

Раздел 22. Ленточные конвейеры

Ленточные конвейеры являются наиболее распространенным средством непрерывного транспорта благодаря высокой производительности, большой длине транспортирования, высокой надежности, простоте конструкции и эксплуатации. Ленточные конвейеры широко используются для перемещения насыпных и штучных грузов во всех отраслях промышленности и сельского хозяйства, при добыче полезных ископаемых, в металлургическом производстве, на складах и в портах в качестве элементов погрузочных и перегрузочных устройств и технологических машин. Ленточные конвейеры обеспечивают высокую производительность (до 30000 т/ч) независимо от длины установки со скоростью транспортирования до 6,3 м/с. Могут быть как самостоятельными машинами, так и входящими в состав более сложных погрузочно-разгрузочных, строительных, путевых машин.

1. Назначение и область применения ленточных конвейеров

Ленточный конвейер – это транспортирующая машина для перемещения в горизонтальном и наклонном направлениях насыпных и штучных грузов непрерывным потоком без остановок на загрузку и выгрузку. Тяговым (и одновременно грузонесущим) органом такого конвейера является закольцованная вокруг концевых барабанов лента. Ленточные конвейеры являются наиболее распространенным типом машин конвейерного транспорта. Из всего парка конвейерных установок около 90% составляют ленточные конвейеры. Наиболее широко благодаря высокой производительности (до 30 000 т/ч), большой длине транспортирования (до 3...4 км в одном конвейере), простоте конструкции, эксплуатации и высокой надежности ленточные конвейеры применяются:

– в производстве нерудных строительных материалов – для транспортировки известняка от карьеров до цементных заводов, гравия и щебня – от карьеров до гравийно-щебеночных и обогатительных фабрик, песка – от карьеров до грузовых причалов и т. д.;

– на металлургических предприятиях – для доставки руды, концентрата и известняка от вагонопрокидывателей на складе сырых материалов и со складов на аглофабрику; агломерата – от аглофабрики в бункера доменного и сталелитейного цехов; угля – от вагонопрокидывателей на склад угля и углепереработку, со склада угля и углепереработки на коксовые батареи; кокса – от коксовых батарей в бункера доменного цеха; угля – со склада или от углемойки до ТЭЦ; сыпучих материалов для сталеплавильных цехов – со склада в бункера и известняка на известково-обжигательные установки; окатышей – с фабрики окомкования, извести и боксита в расходные бункера конвертерного цеха; гранулированного шлака, дробленой пемзы, глиноземистого клинкера – от отделений переработки, доменных и сталеплавильных шлаков на склады и к погрузочным устройствам; коксовой мелочи – из коксохимического и доменного цехов; окалины – к погрузочным устройствам для отправки на внешнюю сеть и т. д.;

– на машиностроительных предприятиях – для транспортирования узлов и деталей машин, заготовок и т. д.;

– на тепловых электростанциях – для транспортировки топлива от приемных устройств и вагонопрокидывателей на склады и со складов в бункера мельниц или котельных агрегатов;

– в гидроэнергостроительстве – для транспортировки щебня, гравия, песка, глины, суглинка и крупнокусковых материалов от карьеров до мест строительства насыпных земляных и каменно-набросных плотин и дамб;

– в химической промышленности – для транспортировки сыпучих материалов от складов до агрегатов в начале технологического процесса и в самом технологическом процессе, вывоза готовой продукции на склад, а также отходов производства в отвалы;

– на открытых горных разработках – для транспортировки полезных ископаемых от добывающих механизмов до промежуточных складов или мест переработки горной массы, а также вскрышных пород в отвалы;

– в целлюлозно-бумажной промышленности – для транспортировки привозной технологической щепы от приемных устройств на биржу и с биржи в варочный цех, балансовой и дровяной древесины – из распиловочного цеха в древесно-приготовительный цех, на склад и др.

Применение ленточных конвейеров положено в основу транспортных цепей большого числа технологических производств во многих отраслях промышленности. Так, на рис. 1 приведена схема транспортной технологической структуры производства цемента, состоящая из пяти технологических звеньев и включающая добычу и доставку сырья, его обогащение и складирование, технологическое производство и отгрузку продукции.

В зависимости от местных условий ленточные конвейеры работают при одно-, двух-, трех- и четырехсменном режиме, пяти-, шести- и семидневных рабочих неделях. Количество рабочих дней в цехах и на участках, где установлены ленточные конвейеры, чаще всего составляет 260, 300, 365 в год, а при сезонной работе – не более 100. Число устанавливаемых на отдельных предприятиях ленточных конвейеров

зависит от технологической структуры и мощности производства и составляет от нескольких единиц до нескольких сотен.

Ленточные конвейеры устанавливаются в цехах, складах, на открытом воздухе в карьерах, на эстакадах, открытых площадках (с навесами, кожухами, козырьками), в туннелях, но в большинстве случаев – в галереях (отапливаемых или неотапливаемых). Температура окружающего воздуха при установке конвейеров на открытых площадках колеблется от – 50 до + 45 °С.

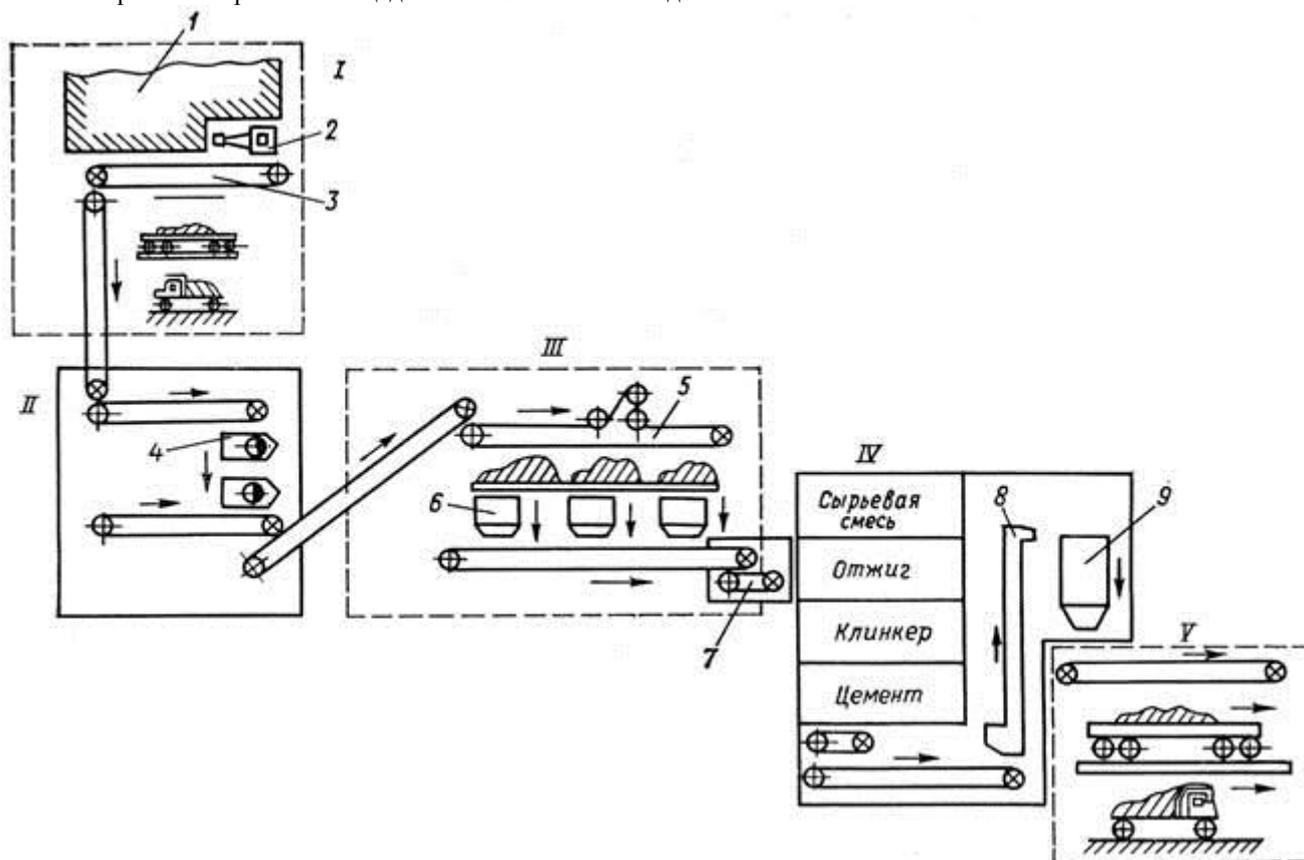


Рис. 1. Технологическая схема применения конвейеров на примере производства цемента: I – добыча и доставка известняка; II – обогащение (дробление, сортировка, помол); III – складирование; IV – участок технологического оборудования для получения цемента; V – отгрузка; 1 – забой; 2 – добычная машина; 3 – ленточный конвейер; 4 – дробильно-сортировочное оборудование; 5 – распределительный конвейер на складе; 6 – бункера; 7 – питатель; 8 – элеватор; 9 – силосный бункер

Достоинством ленточных конвейеров является высокая, практически любая требующаяся производительность, простота конструкции, большие скорости ленты, сложные трассы перемещения, большая протяженность трассы, высокая надежность.

