветви ленты конвейера, Н;

$W_{нн}$ – то же, на наклонном участке, Н;

$W_{в.г}$ – усилие сопротивления движению ленты на горизонтальном участке верхней ветви, Н;

$W_{в.н}$ – то же, на наклонном участке, Н;

$q_л$ и $q_г$ и $q_{рн}$ и $q_{рв}$ – погонные нагрузки от массы, соответственно, ленты, груза и вращающихся частей роликоопор на нижней и верхней ветвях ленты, Н/м;

c – коэффициент сопротивления движению ленты по роликоопорам (табл. 21);

$l_{н.к}$ – длина рассматриваемого прямолинейного участка, м;

β – угол наклона конвейера, град;

l и h – горизонтальная и вертикальная (высота) проекции длины рассматриваемого прямолинейного участка, м.

В формулах (89) и (91) у второго члена знак плюс принимается при движении ленты вверх на подъем, а знак минус – при движении вниз, на спуск.

При работе конвейера без груза в формулах (90) и (91) принимают $q_г = 0$.

25.3.2. Натяжение ленты, сбегающей с поворотного или отклоняющего барабана, вычисляется по формуле

$$S_2=\xi S_1, \qquad (92)$$

где S_1 – натяжение ленты, набегающей на барабан, Н;

Таблица 32

Коэффициенты сопротивления движению ленты на отклоняющих барабанах ξ и роликовых батареях λ конвейера

Условия работы конвейера	Коэффициенты сопротивления				
	ξ			λ	
	Угол обхвата или отклонения, град				
	30-90	91-140	141-180	5-15	16-25
Легкие	1,02	1,02	1,03	1,02	1,03
Средние	1,02	1,03	1,04	1,03	1,04
Тяжелые	1,03	1,04	1,05	1,05	1,05
Очень тяжелые	1,04	1,05	1,06	1,05	1,06

S_2 – то же, сбегающей с барабана, Н;

ξ – коэффициент сопротивления (см.табл.32).

25.3.3. Натяжение ленты, сбегающей с батареи роликов в конце поворота, вычисляется по формуле

$$S_2 = \lambda S_1 , \qquad (93)$$

где S_1 – натяжение ленты, набегающей на роликовую батарею, Н;

S_2 – то же, сбегающей с батареи, Н;

λ – коэффициент сопротивления (см. табл. 32).

25.3.4. Сопротивление перемещения массы груза и ленты на криволинейном выпуклом участке учитывается при определении величины S_2 путем присоединения длины криволинейной части к длине предыдущего прямолинейного участка, расположенного перед криволинейным.

25.3.5. Сопротивление движению на криволинейном участке вогнутого профиля отдельно не учитывается и определяется на смежных горизонтальном БГ и наклонном ГД прямолинейных участках, продолженных до их взаимного пересечения (см. черт. 26).

25.3.6. Сопротивление в месте загрузки конвейера транспортируемым грузом (черт.14) вычисляется по формуле

$$W_3 = W_{3.у} + W_{3.б} + W_{3.п} , \qquad (94)$$

где W_3 – общее сопротивление в месте загрузки, Н;

$W_{3.у}$ – сопротивление от преодоления сил инерции груза, Н;

$W_{з.б}$ – сопротивление от трения частиц груза о стенки направляющего потка воронки, Н;

$W_{з.п}$ – сопротивление от трения уплотнительных полос потка о ленту, Н.

25.3.7. Сопротивление $W_{з.у}$ вычисляется по формуле

$$W_{з.у} \cong 0,1 q_r (v^2 - v_0^2) \cong 0,1 q_r \Delta v^2, \qquad (95)$$

где q_r – погонная нагрузка от массы груза, Н/м;

v – скорость движения ленты, м/с;

v_0 – проекция скорости движения частиц груза при поступлении его на ленту из загрузочной воронки, м/с.

Обычно величина $\Delta v^2 = v^2 - v_0^2$ изменяется в пределах $\Delta v^2 = 2$ при $h_в = 1$ м до $\Delta v^2 = 12$ при $h_в = 6$ м, где $h_в$ – высота наклонной стенки воронки (см.черт.14).

Для уменьшения величины $W_{з.у}$ необходимо стремиться, чтобы скорость поступления груза на ленту была близка к скорости движения ленты: при $v_0 = v$ имеет $W_{з.у} = 0$.

25.3.8. Сопротивление $W_{з.б}$ вычисляется по формуле

$$W_{з.б} \cong f_1 h_б^2 \gamma_в l_п, \qquad (96)$$

где f_1 – коэффициент трения частиц груза по стенке борта; принимают: $f_1 = 0,8$ для камня и руды; $f_1 = 0,7$ – для песка, щебня, цемента и $f_1 = 0,4$ – для угля;

$h_б$ – высота груза у борта потка, м; $h_б \cong (0,4-0,8) h_п$, (см.табл. 28);

$l_п$ – длина потка, м;

$\gamma_в$ – удельная сила тяжести насыпного груза, Н/м^3.

При транспортировании штучных грузов

$$W'_{з.б} \cong K_{бр} l_п, \qquad (97)$$

где $K_{бр}$ – удельное сопротивление бортов, Н/м; принимают $K_{бр} = 1,0-0,5$ Н/м.

25.3.9. Сопротивление $W_{з.п}$ вычисляется по формуле

$$W_{з.п} \cong K_{п.л} l_п, \qquad (98)$$

где $K_{пл}$ – удельное сопротивление трения; принимают для конвейеров с лентой В $\leq$ 1000мм $K_{пл} = 30-50$ Н/м; при В $>$ 1000 мм $K_{пл} = 60-100$ Н/м; соответственно ширинам ленты.

25.3.10. Сопротивление от разгрузки ленты при помощи плужкового разгружателя с неподвижным щитом $W_{пр}$ для насыпных грузов вычисляется по формуле

$$W_{пр} \cong K_{сп} q_г B, \qquad (99)$$

где, кроме ранее обозначенных,

B – ширина ленты, м;

$K_{сп}$ – коэффициент удельного сопротивления, принимают: для пылевидных и зернистых грузов $K_{сп} = 2,7$, для мелкокусковых $K_{сп} = 3,6$.

Для штучных грузов, разгружаемых подвижным разгружателем (движущейся лентой):

$$W'_{пр} \cong G_{г.н} f_2, \qquad (100)$$

где $G_{г.н}$ – нагрузка от массы одного груза, Н;

f_2 – коэффициент трения поверхности груза о ленту; в среднем $f_2 = 0,5–0,7$.

В расчет принимается количество одновременно действующих разгружателей; как правило, на конвейере в рабочем состоянии находится один разгружатель независимо от общего количества установленных на конвейере.

25.3.11. Сопротивление от разгрузки ленты при помощи барабанного разгружателя определяется по конкретной схеме тележки путем суммирования отдельных сопротивлений на отклоняющих барабанах и подъема груза на высоту разгрузки.

25.3.12. Сопротивление очистных устройств вычисляется по формулам

$$W_{о.с} \cong K_{о.с} B, \qquad (101)$$

где $W_{о.с}$ – сопротивление скребкового очистителя, Н;

$K_{о.с}$ – удельное сопротивление очистки, Н/м; принимают $K_{о.с} = 300–500$ Н/м; меньшие величины – для сухих неабразивных, большие – для влажных и абразивных грузов;

B – ширина ленты, м.

$$W_{о.щ} \cong 0,2 v_{щ} K_{щ} B, \qquad (102)$$

где $W_{о.щ}$ – сопротивление щетки, Н;

$v_{щ}$ – скорость вращения очистителя, м/с;

$K_{щ}$ – удельное сопротивление очистки, Н/м; принимают для сухих и влажных грузов $K_{щ}$ = 250 н/м; влажных и липких $K_{щ}$ = 350 Н/м.

25.3.13. Общая последовательность тягового расчета конвейера применительно к трассе, указанной на черт. 23, дана в табл. 33.

Таблица 33

Перечень формул тягового расчета конвейера применительно к схеме на черт. 23

№ точек трассы на черт. 23	Формулы для определения натяжения ленты в точках трассы	№ формул
1	$S_1 = S_{сб}$	–
2	$S_2 = S_1 + q_л l_{1-2} sin\beta_1$	90
3	$S_3 = \zeta S_2$	92
4	$S_4 = S_3 + c(q_л + q_{рн}) l_{3-4}$	88
5	$S_5 = \zeta S_4$	92
6	$S_6 = S_5 + [(c \cdot cos\beta - sin\beta) q_л + c q_{рн}] l_{5-6}$	89
7	$S_7 = \zeta S_6$	92
8	$S_8 = S_7 - q_л l_{7-8} sin\beta_2$	90
9	$S_9 = \zeta S_8$	92
10	$S_{10} = S_9 + [(c \cdot cos\beta + sin\beta) q_л + c \cdot q'_{р.в}] l_{9-10}$	91
11	$S_{11} = S_{10} + W_з$	94
12	$S_{12} = S_{11} + [(q_л + q_г) c \cdot cos\beta + (q_л + q_г) sin\beta] l_{10-12}$	90
13	$S_{13} = k S_{12}$	93
14	$S_{14} = S_{13} + c(q_л + q_{р.в} + q_г) l_{12-14}$	90
15	$S_{15} = S_{14} + K_{с.п} q_г B$ (промежуточная разгрузка при помощи плужкового сбрасывателя)	99
16	$S_{16} = S_{нб} = S_{15} + c(q_л + q_{рв}) l_{14-16} + W_{вс}$	90

Далее следует выбор типа привода и значений μ, α и $e^{\mu\alpha}$; определение расчетной величины натяжения сбегающей ветви ленты с учетом коэффициента запаса $K_з$ из решения уравнения (80)

$$S_1 = S_{сб} = S_{16} \frac{K_з}{e^{\mu\alpha}}$$

Расчетное натяжение ленты при установившемся движении

$$S_{нб} = e^{\mu\alpha} S_{сб}.$$

Проверка минимального натяжения по формуле (84) на верхней ветви

$$S_{в\,min} \geq 8(q_г + q_л) l_{рв} \cos\beta.$$

Окружное усилие на приводном барабане по формуле (61)

$$P = S_{1в} - S_1 = \frac{1}{K_з}(S_{нб} - S_{сб}).$$

Мощность приводного двигателя по формуле (36)

$$N = K_з \frac{Pv}{1020\eta}.$$

По значению N из каталога выбирается электродвигатель большей мощности $N_д$.

25.4. Тяговый расчет с учетом дополнительных усилий при пуске конвейера

25.4.1. Максимальное натяжение ленты при пуске конвейера вычисляется по формуле

$$S_{пуск} = S_{н.п} + W_{нл} + W_{в.п} + \frac{J}{g}(2q_л + q_г)(1 + K_и)L, \qquad (103)$$

где $S_{н.п}$ – первоначальное пусковое натяжение сбегающей ветви ленты, создаваемое натяжным устройством, Н;

$W_{нл}$ – статическое сопротивление движению ленты на нижней ветви конвейера, подсчитанное по пусковому коэффициенту сопротивления $C_п$, Н;

$W_{в.п}$ – то же, на верхней ветви, Н;

J – ускорение движения ленты при пуске конвейера; м/с^2;

$g = 9{,}81$ – ускорение свободного падения тела, м/с^2;

$K_и = 0{,}05–0{,}08$ – коэффициент учета инерции вращающихся масс роликов и барабанов, меньшая величина берется при длине конвейера $L \leq 100$ м; большая при $L > 100$ м.

25.4.2. Расчетный коэффициент сопротивления движению ленты по роликоопорам на подшипниках качения при пуске конвейеров вычисляется по формуле

$$C_п = K_{пс} c , \qquad (104)$$

где $K_{пс}$ = 1,2–1,5 – коэффициент увеличения сопротивления при пуске конвейера; меньшие величины берутся при температуре окружающей среды выше 0°, большие – при температуре ниже 0°;

c – коэффициент сопротивления при установившемся движении ленты по табл. 21;

25.4.3. Ускорение при пуске конвейера, обеспечивающее выполнение условия п.25.4.1, вычисляется по формуле

$$j' = Б_1 v \sqrt{\frac{C_п \cos\beta + \sin\beta}{L \cdot \varepsilon}} , \qquad (105)$$

где, кроме указанных ранее, $Б_1$ = 0,4–0,8 – коэффициент; меньшая величина принимается для конвейеров длиной $L >$ 300 м, большая – при $L \leq$ 300 м;

β – угол наклона конвейера, град;

v – скорость движения ленты, м/с;

ε – относительное удлинение ленты при допускаемой нагрузке.

Целесообразно принимать $j \leq 0,1–0,2$ м/с^2.

25.4.4. Максимально возможное ускорение, обеспечивающее надежное положение груза на ленте при пуске конвейера, вычисляется по формуле

$$j_{max} = K_{бз} g (f_2 \cos\beta - \sin\beta), \qquad (106)$$

где $K_{бз}$ = 0,6–0,8 – коэффициент безопасности;

g = 9,81 – ускорение свободного падения тела, м/с^2;

f_2 = 0,8–1,0 – коэффициент трения между лентой и грузом;

β – угол наклона конвейера, град.

Принятое значение ускорения j должно быть меньше максимально возможного ускорения j_{max} т.е. должно быть выдержано условие

$$j < j_{max} . \qquad (107)$$

25.4.5. Минимальное время продолжительности пуска вычисляется по формуле

$$t_{n\,min} \geq \frac{v}{j}, \qquad (108)$$

где, кроме обозначенных ранее, $t_{n\,min}$ минимальное время пуска, с.

25.4.6. Время пуска, вычисленное по формуле (108), должно быть согласовано соответствующей электросхемой с временем пуска $t_{п.д}$, определяемым по пусковым характеристикам приводного электродвигателя

$$t_{п.д} \geq t_{n\,min}; \qquad (109)$$

$$t_{п.д} \geq \frac{(GD^2)_к\, n_н}{375(M_{п.с} - M_{ст})K_у}, \qquad (110)$$

где $(GD^2)_к$ – маховой момент всех движущихся частей конвейера, приведенный к валу двигателя, Н·м^2;

$n_н$ – номинальная частота вращения двигателя, об/мин;

$M_{ст}$ – момент статических сил сопротивления при установившемся движении конвейера, приведенный к валу электродвигателя, Н·м;

$M_{п.с}$ – средний пусковой момент электодвигателя, Н·м;

$K_у$ – коэффициент учета упругого удлинения ленты, обусловливающий неодновременность приведения в движение масс конвейера; для резинотканевых лент $K_у$ = 0,7–0,8; для резинотросовых $K_у$ = 0,9–1,0. Бо́льшие величины принимают для конвейеров длиной до 300 м.

Для электродвигателя с короткозамкнутым ротором, включаемого непосредственно в сеть без пусковых устройств, значение $M_{п.с}$ принимается по каталогу электродвигателей. Для электродвигателя с фазным ротором, включаемого в сеть через пусковое устройство (роторную станцию с набором ступеней сопротивлений или тиристорное устройство), значение $M_{п.с}$ выбирается таким образом, чтобы было выдержано условие (109); обычно принимают $M_{п.с}$ = (1,2–1,5) $M_{ст}$.

