

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени Т. Ф. ГОРБАЧЕВА»**

Кафедра горных машин и комплексов

Составители  
С. В. Пешков  
А. Ю. Захаров

**ПЛАСТИНЧАТЫЕ КОНВЕЙЕРЫ**

**Методические указания к практическим занятиям  
по дисциплине «Конвейерный транспорт»  
для студентов всех форм обучения**

Рекомендовано учебно-методической комиссией  
специальности 21.05.04 «Горное дело»  
в качестве электронного издания  
для использования в учебном процессе

Кемерово 2016

Рецензенты:

Юрченко В. М. – доцент кафедры горных машин и комплексов

Буялич Г. Д. – председатель учебно-методической комиссии специальности 21.05.04 «Горное дело», специализация 21.05.04.09 «Горные машины и оборудование»

**Пешков Сергей Владимирович**

**Захаров Александр Юрьевич**

**Пластинчатые конвейеры** [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Конвейерный транспорт» для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», образовательная программа «Обогащение полезных ископаемых», всех форм обучения / сост.: С. В. Пешков, А. Ю. Захаров; КузГТУ. – Электрон. дан. – Кемерово, 2016. – Систем. требования: Pentium IV; ОЗУ 16 Мб; Windows XP; мышь. – Загл. с экрана.

Приведено описание устройства пластинчатых конвейеров, их конструктивные особенности, технологическое назначение на обогатительных фабриках. Приводятся рекомендации по соотношению конструктивных параметров и методика обобщённого тягового расчета.

Рекомендовано для студентов специальности 21.05.04 «Горное дело», образовательная программа «Обогащение полезных ископаемых», а также для студентов образовательной программы «Горные машины и оборудование» при курсовом проектировании по дисциплине «Карьерные транспортные машины».

© КузГТУ, 2016

© Захаров А. Ю., Пешков С. В.,  
составление, 2016

## Введение

Пластинчатыми конвейерами называют машины непрерывного действия, грузонесущим элементом которых является жесткий металлический или деревянный, пластмассовый, резиноканевый настил (полотно), состоящий из отдельных пластин; тяговым элементом является одна или две пластинчатые цепи, огибающие концевые (приводную и натяжную) звездочки.

Пластинчатые конвейеры используют для транспортирования в горизонтальном и наклонном направлениях насыпных и штучных грузов в машиностроительной, химической, горнорудной, энергетической и других отраслях промышленности.

На пластинчатых конвейерах можно перемещать крупнокусковые и абразивные материалы, а также тяжелые штучные грузы. Одновременно с процессом транспортирования грузы-изделия могут подвергаться технологическим операциям (закалке, отпуску, охлаждению, мойке, окраске, сушке и др.).

Пластинчатые конвейеры классифицируют по конструкции настила, конфигурации трассы и назначению. По назначению различают стационарные и передвижные пластинчатые конвейеры.

### Классификация пластинчатых конвейеров

В зависимости от конструкции настила и тяговой цепи и конфигурации трассы (рис. 1) различают пластинчатые конвейеры общего назначения (вертикально замкнутые); изгибающиеся (с пространственной трассой) и специального назначения (различочные машины, эскалаторы, пассажирские, конвейеры с настилом сложного профиля).

Наиболее широкое применение получили пластинчатые стационарные, вертикально замкнутые конвейеры с прямолинейными трассами, которые являются конвейерами общего назначения. В металлургической промышленности их используют для подачи крупнокусковой руды и горячего агломерата; на химических заводах и при производстве строительных материалов – для перемещения крупнокусковых нерудных материалов; на тепловых электростанциях – при подаче угля; в машиностроении – для транспортирования горячих поковок, отливок, опок, отходов

штамповочного производства; на поточных линиях сборки, охлаждения, сушки, сортирования и химической обработки.