В отличие от железнодорожного и автомобильного транспорта конвейеры можно использовать при больших углах наклона трассы (до 18...20°). При этом значительно уменьшаются затраты на капитальные работы по подготовке трассы, поэтому конвейерный транспорт выгодно применять при весьма больших грузопотоках. Использование конвейерного транспорта приводит к заметному росту производительности труда при транспортировании, так как этот вид транспорта легко автоматизируется. Статистика показывает, что по сравнению с железнодорожным и автомобильным транспортом конвейерный транспорт наиболее безопасен.

К недостаткам ленточных конвейеров следует отнести требование строгой прямолинейности трассы в плане, высокая стоимость ленты и роликов, ограничение перемещения при углах наклона трассы > 18–20°, ограниченное использование при транспортировании пылевидных, горячих и тяжелых штучных грузов, малый срок службы конвейерной ленты, на долю которой приходится до половины стоимости всей конвейерной установки. Ленточный конвейер чувствителен к характеру перемещаемого груза. Обычными ленточными конвейерами можно перемещать грузы крупностью до 300...400 мм. Транспортирование липких, сильно увлажненных грузов связано с трудностями, возникающими при очистке ленты после разгрузки.

2. Современное конвейерное оборудование и тенденции его развития

В настоящее время накоплен значительный опыт проектирования и эксплуатации ленточных конвейеров.

На Курской магнитной аномалии работает мощная конвейерная линия протяженностью около 14 км, включающая 11 перегрузочных пунктов и предназначенная для транспортирования руды из карьера на обогатительную фабрику.

В штате Аризона (США) для доставки от места добычи к пункту погрузки в железнодорожные вагоны используют конвейерную линию длиной 10,5 км и производительностью 1260 т/ч. Она состоит из трех ставов с двумя приводами мощностью 660 кВт. Первый став поднимает груз на высоту 229 м, второй с приводом мощностью 358 кВт стоит горизонтально, третий спускает уголь и в конце поднимает его на высоту 2,5 м.

В Марокко для доставки фосфатной руды на обогатительную фабрику эксплуатируют конвейерную линию протяженностью около 15 км, состоящую из четырех конвейеров. Лента конвейера резиноватросовая шириной 1200 мм.

Фирмой «Крупп» (Германия) изготовлена линия из 11 ленточных конвейеров общей протяженностью 100 км. Среднегодовая производительность линии 10 млн. т, ширина резиноватросовой ленты 1000 мм, скорость движения 4,5 м/с.

Разработана конвейерная линия Германия – Нидерланды протяженностью 206 км, которая транспортирует руду Рурского промышленного района. Производительность системы 7200 т/ч, скорость ленты 5 м/с, ширина ленты 1400 мм.

Наибольшая в мировой практике производительность ленточных конвейеров достигнута на угольных разрезах Германии, где эксплуатируются конвейеры с лентой шириной 3000 мм, с производительностью, превышающей 30 000 м³/ч разрыхленной массы.

Ленточные конвейеры имеют длину на один став до 10 км, скорость движения ленты до 10 м/с и ширину ленты до 3,6 м. При тяговом каркасе ленты из хлопчатобумажных тканевых прокладок длина горизонтального конвейера рекомендуется до 1000 м и высота подъема до 50 м; при каркасе из синтетических тканей соответственно 2000 и 100 м, а резиноватросовые ленты рекомендуются при длине конвейера более 2000 м и высоте подъема свыше 100 м.

Изучение опыта эксплуатации отечественного конвейерного транспорта показало, что наибольшее число ленточных конвейеров эксплуатируется на предприятиях промышленности строительных и нерудных материалов, а также при погрузочно-разгрузочных работах. Более половины всех эксплуатируемых ленточных конвейеров – горизонтальные и слабонаклонные (до 10°). Только 3% из них имеют угол наклона, превышающий угол трения груза о ленту. В широких пределах изменяются параметры ленты (ширина 150...1800 мм, скорость движения 0,1...3,5 м/с). У 92 % конвейеров из их общего числа скорость движения ленты составляет до 2 м/с, наиболее распространенная скорость 1,1...1,6 м/с (41 %). Узкими лентами (шириной до 800 мм) оснащены 83 %, а широкими (1000 мм и более) 17 % конвейеров.

Увеличение объемов грузопереработки делает необходимым повышение производительности ленточных конвейеров, что достигается увеличением ширины ленты, оптимизацией ее профиля и повышением скорости. Наиболее часто увеличивают ширину ленты, однако это связано с ростом конструктивных размеров элементов конвейера, заменой роликоопор и других деталей, с ростом капиталовложений.

Оптимальный профиль ленты можно получить при трехроликовой опоре увеличением угла наклона боковых роликов в пределах 35...50° и уменьшением длины среднего ролика в пределах (0,22...0,32)В, где В – ширина ленты. Изменением профиля ленты можно повысить производительность конвейера на 5...10 % по сравнению с нормализованными величинами. В новых конструкциях ленточных конвейеров изменение профиля уже предусмотрено, и поэтому нельзя рассчитывать на возможность дальнейшего повышения производительности. Сокращенная длина среднего ролика роликоопор положительно отражается на загрузке подшипников, однако требует различных типоразмеров роликов.

Увеличение скорости движения ленты является экономически эффективным решением, что подтверждается теоретическими исследованиями и практикой. Применение высоких скоростей (более 5 м/с) увеличивает производительность конвейеров при сохранении геометрических размеров и уровня капитальных затрат, снижает удельные давления от груза, а следовательно, и статические напряжения в элементах конструкции конвейера и, наконец, натяжение ленты.

Возникает ряд проблем, требующих дальнейшего исследования, таких как плавность движения потока груза (главным образом кусковатого) и его динамическое воздействие на элементы конструкции конвейера или долговечность роликовых опор и ленты. Проведенные теоретические исследования уже дали основания для организации, пока в экспериментальном порядке, транспортирования кускового груза со скоростью до 20 м/с.

При малых скоростях движения ленты и массе кусков груза упругость системы опор не имеет существенного значения. При больших же скоростях и крупных размерах кусков различие между жесткими и упругими опорами велико. Можно констатировать, что для транспортирования крупных кусков груза при

больших скоростях движения ленты создание упругости поддерживающих ленту опор становится необходимым.

Общими характерными тенденциями развития современных конструкций ленточных конвейеров, таким образом, являются: широкая унификация узлов и элементов конструкций на основе создания базовых блоков; блочный принцип компоновки приводных станций; значительное повышение скорости движения ленты (4...5 м/с для подземных и 8...10 м/с для открытых работ), мощности привода; возможность получения нескольких скоростей движения в одном приводе; использование унифицированного привода для лент различной ширины; применение специальных электродвигателей с повышенным скольжением и повышенным пусковым моментом, двигателей с фазным ротором для регулирования пуска мощных конвейеров; создание приводов с автоматическим регулированием скорости ленты в зависимости от фактической производительности; создание регулируемых приводов, обеспечивающих наряду с плавным регулированием скорости ленты ограничение динамических усилий; повышение производительности путем выбора наиболее рациональной формы грузонесущего элемента конвейеров; переход к полной автоматизации управления конвейерами для повышения надежности и упрощения их обслуживания в тяжелых условиях эксплуатации; снижение массы и уменьшение габаритных размеров конвейеров за счет принципиально новых, облегченных конструкций узлов и элементов; улучшение условий труда обслуживающего персонала и производственных рабочих, исключение потерь транспортируемого груза, изоляция от окружающей среды пылевидных, горячих, химически агрессивных грузов и т. д.