Для двигателя с фазным ротором, включаемого в сеть при помощи ступенчатого пускового устройства, формула (110) да-

ет минимальное время пуска. Фактически, соответствующим подбором параметров пускового устройства, можно получить значительно большее значение времени пуска

$$(GD^2)_K \cong K_K (GD^2)_P + \frac{365 v^2 \eta}{n_H} [(q_Г + 2q_Л)L + \Sigma G_{PB} + \Sigma G_{PH} + \Sigma G_Б], \quad (111)$$

где K_K = 1,1–1,25 – коэффициент приведения вращающихся частей механизма привода к ротору двигателя;

$(GD^2)_P$ – маховой момент ротора электродвигателя (берется из каталога электродвигателя), Н·м^2;

$q_Г; q_Л$ – погонные нагрузки, соответственно, от груза и ленты конвейера, Н/м;

L – общая длина конвейера, м;

v – скорость движения ленты, м/с;

$G_{PB}; G_{PH}$ – нагрузки от массы вращающихся частей роликоопор, соответственно, на верхней и нижней ветвях, Н;

$G_Б$ – нагрузки от массы вращающихся частей барабанов, Н.

Знаки суммы Σ распространяются на все количество установленных на конвейере роликоопор и барабанов.

25.4.7. Выбранный по мощности (согласно формуле (36)) электродвигатель необходимо проверить по пусковым нагрузкам, для чего должны быть выполнены условия:

$$M_{П.К} \leq M_П = \lambda_Д M_H, \quad (112)$$

где $M_{П.К}$ – момент на валу двигателя привода по пусковой нагрузке конвейера, Н·м;

$\lambda_Д = \frac{M_П}{M_H}$ – коэффициент перегрузочной способности электродвигателя, принимается по каталогу; обычно $\lambda_Д$ = 1,2–1,8 для обычных асинхронных электродвигателей;

$M_П$ – пусковой момент электродвигателя, Н·м;

M_H – номинальный момент на валу электродвигателя, Н·м.

$$M_{П.К} = (S_{пуск} - S_{н.п}) \frac{D_Б \eta}{2 i_П}, \quad (113)$$

где $S_{пуск}$ и $S_{н.п}$ по формуле (103), Н;

$D_б$ – диаметр приводного барабана, м;

$i_п$ – общее передаточное отношение механизма привода;

η – общий КПД привода

$$M_н = \frac{9750 N_д}{n_н}, \qquad (114)$$

где $N_д$ – номинальная (каталожная) мощность принятого типа электродвигателя, кВт;

$n_н$ – номинальная частота вращения двигателя при развиваемой мощности $N_д$, об/мин.

25.4.8. Максимальное натяжение ленты при пуске конвейера, которое может развить принятый электродвигатель, вычисляется по формуле

$$S_{дп\,max} = \frac{1020 N_д K_{мп} \eta}{v} \cdot \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha}-1}, \qquad (115)$$

где, кроме указанных ранее, $e^{\mu\alpha}$ – тяговый фактор сцепления ленты с барабаном (см.табл. 24); v – скорость движения конвейера, м/с; $K_{м.п}$ – коэффициент перегрузки двигателя при пуске. Для короткозамкнутого двигателя, соединенного с редуктором муфтой: зубчатой или втулочно-пальцевой $K_{мп} = \lambda_д$; гидравлической или электромагнитной $K_{мп} = 1{,}3$.

Для двигателя с фазным ротором и при плавном пуске с несколькими ступенями сопротивления $K_{м.п} = 1{,}2$.

25.4.9. Выбранный типоразмер ленты по прочности проверяется по максимальному пусковому натяжению, наибольшему из значений, полученных по формулам: (103) и (115) с применением номинального запаса прочности $K_о = 5$.

26. ВЫБОР ТИПА И ПАРАМЕТРОВ НАТЯЖНОГО УСТРОЙСТВА

26.1. Для компенсации вытяжки ленты и обеспечения необходимого натяжения ветви ленты, сбегающей с приводного барабана, на участке наименьшего натяжения ленты конвейера или непосредственно после приводного барабана должно быть установлено натяжное устройство (НУ) того или иного типа.

26.2. Рекомендации по выбору типа и места установки натяжного устройства даны в таблице рекомендуемого приложения 9.

26.3. Значение нормированного натяжного усилия для каждого типа НУ дается в каталогах оборудования. В соответствии с потребным усилием натяжения выбирается НУ без полиспаста или с полиспастом.

26.4. Полный ход НУ X, мм, разделяется на два хода – монтажный и рабочий (черт. 24) и вычисляется по формуле

$$X = X_M + X_P , \qquad (116)$$

где X_M – монтажный ход НУ, мм;
X_P – рабочий ход НУ, мм.

26.5. Длина монтажного хода вычисляется по формуле

$$X_M = K_{H.У} B , \qquad (117)$$

где $K_{H.У}$ – коэффициент типа стыка и НУ;
B – ширина ленты, мм.

Для стыка ленты механическими соединителями (крючками, скобами, шарнирами) и винтовых НУ: $K_{H.У} = 0,3–0,5$; для вулканизационных стыков лент и всех типов НУ: $K_{H.У} = 1–2$. В отдельных случаях для конвейеров большой длины и ответственного назначения в цепях ускорения процесса перестыковок ленты без дополнительных вставок отдельных кусков принимают $K_{H.У} > 2$.

26.6. Величина рабочего хода НУ вычисляется по формуле:

$$X_P \geq K_{У.Н} K_S \varepsilon_0 L , \qquad (118)$$

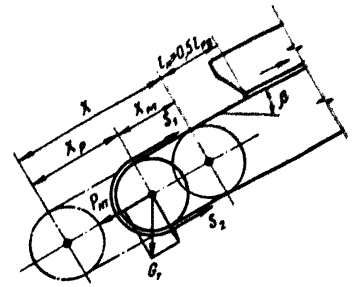
где $K_{У.Н}$ – коэффициент угла наклона конвейера β: при $\beta \leq 10^0$; $K_{У.Н} = 0,85$; при $\beta > 10^0$ – $K_{У.Н} = 0,65$

ε_0 – упругое относительное удлинение принятого типа ленты, принимают по рекомендациям НИИРПа для резинотканевых лент $\varepsilon_0 = 0,015$; резинотросовых $\varepsilon_0 = 0,0025$;

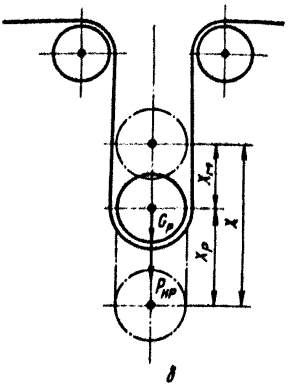
L – длина конвейера между центрами концевых барабанов, мм;

$K_S = \frac{S_{H\delta}}{S_Д} \leq 1$ – коэффициент использования выбранного типоразмера ленты по натяжению, характеризуемый отношением максимального расчетного натяжения $S_{H\delta}$ к допускаемому натяжению $S_Д$.

Общие схемы натяжных устройств



а



б

а – тележечного и винтового; б – рамного
Черт. 24

Для резинотросовых лент в любых случаях их применения рабочий ход НУ должен быть не менее 500 мм.

26.7. Усилие, необходимое для перемещения натяжного устройства с барабаном, вычисляется по формулам

для тележечного НУ:

$$P_{н.т} = K_{п.с}(S_1 + S_2) + G_т(\sin\beta + C_т \cos\beta) \qquad (119)$$

для рамного НУ:

$$P_{НР} = K_{п.с}(S_1 + S_2) - (1 - C_р)G_р, \qquad (120)$$

где $P_{н.т}$ и $P_{н.р}$ – усилия перемещения НУ, Н;

S_1 и S_2 – натяжения набегающей на натяжной барабан и сбегающей с него ветвей ленты при установившемся движении, Н;

$K_{п.с}$ = 1,2–1,5 – коэффициент повышения натяжения при пуске;

$G_т$ – нагрузка от массы натяжной тележки с барабаном и отрезком ленты, Н;

$C_т$ – коэффициент сопротивления движению натяжной тележки; принимают для тележки с катками на подшипниках качения $C_т$ = 0,05; на подшипниках скольжения $C_т$ = 0,1;

β – угол наклона конвейера, град;

$G_р$ – нагрузка от массы натяжной рамы с барабаном и отрезком ленты, Н;

$C_р$ = 0,1 – коэффициент сопротивления перемещению натяжной рамы.

26.8. Сила тяжести натяжного груза или усилие в канате грузовой лебедки тележечного НУ вычисляется по формуле

$$G_{н.т} = \frac{P_{нт}}{\eta_н a_п}, \qquad (121)$$

где $G_{н.т}$ – сила тяжести натяжного груза или усилие лебедки, Н;

$\eta_н = \eta_п \eta_1^z$ – общий КПД полиспаста и отводных блоков;

$a_п$ – кратность полиспаста; при его отсутствии $a_п = 1$;

η_1 = 0,95 – КПД одного отклоняющего блока;

z – количество отклоняющих блоков;

$\eta_п$ – КПД полиспаста, вычисляется по формуле

$$\eta_п = \frac{1 + \eta_1 + \eta_1^2 + \ldots + \eta_1^{a_п - 1}}{a_п}. \qquad (122)$$

Сила тяжести натяжного груза для рамного НУ вычисляется по формуле

$$G_{н.р} = P_{н.р}. \qquad (123)$$

26.9. Для натяжных устройств с регулируемым натяжением

усилие натяжения определяется для условий пуска при $K_{п.с}$ = 1,2–1,5 и для установившегося движении при $K_{п.с}$ = 1,0.

27. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОРМОЗНОГО МОМЕНТА

27.1. На конвейере с наклонными участками трассы во избежание самопроизвольного обратного движения ленты, в приводном механизме должен быть установлен тормоз. Условие необходимости установки тормоза:

$$q_{гmax} \Sigma h \geq \Sigma W, \qquad (124)$$

где $q_{гmax} \Sigma h$ – составляющая силы тяжести наклонных участков конвейера при наибольшей загрузке его, Н;

ΣW – сопротивление движению ленты на всех участках трассы конвейера, Н.

27.2. Тормозной момент на валу приводного барабана вычисляется по формуле

$$M_т = (q_{гmax} \Sigma h - K_{тр} \Sigma W) \frac{D_б}{2} \eta = [q_{гmax} \Sigma h - K_{тр} (p - q_г \Sigma h)] \frac{D_б}{2} \eta, \qquad (125)$$

где, кроме указанных ранее, $q_{гmax}$; $q_г$ – погонная нагрузка на ленту от массы транспортируемого груза при, соответственно, максимальной и нормальной загрузках ленты конвейера, Н/м;

Σh – суммарная высота подъема груза на конвейере, м;

$K_{тр}$ = 0,5–0,6 – коэффициенты возможного уменьшения сопротивления на трассе конвейера (меньшая величина – для тяжелых условий);

p – окружное усилие на приводном барабане, Н;

$D_б$ – диаметр приводного барабана, м;

η – общий коэффициент полезного действия всех механизмов привода.

27.3. Во избежание сброса груза с ленты значение максимального замедления движению ленты $j_{тmax}$ должно удовлетворять условию

$$j_{тmax} \leq K_{бс} g (f_2 \cos\beta - \sin\beta), \qquad (126)$$

где g = 9,81 – ускорение свободного падения тела, м/с^2;

β – угол наклона конвейера, град;

f_2 – коэффициент трения между лентой и грузом или коэффициент внутреннего трения частиц груза (для легкоподвижных грузов, см. п.25.4.4);

$K_{БС}$ = 0,6-0,8 – коэффициент безопасности.

Как правило, замедление по абсолютной величине должно быть равно или меньше принятого ускорения при пуске конвейера (см. п.25.4.3).

27.4. Время торможения до полной остановки конвейера t_T в секундах вычисляется по формуле

$$t_T \cong \frac{(GD^2)_K n_H}{375(M_T + M_{CT})}, \qquad (127)$$

где M_T – тормозной момент, приведенный к валу двигателя, Н·м; в зависимости от способа торможения M_T может определяться по моменту установленного тормоза или двигателя или же, при совместном торможении – от тормоза и двигателя.

Остальные обозначения см. п. 25.4.6.

27.5. Время свободного выбега ленты конвейера при отсутствии торможения определяется по формуле

$$t_{CB} \cong \frac{(GD^2)_K n_H}{375\, M_{CT}}. \qquad (128)$$

Обозначения смотри раньше, п. 25.4.6.

28. ВЫБОР ТИПА ОЧИСТНЫХ УСТРОЙСТВ

28.1. Конвейер должен быть снабжен комплектом очистных устройств для очистки: наружной (грузонесущей) стороны ленты (устанавливается после разгрузочного барабана); внутренней поверхности ленты и предохранения от попадания частиц груза под задний оборотный барабан (устанавливается перед задним барабаном); поверхности переднего и заднего барабанов (при отсутствии их футеровки).

28.2. Тип устройства для очистки наружной стороны ленты выбирается по характеристике транспортируемых грузов (см. рекомендуемое приложение 10). При определении состояния транспортируемого груза необходимо учитывать место установки и атмосферные условия работы конвейера, которые могут оказать влияние на состояние груза.

28.3. Применение переворота обратной ветви ленты для исключения просыпи и налипания частиц груза на роликоопоры обратной ветви возможно только при длине конвейера, большей, чем минимальная длина участков поворота ленты L_{min}, в м:

$$L_{min} > 2K_{п}B\ , \qquad (129)$$

где B – ширина ленты, м;

$K_{п}$ – коэффициент допускаемой длины поворота ленты.

Для резинотканевых лент $K_{п}$ = 15; для резинотросовых лент $K_{п}$ = 25.

28.4. На конвейерах с двухбарабанным приводом при обхвате приводного барабана грузонесущей ("грязной") стороной ленты необходимо дублирование очистных устройств, например, установка двух подряд механических очистителей или скребка и механического очистителя.

28.5. Для очистки внутренней поверхности ленты перед задним концевым оборотным (натяжным) барабаном на расстоянии примерно 0,8–1,0 м от оси барабана должен устанавливаться одно- или двухсторонний скребок плужкового типа с выводом очищаемых частиц вне ленты конвейера.

28.6. Для очистки поверхностей барабанов (в отдельных случаях и роликоопор обратной ветви) должны устанавливаться стальные скребки с отводом очищаемых частиц вне ленты конвейера. На барабанах с резиновой футеровкой очистителя не устанавливаются.

28.7. Удельное усилие прижатия скребкового очистителя к поверхности ленты должно быть не менее следующих значений:

для очистителя наружной стороны ленты – 1,5–2,0 Н/см;

для очистителя внутренней стороны ленты – 1 Н/см;

для механического очистителя 2,0–3,5 Н/см.

Большие значения – для влажных и липких грузов.