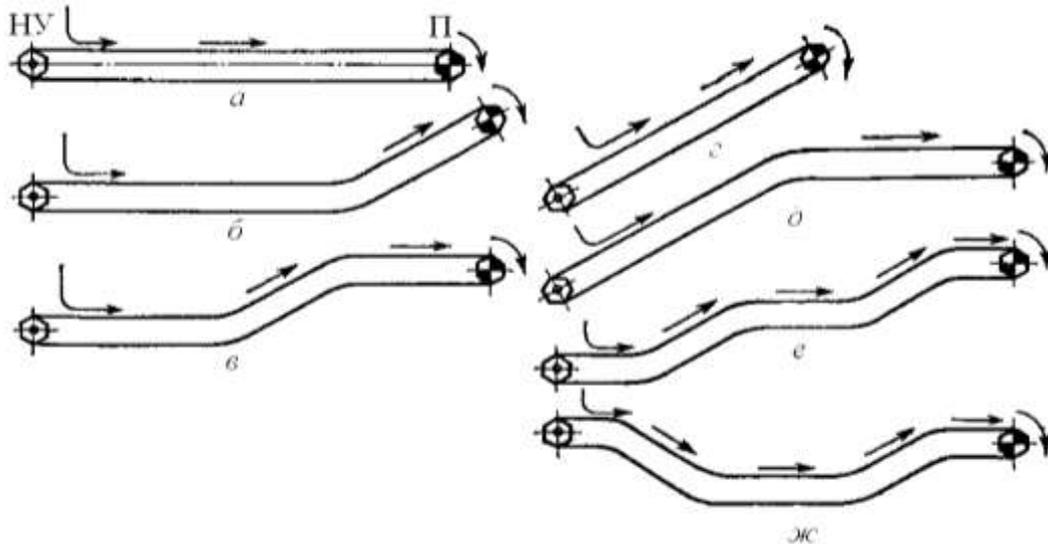


Рис. 1. Схемы трасс пластинчатых конвейеров:  
*а* – горизонтальная; *б* – горизонтально-наклонная; *г* – наклонная;  
*д* – наклонно-горизонтальная; *е*, *ж* – сложная

Передвижные пластинчатые конвейеры используют на складах, погрузочно-разгрузочных, сортировочных и упаковочных пунктах для перемещения тарно-штучных грузов.

Специальные пластинчатые конвейеры, в том числе и изгибающиеся с пространственной трассой, используют в горно-рудной и угольной промышленности для транспортирования на дальние расстояния руды и угля.

Пластинчатые конвейеры специального назначения состоят из тех же основных элементов, что и пластинчатые конвейеры общего назначения (тяговые элементы, полотно или настил, привод, натяжное устройство), однако, имеют некоторые конструктивные особенности в зависимости от применения и использования в производственных и технологических процессах.

Изгибающиеся пластинчатые конвейеры с пространственной трассой перемещают насыпные и штучные грузы по трассе с перегибами настила, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях (рис. 2). Применяются в угледобывающей и других отраслях промышленности, в аэропортах для перемещения багажа [2].

Основным преимуществом изгибающихся пластинчатых конвейеров является бесперегрузочное транспортирование по сложной трассе; недостатком – сложность конструкции и эксплуатации.

Тяговым элементом изгибающегося пластинчатого конвейера являются одна или две специальные пластинчатые или круглозвенные цепи (рис. 3).

Настил изготавливают из металлических пластин с резиновыми элементами, имеющими плоские фрагменты и фигурные складки, что обеспечивает малые радиусы поворота и большие углы наклона трассы. Опорные катки обеспечивают движение настила на горизонтальных участках, направляющие катки – повороты настила.

Основные параметры изгибающихся пластинчатых конвейеров: радиусы горизонтальных поворотов для одноцепных конвейеров составляют 4–7,5 м, для двухцепных – 10–15 м; ширина настила 400–1400 мм; привод – угловой или гусеничный; НУ – пружинно-винтовое.

Промежуточная разгрузка может выполняться путем поперечного наклона настила.