Инженерно-исследовательские и проектно-конструкторские работы по совершенствованию и созданию нового конвейерного оборудования ведутся по трем магистральным направлениям: совершенствованию ленточных конвейеров традиционной конструкции; разработке и опытному применению конвейеров новой конструкции (ленточных с гибкими ставами и гирляндными роликоопорами; ленточных с криволинейной трассой; многоприводных с ленточными промежуточными приводами, промежуточными и концевыми барабанными приводами); разработке перспективных конструкций конвейеров (конвейерных поездов, конвейеров на воздушной подушке и на магнитной подвеске).

Развитие ленточных конвейеров будет идти по следующим основным направлениям:

- повышению производительности за счет увеличения ширины, скорости движения ленты и угла наклона боковых роликов роликоопор до 45°. Будут созданы конвейеры с шириной ленты 3000...3200 мм и производительностью 20000...30000 и до 40000 т/ч (для открытых горных разработок);

- повышению мощности приводов. Уже сейчас конвейеры с шириной ленты 2000 мм имеют двухбарабанный привод мощностью 3500 кВт;

- увеличению дальности транспортирования за счет применения сверхпрочных конвейерных лент, а также многоприводных конвейеров с промежуточными фрикционными приводами вдоль линии конвейера. Современные системы ленточных конвейеров имеют длину транспортных линий 3...10 км. Для обеспечения бесперегрузочного транспорта по криволинейной трассе будут широко применяться криволинейные в плане конвейеры.

Для увеличения тягового усилия в ленточных конвейерах весьма перспективным является применение специальных лент с повышенными фрикционными свойствами, а также лент с обкладками, которые исключали бы прилипание частиц транспортируемых грузов.

Будет освоено производство крутонаклонных ленточных конвейеров, двухленточных конвейеров-элеваторов с горизонтально-вертикальной трассой.

Получат распространение ленточные конвейеры, в которых лента поддерживается не роликоопорами, а воздушным потоком (воздушной подушкой). Отсутствие большого числа вращающихся роликов упрощает изготовление, монтаж и эксплуатацию конвейеров, позволяет перемещать грузы с высокой скоростью (4–6 м/с) без увеличения динамических нагрузок на ленту, снизить массу и стоимость оборудования. Замена трения качения воздушной смазкой уменьшает сопротивление движению ленты и обуславливает более продолжительный срок её службы.

3. Общее устройство ленточного конвейера

Как уже было сказано выше, основным элементом ленточных конвейеров является прорезиненная вертикально замкнутая лента, огибающая концевые барабаны, один из которых, как правило, является приводным, другой – натяжным (рис. 2 и 3).

На верхней ветви ленты перемещается транспортируемый груз, она является грузонесущей (рабочей), нижняя ветвь является холостой (нерабочей). На всем протяжении трассы лента поддерживается роликоопорами верхней и нижней ветвей, в зависимости от конструкции которых лента имеет плоскую или желобчатую форму.

Поступательное движение конвейера получает от фрикционного привода, необходимое первоначальное натяжение ленты обеспечивается натяжным устройством. Груз поступает на ленту через одно или несколько загрузочных устройств, разгрузка производится с концевой барабана в приемный бункер (концевая) или в любом пункте вдоль трассы конвейера с помощью барабанных

или плужковых разгрузателей (промежуточная). Очистка ленты от прилипших частиц груза осуществляется с помощью очистных устройств.

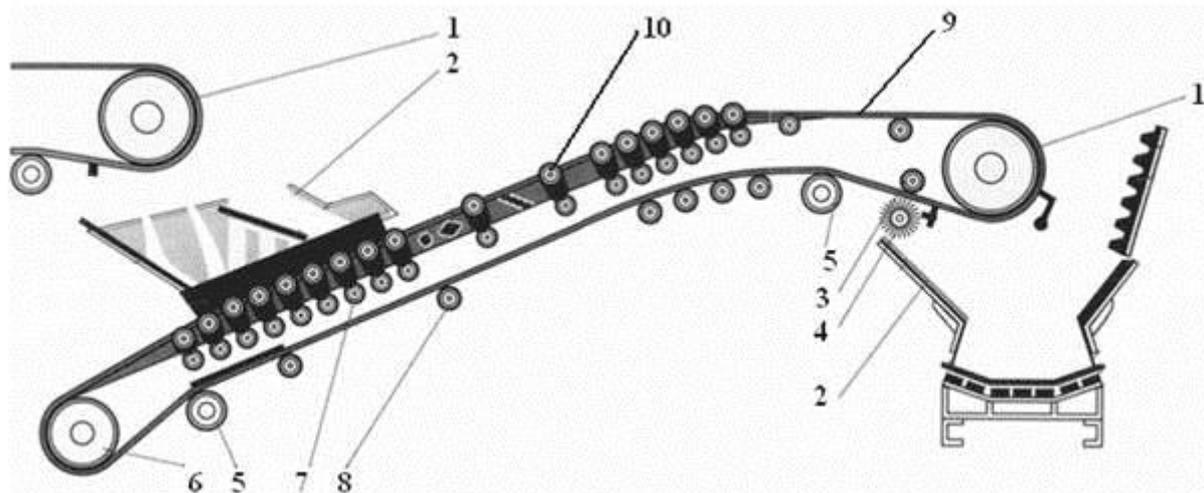


Рис.2. Схема ленточного конвейера: 1 – приводной барабан; 2 –загрузочный лоток; 3 – прижимной ролик;
4 – очистное устройство; 5 – отклоняющий барабан; 6 – концевой барабан; 7 – амортизирующие роликоопоры;
8 – нижние роликоопоры; 9 – лента; 10 – верхние роликоопоры

Для обеспечения устойчивого положения груза на ленте угол наклона конвейера должен быть на 10–15° меньше угла трения груза о ленту в покое, т. к. во время движения лента на роликоопорах встряхивается и груз сползает вниз. На конвейерах, имеющих наклонный участок, обязательно устанавливается тормоз.

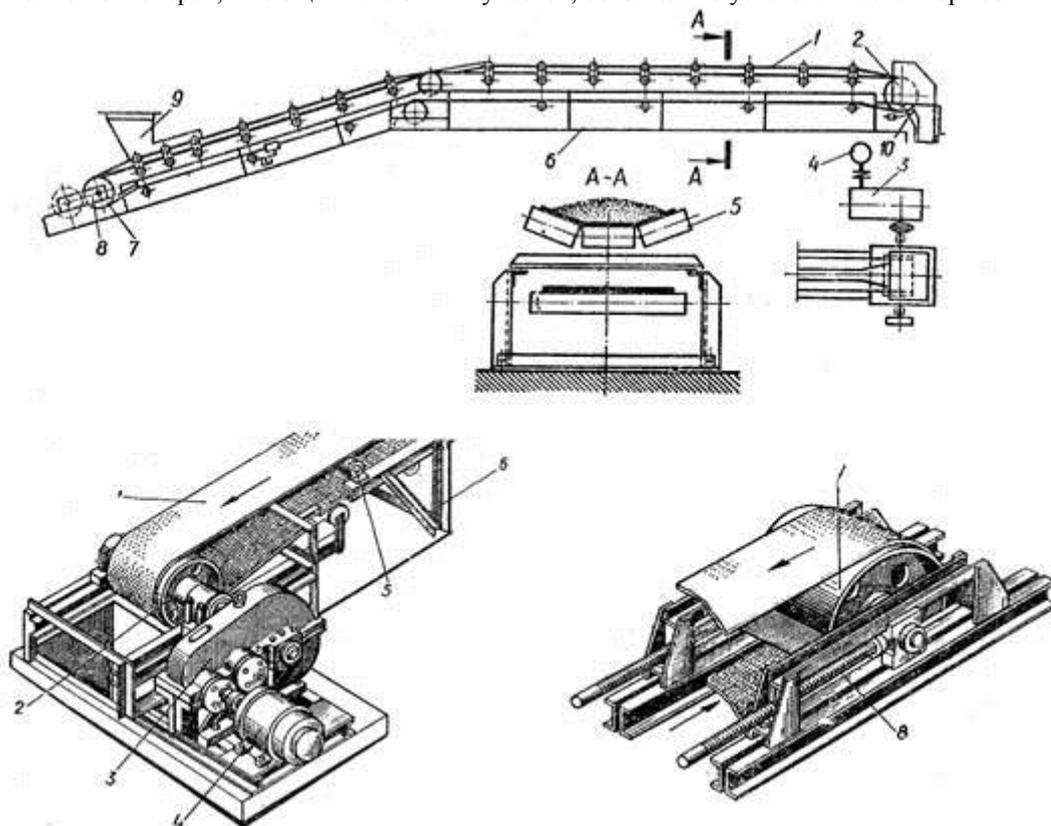


Рис. 3. Общий вид ленточного конвейера: а – компоновочная схема; б – приводная станция; в – натяжная станция; 1 – лента;
2 – привод; 3 – редуктор; 4 – двигатель; 5, 11 – роликовые опоры; 6 – рама конвейера; 7 – натяжной барабан;
8 – натяжное устройство; 9 – загрузочное устройство; 10 – очистное устройство

Лента приводится в движение силой трения, возникающей при вращении приводного барабана 2 (рис. 3, б). Предварительное натяжение создается с помощью натяжного устройства 8 (рис. 3, в), которое устанавливается на концевом барабане или на холостой ветви ленты (вертикальное натяжное устройство).