28.8. Механический вращающийся очиститель любого типа должен работать в следующем режиме: включение электродвигателя привода очистителя должно производиться на 1–2 мин раньше пуска конвейера (раньше движения ленты); выключение электродвигателя привода очистителя – через 2–3 мин после выключения привода конвейера. Эти условия обеспечивают хорошую самоочистку рабочих элементов очистителя и исключают возможность его завала грузом.

29. ВЫБОР РАДИУСА ВЫПУКЛОГО УЧАСТКА ТРАССЫ КОНВЕЙЕРА

29.1. Переход трассы конвейера с наклонного участка на горизонтальный или на наклонный с меньшим углом наклона выполняется по выпуклому криволинейному участку, описываемому (теоретически) по дуге радиуса R_1 (черт.25), значения радиуса вычисляются по формуле

$$R_{1min} \geq \frac{0{,}38\,B\sin\alpha_ж}{\varepsilon - \varepsilon_S} = K_1 B\,, \qquad (130)$$

где R_{1min} – минимальный радиус переходного участка ленты, м;

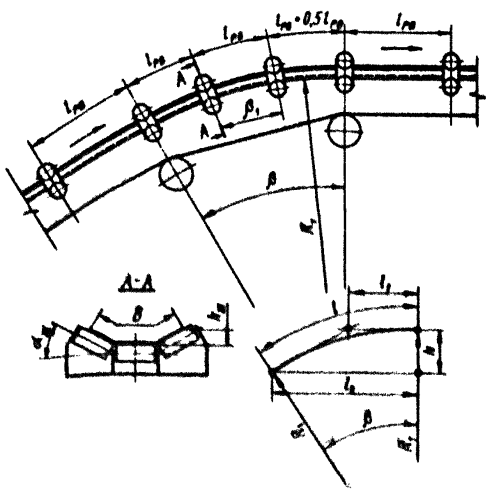
B – ширина ленты, м;

$\alpha_ж$ – угол наклона бокового ролика (угол желобчатости) роликоопоры, град;

$K_1 = \frac{0{,}38\sin\alpha_ж}{\varepsilon - \varepsilon_S}$ – коэффициент типа ленты и дополнительного напряжения (см.табл. 34);

$\varepsilon_S = \frac{S}{S_Д}\xi$ – относительное удлинение ленты от натяжения в конце выпуклого участка трассы;

Схема перехода ленты с наклонного участка трассы на горизонтальный



Черт. 25

Таблица 34

Коэффициент K_1 для определения минимального радиуса выпуклого участка трассы конвейера

Относительное удлинение ленты ε	Угол желобчатости $\alpha_ж$, град.	Коэффициент K_1 при соотношении $S/S_Д$, %			
		10-50	51-60	61-70	71-80
0,0200	20	12	15	20	30
	30	15	20	30	45
0,0300	20	10	12	15	20
	30	12	15	20	30
0,0350	20	10	12	15	20
	30	12	15	20	25
0,0400	20	10	12	12	20
	30	12	15	20	25
0,0025	20	90	110	160	225
	30	125	160	200	320

Примечание. Значения коэффициента K_1 заданы таким образом, чтобы в верхней точке участка перегиба суммарное напряжение не превышало допускаемых пределов.

ε – допускаемое относительное удлинение ленты при допускаемой нагрузке, равной 0,1 прочности ленты на разрыв (см. ГОСТ 20-76);

S – натяжение ленты в верхней точке кривой при установившемся движении, Н;

$S_Д$ – допускаемое натяжение ленты, Н.

20.2. Геометрические размеры выпуклого участка трассы, описываемого радиусом R_1, вычисляются по формулам

высота $$h_1 = R_1(1-\cos\beta), \quad (131)$$

длина дуги $$l = 0{,}0175 R_1 \beta, \quad (132)$$

длина хорды $$l_\ell = R_1 \beta \ln\beta, \quad (133)$$

где β – угол наклона конвейера к горизонту, град.

Остальные – на черт. 25.

29.3. Основные размеры выпуклого участка трассы для различных углов наклона конвейера при радиусе дуги R_1 = 10 м приведены в табл. 35.

При других значениях радиуса R_1 необходимо указанные в табл. 35 размеры умножить на соотношение радиусов: $R_1 / 10$, например, при R_1 = 20 м – на 20/10 = 2.

Таблица 35

Геометрические размеры выпуклого участка трассы конвейера, очерченного по дуге радиуса R_1 = 10 м (черт. 25)

Угол наклона конвейера, град	Длина дуги, м	Длина хорды l_2, м	Высота h, м	Длина l_1, м
6	1,05	1,05	0,055	0,525
7	1,22	1,22	0,074	0,612
8	1,40	1,39	0,097	0,699
9	1,57	1,56	0,123	0,787
10	1,75	1,74	0,152	0,875
11	1,92	1,91	0,184	0,963
12	2,10	2,08	0,219	1,051
13	2,27	2,25	0,256	1,139
14	2,44	2,42	0,297	1,228
15	2,62	2,59	0,341	1,316
16	2,80	2,76	0,387	1,405
17	2,97	2,92	0,437	1,494
18	3,15	3,09	0,489	1,584
19	3,32	3,26	0,545	1,673
20	3,50	3,42	0,603	1,763
21	3,67	3,58	0,664	1,858
22	3,84	3,75	0,728	1,944

29.4. Нижняя (обратная) ветвь ленты на участке выпуклой кривизны должна отклоняться на одном или двух отклоняющих барабанах, располагаемых в зоне перегиба (черт. 25) или же на прямых нижних роликоопорах типов Н; НЛ; НФ; НФЛ., располагаемых так же, как и на верхней рабочей ветви по радиусу R_1 на расстоянии $0,5\, l_{р.в}$. Применение желобчатых роликоопор на нижней ветви перегиба не рекомендуется.

30. ВЫБОР РАДИУСА ВОГНУТОГО УЧАСТКА ТРАССЫ КОНВЕЙЕРА

30.1. Переход трассы конвейера с горизонтального участка на наклонный или с наклонного на другой наклонный с более крутым углом наклона выполняется по вогнутому криволинейному участку, описываемому по дуге радиуса R_2 (черт. 26).

Значения радиуса R_2 вычисляются по формуле

$$R_{2min} = \frac{S_A K_{пс}}{q_л \cos^2\beta} K_2 = \frac{S_A K_{пс}}{q_л} K_2 K_3, \qquad (134)$$

где R_{2min} – минимальный радиус дуги криволинейного участка трассы, м;

S_A – натяжение ленты в наивысшей точке А криволинейного участка при загруженном полностью горизонтальном участке и незагруженном криволинейном и наклонном участках при установившемся движении, Н;

$K_{пс}$ = 1,2 – коэффициент увеличения натяжения при пуске конвейера;

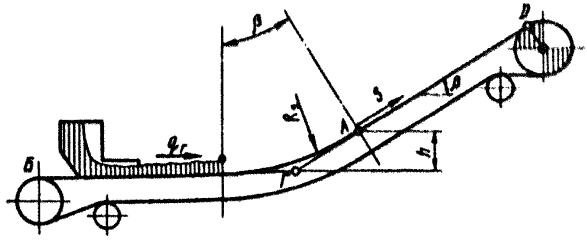
$q_л$ – погонная нагрузка от массы ленты, Н/м;

β – угол наклона конвейера, град;

K_2 – коэффициент типа натяжного устройства (см. табл.36); (табл. 37).

$$K_3 = \frac{1}{\cos^2\beta}$$

Схема перехода ленты с горизонтального участка трассы на наклонный



Черт. 26

Таблица 36

Коэффициент K_2

Тип ленты	Коэффициент K_2 для натяжного устройства	
	грузового	винтового, пружинного, лебедочного
Резинотканевая	1,2	1,4
Резинотросовая	1,3	1,5

Таблица 37

Коэффициент K_3

β, град	0–8	9–12	13–15	16–18	19–21	22–24
K_3	1,00	1,04	1,07	1,10	1,15	1,17

30.2. Геометрические размеры криволинейного участка определяются по формулам (131), (132), (133) и табл.35.

30.3. Нижняя (обратная) ветвь ленты конвейера на участке кривой отклоняется при помощи нескольких отклоняющих барабанов, расположенных над лентой, или же по такому же радиусу, как и верхняя ветвь, с опорой на прямые нижние роликоопоры.

30.4. Примеры расчетов конвейеров даны в справочном приложении 11.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Обязательное

ПЕРЕЧЕНЬ НОРМАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА КОНВЕЙЕРА

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).

2. Госстрой СССР. Строительные нормы и правила, СНиП II-46.75, часть 2-я, Нормы проектирования, глава 46. Промышленный транспорт, раздел 5, Конвейерный транспорт, М., 1976 (для магистрального и межцехового транспорта; на внутрицеховой транспорт эти нормы не распространяются).

3. ГОСТ 20-76. Ленты конвейерные резинотканевые. Технические условия.

4. ГОСТ 12.2.022-76. ССБТ. Конвейеры. Общие требования безопасности.

5. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды.

6. ГОСТ 22644-77. Конвейеры ленточные. Основные параметры и размеры.

7. ГОСТ 22645-77. Конвейеры ленточные. Роликоопоры. Типы и основные размеры.

8. ГОСТ 22646-77. Конвейеры ленточные. Ролики. Типы и основные размеры.

9. ГОСТ 22647-77. Конвейеры ленточные. Технические условия.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

ПЕРЕЧЕНЬ СБОРНИКОВ И КАТАЛОГОВ ОБОРУДОВАНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ-РАЗРАБОТЧИКОВ КОНСТРУКЦИЙ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

1. ГПКИ "Союзпроммеханизация". Конвейеры ленточные (оборудование). Сборник 1-64, часть У1, М., 1964.

2. ГПКИ "Союзпроммеханизация". Конвейеры ленточные с шириной ленты В = 400-1400. Каталог оборудования, сборник 1-72, часть 1, М., 1972.

3. ГПКИ "Союзпроммеханизация". Конвейеры ленточные с шириной ленты В = 1400-2000. Каталог оборудования. Сборник 1-72, часть II, М., 1972.

4. Сызранский турбостроительный завод. Конвейеры ленточные стационарные тяжелого типа $B_л$ = 1600-2000. Каталог 062-1-77, Сызрань, 1977.

5. Сызранский турбостроительный завод. Конвейеры ленточные стационарные тяжелого типа $B_л$ = 1600-2000. Каталог 062-II-77, Сызрань, 1977.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Характеристика расчетных групп производственных условий и окружающей среды эксплуатации конвейеров

Показатели	Расчетные группы производственных условий			
	Легкие Л	Средние С	Тяжелые Т	Очень тяжелые ОТ
Место установки конвейера (характеристика производственного помещения)	Чистые, закрытые, отапливаемые или охлаждаемые и вентилируемые помещения (категории 4 по ГОСТ 15150-69	Закрытые отапливаемые производственные помещения капитального сооружения без регламентированного контроля температуры и влажности (категории 4 по ГОСТ 15150-69)	На открытом воздухе с непосредственным воздействием атмосферных условий в период всего года; наличие ветра и абразивной пыли (категории 1 по ГОСТ 15150-69)	
			Легкие, временные неотапливаемые помещения или навесы, в которых колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе и имеется сравнительно свободный доступ наружного воздуха (категория 2 по ГОСТ 15150-69)	
			Неотапливаемые и невентилируемые помещения с повышенной влажностью (например, подвалы), в которых возможно длительное нахождение воды или частая конденсация влаги на стенах и потолке (категория 5 по ГОСТ 15150-69)	
			Закрытые, каменные, бетонные, деревянные неотапливаемые помещения (например, межцеховые галереи) с естественной вентиляцией без	

Продолжение

Показатели	Группы производственных условий			
	Легкие Л	Средние С	Тяжелые Т	Очень тяжелые ОТ
			искусственно регулируемых климатических условий (категория 3 по ГОСТ 15150-69)	
			Закрытые отапливаемые помещения с высокой концентрацией абразивной пыли и повышенной влажностью (см. ниже)	-
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69	Для макроклиматических районов с умеренным климатом (исполнение У)			Для макроклиматических районов с холодным климатом (исполнение ХЛ)
Температура окружающего воздуха, °С	Плюс 35 - плюс 10	Плюс 35 - плюс 1	Плюс 40 - минус 45 (для категорий 1; 2; 3); плюс 35 - минус 5 (для категории 5)	Плюс 40 - минус 60 (для категорий 1; 2;3); плюс 35 - минус 10 (для категории 5)
Относительная влажность воздуха (периодически), не более, %	40	65	80	90

Наличие в окружающем воздухе абразивной пыли с содержанием частиц кварца (песка) и т.п. минералов, частиц химикатов, а также паров и газов, вредно воздействующих на конвейер	Содержание абразивной пыли не более 5 мг/м^3, вредные пары и газы практически отсутствуют	Содержание абразивной пыли не более 10 мг/м^3, вредные пары и газы до 1 мг/м^3	Содержание абразивной пыли более 10 мг/м^3, наличие вредных паров и газов в верхних пределах санитарных норм (сернистый газ – до 2 мг/м^3)	
Характерные примеры цехов и промышленных установок различных отраслей промышленности	Цехи приборостроения, радио и телевизионной аппаратуры; цехи по пошиву одежды; экспедиции почтовых отделений; типографии; книгохранилища	Топливоподачи тепловых электростанций. Земледельные и формовочные отделения литейных цехов. Заводы резинотехнических изделий; предприятия пищевой промышленности; закрытые зернохранилища и комбикормовые заводы	Карьеры открытых разработок полезных ископаемых в районах умеренного климата. Магистральный межцеховой транспорт в неотапливаемых галереях; Обогатительные фабрики металлургической, коксохимической и угольной промышленности. Выбивные отделения литейных цехов	Карьеры открытых разработок полезных ископаемых в районах холодного климата Лесоразработки на открытых площадках в районах холодного климата

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

ХАРАКТЕРИСТИКА НАСЫПНЫХ И ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ

Таблица 1

Характеристика насыпных грузов (средние величины)

Наименование транспортируемого груза и его особенности	Плотность, γ, т/м^3	Группа абразивности	Угол естественного откоса груза в покое φ, град	Угол свободного расположения груза в поперечном сечении ленты φ_1, град	Наибольший допускаемый угол наклона конвейера, β_{max}, град
Агломерат железной руды	1,6-2,0	Д	45	15	18
Агломерат свинцовой руды	2,0-3,5	Д	40-50	15	18
Антрацит рядовой	0,8-1,0	С	45	18	17
Аммофос	0,9-1,1	"	33-42	10	"
Апатитовый концентрат	1,3-1,7	С	30-40	15	16
Асбест, сорт 1-V	0,3-0,6	В	50	17	"
Асбест, сорт V I-VII	0,4-0,8	В	45	15	"
Брикеты из бурого угля, плоские	0,7-1,0	В,С	35-40	15	14
Боксит дробленый	1,3-1,5	В	40-50	15	18
Гранит, крупность 0-80 мм	1,5	Д	45	18	18
Галька крупная, сухая	1,5-1,8	В	30	12	10
Гипс порошкообразный, воздушно-сухой	1,2-1,4	В	40	14	22
Глина кусковая, сухая	1,6-1,8	В	40	15	16
Глина кусковая, влажная	1,9-2,1	В	50	20	24
Глина пылевидная	0,4-1,2	В	20	12	22
Глинозем, порошкообразный, сухой	0,9-1,3	С	35	15	"
Гравий рядовой, сухой	1,5-1,8	В	30-45	15	18
Гравий влажный, мытый	1,8-1,9	В	40-50	18	20
Доломит необожженный, 50-80 мм	1,7-1,9	С	35-40	15	18
Земля грунтовая, влажная	1,6-2,0	С	35-45	20	22