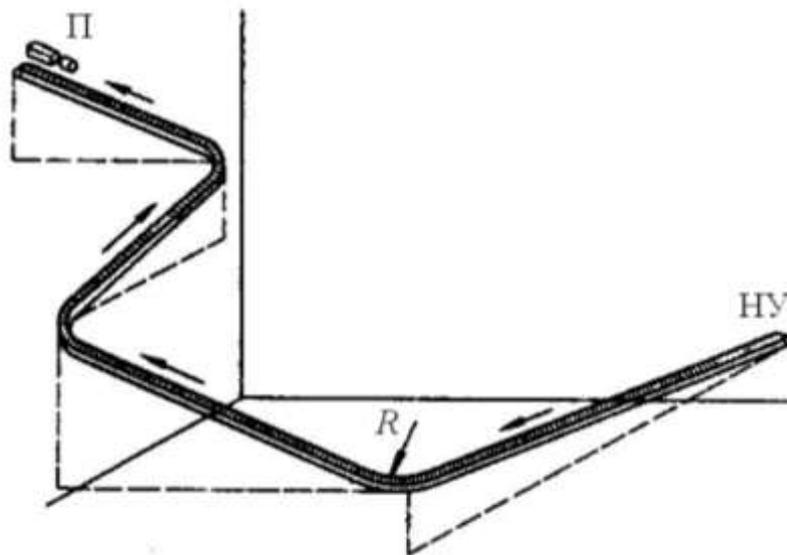


Рис. 2. Схема трассы изгибающегося пластинчатого конвейера

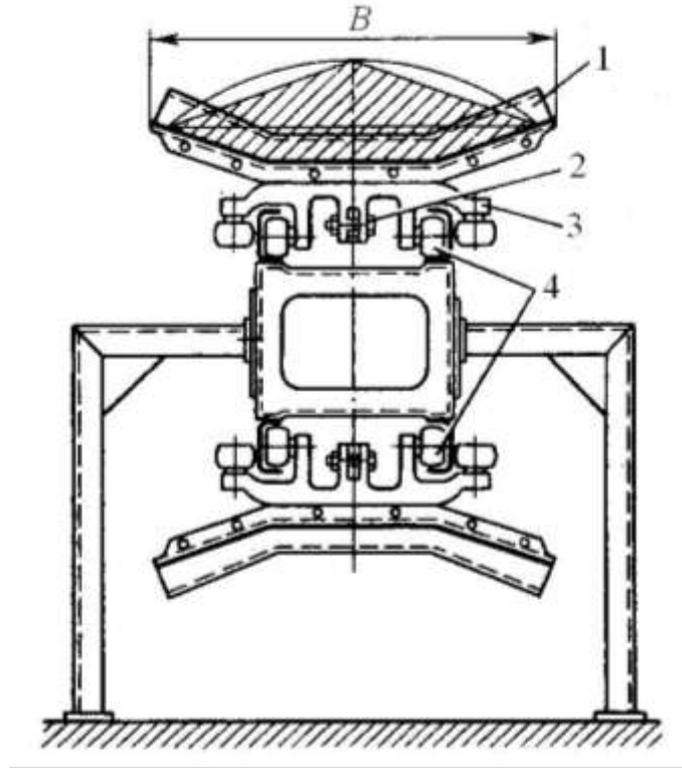


Рис. 3. Пластинчатый конвейер с пространственной трассой:  
1 – настил; 2 – цепь; 3 – опорное устройство; 4 – каток

### **Общее устройство, назначение и области применения**

К преимуществам пластинчатых конвейеров по сравнению с ленточными относятся: возможность транспортирования тяжелых крупнокусковых, острокромочных и горячих грузов; спокойный и бесшумный ход; возможность загрузки без применения питателей; большая продолжительность трассы с наклонными участками и малыми радиусами переходов и обеспечение бесперегрузочного транспортирования; возможность установки промежуточных приводов; высокая производительность при небольшой скорости движения; возможность использования конвейеров в технологических процессах и поточных линиях при высоких и низких температурах.

Недостатками пластинчатых конвейеров являются: большая масса настила и цепей и их высокая стоимость; наличие большого количества шарниров цепей, требующих дополнительного обслуживания; сложность замены изношенных катков тяговых цепей; большие сопротивления движению.

Пластинчатый конвейер (рис. 4) имеет станину, на концах которой установлены две звездочки – приводная 3 с приводом и натяжная с натяжным устройством 4. Бесконечный настил 1, состоящий из отдельных пластин, закрепляется к ходовой части, состоящей из одной или двух тяговых цепей 2, которые огибают концевые звездочки и находятся в зацеплении с их зубьями.