4. Классификация ленточных конвейеров

Ленточные конвейеры можно условно разделить на три группы: *общего назначения*, применяемые в основном в качестве внутризаводского транспорта; *большой мощности*, используемые для транспортирования груза (уголь, руда, нерудные ископаемые) на внешних перевозках на сравнительно дальние расстояния; конвейеры, предназначенные *для подземных и открытых горных работ*.

По расположению на местности ленточные конвейеры выполняются стационарными (рис.4) и подвижными (рис.5); передвижными и переносными; переставными (для открытых разработок); надводными, плавающими на понтонах.

По типу ленты ленточные конвейеры: с прорезиненной лентой; со стальной цельнопрокатной лентой; с проволочной лентой. Наибольшее распространение получили конвейеры с прорезиненной лентой. Применяют обычно резинотканевые ленты по ГОСТ 20–85*.

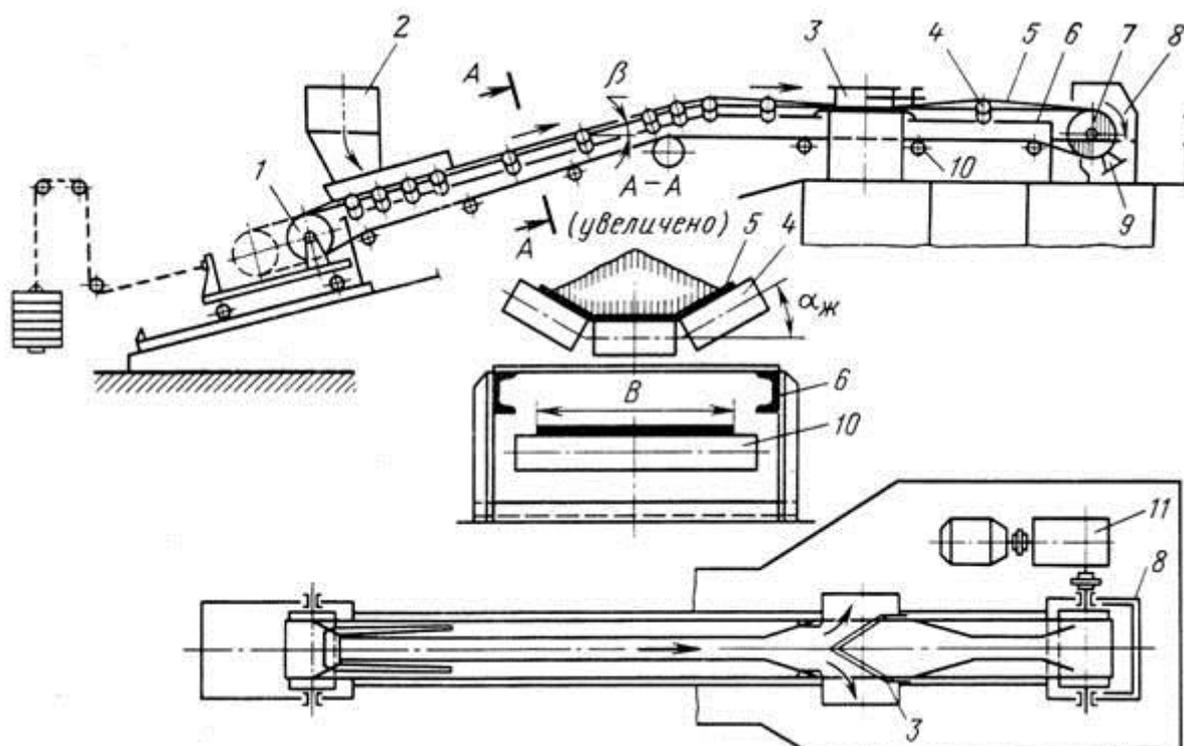


Рис. 4. Схема стационарного ленточного конвейера общего назначения: 1 – натяжное устройство; 2 – загрузочное устройство; 3 – промежуточное разгрузочное устройство; 4 – верхние (рабочие) роликкоопоры; 5 – лента; 6 – рама конвейера; 7 – приводной барабан; 8 – концевое разгрузочное устройство; 9 – очистное устройство; 10 – нижние (холостые) роликкоопоры; 11 – приводное устройство

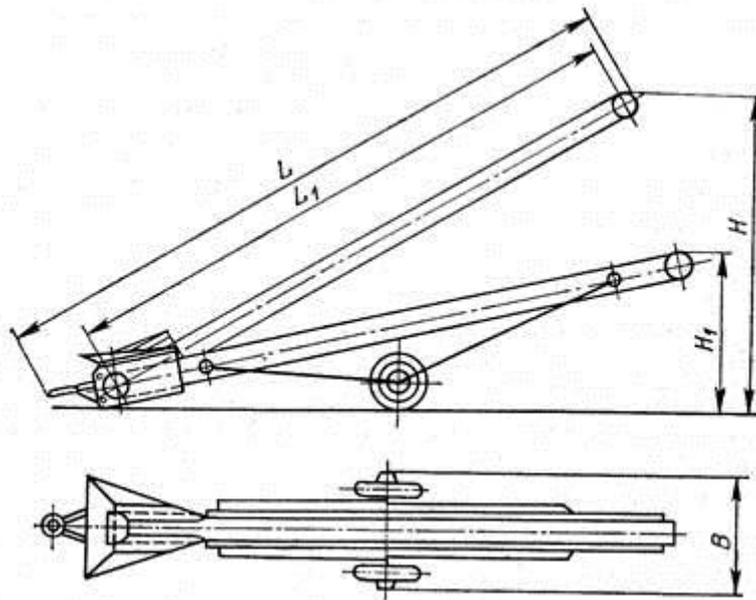


Рис. 5. Схема передвижного конвейера общего назначения

Ленточные конвейеры для открытых работ предназначены для транспортировки вскрышных пород и ископаемых крупностью до 400 мм в сложных горно-геологических и климатических условиях. В унифицированном исполнении приводная станция приспособлена для установки промежуточного загрузочного устройства; для поддержания холостой ветви ленты применяют подвесные гирляндные роlikоопоры, улучшающие центрирование и очистку ленты; обеспечивается возможность компоновки приводов в правом и левом, одно- и двухприводном исполнениях.

Наиболее мощные отечественные ленточные конвейеры тяжелого типа с жестким ставом для доставки абразивных скальных пород повышенной плотности и крупностью до 500 мм обеспечивают производительность 4000 м³/ч.

Помимо основных узлов, ленточные конвейеры имеют вспомогательное оборудование, обеспечивающее их эксплуатацию в заданном режиме и создающее условия для нормальной и надежной работы всех механизмов. К такому оборудованию относятся загрузочные, центрирующие и очистные устройства, устройства для контроля пробуксовки, целостности, обрыва лент, уборки просыпи и пылеподавления; аппаратура автоматического управления и сигнализации.

По профилю трассы ленточные конвейеры разделяют на горизонтальные (рис. 6, а), наклонные и комбинированные (рис. 6, б, в), т. е. горизонтально-наклонные с одним или двумя перегибами и со сложной трассой.