Продолжение табл. 1

Наименование транспортируемого груза и его особенности	Плотность, γ, т/м^3	Группа абразивности	Угол естественного откоса груза в покое, φ, град	Угол свободного расплывания груза в поперечном сечении ленты φ_1, град	Наибольший допускаемый угол наклона конвейера, β_{max}, град
Земля: грунтовая, сухая	1,1-1,6	С	30-40	15	18
Земля формовочная, готовая	1,6	С	40-45	20	24
Земля формовочная, выбитая	1,2-1,3	С	30-45	15	22
Зола сухая	0,6-0,9	Д	45-50	15	18
Зерно (рожь, пшеница) сухое	0,7-0,8	А	22	10	16
Известняк мелкий и среднекусковой	1,4-1,7	В	35-40	15	18
Известь порошкообразная, воздушно-сухая	0,5-0,9	В	50	15	23
Известь хлорная воздушно-сухая	0,6-0,8	В	45-50	15	20
Калий хлористый	0,9	-	46	15	-
Камень мелко- и среднекусковой, рядовой	1,3-1,5	Д	37-40	15	18
Кокс рядовой	0,4-0,5	Д	30	15	15
Коксик с мелочью	0,6-0,9	Д	50	15	18
Колчедан серный, рядовой	2,0	С	45	15	17
Колчедан флотационный	1,8	С	38-40	12	17
Картофель (клубни)	0,6-0,8	А	28	10	12
Кукуруза в зерне	0,7-0,8	А	35	10	15
Концентрат железных руд, влажный	3,2-5,0	Д	25-50	15	22
Мел мелкокусковой	1,4-1,6	В	40	14	15
Мука ржаная, отруби	0,5-0,6	А	55	16	15
Мука фосфоритная для удобрений	1,1-1,8	В	37-45	13	12
Окатыши железорудные	1,8-2,2	С	35-40	10	12
Опилки древесные, воздушно-сухие	0,2-0,3	А	40	15	27
Огарок колчеданный	1,4-1,8	С	35	12	18
Окалина	2,0-2,2	С	30-35	10	-

Продолжение табл. 1

Наименование транспортируемого груза и его особенности	Плотность, γ, т/м^3	Группа абразивности	Угол естественного откоса груза в покое φ, град	Угол свободного расположения груза в поперечном сечении ленты φ_1, град	Наибольший допускаемый угол наклона конвейера, β_{max}, град
Песок карьерный, рядовой, воздушно-сухой	1,4–1,6	С	35–40	15	20
Песок чистый, формовочный, сухой	1,3–1,5	С	30–35	10	15
Песчано-гравийная смесь, воздушно-сухая	1,6–1,8	С	40–45	15	22
Порода грунтовая (вскрыша)	1,6–1,7	С	45–50	15	20
Пыль колошниковая	1,1–2,0	В	–	–	–
Руда крупностью 0–25 мм и 0–120 мм, рядовая	2,0–2,4	Д	30–50	15	18
Руда крупностью 0–350 мм, рядовая	2,8–3,6	Д	45	15	15
Сера гранулированная	1,4	–	45	15	18
Сера двууглекислая, порошкообразная	1,0	–	44	15	18
Соль поваренная, зернистая	1,0–1,2	С	50	16	20
Соль калийная	1,1	С	46	15	18
Соль каменная, кусковая	0,8–1,8	С	30–50	15	18
Суперфосфат из апатита, гранулированный	1,0	С	45	14	20
Стружки древесные, свежие	0,2–0,5	А	50	20	27
Торф фрезерный, воздушно-сухой	0,3–0,5	В	32–45	12	18
Уголь бурый, сухой	0,5–0,6	В	35–50	12	16
Уголь бурый, влажный	0,6–0,8	В	40–50	12	18
Уголь каменный рядовой	0,6–0,8	В	30–45	12	18
Угольная пыль с мелочью	0,5–0,7	В	15–20	7	10
Удобрения минеральные	1,0–2,0	С	35–40	10	15
Цемент воздушно-сухой	1,0–1,5	Д	30–40	10	20
Шлак каменноугольный	0,6–0,9	Д	35–40	15	20
Штыб сухой	0,9	С	30–45	15	20
Щебень сухой	1,5–1,8	Д	35–45	15	18

Таблица 2

Средние значения коэффициента разрыхления плотной массы груза

Разрабатываемый массив	Коэффициент $K_{рх}$
Песок, растительный грунт, торф	1,12
Руда	1,60
Сланец	1,60
Суглинок, гравий	1,20
Уголь	1,40

Таблица 3

Наибольшие допускаемые углы наклона конвейера при транспортировании штучных грузов

Наименование груза	Наибольший допускаемый угол наклона конвейера, град
Коробки картонные	15
Мешки тканые и джутовые	20
Мешки бумажные	17
Ящики деревянные	16
Ящики металлические	12

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Рекомендуемое

СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЛЕНТЫ КОНВЕЙЕРА

Таблица 1

Скорости движения ленты конвейера для транспортирования насыпных грузов при отсутствии на конвейере устройств промежуточной разгрузки

Характеристика транспортируемого груза	Скорость, м/с, при ширине ленты, мм							
	400-500	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
Пылевидные и порошкообразные, сухие, пылящие	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Хрупкие, кусковые, крошение которых снижает их качество	1,25	1,60	1,60	1,60	2,00	2,00	2,00	2,00
Порошкообразные и зернистые, в том числе рыхлые, вскрышные породы на открытых разработках	1,60	2,50	3,15	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00
Мелкокусковые, размер куска $a \leq 80$ мм	1,60	2,00	2,50	3,15	4,00	4,00	5,00	5,00
Среднекусковые, $a \leq 160$ мм	1,60	1,60	2,00	2,50	2,50	3,15	4,00	4,00
Среднекусковые, $a = 161-350$ мм	–	–	1,60	1,60	2,00	2,50	3,15	3,15
Крупнокусковые, тяжелые, $a \leq 500$ мм	–	–	–	–	2,00	2,00	2,50	3,15
Зерновые (зерно)	1,60	2,50	3,15	4,00	–	–	–	–
Овощи, фрукты, корнеплоды	0,80	0,80	1,00	1,00	–	–	–	–

Таблица 2

Скорости движения ленты конвейера для насыпных грузов с устройствами для промежуточной разгрузки

Тип устройства для промежуточной разгрузки	Скорость ленты, м/с
Барабанные разгружатели с механическим передвижением	2,0
Плужковые разгружатели с односторонними и двухсторонними жесткими щитами, стационарные и с ручным и механическим передвижением	1,0-1,6

Таблица 3

Скорости движения ленты конвейера для транспортирования штучных грузов

Характеристика груза	Скорость ленты, м/с
Мешки тканевые с мукой, зерном; мешки бумажные с цементом, мелом	0,5-1,0
Почтовые посылки в мягкой упаковке, пачки газет	0,8-1,0
Рулоны бумаги массой до 200 кг	0,3-0,5
Ящики, бочки, чемоданы, массой до 50 кг	0,3-0,5

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

РАСЧЕТНЫЕ МАССЫ ЛЕНТ

Таблица 1

Расчетная масса 1 пог. м резинотканевой ленты типа БКНЛ-65 по ГОСТ 20-76 с обкладками толщиной 3 мм на рабочей (верхней) и 1 мм на нерабочей (нижней) сторонах ленты

Ширина ленты, мм	Масса 1 м ленты, кг, при количестве прокладок					
	3	4	5	6	7	8
400	2,9	3,3	3,6	4,0	4,4	4,7
500	3,7	4,1	4,6	5,0	5,5	5,9
650	4,7	5,3	5,9	6,5	7,1	7,7
800	5,8	6,6	7,3	8,0	8,7	9,4
1000	7,3	8,2	9,1	10,0	10,9	11,8
1200	8,8	9,8	10,9	12,0	13,1	14,2
1400	10,2	11,5	12,7	14,0	15,3	16,5
1600	11,7	13,1	14,6	16,0	17,4	18,9
2000	14,6	16,4	18,2	20,0	21,8	23,6

Таблица 2

Расчетная масса 1 пог. м резинотканевой ленты типов ТА-100 и ТК-100 по ГОСТ 20-76

Ширина ленты, мм	Толщина наружных обкладок верхней/нижней, мм	Масса 1 м ленты, кг, при количестве прокладок					
		3	4	5	6	7	8
400	4,5/2,0 6,0/2,0	4,4 5,1	4,9 5,6	5,4 6,1	5,9 6,6	6,4 7,0	6,8 7,5
500	4,5/2,0 6,0/2,0	5,6 6,4	6,2 7,0	6,8 7,6	7,4 8,2	8,0 8,8	8,6 9,4
650	4,5/2,0 6,0/2,0	7,2 8,3	8,0 9,1	8,8 9,9	9,6 10,7	10,3 11,4	11,1 12,2
800	4,5/2,0 6,0/2,0	8,9 10,2	9,8 11,2	10,8 12,2	11,8 13,1	12,7 14,1	13,7 15,0
1000	4,5/2,0 6,0/2,0	11,1 12,8	12,3 14,0	13,5 15,2	14,7 16,4	15,9 17,6	17,1 18,8

Продолжение табл. 2

Ширина ленты, мм	Толщина наружных обкладок верхней/нижней, мм	Масса 1 м ленты, кг, при количестве прокладок					
		3	4	5	6	7	8
1200	4,5/2,0 6,0/2,0	13,3 15,4	14,8 16,8	16,2 18,2	17,6 19,7	19,1 21,1	20,5 22,6
1400	4,5/2,0 6,0/2,0	15,5 17,9	17,2 19,6	18,9 21,3	20,6 23,0	22,3 24,6	23,9 26,3
1600	4,5/2,0 6,0/2,0	17,8 20,5	19,7 22,4	21,6 24,3	23,5 26,2	25,4 28,2	27,4 30,1
2000	4,5/2,0 6,0/2,0	22,2 25,6	24,6 28,0	27,0 30,4	29,4 32,8	31,8 35,2	34,2 37,6

Таблица 3

Расчетная масса 1 пог. м резинотканевой ленты типа БКНЛ-150 по ГОСТ 20-76

Ширина ленты, мм	Толщина наружных обкладок верхней/нижней, мм	Масса 1 м ленты, кг, при количестве прокладок					
		3	4	5	6	7	8
650	3,0/1,0 4,5/2,0	5,5 7,4	7,0 8,3	7,2 9,1	– –	– –	– –
800	3,0/1,0 4,5/2,0	6,8 9,1	8,6 10,2	8,9 11,2	9,9 12,2	11,0 13,3	12,0 14,3
1000	3,0/1,0 4,5/2,0	8,5 11,4	10,8 12,7	11,1 14,0	12,4 15,3	13,7 16,6	15,0 17,9
1200	3,0/1,0 4,5/2,0	– –	13,0 15,2	13,3 16,8	14,9 18,4	16,4 19,9	18,0 21,5
1400	3,0/1,0 4,5/2,0	– –	– –	15,5 19,6	17,4 21,4	19,2 23,2	21,0 25,1
1600	3,0/1,0 4,5/2,0	– –	– –	17,8 22,4	19,8 24,5	21,9 26,6	24,0 28,6
2000	3,0/1,0 4,5/2,0	– –	– –	22,2 28,0	24,8 30,6	27,4 33,2	30,0 35,8

Таблица 4

Расчетная масса 1 пог. м резинотканевой ленты типов ТК-150 и ТК-200 по ГОСТ 20-76

Ширина ленты, мм	Толщина наружных обкладок верхней / нижней, мм	Масса 1 м ленты, кг, при количестве прокладок					
		3	4	5	6	7	8
800	4,5/2,0 6,0/2,0	9,4 10,7	10,5 11,8	11,6 13,0	12,7 14,1	13,8 15,2	15,0 16,3
1000	4,5/2,0 6,0/2,0	11,7 13,4	13,1 14,8	14,5 16,2	15,9 17,6	17,3 19,0	18,7 20,4
1200	4,5/2,0 6,0/2,0	14,0 16,1	15,7 17,8	17,4 19,4	19,1 21,1	20,8 22,8	22,4 24,5
1400	4,5/2,0 6,0/2,0	16,4 18,8	18,3 20,7	20,3 22,7	22,3 24,6	24,2 26,6	26,2 28,6

Таблица 5

Расчетная масса 1 пог. м резинотканевой ленты типов ТА-300 и ТК-300 по ГОСТ 20-76

Ширина ленты, мм	Толщина наружных обкладок верхней / нижней, мм	Масса 1 м ленты, кг, при количестве прокладок					
		3	4	5	6	7	8
800	4,5/2,0 6,0/2,0	9,6 11,0	10,8 12,2	12,0 13,4	13,2 14,6	14,4 15,8	15,6 17,0
1000	4,5/2,0 6,0/2,0	12,0 13,7	13,5 15,2	15,0 16,7	16,5 18,2	18,0 19,7	19,5 21,2
1200	4,5/2,0 6,0/2,0	14,4 16,4	16,2 18,2	18,0 20,0	19,8 21,8	21,6 23,6	23,4 25,4
1400	4,5/2,0 6,0/2,0	16,8 19,2	18,9 21,3	21,0 23,4	23,1 25,5	25,2 27,6	27,3 30,0
1600	4,5/2,0 6,0/2,0	19,2 22,0	21,6 24,3	24,0 26,7	26,4 29,1	28,8 31,5	31,2 34,0
2000	4,5/2,0 6,0/2,0	24,0 27,4	27,0 30,4	30,0 33,4	33,0 36,4	36,0 39,4	39,0 42,4

Таблица 6

Расчетная масса 1 пог. м резинотканевой ленты типов ТА-400 и ТК-400 по ГОСТ 20-76

Ширина ленты, мм	Толщина наружных обкладок верхней / нижней, мм	Масса 1 м ленты, кг, при количестве прокладок					
		3	4	5	6	7	8
1000	4,5/2,0	12,3	13,9	15,5	17,1	18,7	20,3
	6,0/2,0	14,0	15,6	17,2	18,8	20,4	22,0
1200	4,5/2,0	14,8	16,7	18,6	20,5	22,4	24,4
	6,0/2,0	16,8	18,7	20,6	22,6	24,5	26,4
1400	4,5/2,0	17,2	19,5	21,7	23,9	26,2	28,4
	6,0/2,0	19,6	21,8	24,1	26,3	28,6	30,8
1600	4,5/2,0	19,7	22,2	24,8	27,4	30,0	32,5
	6,0/2,0	22,4	25,0	27,5	30,1	32,6	35,2
2000	4,5/2,0	24,6	27,8	31,0	34,2	37,4	40,6
	6,0/2,0	28,0	31,2	34,4	37,6	40,8	44,0