Вертикально замкнутые тяговые цепи движутся вместе с настилом по направляющим путям станины вдоль продольной оси конвейера. Конвейер загружается через одну или несколько воронок 5 в любом месте трассы, а разгружается через концевую звездочку и воронку. Промежуточная разгрузка возможна только для пластинчатых конвейеров с безбортовым плоским настилом. Скорость их движения составляет до 1,25 м/с.

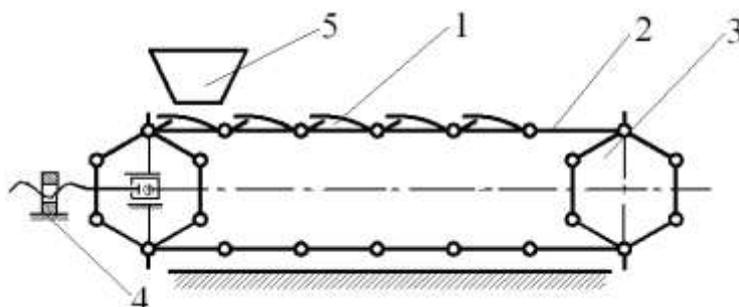


Рис. 4. Пластинчатый конвейер:

- 1 – настил; 2 – тяговая цепь; 3 – приводная звездочка;  
4 – натяжное устройство; 5 – загрузочный бункер

Основные параметры пластинчатых конвейеров общего назначения установлены ГОСТ 22281-92: ширина настила: 400; 500; 650; 800; 1000; 1200; 1400; 1600 мм; число зубьев звездочек: 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; скорость движения: 0,01; 0,016; 0,025; 0,04; 0,05; 0,063; 0,08; 0,1; 0,125; 0,16; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0 м/с.

Угол наклона полотна пластинчатого конвейера обычно составляет 35–60° и зависит от характеристики транспортируемого груза и типа настила. При транспортировании штучных грузов и наличии на настиле поперечных грузодерживающих планок угол наклона конвейера может быть увеличен.

## Элементы пластинчатых конвейеров

**Тяговым элементом** обычно служат пластинчатые цепи:

ПВ – пластинчатые втулочные;

ПВР – пластинчатые втулочно-роликовые;

ПВК – пластинчатые втулочно-катковые с гладкими катками;

ПВКГ – пластинчатые втулочно-катковые с гребнями на катках;

ПВКП – пластинчатые втулочно-катковые с подшипниками качения у катков

В качестве тягового элемента могут быть использованы втулочные, роликовые и круглозвенные цепи. Конвейеры с шириной настила более 400 мм имеют две тяговые цепи, легкие конвейеры (с шириной настила менее 400 мм) – одну цепь.

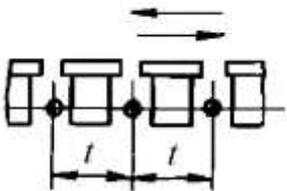
**Опорными элементами** у пластинчатых втулочно-катковых цепей являются ходовые катки, передающие нагрузку от настила и транспортируемого груза на направляющие пути (на конвейерах тяжелых типов применяют катки на подшипниках качения).

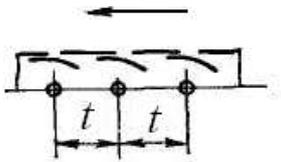
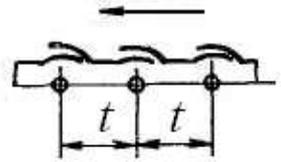
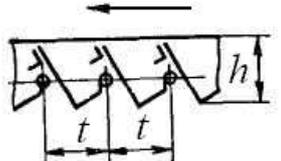
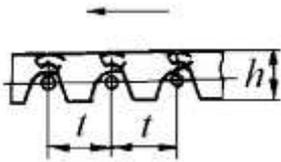
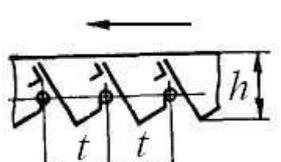
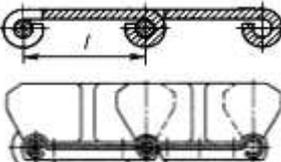
В конвейерах с втулочными и роликовыми цепями и гладким настилом опорными элементами служат стационарные роликовые опоры, закрепленные на станине конвейера. В конвейерах легкого типа с шириной настила 80–200 мм цепь могут объединять с настилом, скользящим по направляющим металлическим или пластмассовым путям.