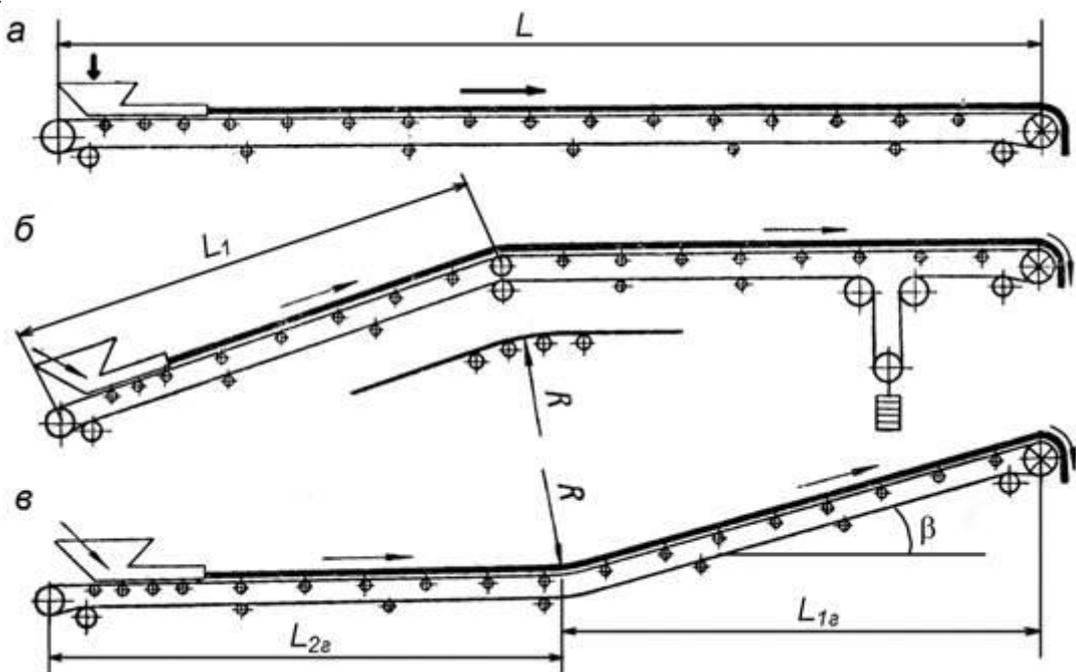


Рис. 6. Схемы трасс ленточных конвейеров a – горизонтального; $b, в$ – комбинированных: L – дальность транспортирования; L_1 – длина наклонного участка конвейера; L_{12} – длина горизонтальной проекции наклонного участка; L_{22} – длина горизонтального участка конвейера; H – высота подъема груза; B – угол наклона трассы (наклонного участка для сложной трассы)

В зависимости от направления движения груза ленточные конвейеры разделяют на подъемные с уклоном вверх и с уклоном вниз.

По форме ленты и размещению груза на ней бывают конвейеры с плоской и желобчатой лентой, с верхней (основной тип) и нижней или обеими несущими ветвями.

По типу тягового органа различают конвейеры с тканевой, стальной и проволочной лентами, а также канатно-ленточные и ленточно-цепные.

По углу наклона трассы конвейеры разделяют на пологонаклонные, крутонаклонные (более 22°) и вертикальные.

Кроме перечисленных признаков конвейеры можно классифицировать по конструктивному исполнению отдельных узлов.

5. Элементы ленточных конвейеров

5.1. Конвейерная лента

Грузонесущим и тяговым элементом ленточного конвейера является бесконечная вертикально замкнутая гибкая лента, это самый дорогой и самый недолговечный элемент конвейера.

В конвейерах применяются следующие разновидности лент:

- резинотканевые;
- резинотросовые;
- стальные (ленточного и плетеного типов).

Типоразмер ленты выбирают по характеристике транспортируемого груза и окружающей среды, прочности по расчетному натяжению и производительности.

5.2. Опорные устройства

Для опоры ленты устанавливают роlikоопоры или настил – сплошной (из дерева, стали, пластмассы) или комбинированный (чередование настила и роlikоопор). Наибольшее распространение имеют роlikоопоры различных типов и конструкций.

К роlikоопорам предъявляются следующие требования: удобство при установке и эксплуатации; малая стоимость; долговечность; малое сопротивление вращению; обеспечение необходимой устойчивости и желобчатости ленты во время движения.

По расположению на конвейере роlikоопоры классифицируют на верхние: прямые – для плоской формы ленты при транспортировании штучных грузов; желобчатые – для желобчатой формы ленты (для сыпучих грузов) на двух, трех и пяти роliках; нижние: прямые однороlikовые (рис. 7, a) (сплошные цилиндрические и дисковые); двухроlikовые желобчатые (угол наклона боковых роliков $\alpha_{ж} = 10^\circ$).

Угол наклона боковых роliков $\alpha_{ж}$ (угол желобчатости ленты) в двухроlikовой опоре обычно выбирается равным 15 или 20° , в трехроlikовой опоре угол $\alpha_{ж}$ равен 20° и 30° для всех грузов и любой ширины ленты; для легких грузов и при ширине ленты 400 – 800 мм допускается увеличение угла желобчатости $\alpha_{ж}$ до 45 – 60° , что позволяет увеличить площадь поперечного сечения ленты (емкость ленты) и производительность конвейера на 15% при той же ширине ленты, а также улучшить ее центрирование.

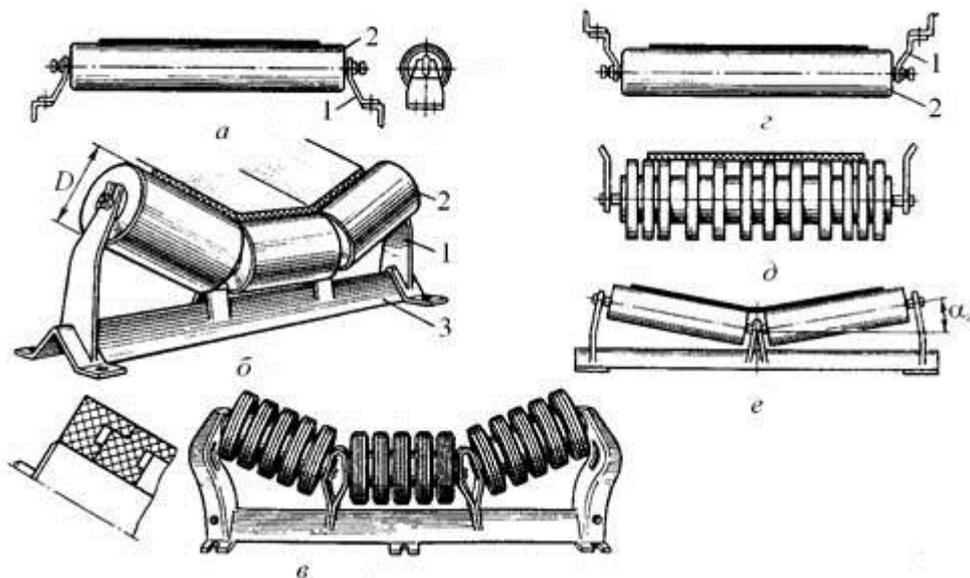


Рис. 7. Роликоопоры ленточного конвейера:
a, б, в – для верхней ветви: прямая, рядовая желобчатая, амортизирующая;
г, д, е – для нижней ветви: прямая, дисковая очистная, желобчатая

По назначению роликоопоры классифицируют на рядовые (линейные) для поддержания ленты и придания ей необходимой формы; специальные: амортизирующие – для снижения динамических нагрузок в местах загрузки; подвесные – гирляндного типа; центрирующие – для предотвращения сбегания ленты в сторону во время движения и регулирования ее положения относительно продольной оси; очистительные (для очистки ленты), переходные (для изменения желобчатости ленты).

В трехроликовой опоре все ролики располагают в одной плоскости или средний ролик выдвигают вперед (шахматное расположение роликоопор) для более равномерного положения ленты и обеспечения удобства техобслуживания.

В зоне загрузки устанавливают амортизирующие опоры (рис. 7, *в*), у которых на корпусе ролика закреплены резиновые шайбы. При транспортировании сильноабразивных или налипающих грузов поверхности корпусов роликов футеруют резиной.

Наиболее податливыми (амортизирующими) являются гирляндные роликоопоры (рис. 8), подвешенные на гибкой подвеске.

Конструктивными отличиями гирляндных роликоопор являются:

- пониженная металлоемкость (меньший вес), что имеет большое значение в условиях шахт, при ручном монтаже роликоопор;
- повышенная надежность уплотнения подшипникового узла, увеличивающая срок службы роликов;
- канатная (гибкая) подвеска, обеспечивающая возможность центрирования ленты, снижения ударной нагрузки промежуточных опор в подвесном варианте;
- снижение динамических нагрузок;
- простота крепления и удобство при монтажных и демонтажных работах.