Таблица 7

Расчетная масса 1 пог. м резинотросовой ленты типа 1РТЛ и 2РТЛ по ТУ 38-105,841-75 (с обкладками толщиной 5,5 мм на каждой стороне ленты)

Ширина ленты, мм	Масса 1 пог. м ленты, кг			
	РТЛ-1500	РТЛ-1600	РТЛ-2500	РТЛ-3150
800	22	23	-	-
1000	28	29	37	43
1200	34	35	44	52
1400	39	41	52	60
1600	45	46	59	69
2000	56	58	74	86

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
Рекомендуемое

ВЫБОР ТИПА РОЛИКООПОР

Таблица 1

Рекомендации по выбору диаметра ролика прямой и желобчатой роликоопоры

Диаметр ролика, мм	Диапазон ширины ленты, мм		Плотность транспортируемого груза, т/м³, не более	Наибольшая скорость движения ленты, м/с
	От	До (вкл.)		
83 и 89	400	650	1,6	2,0
	800		1,6	1,6
102 и 108	400	650	2,0	2,5
	800	1200	1,6	2,5
127 и 133	800	1200	2,0	2,5
152 и 159	800	1200	3,5	4,0
	1600	2000	3,5	3,2
194; 219 и 245	800	1400	3,5	4,0
	1600	2000	4,0	6,3

Таблица 2

Исполнение роликов по нагружению узла подшипника

Исполнение	Режим работы конвейера	Плотность транспортируемого груза, т/м³	
		Свыше	До (вкл.)
Легкое	ВЛ; Л	-	0,6
Среднее (нормальное)	С	0,6	1,6
Тяжелое	Т	1,6	2,2
Весьма тяжелое	ВТ	2,2	3,5

Таблица 3

Выбор типа роликоопоры в зависимости от ее назначения и характеристики транспортируемого груза

Характеристика транспортируемого груза	Роликоопоры для ветви ленты			
	верхней (рабочей)		нижней (обратной)	
	Тип	Обозначение по ГОСТ 22645-77	Тип	Обозначение по ГОСТ 22645-77
Насыпные грузы: мало- и среднеабразивные (групп абразивности А, В, С), пылящие. Штучные грузы всех видов	Верхняя прямая Верхняя желобчатая Верхняя желобчатая центрирующая Верхняя желобчатая амортизирующая	П Ж ЖЦ ЖА	Нижняя прямая Нижняя желобчатая Нижняя прямая, центрирующая	Н; НЛ НЖ; НЖЛ НЦ; НЦЛ
Насыпные грузы групп абразивности А, В и С, пылящие			Нижняя прямая дисковая Нижняя желобчатая дисковая	НД; НДЛ НЖД; НЖДЛ
Насыпные грузы сильноабразивные (группа Д), агрессивные, пылящие	Верхняя прямая футерованная Верхняя желобчатая футерованная Желобчатая, футерованная, центрирующая	ПФ ЖФ ЖЦЦ	Нижняя прямая футерованная; дисковая Нижняя желобчатая футерованная; дисковая Нижняя прямая футерованная, центрирующая	НФ; НФЛ; НДЛ НЖФ; НЖФЛ; НЖДЛ НЦФ; НЦФЛ

ПРИЛОЖЕНИЕ 8
Справочное

МАССЫ ВРАЩАЮЩИХСЯ ЧАСТЕЙ РОЛИКООПОР СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Таблица 1

Масса вращающихся частей роликоопор конвейера общего назначения конструкции ГПКИ "Союзпроммеханизация" по каталогу оборудования, сборник 1-72, 1972 г.

Ширина ленты, мм	Диаметр ролика, мм	Тип роликоопоры	Масса вращающихся частей роликоопоры, кг	
			рядовой желобчатой	прямой
400	83	Легкий	3,5	4,3
	102	Нормальный	11,0	6,2
500	83	Легкий	4,0	5,0
	102	Нормальный	11,5	7,5
650	83	Легкий	4,9	5,9
	102	Нормальный	12,5	10,5
800	102	Легкий	11,0	9,5
	127	Нормальный	25,0	18,2
	159	Тяжелый	39,0	-
1000	102	Легкий	13,0	11,4
	127	Нормальный	29,0	22,0
	159	Тяжелый	43,5	-
1200	102	Легкий	15,5	13,9
	127	Нормальный	32,0	29,3
	159	Тяжелый	46,0	-
1400	159	Нормальный	38,5	43,2
	194	Тяжелый	61,0	-
1600	159	Средний	40,0	37,5
	194	Тяжелый	61,5	-
2000	194	Средний	75,0	68,0

Таблица 2

Масса вращающихся частей роликоопор тяжелого типа конструкции Сызранского турбостроительного завода по каталогу 062.П-77 1977 г.

Ширина ленты, мм	Диаметр ролика, мм	Масса вращающихся частей роликоопоры, кг	
		рядовой желобчатой	прямой
1600	159	63,0	43,7
2000	194 159	106,0	51,4

Примечание. В числителе дан диаметр ролика для желобчатой, а в знаменателе – для прямой роликоопоры.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9
Рекомендуемое

ВЫБОР ТИПА И МЕСТА УСТАНОВКИ НАТЯЖНОГО УСТРОЙСТВА

Рекомендации по выбору типа и места установки натяжного устройства

Тип натяжного устройства	Место установки натяжного устройства	Диапазон ширины ленты, мм	Характеристика конвейера
Винтовое, жесткое	Концевой барабан в начале конвейера	400–1600	Горизонтальные и наклонные конвейеры длиной примерно до 60 м
Тележечное грузовое с непосредственным воздействием груза на натяжную тележку, без полиспаста и с полиспастом	Концевой барабан в начале конвейера или около приводного барабана на обратной ветви ленты	400–2000	Горизонтальные и наклонные конвейеры длиной примерно до 300 м
Тележечное грузолебедочное с постоянной величиной натяжного усилия; без полиспаста и с полиспастом		1000–2000	Горизонтальные и наклонные конвейеры длиной более 300 м
Тележечное грузолебедочное с автоматическим управлением величины натяжного усилия; тележечное грузопружинное		1400–2000	Горизонтальные и наклонные конвейеры со сложной трассой длиной 500 м и более
Рамное грузовое с вертикальным перемещением натяжного барабана и постоянным натяжным усилием, с полиспастом или без полиспаста	Концевой барабан на обратной ветви ленты в средней части конвейера или непосредственно около приводного барабана	1400–2000	Наклонные и наклонно-горизонтальные конвейеры длиной 300–400 м
Рамное грузопружинное (лебедочное) с вертикальным перемещением натяжного барабана и переменной величиной натяжения		1400–2000	Наклонные и наклонно-горизонтальные конвейеры со сложной трассой длиной 500 м и более

Примечание. Рамное натяжное устройство применяется в тех случаях, когда имеется под конвейером соответствующая высота для размещения устройства и когда тележечное натяжное устройство применять затруднительно.

ПРИЛОЖЕНИЕ 10
Рекомендуемое

ВЫБОР ТИПА ОЧИСТНЫХ УСТРОЙСТВ

Рекомендуемые устройства для очистки наружной (грузонесущей) стороны ленты конвейера

Транспортируемый груз		Рекомендуемые очистные устройства				
Состояние и свойства	Характерные примеры	Скребок		Механический вращающийся очиститель	Дисковые роликоопоры на обратной ветви	Переворот обратной ветви ленты
		одинарный	двойной			
Сухой, нелипкий; влажность $w'_{max} \leq 30\%$	Песок чистый; зерно, кокс, все виды тарных штучных грузов	X	–	–	–	–
Влажный, нелипкий $w'_{max} \leq 65\%$	Земля, уголь, гравий, щебень	–	X	–	–	–
Влажный, с липкими частицами; $w'_{max} \leq 65\%$	Песок с частицами глины, формовочная земля; руда	X	–	X	X	–
Влажный, липкий; $w'_{max} = 80\%$	Глина, бетон	X	–	X	X	–
Влажный, липкий; $w'_{max} = 100\%$	Руда, глина, вскрыша	X	–	–	–	X

Примечания. 1. Рекомендуемые типы очистных устройств отмечены знаком X.

2. При нескольких отметках X применяется весь комплекс устройств.

3. Возможно применение гидравлической очистки (обмыва) ленты в отапливаемом помещении при условии последующей просушки ленты и централизованного удаления воды.

ПРИЛОЖЕНИЕ 11
Справочное

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

Пример расчета 1

1. Исходные данные для расчета и проектирования

Конвейер (черт. 1) предназначен для транспортирования известняка в приемный бункер.

Транспортируемый груз – известняк крупностью 0–165 мм; плотность 1,6 т/м^3; влажность – до 5%; груза с кусками a_{max} = 165 мм не более 20% общего количества. Конвейер установлен в отапливаемом помещении с температурой окружающей среды от +10°С до +30°С. Максимальная влажность воздуха в помещении – до 60%; количество абразивной пыли до 10 мг/м^3.

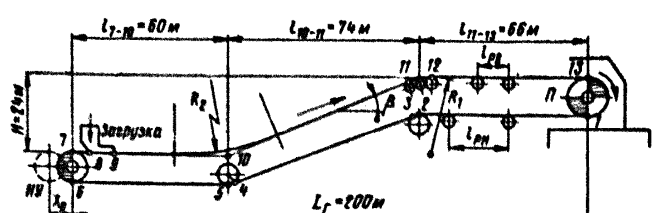
Конвейер работает в три смены, по 7 ч в смену, 21 ч в сутки и 305 дней в году.

Плановая средняя массовая производительность Q_c = 250 т/ч или $П_c$ = 156 м^3/ч; плановая максимальная производительность по загрузочному оборудованию: массовая – Q_{max} = 400 т/ч; объемная $П_{max}$ = 250 м^3/ч. Коэффициент готовности конвейера $K_т$ = 0,96; расчетный коэффициент рабочего использования конвейера по времени $K_в$ = 0,9.

2. Проектирование и расчет конвейера

Коэффициенты использования конвейера по времени по формулам (1) и (2):

Расчетная схема конвейера ($L_г$ = 200 м)



П – привод; НУ – натяжное устройство

Черт. 1

в сутки

$$K_{BC} = \frac{t_{nc}}{t_c} = \frac{21}{24} = 0,88;$$

в год

$$K_{B.C} = \frac{t_{nr}}{t_r} = \frac{305 \cdot 21}{365 \cdot 24} = 0,73.$$

По табл. 1 определяем, что эти значения коэффициентов соответствуют классу В4 использования конвейера по времени.

Коэффициент средней нагрузки на ленту по формуле (4)

$$K = \frac{Q_c}{Q_{max}} = \frac{250}{400} = 0,62.$$

По табл. 2 это соответствует классу Н2 использования конвейера по производительности. По табл. 3 устанавливаем, что конвейер будет работать в тяжелом режиме (Т). По табл. 1 приложения 3 устанавливаем, что конвейер будет работать в средних производственных условиях (С).

По табл. 4, 5 и 6 и приложению 4 устанавливаем, что транспортируемый груз – известняк, соответствует группам среднекускового груза, средней плотности и средней подвижности. Допускаемый угол наклона конвейера $\beta_{max} = 18^{\circ}$; группа абразивности В.

На основании принятого угла наклона наклонной части конвейера составляется проектная схема конвейера (черт. 1).

Расчетная объемная производительность конвейера по формуле (11)

$$П_{PM} = \frac{П_{max} K_н}{K_в K_г} = \frac{250 \cdot 1,2}{0,9 \cdot 0,96} = 350 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Принято, в соответствии с заданием: расчетный коэффициент рабочего использования конвейера по времени $K_в = 0,9$; общий коэффициент готовности $K_г = 0,96$; коэффициент неравномерности загрузки $K_н = 1,2$.

На основании данных табл. 12 и расчетной объемной производительности предполагаем, что лента должна иметь ширину в пределах 800–1000 мм. Тогда по табл. 1 приложения 5 принимаем скорость движения ленты $v = 1,6$ м/с. Принимаем желобчатый профиль сечения рабочей ветви ленты, опирающей-

ся на трехроликовую желобчатую роликоопору с углом желобчатости $\alpha_ж = 30^0$.

По кусковатости груза, в соответствии с табл. 9, ширина ленты должна быть не менее 800 мм.

По формуле (18) ширина ленты

$$B = 1{,}1\left(\sqrt{\frac{П_{рМ}}{K_п \upsilon K_\beta}} + 0{,}05\right) = 1{,}1\left(\sqrt{\frac{350}{550 \cdot 1{,}6 \cdot 0{,}9}} + 0{,}05\right) = 0{,}785 \text{ м}.$$

Принято: из табл. 10 для $\alpha_ж = 30^0$ и груза средней подвижности $K_п = 550$. По табл. 11 для груза средней подвижности и $\beta = 18^0$ $K_\beta = 0{,}9$.

Принимаем ширину ленты B = 800 мм. Проверка по табл. 12 показывает, что при ширине ленты B = 800 мм, скорости υ = 1 м/с и $K_\beta = 1$ имеем производительность П = 245 м^3/ч. Для наших условий при $\upsilon = 1{,}6$ м/с и $K_\beta = 0{,}9$ имеем П = $245 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}6 = 352$ м^3/ч, следовательно выбранные параметры обеспечивают заданную производительность.

Устанавливаем на конвейере резинотканевую ленту общего назначения типа 2Р по ГОСТ 20-76.

По табл. 1 приложения 6 выбираем роликоопоры с роликами диаметром 127 мм среднего (нормального) исполнения. По табл. 18 выбираем расстояния между роликоопорами $l_{рВ} = 1{,}3$ м и $l_{рН} = 2{,}6$ м.

Расположение роликоопор по трассе конвейера принимаем по черт. 7. В зоне загрузки устанавливаем четыре амортизирующие роликоопоры на расстоянии 350 мм друг от друга. Погонные нагрузки принимаем по табл. 20: $q_л = 80$ Н/м; $q_{рВ} = 192$ Н/м; $q_{рН} = 70$ Н/м.

Погонная нагрузка от массы транспортируемого груза по формуле (29) определяется по средней производительности с коэффициентом неравномерности $K_н = 1{,}4$

$$Q_р = \frac{Q_с K_н}{K_в K_г} = \frac{250 \cdot 1{,}4}{0{,}9 \cdot 0{,}96} = 400 \text{ т/ч};$$

$$q_г = \frac{10 Q_р}{3{,}6 \upsilon} = \frac{10 \cdot 400}{3{,}6 \cdot 1{,}6} = 700 \text{ Н/м}.$$

Величину $q_г$ можно определить также по графику на черт. 8, как показано стрелками.