**Настил** является грузонесущим элементом конвейера. Настил выполняется с бортами и без бортов и имеет различную конструкцию в зависимости от характеристики транспортируемого груза (табл. 1) [2].

Таблица 1

Типы настилов пластинчатых конвейеров

Конструктивная схема настила	Тип конвейера	Область применения
	Плоский разомкнутый ПР	Транспортирование штучных грузов

Конструктивная схема настила	Тип конвейера	Область применения
	Плоский сомкнутый ПС	Транспортирование штучных и насыпных (кусковых) грузов
	Безбортовой волнистый В	
	Бортовой волнистый БВ	Транспортирование насыпных и штучных грузов
	Коробчатый мелкий КМ	Транспортирование насыпных грузов
	Коробчатый глубокий КГ	
	Плоский петлевой	Транспортирование стальных листовых отходов и металлической стружки

Плоский настил изготавливают из деревянных планок, стальных или полиуретановых пластин; для обеспечения надежного положения груза настил снабжают фасонными накладками или упорами. Волнистый настил обеспечивает надежное перекрытие соседних пластин, увеличивает жесткость и прочность полотна, повышает сцепление грузов с поверхностью конвейера, уменьшает их просыпание между пластинами и обеспечивает перемещение грузов под большими углами наклона.

Швеллерный настил применяется для транспортирования крупных горячих отливок и штамповок, обеспечивает прочность и жесткость полотна и облегчает его очистку. Настил изготавли-

вают методом штамповки и сварки стальных листов толщиной 4–10 мм. Пластины настила крепят на болтах, заклепках или приваривают к специальным уголкам, которые крепятся к пластинам тяговых цепей.

Основными размерами настила являются его ширина  $B$  и высота бортов  $h$ . Нормальный ряд ширины настила: 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 мм; высота бортов: 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450 и 500 мм.

**Привод** пластинчатого конвейера – угловой или прямолинейный (гусеничный), состоит из приводных звездочек, передаточного механизма (редуктора или редуктора с дополнительной передачей) и электродвигателя. На конвейерах, имеющих наклонный участок трассы, устанавливают стопорное устройство или электромагнитный тормоз. Передаточным механизмом привода служит один редуктор или редуктор с зубчатой или цепной передачей. Мощные конвейеры большой производительности и длины имеют несколько приводов.

**Натяжные устройства.** На пластинчатых конвейерах устанавливаются винтовые (наибольшее распространение) или пружинно-винтовые натяжные устройства (на тяжело нагруженных конвейерах значительной длины со скоростями более 0,25 м/с). НУ устанавливаются на концевых звездочках и имеют ход равный не менее 1,6–2 шага цепи,  $X = 320–2000$  мм.

Одна из звездочек НУ закрепляется на валу на шпонке, другая – свободно для возможности самоустановки по положению шарниров цепи.

**Станина пластинчатого конвейера** изготавливается из угловой или швеллерной стали. Концевые части выполняют в виде отдельных рам для привода и НУ, среднюю часть – в виде отдельных секций металлоконструкции длиной 4–6 м.

### **Расчет пластинчатых конвейеров**

Расчет пластинчатых конвейеров проводится в два этапа: предварительное (ориентировочное) определение основных параметров; поверочный расчет. Исходными данными для расчета являются:

– производительность;

- конфигурация трассы;
- характеристика транспортируемого груза;
- скорость движения полотна;
- режим работы.

В соответствии с ГОСТ22281-92 выбирается тип конвейера и тип настила. Настил применяется трех типов:

легкий – при насыпной плотности транспортируемого груза  $\rho < 1 \text{ т/м}^3$ ;

средний – при  $\rho = 1\text{--}2 \text{ т/м}^3$ ;

тяжелый – при  $\rho > 2 \text{ т/м}^3$ .

Высота бортов  $h$  бортового настила для насыпных грузов выбирается из нормального ряда (по справочнику), для штучных грузов  $h = 100\text{--}160 \text{ мм}$ .