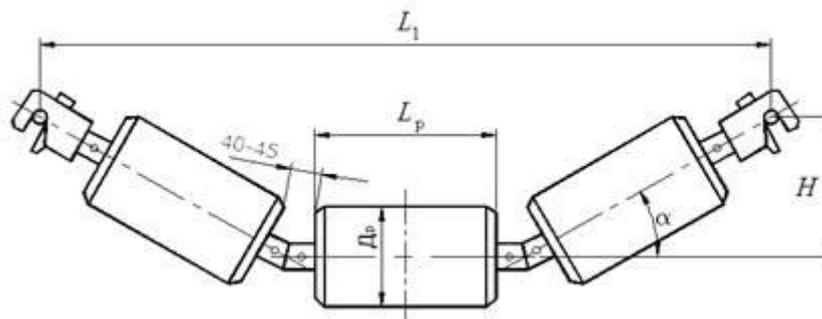


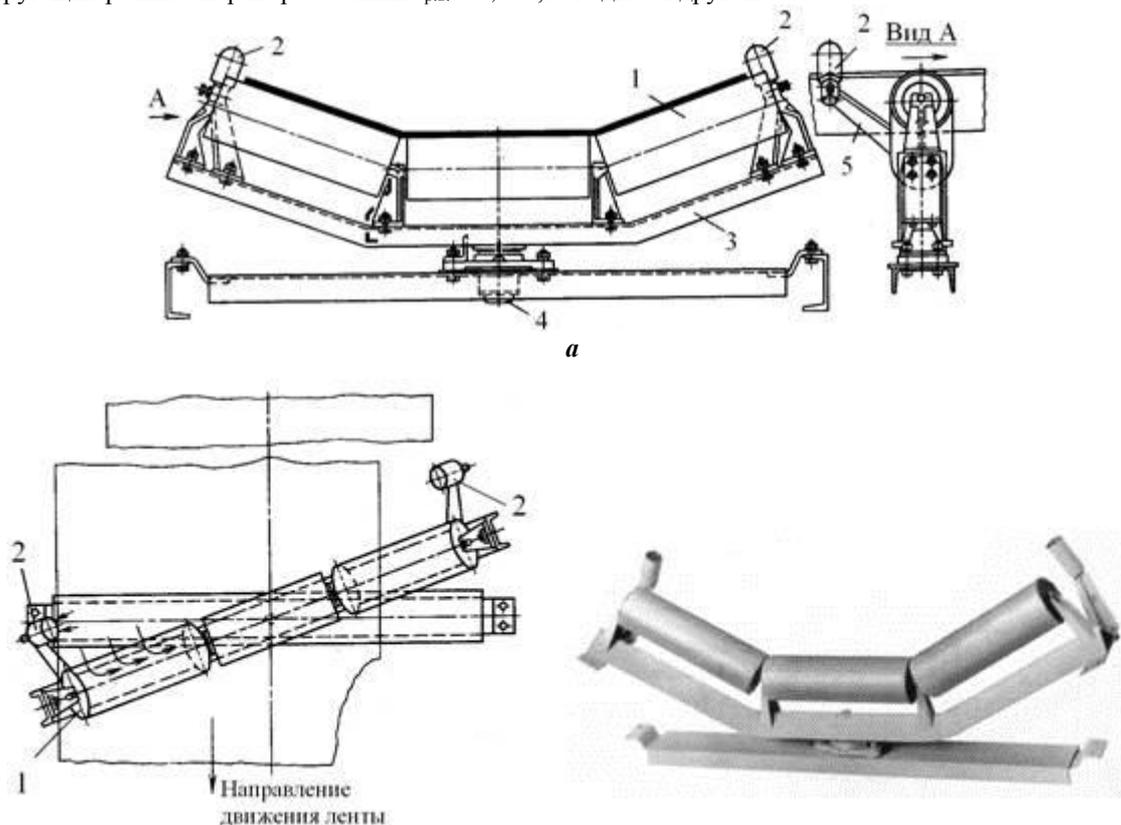
Рис. 8. Конструктивная схема подвесной роликоопоры гирляндного типа

К преимуществам гирляндных роликоопор относятся небольшая масса; высокая амортизирующая способность; простота крепления к станине конвейера; удобство монтажа и демонтажа. Недостатками гирляндных роликоопор являются продольные колебания при движении ленты; повышенный износ поверхности ленты; увеличение сопротивления движению ленты; низкий срок эксплуатации креплений.

Для автоматического выравнивания хода ленты используют центрирующие роlikоопоры (рис. 9), которые состоят из обычной трехроlikовой опоры, установленной на раме и имеющей некоторый поворот вокруг вертикальной оси.

К поворотной раме с обеих сторон прикреплены рычаги, на концах которых установлены ролики; во время движения при смещении в сторону лента своей кромкой упирается в ролик и поворачивает раму с роlikоопорой на некоторый угол по отношению к продольной оси конвейера; после возвращения ленты в центральное положение роlikоопора движением самой ленты автоматически устанавливается в нормальное положение.

Центрирующие роlikоопоры (ЦР) (рис. 10) устанавливают через 20–25 м или серию ЦР через 0,5–1 м, связанных между собой шарнирной планкой для увеличения центрирующего воздействия на ленту. Расстояние между роlikоопорами верхней ветви выбирается в зависимости от характеристики транспортируемого груза, расстояние между роlikоопорами нижней ветви принимают в 2–2,5 раза большим, чем на верхней ветви, но не более 3,5 м. В зоне загрузки устанавливают от 3 до 5 амортизирующих роlikоопор на расстоянии $l_{р.в.} \approx 0,4–0,5$ м одна от другой.



б

в

Рис.9. Центрирующая роlikоопора верхней ветви ленты:

а – конструктивная схема; *б* – схема поворота при смеге ленты в сторону для нереверсивного конвейера;

в – конструктивное исполнение; 1 – трехроlikовая опора; 2 – ролики; 3 – рама; 4 – шарнир; 5 – рычаги

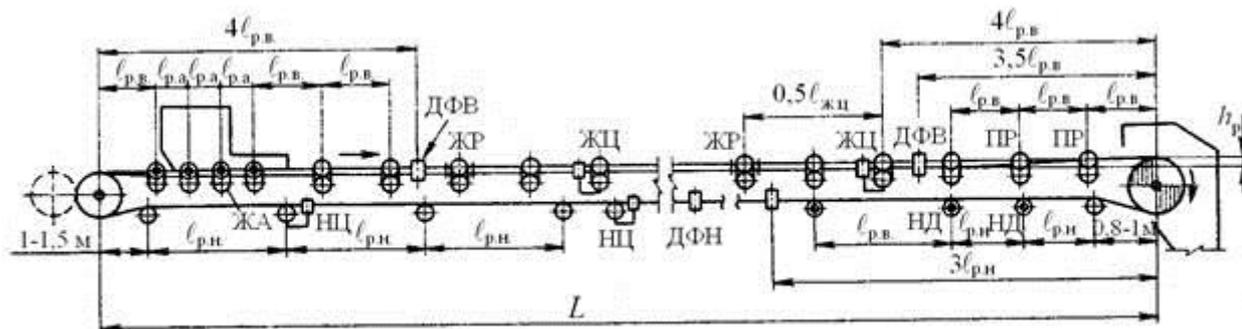


Рис.10. Схема расстановки роlikоопор: ЖА – желобчатые амортизирующие; ЖР – желобчатые регулирующие;

ЖЦ – желобчатые центрирующие; ПР – переходные; НЦ – нижние центрирующие; НД – нижние дисковые;

ДФВ и ДФН – дефлекторные верхние и нижние

При переходе с желобчатого профиля ленты на прямой устанавливают 2–3 выполаживающие роликоопоры с меньшим углом наклона боковых роликов.

На криволинейных участках рабочей ветви выпуклостью вверх устанавливаются роликовые батареи на расстоянии $l_{р.б.}=0,5l_{р.в.}$.

Роликоопоры относятся к наиболее массовым элементам ленточных конвейеров. В процессе эксплуатации техническое обслуживание роликоопор предусматривает их периодический осмотр, регулировку и замену, ролики обеспечивают запасом смазки на весь срок эксплуатации.

5.3. Выбор параметров верхних рядовых желобчатых роликоопор

Основные элементы роликоопор – ролики, изготавливаемые со сквозной осью или с полуосями. Наиболее распространены ролики со сквозной осью (рис. 11, а). Они состоят из оси 4, корпуса – стальной трубы 1 с запрессованными стаканами 2, шариковых подшипников 3 и лабиринтных уплотнений, собранных из кольца 7, втулки 5 и пружинного кольца 6. Для защиты подшипников от проникновения в них пыли, грязи и влаги, удержания смазки от вытекания кроме лабиринтных уплотнений применяют уплотнения в виде скользящих контактных колец или их комбинаций. В некоторых конструкциях роликов внутри между подшипниковыми стаканами располагают трубу 8, в которую набивают консистентную смазку при сборке ролика.