По формуле (35) определяем общее усилие сопротивления движению ленты на горизонтальных и наклонном участках трассы конвейера

$$W_{\Sigma ГН} = P = K_д L(q_г + q_{рв} + q_{рн} + 2q_л)C + q_г H =$$
$$= 1{,}45 \cdot 200(700 + 192 + 70 + 2 \cdot 80)0{,}022 + 700 \cdot 24 =$$
$$= 23960 \text{ Н}.$$

По табл. 21 принят коэффициент сопротивления для средних производственных условий: $C = 0{,}022$; по графику на черт. 9 коэффициент $K_д = 1{,}45$.

По формуле (36) определяем мощность приводного электродвигателя

$$N = \frac{K_з P v}{1020 \eta} = 1{,}15 \frac{23960 \cdot 1{,}6}{1020 \cdot 0{,}89} = 48{,}6 \text{ кВт}.$$

Принято: $K_з = 1{,}15$ и $\eta = 0{,}89$.

Принимаем короткозамкнутый электродвигатель типа АО2-82-4, мощность 55 кВт; 1460 об/мин.

На конвейере устанавливаем: однобарабанный привод с углом обхвата барабана лентой $\alpha = 200^\circ$; барабан футерован прорезиненной лентой без обкладки; по табл. 23 коэффициент трения ленты по барабану при средних производственных и сухих атмосферных условиях $\mu = 0{,}35$. В соответствии с этим имеет по табл. 24 и графику на черт. 11 фактор сцепления $e^{\mu\alpha} = 3{,}4$ и член $\frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} = 1{,}42$. Отсюда расчетное натяжение ленты

$$S_{нб} = \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1} P K_з = 1{,}42 \cdot 23960 \cdot 1{,}15 = 39050 \text{ Н}.$$

Выбираем по ГОСТ 20-76 резинотканевую ленту с прокладками из ткани БКНЛ-100 с пределом прочности на разрыв одной прокладки $S_{р1} = 100$ Н/мм. Количество прокладок по формуле (20)

$$i = \frac{K S_{нб}}{S_{р1} B} = \frac{10{,}7 \cdot 39050}{100 \cdot 800} = 5{,}22.$$

Расчетный коэффициент запаса прочности ленты по формуле (21)

$$K = \frac{K_0}{K_{пр} K_{ст} K_т K_р} = \frac{7}{0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,85 \cdot 0,95} = 10,7.$$

Принято $K_0 = 7$; $K_{пр} = 0,9$ (по табл. 13); $K_{ст} = 0,9$ (из табл. 14 для вулканизированного стыка); $K_т = 0,85$ (из табл. 15) и $K_р = 0,9$ (из табл. 16). Принимаем ленту с шестью прокладками. Проверка по формуле (22) при $S_{Д1} = 11$ по ГОСТ 20-76

$$\frac{S_{р1}}{K} \leq S_{Д1}, \text{ т.е. } \frac{100}{10,7} = 9,35 < 11.$$

Условие формулы (22) выполнено.

Время прохождения ленты через пункт загрузки по формуле (25) и графику на черт. 6

$$\Omega = \frac{2L}{v} = \frac{2 \cdot 205}{1,6} = 256 \text{ с},$$

где $L = 205$ м – общая длина ленты между осями концевых барабанов по контуру трассы.

По табл. 17 для грузов группы абразивности В, при тяжелом режиме работы и времени прохождения ленты через пункт загрузки $\Omega = 256$ с с учетом кусковатости груза принимаем толщины обкладок – верхней 3 мм, нижней 1 мм из резины класса В по ГОСТ 20-76.

Окончательно принята лента 2Р-800-6-БКНЛ100-3-1В ГОСТ 20-76.

Принятая лента имеет массу 9 кг/м (см. ГОСТ 20-76) и $q_л = 90$ Н/м, что близко к принятой нагрузке от ленты $q_л = 80$ Н/м.

Диаметр приводного барабана по формуле (39) $D_Б = K_Д K_Б i = 150 \cdot 1,6 = 900$ мм; принимаем $D_Б = 1000$ мм. Принято: $K_Д = 150$ (табл. 25); $K_Б = 1,0$ (табл. 26).

Диаметр натяжного барабана $D_Н = 150 \cdot 0,8 \cdot 6 = 765$ мм; принимаем $D_Н = 800$ мм; диаметры отклоняющих барабанов $D_Б = 500$ мм.

Расчетный крутящий момент на валу приводного барабана по формуле (42)

$$M_{кр} = K_д P \frac{D_Б}{2} = 1,15 \cdot 23960 \frac{100}{2} = 1378000 \text{ Н} \cdot \text{см}.$$

Принимаем по нормалям ГПКИ "Союзпроммеханизация" Е1-119-72 приводной барабан $D_б$ = 1000 мм типа 80100Ф-140У с допускаемым крутящим моментом $M_{крд}$ = 1851000 Н·см.

Удельное давление на поверхности приводного барабана по формуле (41)

$$p_л = \frac{300\, S_{нб}}{\alpha\, \pi\, B\, D_б}\left(\frac{e^{\mu\alpha}+1}{e^{\mu\alpha}}\right) = \frac{300 \cdot 39050}{200 \cdot 3{,}14 \cdot 800 \cdot 1000}\left(\frac{3{,}4+1}{3{,}4}\right) =$$

= 0,036 МПа, что допустимо, так как

$$p_л = 0{,}036 < [p_{лд} = 0{,}20].$$

Величину $p_л$ можно определить приближенно по графикам на черт. 12 при $S/B = 39050/800 = 48{,}6$.

Этим заканчивается первая стадия расчета и проектирования конвейера.

3. Подробный тяговый расчет конвейера

Всю трассу конвейера (черт. 1) разделяем по точкам 1, 2, 3...9, 10, 11 на отдельные однородные участки сопротивлений движению, начиная с точки 1 сбега ленты с приводного барабана. Погонные нагрузки и коэффициенты сопротивления принимаем по первой стадии расчета с уточнением нагрузки от массы ленты $q_л$ = 90 Н/м.

Натяжение ленты в отдельных точках трассы по схеме на черт. 1,

$S_1 = S_{сб}$;

$S_2 = S_1 + C(q_л + q_{рн})\, l_{1-2} = S_1 + 0{,}022(90+70)\cdot 96 =$

$= S_1 + 338$;

$S_3 = \zeta\, S_2 = 1{,}02\cdot S_1 + 345$;

$S_4 = S_3 + C(q_л + q_{рн})\, l_{2-5} - q_л H = 1{,}02\cdot S_1 + 345 +$

$+ 0{,}022(90+70)\cdot 74 - 90\cdot 24 = 1{,}02\, S_1 - 1555$;

$S_5 = \zeta S_4 = 1{,}04\, S_1 - [1555 - 1555\,(1{,}02 - 1{,}00)] =$

$= 1{,}04\, S_1 - 1524$;

$S_6 = S_5 + C(q_л + q_{рн})\, l_{5-6} = 1{,}04\, S_1 - 1524 + 0{,}022(90+$

$+ 70)\cdot 60 = 1{,}04\, S_1 - 1310$;

$S_7 = \xi S_6 = 1{,}04 S_6 = 1{,}08 S_1 - 1260;$

$S_8 = S_7 + C(q_л + q_{рв}) l_{7-8} = 1{,}08 S_1 - 1260 + 0{,}022(90 + 192) \cdot 2 = 1{,}08 S_1 - 1250;$

$S_9 = S_8 + W_3 = 1{,}08 S_1 + 126.$

Сопротивление в узле загрузки

$W_3 = W_{3y} + W_{3б} + W_{3л} = 280 + 1032 + 64 = 1376;$

$W_{3y} = 0{,}1 q_1 \Delta v^2 = 0{,}1 \cdot 700 \cdot 4 = 280;$

$W_{3б} = f_1 h_б^2 \gamma_в l_л = 0{,}7 (0{,}8 \cdot 0{,}3)^2 \cdot 16000 \cdot 1{,}6 = 1032.$

Размеры лотка приняты по табл. 28

$W_{3л} = K_{пл} l_л = 40 \cdot 1{,}6 = 64;$

$S_{10} = S_9 + C(q_л + q_{рв} + q_г) l_{8-10} = 1{,}08 S_1 + 126 + 0{,}022(90 + 700) 58 = 1{,}08 S_1 + 1380;$

$S_{11} = S_{10} + C(q_л + q_{рв} + q_г) l_{10-11} + (q_г + q_л) H = 1{,}08 S_1 + 1380 + 21{,}6 \cdot 74 + 790 \cdot 24 = 1{,}08 S_1 + 21900;$

$S_{12} = \delta S_л = 1{,}04 S_{11} = 1{,}12 S_1 + 22750;$

$S_{13} = S_{12} + C(q_л + q_{рв} + q_г) l_{12-13} = 1{,}12 S_1 + 22750 + 21{,}6 \cdot 66 = 1{,}12 S_1 + 24100.$

Из теории фрикционного привода с учетом коэффициента запаса сцепления $K_з$ имеем по формуле (82)

$$S_1 = S_{сб} \frac{K_з}{e^{\mu\alpha}},$$

отсюда $e^{\mu\alpha} S_1 = K_з S_{13}$

При постановке $K_з = 1{,}15$ и $e^{\mu\alpha} = 3{,}4$ имеем

$3{,}4 S_1 = 1{,}15 (1{,}12 S_1 + 24100) = 1{,}29 S_1 + 27700,$

отсюда

$$S_{сб} = S_1 = \frac{27700}{2{,}11} = 13130 \text{ Н}.$$

Расчетное натяжение ленты при установившемся движении с учетом коэффициента запаса сцепления на приводном барабане $K_з = 1,15$;

$$S_{нб} = e^{\mu\alpha} S_{сб} = 3,4 \cdot 13130 = 44600 \text{ Н}.$$

При обобщенном предварительном расчете было получено $S_{нб} = 39050$ Н; расхождение составляет 14,3%; следовательно необходимо сделать проверку выбранного сборудования.

Необходимое значение минимального натяжения ленты на горизонтальном участке верхней ветви по формуле (84)

$$S_{в\,min} = 8(q_г + q_л) l_{рв} \cos\beta = 8(700 + 90) 1,3 \cdot 1 = 8216 \text{ Н}.$$

Минимальное натяжение будет в точке 8

$$S_в = 1,08 S_1 - 1250 = 1,08 \cdot 13130 - 1250 = 12860 > [S_{в\,min} = 8216].$$

Минимальное натяжение ленты на наклонном участке нижней ветви по формуле (86)

$$S_{н\,min} = 8 q_л l_{рн} \cos\beta = 8,90 \cdot 2,6 \cdot 0,95 = 1780 \text{ Н}.$$

Минимальное натяжение будет в точке 4

$$S_4 = 1,02 S_1 - 1555 = 1,02 \cdot 13130 - 1555 = 11835 > [S_{н\,min} = 1780].$$

Следовательно, условия минимальных натяжений выдержаны.

Проверка выбора количества прокладок в ленте по формуле (20)

$$i = \frac{K S_{нб}}{S_{р1} B} = \frac{10,7 \cdot 44600}{100 \cdot 800} = 5,97.$$

Изменения количества прокладок в ленте не требуется.

Окружное усилие на приводном барабане по формуле (61)

$$P = \frac{1}{K_з}(S_{нб} - S_{сб}) = \frac{1}{1,15}(44600 - 13130) = 27400 \text{ Н}.$$

Потребная мощность двигателя по формуле (34)

$$N = K_з \frac{P v}{1020 \eta} = 1{,}15 \frac{27400 \cdot 1{,}6}{1020 \cdot 0{,}89} = 55{,}5 \text{ кВт.}$$

Оставляем принятый двигатель мощностью 55 кВт, что вызовет изменение величины коэффициента запаса с $K_з = 1{,}15$ до $K_з = 1{,}14$, что вполне допустимо.

Проверку удельного давления на поверхности и крутящего момента на валу приводного барабана не производим в связи с полученными большими запасами.

Тормозной момент на валу приводного барабана по формуле (125)

$$M_т = [q_{rmax} H - K_{тр} (P - q_r H)] \frac{D_б}{2} \eta =$$

$$= [960 \cdot 24 - 0{,}5 (27400 - 700 \cdot 24)] \frac{1}{2} 0{,}89 = 7840 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

где $q_{rmax} = \frac{10 Q_{рм}}{3{,}6 v} = \frac{10 \cdot 560}{3{,}6 \cdot 1{,}6} = 960$ Н/м определяется по максимальной расчетной массовой производительности $Q_{рм} = П_{рм} \gamma = 350 \cdot 1{,}6 = 560$ т/ч.

На барабане 6-7 устанавливаем грузовое тележечное натяжное устройство (НУ). Величина рабочего хода НУ по формуле (118)

$$X_р = K_{НУ} K_в \varepsilon_0 L = 0{,}65 \cdot 0{,}85 \cdot 0{,}015 \cdot 205 = 1{,}7 \text{ м},$$

где $K_{НУ} = 0{,}65$ для $\beta \geq 10^0$,

$$K_в = \frac{S_{нб}}{S_{доп}} = \frac{S_{нб}}{S_{д1} B i} = \frac{11000}{11 \cdot 800 \cdot 6} = 0{,}85;$$

$\varepsilon_0 = 0{,}015$ для ленты ВКНЛ-100.

Величина монтажного хода НУ по формуле (117)

$$X_м = K_м B = 1 \cdot 0{,}8 = 0{,}8 \text{ м}.$$

Общий ход НУ по формуле (116)

$$X = X_р + X_м = 1{,}7 + 0{,}8 = 2{,}5 \text{ м}.$$

Величина усилия натяжения по формуле (119)

$$P_{нт} = (S_6 + S_7) K_{пс} + G_т (\sin\beta + C_т \cos\beta) =$$

$$= (12300 + 12900)\, 1{,}2 + 5000 (0 + 0{,}05 \cdot 1) = 30500 \text{ Н}.$$

Принимается натяжное устройство тип 8080.100 с допускаемым натяжным усилием $P_{нтд} = 32000$ Н.

В соответствии с рекомендациями рекомендуемого приложения 10 на приводном барабане конвейера после зоны разгрузки устанавливаем двойной очистной скребок для очистки грузонесущей поверхности ленты.

Радиус выпуклого участка трассы конвейера в точках 11-12 по формуле (130)

$$R_{1min} = K_1 B = 25 \cdot 0{,}8 = 20 \text{ м},$$

где $K_1 = 25$ по табл. 34 для ленты БКНЛ-100 с $\varepsilon = 0{,}035$.

Радиус вогнутого участка трассы конвейера в точке 10 по формуле (134)

$$R_{2min} = \frac{S_{10} K_{пс}}{q_л} K_2 K_3 = \frac{15560 \cdot 1{,}2}{90} 1{,}2 \cdot 1{,}1 = 274 \text{ м},$$

где $S_{10} = 1{,}08 S_1 + 1380 = 15560$ Н $= S_A$; $K_{пс} = 1{,}2$; $K_2 = 1{,}2$ по табл. 36; $K_3 = 1{,}1$ по табл. 37. Принимаем $R_2 = 275$ м.