Угол наклона конвейера зависит от типа настила и характеристики перемещаемого груза (табл. 2), выбранный угол наклона конвейера должен удовлетворять условию  $\beta \leq \varphi_1 - (7\text{--}10^\circ)$ , где  $\varphi_1$  – угол естественного откоса груза в движении.

Таблица 2

Рекомендации к выбору типа настила  
пластинчатого конвейера

Тип настила	Угол наклона конвейера $\beta$ ( $^\circ$ )
Гладкий без бортов	$\beta' - 9$
Волнистый без бортов	$\beta' - 5$
Коробчатый без бортов	35
Гладкий с бортами	$\beta' - 6$
Волнистый с бортами	$\beta' - 3$
Коробчатый с бортами	35

$\beta'$  – угол трения груза о настил

На настиле без бортов насыпной груз располагается по треугольнику (рис.3) так же, как на ленточном конвейере с прямыми роликоопорами;  $B$  – ширина настила,  $b = 0,85B$ ,  $\varphi$  – угол естественного откоса груза в покое (угол естественного откоса груза в движении  $\varphi_1 = 0,4 \varphi$ ).

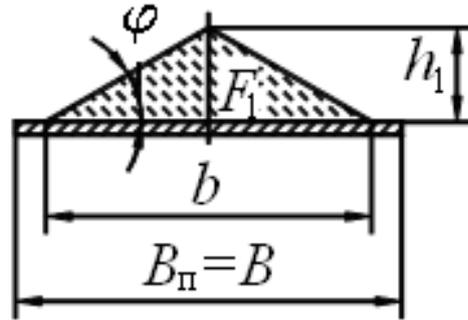


Рис. 3. Расположение насыпного груза на плоском настиле

Площадь сечения насыпного груза на настиле без бортов

$$F_1 = \frac{bh_1c_2}{2} = \frac{c_2b^2tg\varphi_1}{4}, \quad (1)$$

где  $h_1$  – высота треугольника;

$c_2$  – коэффициент, учитывающий уменьшение площади на наклонном конвейере (табл. 4.3).

Производительность конвейера

$$Q_n = 3600F_1\rho v = 648B_n^2c_2v\rho tg\varphi_1 \quad (2)$$

где  $\rho$  – плотность груза, т/м<sup>3</sup>;

$v$  – скорость конвейера, м/с;

$B_n$  – ширина настила без бортов.

Таблица 3

Значения коэффициента  $c_2$

Угол наклона конвейера, град	Тип настила	
	Без бортов	С бортами
До 10	1,00	1,00
10–20	0,90	0,95
Более 20	0,85	0,90

Ширина настила без бортов

$$B_n = \sqrt{\frac{Q_n}{648c_2vtg\varphi_1}}. \quad (3)$$

Производительность при настиле с бортами (рис. 4)

$$Q_6 = 3600Fv\rho. \quad (4)$$

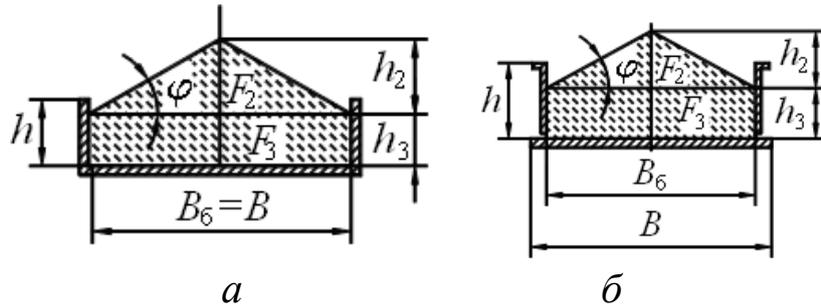


Рис. 4. Типы бортовых настилов:  
*a* – с подвижными бортами; *б* – с неподвижными бортами

Площадь сечения груза на настиле с бортами

$$F = F_2 + F_3 = 0,25B_6^2 k_\beta \operatorname{tg} \varphi_1 + B_6 h \psi, \quad (5)$$

где  $B_6$  – ширина настила с бортами, м;

$\psi = 0,65-0,8$  – коэффициент наполнения сечения настила.