Долговечность работы ролика зависит не только от силовых нагрузок и частоты его вращения, но и от конструктивного расположения и способа соединения его элементов: соосности поверхностей оси под подшипники и посадочных мест в обечайке под стаканы, соосности внешней поверхности стаканов и расточек под наружные кольца подшипника, качества уплотнения и смазки. Уплотнение является одним из важнейших элементов ролика, так как определяет долговечность подшипника. От конструкции уплотнения зависит безремонтный период эксплуатации ролика.

В уплотнениях большинства конструкций роликов основной частью является лабиринт, подшипники роликов тщательно уплотняются с наружной и внутренней стороны. Современные конструктивные исполнения подшипниковых узлов роликов являются достаточно надежными, обеспечивая запас смазки на весь срок эксплуатации ролика.

Соединение обечайки ролика и корпуса подшипникового узла применяется как в сварном (рис. 12, б) так и в вальцованном (рис. 12, а) исполнении.

Соединение образует неразборную и защищенную от проворота, влагонепроницаемую конструкцию. Материал трубы обечайки – электросварные прямошовные трубы с толщиной стенки не менее 3 мм; допустимые отклонения в трубе по соосности, цилиндричности, некруглости – в пределах не более чем по ГОСТ 10704–91. Радиальное биение обечайки по наружному диаметру $\pm 0,8\%$ от диаметра обечайки. Радиальное биение может быть уменьшено до 0,6 мм при длине ролика до 600 мм и до 0,8 мм при длине ролика до 1400 мм путем механической обработки по наружному диаметру.

Корпус подшипникового узла, штампованный из стального листа, по сравнению с литым корпусом имеет меньший вес, что значительно снижает момент сопротивления вращению и благоприятно влияет на работу конвейера. Подшипниковый узел состоит: из радиального шарико подшипника 3 (рис. 12) по ГОСТ 8338–75 или по ГОСТ 7242–81; двух стопорных колец 2 по ГОСТ 13942–86; наружного трехканального лабиринта 1, изготовленного из полиэтилена и полипропилена, температурные границы использования которого от – 35 до +50 °С.

На рис. 11, б показана конструкция ролика с полуосями. Корпус ролика выполняется заодно с полуосями 13 и затем механически обрабатывается. Такие ролики характеризуются меньшим весом, их недостаток – малый объем смазки, которую можно поместить в корпус подшипника. Ролики современных конвейеров заполняют смазкой на срок не менее трех лет.

В местах загрузки конвейера в роликоопорах устанавливают ролики с резиновыми шайбами 14 на корпусе (рис. 11, в) или с пневмокатками 15 (рис. 11, г), которые смягчают удары на ленту при падении крупных кусков груза. Ролики холостой ветви также снабжают резиновыми дисками, способствующими лучшей направленности движения ленты и её очистке от налипшего груза.

В верхних рядовых и центрирующих роликоопорах для сильноабразивных (группа D по табл. 12), агрессивных, налипающих насыпных грузов устанавливаются футерованные резиной ролики, для всех других грузов – гладкие ролики. Параметры трехроликовых желобчатых роликоопор с углом наклона боковых роликов 20° представлены в табл. 1.

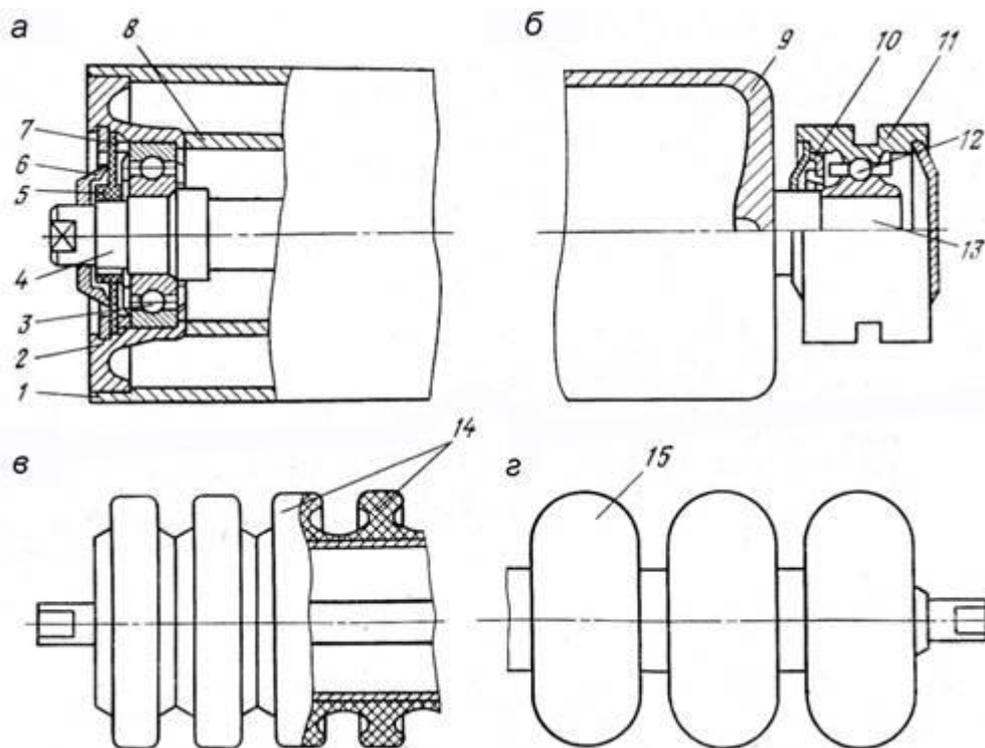


Рис. 11. Ролики: *а* – со сквозной осью; *б* – с полуосями; *в* – амортизирующий с резиновыми кольцами; *г* – амортизирующий с пневмокатками

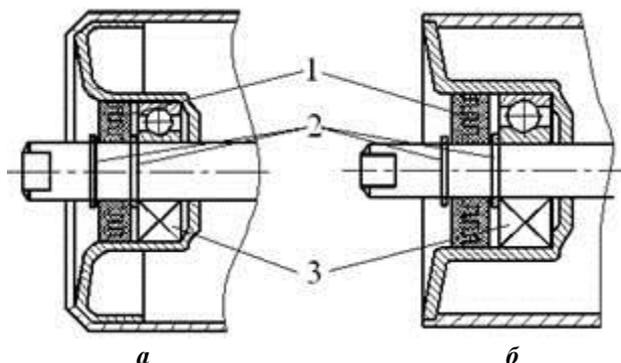


Рис. 12. Конструктивное исполнение роликов с лабиринтным уплотнением: 1 – лабиринт; 2 – стопорное кольцо; 3 – подшипник

Таблица 1. Параметры и размеры верхних рядовых желобчатых ролюкоопор

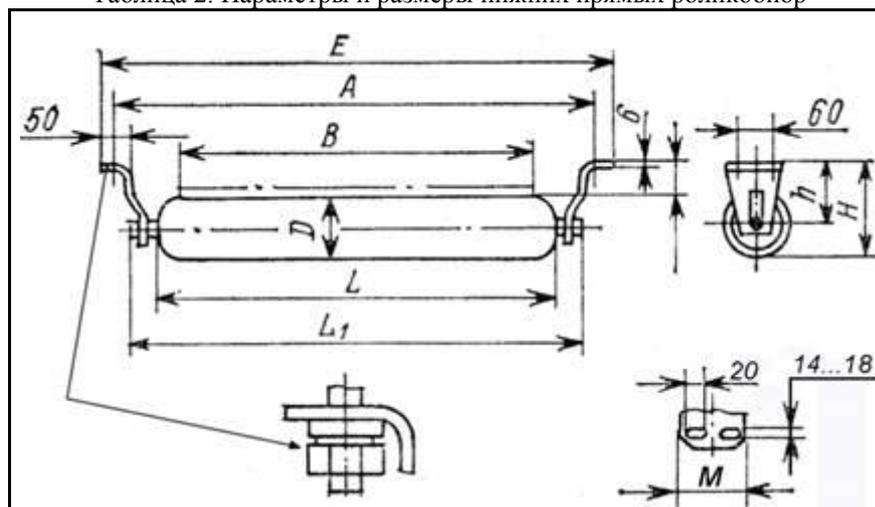
Ширина ленты, мм	Размеры, мм								Угол наклона α , град.	Масса вращающихся частей, кг
	<i>D</i>	<i>K</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>C</i>	<i>M</i>	<i>n</i>		
400	102	190	160	620	660	465	235	6	20	10,0

500	102	190	195	720	760	580	260	6	20	11,5
650	102	190	245	870	910	730	278	6	20	12,5
800	127	240	310	1100	1150	905	340	8	20	22,0
1000	127	240	380	1300	1350	1115	370	8	20	25,0

5.4. Выбор параметров нижних рядовых прямых роlikоопор

Конструкции роlikоопор для холостой ветви конвейера показаны на рис. 7, з, д, е. Наиболее часто используется однороlikовая опора по рис. 7, з. Двухроlikовые опоры обладают лучшими центрирующими свойствами и применяются при значительных скоростях и ширине ленты не менее 2000 мм. В нижних рядовых и центрирующих роlikоопорах для сильноабразивных (группа D по табл. 12), агрессивных, налипающих насыпных грузов устанавливаются футерованные резиной роliки, для всех других грузов – гладкие роliки. Параметры прямых роlikоопор представлены в табл. 2.