Поскольку приводной двигатель имеет сравнительно небольшую мощность (55 кВт), то пусковые процессы можно не рассчитывать.

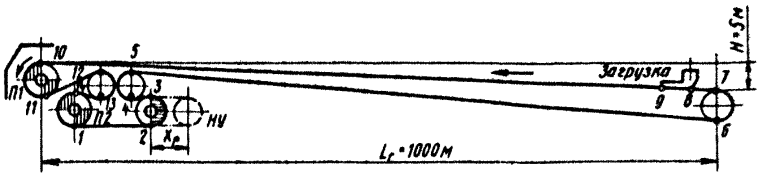
На этом заканчивается весь расчет конвейера.

Пример расчета 2

1. Исходные данные для расчета и проектирования

Конвейер (черт. 2) предназначен для транспортирования руды от карьера до обогатительной фабрики.

Расчетная схема конвейера ($L_г = 1000$ м)



П1 – первый приводной барабан; П2 – второй приводной барабан; НУ – натяжное устройство

Черт. 2

Транспортируемый груз – руда крупностью 0–250 мм; груза с кусками a_{max} = 250 мм не более 30% общего количества; плотность γ = 2,5 т/м^3; влажность до 10%.

Конвейер установлен на открытой площадке с температурой окружающей среды от +25°С (летом) до –30°С (зимой) и имеет легкое укрытие от дождя и снега; привод установлен в отапливаемом закрытом помещении с температурой окружающего воздуха от +10°С до +25°С. Максимальная влажность воздуха до 80%; количество абразивной пыли в воздухе до 20 мг/м^3.

Конвейер работает в две смены, по 7 ч в смену, 14 ч в сутки и 305 дней в году.

Плановая средняя массовая производительность конвейера Q_c = 5000 т/ч или $П_c$ = 2000 м^3/ч; плановая максимальная производительность по загрузочному оборудованию: массовая – Q_{max} = 7000 т/ч, объемная $П_{max}$ = 2800 м^3/ч.

Коэффициент готовности конвейера $K_г$ = 0,96; расчетный коэффициент рабочего использования конвейера по времени $K_в$ = 0,85.

2. Проектирование и расчет конвейера

Коэффициенты использования конвейера по времени по формулам (1) и (2):

в сутки

$$K_{вс} = \frac{t_{пс}}{t_c} = \frac{14}{24} = 0,58;$$

в год

$$K_{вг} = \frac{t_{пг}}{t_г} = \frac{305 \cdot 14}{365 \cdot 24} = 0,49.$$

По табл. 1 определяем, что эти значения коэффициентов соответствуют классу В3 использования конвейера по времени.

Коэффициент средней нагрузки на ленту по формуле (4)

$$K_{сн} = \frac{Q_c}{Q_{max}} = \frac{5000}{7000} = 0,72.$$

По табл. 2 это соответствует классу Н3 использования конвейера по производительности. По табл. 3 устанавливаем, что конвейер будет работать в тяжелом режиме (Т).

По табл. 1 приложения 3 устанавливаем, что конвейер работает в тяжелых производственных условиях (группа Т).

По табл. 4, 5 и 6 и приложению 4 устанавливаем, что транспортируемый груз – руда соответствует группам среднекускового груза, особо тяжелой плотности, средней подвижности и высокой абразивности группы Д.

Расчетная объемная производительность конвейера по формуле (11)

$$П_{рм} = \frac{П_{max} K_н}{K_в K_г} = \frac{2800 \cdot 1,1}{0,85 \cdot 0,96} = 3200 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При расчете принято: $K_в = 0,85$; $K_г = 0,96$; $K_н = 1,1$. Расчетная массовая производительность

$$Q_{рм} = П_{рм} \gamma = 3200 \cdot 2,5 = 8000 \text{ т/ч}.$$

На основании данных табл. 12 и расчетной объемной производительности предполагаем, что лента должна иметь ширину B = 1600–2000 мм. Тогда по табл. 1 приложения 5 принимаем скорость движения ленты $v = 2,5$ м/с. Принимаем желобчатый профиль сечения рабочей ветви ленты, опирающейся на желобчатую роликоопору с углом желобчатости $\alpha_ж = 30°$. По кусковатости груза, в соответствии с табл. 9, ширина ленты должна быть не менее 1000 мм. По формуле (18) ширина ленты

$$B = 1,1 \left(\sqrt{\frac{П_{рм}}{K_п v K_\beta}} + 0,05\right) =$$

$$= 1,1 \left(\sqrt{\frac{3200}{550 \cdot 2,5 \cdot 1,0}} + 0,05\right) = 1,72.$$

Из табл. 11 для $\alpha_ж = 30°$ и груза средней подвижности принимаем $K_п = 550$; для $\beta \cong 0$ принимаем $K_\beta = 1,0$.

Принимаем ленту шириной B = 2000 мм, резинотросовую общего назначения, предварительно типа 2РТЛ-3150 с расчетной массой 43 кг/м^2 по ТУ 38-105841-75.

Выбираем желобчатые роликоопоры тяжелого типа Ж200Т-30 с роликами диаметром 194 мм.

По табл. 18 выбираем расстояния между роликоопорами $l_{р.в} = 1$ м и $l_{р.н} = 2$ м.

Расположение роликоопор на трассе конвейера принимаем по черт. 7. В зоне загрузки устанавливаем шесть амортизирующих роликоопор на расстоянии 450 мм друг от друга. Погонные нагрузки принимаем $q_л = 10 \cdot 43 \cdot 2 = 860$; $q_{р.в} = 1060$;

$q_{р.н}$ = 260 Н/м (см. каталог 062-41-77 Сызранского турбостроительного завода).

Погонная нагрузка от массы транспортируемого груза по формуле (20) определяется по средней производительности с коэффициентом неравномерности $K_н$ = 1,12

$$Q_р = \frac{Q_с K_н}{K_в K_т} = \frac{5000 \cdot 1,12}{0,85 \cdot 0,96} = 6850 \text{ т/ч};$$

$$q_г = \frac{10 Q_р}{3,6 v} = \frac{10 \cdot 6850}{3,6 \cdot 2,5} = 7600 \text{ Н/м}.$$

По формуле (35) определяем общее усилие сопротивления движению ленты конвейера в зимнее время

$$W_{\Sigma гн} = P = K_д L (q_г + q_{р.в} + q_{р.н} + 2q_л) C + q_г H =$$
$$= 1,1 \cdot 1000 \cdot (7600 + 1060 + 260 + 2 \cdot 860) \cdot 0,042 +$$
$$+ 7600 \cdot 5 = 527300 \text{ Н}.$$

По табл. 21 принят коэффициент сопротивления для тяжелых производственных условий при работе в зимнее время C = 0,042; по графику на черт. 9 коэффициент $K_д$ = 1,1.

По формуле (36) определяем общую мощность приводных электродвигателей

$$N = K_з \frac{P v}{1020 \eta} = 1,15 \frac{527300 \cdot 2,5}{1020 \cdot 0,9} = 1650 \text{ кВт}.$$

По рекомендациям табл. 31 на конвейере устанавливаем двухбарабанный привод. По табл. 23 для футерованного барабана и тяжелых производственных условий принимаем коэффициент трения ленты о поверхность барабана $\mu_1 = \mu_2 = \mu$ = 0,25; общий угол обхвата $(\alpha_1 + \alpha_2) = 400^0$, тогда тяговый фактор по табл. 24 и графику на черт. 11

$$T = e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)} = 5,74; \quad Ж = \frac{T}{T - 1} = 1,21.$$

Расчетное натяжение ленты при двухбарабанном приводе

$$S_{нб1} = \frac{e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)} P K_з}{e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)} - 1} = 1,21 \cdot 527300 \cdot 1,15 =$$
$$= 733740 \text{ Н}$$

Расчетный коэффициент запаса прочности ленты по формуле (21)

$$K' = \frac{K_0}{K_{ст} K_т K_р} = \frac{7}{0{,}9 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}95} = 8{,}2.$$

Принято $K_{ст} = 0{,}9$ (табл. 14); $K_т = 1{,}0$ (табл. 15); $K_р = 0{,}9$ (табл. 16). Необходимая прочность резинотросовой ленты по формуле (23)

$$S_{рт} = S_{нб} \frac{K'}{B} = 733740 \frac{8{,}2}{2000} = 3008 < [3150] \text{ Н/мм}.$$

Для резинотросовой ленты типа 2РТЛ-3150 максимальное допускаемое натяжение по ТУ 38-105.841-75 $S_{ртд} = 380$ Н/мм.

Условие по формуле (24)

$$\frac{S_{max}}{B} = \frac{S_{нб1}}{B} = \frac{733740}{2000} = 367 < [S_{ртд} = 380] \text{ выполняется.}$$

Диаметр приводных барабанов по табл. 27 $D_б = 1250$ мм; натяжного $D_н = 1000$ мм; оборотных $D_о = 1000$ и 800 мм.

Коэффициент полезного использования прочности ленты по формуле (56)

$$\varphi_2 = \frac{e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)} - 1}{e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)}} = \frac{5{,}74 - 1}{5{,}74} = 0{,}826.$$

По табл. 31 выбираем коэффициент распределения нагрузки между приводными барабанами по формуле (57)

$$K_ф = \frac{P_1}{P_2} = 2.$$

Тогда мощность электродвигателя на первом барабане по формуле (64)

$$N_1 = N \frac{K_ф}{K_ф + 1} = 1650 \frac{2}{2 + 1} = 1100 \text{ кВт};$$

на втором

$$N_2 = N \frac{1}{K_ф + 1} = 1650 \frac{1}{2 + 1} = 550 \text{ кВт}.$$

Выбор типоразмера электродвигателей возможен в двух вариантах: 1-й вариант – на первом барабане двигатель 1250 кВт, на втором – 630 кВт; 2-й вариант – на первом барабане два двигателя по 630 кВт, на втором – один двигатель 630 кВт. Принимаем второй вариант (черт. 19, б), который позволяет применить на конвейере три совершенно одинаковых приводных механизма (редукторы, муфты и т.п.), что очень удобно для эксплуатации. Устанавливаем в приводе конвейера три закрытых электродвигателя с фазным ротором типа АК3 12-52-4, мощность 630 кВт, скорость 1485 об/мин.

Расчетный крутящий момент на валу первого приводного барабана

$$M_{KP1} = \frac{K_\Phi}{K_\Phi + 1} K_3 P \frac{D_Б}{2} = \frac{2}{2+1} 1{,}15 \cdot 527{,}3 \frac{125}{2} =$$

$$= 25270 \text{ кН} \cdot \text{см};$$

то же, второго барабана

$$M_{KP2} = \frac{1}{2+1} 1{,}15 \cdot 527{,}3 \frac{125}{2} = 12635 \text{ кН} \cdot \text{см}.$$

Окружное усилие на первом барабане по формуле (67)

$$P_1 = P \frac{K_\Phi}{K_\Phi + 1} = 527300 \frac{2}{2+1} = 351530 \text{ Н};$$

то же, на втором барабане

$$P_2 = P \frac{1}{K_\Phi + 1} = 527300 \frac{1}{2+1} = 175770 \text{ Н}.$$

Натяжение ветви ленты, сбегающей со второго барабана, по формуле (69)

$$S_{сб2} = P_2 K_3 \frac{1}{e^{\mu\alpha_2} - 1} = 175770 \cdot 1{,}15 \cdot 0{,}72 = 145540 \text{ Н}.$$

Принято $\mu_2 = \mu = 0{,}25$; $\alpha_2 = 200^\circ$ и $\Gamma = \frac{1}{e^{\mu\alpha_2} - 1} = 0{,}72$; $e^{\mu\alpha_2} = 2{,}4$ по табл. 24 или из графиков черт. 22.

Натяжение ленты, набегающей на второй барабан и сбегающей с первого барабана, по формуле (70)

$$S_{нб2} = S_{сб1} = S_{сб2} \cdot e^{\mu\alpha_2} = 145540 \cdot 2{,}4 = 349300 \text{ Н}.$$

Потребный тяговый фактор на первом приводном барабане по формуле (73)

$$e^{\mu_1\alpha_1} = e^{\mu\alpha_1} \geq \frac{S_{нб1}}{S_{сб2}\, e^{\mu\alpha_2}} \geqslant \frac{733740}{145540 \cdot 2,4} \geqslant 2,1.$$

Принимаем на первом барабане $\mu_1 = \mu = 0,25$ и $\alpha_1 = 200^\circ$, что обеспечивает $e^{\mu\alpha_1} = 2,4$ и общий тяговый фактор $e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)} = 5,74$. Удельное давление на поверхности первого приводного барабана по формуле (41)

$$p_л = \frac{360 \cdot S_{нб1}}{\alpha_1 \pi B D_б} \cdot \frac{e^{\mu\alpha_1}+1}{e^{\mu\alpha_1}} = \frac{360 \cdot 733740}{200 \cdot 3,14 \cdot 2000 \cdot 1250} \cdot \frac{2,4+1}{2,4}$$

= 0,24 МПа, что вполне допустимо.

Этим заканчивается первая стадия расчета.

3. Подробный тяговый расчет конвейера

Всю трассу конвейера (черт. 2) разделяем по точкам 1, 2, 3 ... 14 на отдельные однородные участки сопротивлений движению, начиная с точки 1 сбега ленты со второго приводного барабана.

Натяжение ленты в отдельных точках трассы по схеме на черт. 2

$S_1 = S_{сб2}$;

$S_2 \approx S_1$;

$S_3 = \zeta S_2 = 1,05 S_1$;

$S_4 = S_3$;

$S_5 = \zeta S_4 = 1,10 S_1$;

$S_6 = S_5 + C(q_л + q_{р.н}) l_{5-6} - q_л H = 1,10 S_1 + 0,042(860 +$

$+ 260)\, 995 - 860 \cdot 5 = 1,10 S_1 + 40280$;

$S_7 = \zeta S_6 = 1,07 S_6 = 1,18 S_1 + 43100$;

$S_8 = S_7 + C(q_л + q_{р.в}) l_{7-8} = 1,18 S_1 + 43100 +$

$+ 0,042(860 + 1060)\, 3 = 1,18 S_1 + 43340$;

$S_9 = S_8 + W_8 = 1,18 S_1 + 63750.$

Сопротивление в узле загрузки

$$W_9 = W_{9у} + W_{9н} + W_{9л} = 4600 + 15550 + 300 = 20410;$$

$W_{зу} = 0{,}1\, q_г\, \Delta\, v^2 = 0{,}1 \cdot 7600 \cdot 6 = 4560;$

$W_{зб} = f_1\, h_б^2\, \gamma_в\, l_п = 0{,}9\,(0{,}8 \cdot 0{,}6)^2 \cdot 25000 \cdot 3 = 15550;$

$W_{зп} = K_{пл}\, l_п = 100 \cdot 3 = 300;$

$S_{10} = S_{нб1} = S_9 + C(q_л + q_{рв} + q_г)\, l_{в\text{-}10} + (q_г + q_л)H =$

$= 1{,}18 S_1 + 63750 + 0{,}042(860 + 1060 + 7600)\,997 +$

$+ (7600 + 860)\,5 = 1{,}18 S_1 + 504700.$

По формуле (82) имеем $S_1 = S_{сб2} = S_{10} \dfrac{K_з}{e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)}}$.