Полученную ширину настила проверяют по условию кусковатости  $B \geq X_2 a + 200$  мм, где  $X_2$  – коэффициент кусковатости. Для сортированного груза  $X_2 = 2,7$ ; для рядового груза  $X_2 = 1,7$ .

Окончательно выбранные значения ширины настила округляются до ближайших значений в соответствии с нормальным рядом.

Для штучных грузов ширину настила выбирают по габаритным размерам груза, способу его укладки и количеству, при этом зазор между грузами должен составлять 100–300 мм.

**Тяговый расчет.** В ходе тягового расчета определяют силы сопротивления и натяжения цепей на отдельных участках трассы.

Максимальное натяжение цепей рассчитывается путем последовательного определения сопротивлений на отдельных участках, начиная от точки наименьшего натяжения.

Минимальное натяжение принимают равным не менее 500 Н на одну цепь (обычно  $S_{\min} = 1-3$  кН) [1].

Линейную силу тяжести настила с цепями  $q_0$  (Н/м) определяют по справочникам и каталогам, обычно

$$q_0 \approx 600 B + A, \quad (6)$$

где  $A$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от типа и ширины настила.

Линейная сила тяжести груза (Н/м)

$$q_r = \frac{gQ}{3,6v} = \frac{2,73Q}{v}. \quad (7)$$

Максимальное статическое натяжение цепей

$$S_{\max} = 1,05 \{ S_{\min} + \omega [(q_r + q_0)L_r + q_0L_x] \pm (q_r + q_0)H \}, \quad (8)$$

где  $L_r$  и  $L_x$  – длины горизонтальной проекции загруженной и незагруженной ветвей конвейера, м;

$H$  – высота подъема груза, м.

Знак «+» в формуле – для участков подъема, «-» – для участков спуска.

Полное расчетное усилие

$$S_{\max} = S_{\text{ст}} + S_{\text{дин}}, \quad (9)$$

где  $S_{\text{ст}}$  – статическое натяжение тяговых цепей, Н;

$S_{\text{дин}}$  – динамические нагрузки в тяговых цепях, Н.

Если тяговый элемент состоит из двух цепей, то расчетное усилие на одну цепь учитывается коэффициентом неравномерности ее распределения  $C_H = 1,6-1,8$ .

Расчетное усилие одной цепи  $S_{\text{расч}} = S_{\max}$ , двух цепей  $S_{\text{расч}} = (1,5S_{\max}) / 2$ .

Окружное усилие на звездочке

$$P = \sum W = S_{\text{ст}} - S_0, \quad (10)$$

где  $S_{\text{ст}}$  – наибольшее статическое усилие в тяговых цепях в точке набегания на приводные звездочки, полученное методом обхода

по контуру, Н;

$S_0$  – натяжение цепей в точке сбегания с приводной звездочки, Н.

Мощность привода конвейера

$$N_B = Q L_T \omega / 367, \quad (11)$$

где  $Q$  – производительность, т/ч;

$L_T$  – горизонтальная проекция длины, м;

$\omega_0$  – обобщенный коэффициент сопротивления движению.

Далее производится выбор двигателя, определение передаточного числа и выбор редуктора; определение фактической скорости движения и уточнение производительности; определение статического тормозного момента (для наклонных конвейеров); расчет тормозного момента; определение хода натяжного устройства [5].

**Поверочный расчет** включает уточненный тяговый расчет методом обхода по контуру; проверку выбранной тяговой цепи; проверку рассчитанной мощности привода; выбор типа натяжного устройства.

### Монтаж пластинчатых конвейеров

Последовательность этапов монтажа пластинчатого конвейера [7]:

- разбивка осей и установка средней части става конвейера;
- установка опорных конструкций или рельсов (для катков цепи) при обеспечении допусков не более 1–2 мм;
- установка привода и натяжной станции при обеспечении горизонтальности и перпендикулярности осей конвейера и приводного вала;
- по приводному валу ориентируют другие элементы привода (открытые передачи, редуктор и электродвигатель), обеспечивая строгую соосность валов;
- тщательной проверке подлежит ходовая часть;
- опробование начинают продвижением ходовой части на 5–10 м вручную или от электродвигателя;

- обкатка конвейера вхолостую в течение 3–4 часов:
  - конвейер должен работать плавно, без стуков, ударов и вибраций;
  - зацепление цепи должно быть плавным;
  - соседние пластины должны свободно проворачиваться на звездочках и криволинейных участках;
  - температура нагрева редуктора и подшипников скольжения должна быть не более 70°, нагрева подшипников качения не должно быть;
- обкатка под нагрузкой (в течение 12 часов)
  - производят те же проверки, что и при обкатке вхолостую;
  - регулируют расположение загрузочного устройства;
  - устраняют просыпание грузов на рабочие поверхности рельсов и в зазоры между пластинами;
  - регулируют работу НУ для предотвращения смещения полотна.

### **Технический осмотр и ремонт элементов пластинчатых конвейеров**

Технический осмотр (ТО) тяговых цепей предусматривает их систематический осмотр, текущий ремонт, очистку и смазку. В процессе осмотра выявляют: состояние деталей, посадок в соединениях; подвижность роликов и катков [7].

Невращающиеся ролики и катки с лысками на поверхности качения подлежат замене, ослабленные болтовые соединения звеньев и креплений рабочих органов должны быть затянуты.

ТО звездочек выявляет износ по боковым поверхностям зубьев: звездочка подвергается ремонту или замене; устраняется сбеги полотна.

ТО грузонесущих элементов предусматривает их осмотр и устранение повреждений, затрудняющих эксплуатацию: выявляют наличие остаточных деформаций, надежности крепления к тяговому органу, износ; деформированные пластины исправляют или заменяют, регулируют зазоры между ними, ослабленные соединения подтягивают.

## Контрольные вопросы

1. Общее устройство и области применения пластинчатых конвейеров.
2. Преимущества и недостатки пластинчатых конвейеров.
3. Тяговые элементы пластинчатых конвейеров, параметры выбора тяговых цепей.
4. Какие элементы используются в качестве опорных путей для ходовых катков цепей?
5. Приводы пластинчатых конвейеров, их типы и конструктивное исполнение, места установки на трассе.
6. Какие натяжные устройства используются в пластинчатых конвейерах? От чего зависит выбор натяжного устройства пластинчатого конвейера?
7. Для чего и в каких случаях в пластинчатых конвейерах используют стопорные устройства или тормоза?
8. От чего зависит выбор типа настила?
9. Особенности выполнения тягового расчета пластинчатого конвейера, имеющего наклонные участки.
10. Устройство, особенности конструкции и области применения специальных пластинчатых конвейеров.

## Литература

1. Ромакин, Н. Е. Конструкция и расчет конвейеров. – Старый Оскол : ТНТ, 2011. – 504 с
2. Конвейеры: справочник / Р. А. Волков, А. Н. Гнутов, В. К. Дьячков [и др.]; ред. Ю. А. Пертен. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 367 с.: ил.
3. Спиваковский, А. О. Транспортирующие машины : учеб. пособие для машиностроительных вузов / А. О. Спиваковский, В. К. Дьячков. – 3-е изд., перераб. – М. : Машиностроение, 1983. – 487 с.: ил.
4. Ромакин, Н. Е. Машины непрерывного транспорта : учеб. пособие для студентов вузов. – М. : Академия, 2008. – 430 с
5. Батаногов, А. П. Подъемно-транспортное, хвостовое и ремонтное хозяйство обогатительных фабрик : учебник / А. П. Батаногов. – М. : Недра, 1989. – 336 с.

6. Шешко, Е. Е. Горнотранспортные машины и оборудование для открытых горных работ : учеб. пособие для вузов. – М. : Изд-во Моск. горн. ун-та, 2006. – 260 с.

7. Кузнецов, Б. А. Транспорт на горных предприятиях : учебник / Б. А. Кузнецов. – М. : Недра, 1976. – 552 с.

8. Зенков, Р. Л. Машины непрерывного транспорта : учебник / Р. Л. Зенков, И. И. Ивашков, Л. Н. Колобов. – М. : Машиностроение, 1987. – 432 с.