Принято $K_з = 1{,}15$; $e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)} = 5{,}74$,

отсюда $S_1 e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)} = K_з S_{10}$;

$5{,}74 S_1 = 1{,}15\,(1{,}18 S_1 + 504700) = 1{,}36 S_1 + 580400;$

$$S_1 = S_{сб2} = \frac{580400}{4{,}38} = 132500.$$

Расчетное натяжение ленты при установившемся движении с учетом коэффициента запаса сцепления ленты на приводных барабанах

$$S_{нб1} = e^{\mu(\alpha_1 + \alpha_2)} S_{сб2} = 5{,}74 \cdot 132500 = 760550.$$

При обобщенном предварительном расчете получено расчетное натяжение ленты

$$S_{нб1} = 733740 \text{ Н}.$$

Расхождение составляет +3,7%, следовательно пересчета всех параметров, кроме ленты, не требуется.

Необходимая прочность резинотросовой ленты по формуле (23)

$$S_{рт} = S_{нб1} \frac{K'}{B} = 760550 \frac{8{,}2}{2000} = 3118 < [3150] \text{ Н/мм}$$

условие по формуле (24)

$$\frac{S_{max}}{B} = \frac{S_{нб1}}{B} = \frac{760550}{2000} = 380{,}3 \approx [S_{ртд} = 380] \text{Н/мм}$$

выполняется с очень малым отклонением.

Следовательно, на конвейере можно применить резинотросовую ленту типа 2РТЛ-3150; незначительное превышение допускаемой нагрузки снизит величину коэффициента запаса до $K_3 = 1{,}149$ вместо принятого $K_3 = 1{,}150$, что вполне допустимо.

Проверка минимального натяжения ленты по формуле (84), (86) и (87)

$$S_{B\,min} = 8(q_Г + q_Л)\, l_{PB} \cos\beta = 8(7600 + 860) \cdot 1 \cdot 1 =$$
$$= 67700 \text{ Н};$$

$$S_{H\,min} = 8\, q_Л l_{PH} \cos\beta = 8 \cdot 860 \cdot 2 \cdot 1 = 13760 \text{ Н};$$

$$S_{B\,min} \geq 32 \sqrt{(q_Г + q_Л) L_Г} = 32 \sqrt{(7600 + 860) \cdot 1000} =$$
$$= 93100 \text{ Н}.$$

На конвейере минимальное натяжение ленты $S_{c\delta_2} = 132500$ Н, значительно больше всех требуемых минимальных величин натяжения ленты.

4. Тяговый расчет с учетом дополнительных усилий при пуске конвейера.

Максимальное натяжение ленты при пуске конвейера по формуле (103)

$$S_{пуск} = S_{НП} + W_{НП} + W_{ВП} + \frac{j}{g}(2q_Л + q_Г)(1 + K_П)L =$$
$$= 174650 + 55800 + 565900 + \frac{0{,}15}{9{,}81}(2 \cdot 860 + 7600) \cdot$$
$$\cdot (1 + 0{,}08)\, 1000 = 936400 \text{ Н}.$$

Принято: $S_{НП} = K_{ПС}\, S_{c\delta 2} = 1{,}2 \cdot 145540 = 174650$ Н; $j = 0{,}15$ м/с^2; $K_П = 0{,}08$; $C_П = 1{,}2 \cdot 0{,}042 = 0{,}05$;

$$W_{КП} = K_Д L (q_Л + q_{РН}) C_П - q_Л H = 1{,}1 \cdot 1000 (860 + 260) \cdot$$
$$\cdot 0{,}050 - 860 \cdot 5 = 55800 \text{ Н};$$

$$W_{ВП} = K_Д L (q_Г + q_{РВ} + q_Л) C_П + (q_Г + q_Л) H = 1{,}1 \cdot 1000 \cdot$$
$$\cdot (7600 + 1060 + 860)\, 0{,}05 + (7600 + 860)\, 5 = 565900 \text{ Н}.$$

Проверка выбора ленты по формуле (21) при $K = 5$

$$K_n' = \frac{K_\theta}{K_{ст} K_т K_р} = \frac{5}{0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,95} = 6,0$$

по формуле (23)

$$S_{рт} = S_{пуск} \frac{K_n'}{B} = 936400 \frac{6}{2000} = 2810 < [3150] \text{ Н/мм}.$$

Проверка выбранной величины ускорения при пуске конвейера по формуле (105)

$$j' = Б_1 v \sqrt{\frac{c_n \cos\beta + \sin\beta}{L \varepsilon}} = 0,8 \cdot 2,5 \sqrt{\frac{0,05 \cdot 1 + 0}{1000 \cdot 0,0025}} =$$

$$= 0,28 \text{ м/с}^2,$$

Принято $Б_1 = 0,8$; $\beta \approx 0°$; $\varepsilon = 0,0025$; $C_n = 0,05$.
Принято $j = 0,15 < [j' = 0,28]$ м/с^2.

Максимальное возможное ускорение при пуске по формуле (106):

$$j_{max} = K_{бз} g (f_2 \cos\beta - \sin\beta) = 0,6 \cdot 9,81 \cdot 0,8 = 4,7 \text{ м/с}^2$$

Условие по формуле (107) $j = 0,15 < [j_{max} = 4,7]$ м/с^2 – выполнено.

Минимальное время продолжительности пуска по формуле (108)

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

Фактическое время пуска определяется количеством ступеней пускового устройства привода; оно должно быть не меньше $t_{n\,min}$.

Время пуска по пусковым характеристикам приводных электродвигателей по формуле (110)

$$t_{пд} = \frac{(GD^2)_к \, n_н}{375 (M_{пс} - M_{ст}) K_у} = \frac{14880 \cdot 1485}{375 \cdot (11400 - 8780) \cdot 0,9} =$$

$$= 25 > [t_{n\,min} = 16,7] \text{ с}.$$

Условие по формуле (109) выполнено.

Маховой момент всех движущихся частей конвейера по формуле (111)

$$(GD^2)_K = K_K(GD^2)_P + \frac{365v^2\rho}{n_H^2}[(q_Г + 2q_Л)L + \Sigma G_{РВ} +$$

$$+ \Sigma G_{РН} + \Sigma G_Б] = 1{,}15 \cdot 3 \cdot 1400 \frac{365 \cdot 2{,}5^2 \cdot 0{,}9}{1485^2} \cdot$$

$$\cdot [(7600 + 2 \cdot 860)\,1000 + 1000 \cdot 1060 + 500 \cdot 520 +$$

$$+ 2 \cdot 37000 + 3 \cdot 31700] = 14880\ Н \cdot м^2.$$

Принято: $(GD^2)_P = 1400\ Н \cdot м^2$ по каталогу 01.02.01-65 электродвигателей типа АКЗ; $K_K = 1{,}15$

$$M_{ПС} = 1{,}3M_{СТ} = 1{,}3 \cdot 8780 = 11400\ Н \cdot м;$$

$$M_{СТ} = P\frac{D_Б}{2}\frac{n_Б}{n_H} = 546130\frac{1{,}25}{2} \cdot \frac{38{,}2}{1485} = 8780\ Н \cdot м;$$

Частота вращения приводного барабана

$$n_Б = \frac{60\,v}{\pi D_Б} = \frac{60 \cdot 2{,}5}{3{,}14 \cdot 1{,}25} = 38{,}2\ об/мин.$$

Общее тяговое усилие

$$P = \frac{1}{K_У}(S_{НБ1} - S_{СБ2}) = \frac{1}{1{,}15}(760550 - 132500) =$$

$$= 546130\ Н$$

$K_У = 0{,}9$ для резинотросовой ленты.

Общий момент на валах двигателей по пусковой нагрузке конвейера по формуле (113)

$$M_{ПК} = (S_{пуск} - S_{НП})\frac{D_Б\,\rho}{2i_П} = (936370 - 174650) \cdot$$

$$\cdot \frac{1{,}25 \cdot 0{,}9}{2 \cdot 38{,}84} = 11030\ Н \cdot м,$$

где $i_П = \frac{n_H}{n_Б} = \frac{1485}{38{,}2} = 38{,}84.$

Общий номинальный момент на валах трех электродвигателей по формуле (114)

$$M_н = \frac{9750\,N}{n_H} = \frac{9750 \cdot 3 \cdot 630}{1485} = 12410\ Н \cdot м.$$

Максимальный пусковой момент на валах трех электродвигателей при $\lambda = 1{,}2$

$M_п = \lambda_д M_д = 1,2 \cdot 12410 = 14900$ Н·м > [$M_{пк}$ = = 11030 Н·м].

Условие формулы (112) выполнено.

Максимальное натяжение ленты при пуске конвейера, которое могут развить все три принятые электродвигателя по формуле (115)

$$S_{дп\,max} = \frac{1020N \cdot K_{мп} \cdot \eta}{v} \cdot \frac{e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)}}{e^{\mu(\alpha_1+\alpha_2)} - 1} =$$

$$= \frac{1020 \cdot 3 \cdot 630 \cdot 1,2 \cdot 0,9}{2,5} \cdot \frac{5,74}{5,74 - 1} = 1007700 \text{ Н}.$$

Требуемая прочность ленты при пусковой нагрузке по формуле (23)

$$S_{рт} = S_{дп\,max} \frac{K_п'}{B} = 1007700 \frac{6}{2000} = 3023 \text{ Н/мм} <$$

$$< [3150 \text{ Н/мм}].$$

Следовательно, выбранная лента типа 2РТЛ-3150 выдерживает пусковые нагрузки.

Этим исчерпывается полный расчет конвейера.

ПЕРЕЧЕНЬ

документов, на которые имеются ссылки в руководящем техническом материале

Обозначение документа	Номер пункта РТМ
ГОСТ 20-76	1.5, 12.4.1, 12.4.2, 12.4.9, 12.4.10, 15.1, Приложения: 1, 6 и 11
ГОСТ 15150-69	2, Приложение 3
ГОСТ 22644-77	10.4, 11.1, 12.3.1, 20.4
ГОСТ 22645-77	14.12, 29.4, Приложение 7
ТУ 38.105.841-75	12.4.1, Приложения: 6 и 11
ТУ 38.405.282-76	12.4.1
ГПКИ "Союзпроммеханизация". Конвейеры ленточные (оборудование) сборник 1-64, часть V1, М. 1964	13.2, 14.8, 14.10, 26.3, Приложение 2
ГПКИ "Союзпроммеханизация". Конвейеры ленточные с шириной ленты В=400-1400. Каталог оборудования. Сборник 1-72, часть 1, М. 1972	13.2, 14.8, 14.10, 26.3, Приложения: 2, 8 и 11
ГПКИ "Союзпроммеханизация". Конвейеры ленточные с шириной ленты В =1400-2000. Каталог оборудования. Сборник 1-72, часть II, М., 1972	13.2, 14.8, 14.10, 26.3, Приложения: 2 и 8
Сызранский турбостроительный завод. Конвейеры ленточные стационарные тяжелого типа $B_л$ = 1600-2000. Каталог 062-1-77, Сызрань, 1977	13.2, 14.8, 14.10, 26.3, Приложения: 8 и 11

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 1
2. Исходные данные для проектирования и расчета конвейера 2
3. Режимы работы и нагружения конвейера 3
4. Общий порядок расчета и проектирования 6
5. Последовательность проектирования, выбора параметров и расчета конвейера 8
6. Характеристика производственных и климатических условий окружающей среды 10
7. Характеристика транспортируемых грузов 10
8. Выбор проектной схемы конвейера 12
9. Наибольший допускаемый угол наклона конвейера 14
10. Расчетная производительность 15
11. Скорость движения ленты 18
12. Выбор ленты конвейера 18
    12.1. Параметры ленты 18
    12.2. Выбор профиля поперечного сечения ленты 18
    12.3. Выбор ширины ленты 20
    12.4. Выбор вида ленты и ее тягового каркаса 24
13. Выбор типа роликоопор 31
14. Порядок расстановки роликоопор на конвейере 31
15. Определение погонных нагрузок 35
16. Обобщенное определение общего усилия сопротивления движению ленты конвейера 38
17. Определение мощности приводного электродвигателя 40
18. Определение расчетного натяжения ленты 43
19. Проверка выбора типа ленты 46
20. Выбор диаметра барабанов 47
21. Определение расчетного крутящего момента на валу приводного барабана 51
22. Выбор параметров узла загрузки конвейера 51
23. Выбор параметров и типа устройств для загрузки конвейера 53
24. Выбор типа и расположения фрикционного барабанного привода 59
25. Тяговый расчет конвейера 71
    25.1. Общий порядок тягового расчета 71
    25.2. Определение минимального натяжения ленты 74
    25.3. Определение сопротивления движению на отдельных участках трассы конвейера 75
    25.4. Тяговый расчет с учетом дополнительных усилий при пуске конвейера 81
26. Выбор типа и параметров натяжного устройства 85
27. Определение тормозного момента 89
28. Выбор типа очистных устройств 90
29. Выбор радиуса выпуклого участка трассы конвейера 92
30. Выбор радиуса вогнутого участка трассы конвейера 95
Приложение 1. Обязательное. Перечень нормативных материалов для проектирования и расчета конвейера 97
Приложение 2. Справочное. Перечень сборников и каталогов оборудования организаций-разработчиков конструкций ленточных конвейеров 98

Приложение 3. Справочное. Характеристика производственных и климатических условий окружающей среды 99
Приложение 4. Справочное. Характеристика насыпных и штучных грузов 102
Приложение 5. Рекомендуемое. Скорости движения ленты конвейера 106
Приложение 6. Справочное. Расчетные массы лент 108
Приложение 7. Рекомендуемое. Выбор типа роликоопор 112
Приложение 8. Справочное. Массы вращающихся частей роликоопор серийного производства 114
Приложение 9. Рекомендуемое. Выбор типа и места установки натяжного устройства 116
Приложение 10. Рекомендуемое. Выбор типа очистных устройств 117

Приложение 11. Справочное. Примеры расчетов 118
Перечень документов, на которые имеются ссылки в руководящем техническом материале 139

Подп. к печ. 24.04.81 | Формат 60x90 1/16 | «Картолитография»
Печ. л. 9,0 | Уч.-изд. л. 7,5 | Тираж 660 экз.
Зак. инст. 35/81 | Зак. тип. 1872 | Цена 1 р. 13 к.

gost.e-ecolog.ru

маш, 129836, ГСП, Москва, И-90, Троицкая ул., 17
Отдел рекламы, оперативной печати и распространения
информационных материалов ЦНИИТЭИтяжмаша