Таблица 2. Параметры и размеры нижних прямых роlikоопор



Ширина ленты, мм	Размеры, мм										Масса вращающихся частей, кг
	D	L ₁	L	A	E	H	h	M	d ₆	n	
400	102	524	500	620	660	157	106	100	12	6	6,0
500	102	624	600	720	760	157	106	100	12	6	7,5
650	102	774	750	870	910	157	106	100	12	6	10,5
800	127	990	950	1100	1150	187	123	120	16	8	18,5
1000	127	1190	1150	1300	1350	187	123	120	16	8	22,0

Примечание. Диаметр болтов d₆ одинаков для всех типов роlikоопор

5.5. Выбор параметров специальных роlikоопор

Конструкцию и параметры специальных (амортизирующих, очистных, центрирующих, переходных) роlikоопор рекомендуется выбирать из атласов [2, 7, 8] в зависимости от конкретных условий проектирования.

После выбора конструкций и параметров всех необходимых по условиям проектирования роlikоопор приводятся их схемы с указанием всех размерных и других параметров, а также приводятся условные обозначения роlikоопор.

5.6. Расположение роlikоопор по трассе конвейера

На различных участках трассы роlikоопоры устанавливаются на разном расстоянии друг от друга. Расстояние (шаг) между роlikооперами на рабочей ветви принимают в зависимости от ширины ленты и насыпной плотности перемещаемого груза (табл. 3).

Таблица 3. Шаг установки рядовых роlikоопор на грузовой ветви ленты l_p, мм

Насыпная плотность груза, т/м ³	Ширина ленты, мм				
	400	500	650	800	1000
До 1,0	1500	1500	1300	1300	1300

Св. 1,0 до 2,0	1400	1400	1200	1200	1200
Св.2,0 до 3,5	1300	1300	1100	1100	1100

В зоне загрузки пылевидных, порошкообразных, зернистых и мелкокусковых легких грузов под направляющим лотком загрузочного устройства устанавливаются собранные в батарею обычные рядовые роликоопоры с расстоянием, вдвое меньшим l_p .

В зоне загрузки средне- и крупнокусковых грузов, а также мелкокусковых с насыпной плотностью не менее $2,5 \text{ т/м}^3$ устанавливают амортизирующие роликоопоры на расстоянии друг от друга, на 200 мм превышающем диаметр ролика амортизирующей роликоопоры.

У концевых барабанов в зоне перехода ленты из желобчатого положение в прямое и наоборот устанавливаются одна-две переходные роликоопоры с различным углом наклона боковых роликов с шагом, равным шагу установки рядовых роликоопор грузовой ветви ленты l_p . При угле наклона боковых роликов рядовых роликоопор 20° угол наклона этих роликов в переходной опоре равен $10-11^\circ$.

Первая переходная роликоопора устанавливается на расстоянии не менее 800 мм от оси концевого барабана, но не более l_p .

Центрирующие роликоопоры устанавливаются на рабочей ветви через каждые 10 рядовых верхних роликоопор, начиная от приводного барабана.

На холостой ветви центрирующие роликоопоры устанавливаются через каждые 7-10 рядовых нижних роликоопор. На конвейерах длиной менее 15 м центрирующие опоры не устанавливают, а при длине до 30 м включительно устанавливают одну центрирующую роликоопору.

Роликоопоры на рабочей ветви конвейера, работающего в тяжелых и средних условиях, устанавливаются так, чтобы образующие обечаяк концевых барабанов находились выше образующей среднего ролика рядовой желобчатой роликоопоры на величину 25 мм при ширине ленты от 400 до 650 мм, и на величину 45 мм при ширине ленты 800 и 1000 мм. На конвейерах, работающих в легких условиях, образующие обечаяк барабанов находятся на одном уровне с образующими средних роликов рядовых желобчатых роликоопор.

Рядовые роликоопоры на холостой ветви устанавливаются на расстоянии l_p' , вдвое большем l_p .

Ролики холостой ветви имеют эксплуатационный ресурс 90% подшипниковых узлов не менее 3 лет, а при пополнении смазки – до 5 лет. При транспортировании абразивных и липких материалов на конвейерах применяют очистительные и дисковые ролики. На некоторых конвейерных линиях большой протяженности число роликов достигает нескольких десятков тысяч. Ролики обновляются за время эксплуатации конвейера от 2 до 5 раз. Ежегодная общая потребность эксплуатирующих предприятий в роликах удовлетворяется всего на 30%.

Конвейерные ролики, наряду с лентой, имеют наименьший ресурс и требуют наибольших затрат труда и денежных средств на замену, ремонт и обслуживание (30-40% и более эксплуатационных затрат), а общая их стоимость составляет 25-30% от стоимости конвейера.

Ресурс конвейерных роликов в узлах загрузки составляет от 0,5 до 1,0 года, а по ставу конвейера – от 0,7 до 2,5 лет (в среднем 1,7 года). Расчетный срок службы среднего, наиболее нагруженного ролика, при ширине ленты 1800-2000 мм принимается равным 45 тыс. ч при загруженности подшипникового узла не более 60-80% от номинальной.

В результате обработки статистических данных, систематизации и анализа повреждений элементов конвейеров в процессе эксплуатации выявлено, что частые простои конвейеров связаны с выходом из строя конвейерных роликов. Отказы распределяются следующим образом: посадочные места под подшипники качения на оси роликов, рабочие поверхности барабанов и роликов подвергаются механическому и абразивно-механическому износу, в результате чего происходит изменение их начальных размеров, искажение геометрических форм, появление ризок и задиоров.

Чаще всего выход из строя конвейерных роликов (табл.4) происходит из-за засорения подшипникового узла абразивными частицами транспортируемого груза или чрезмерного повышения температуры на внутренней поверхности ролика.

Засорение подшипникового узла увеличивает коэффициент сопротивления движению, препятствует вращению ролика, ведет к истиранию тела ролика, преждевременному износу ленты и увеличению энергоемкости процесса транспортирования.

Конвейер с невращающимися роликами эксплуатировать нельзя, так как происходит их износ на полную толщину стенки трубы, интенсивное истирание обкладки ленты, повышается температура на контакте, существенно увеличивается сопротивление движению ленты (до 10 раз), крутящий момент на выходном валу двигателя, следовательно, повышается энергоемкость процесса транспортирования.

Таблица 4. Распределение отказов в работе роликов по причинам их возникновения

Причины выхода из строя роликов	Частота выхода из строя, %	
	верхней ветви	нижней ветви
Засорение подшипников и их стопорение	38	12
Отсутствие или недостаток смазки подшипников	37	36

Слабая посадка подшипника в корпусе	12	10
Слабая посадка подшипника на оси	3	3
Равномерное истирание обечайки по окружности	2	30

Таким образом, надежность подшипникового узла является одним из определяющих критериев при выборе конструкции роликов.

5.7. Приводы ленточных конвейеров

В ленточном конвейере движущая сила ленте передается с помощью фрикционной передачи (трением) при огибании ею приводного барабана или при контакте приводной ленты с грузонесущей.

Основными элементами привода ленточного конвейера являются один или два (реже три) приводных барабана и приводные блоки, состоящие из электродвигателя, редуктора, соединительных муфт и тормоза, обводные барабаны, пусковая и регулирующая аппаратура.

Приводы ленточного конвейера выполняются

- однобарабанными с одним или двумя двигателями (рис. 13);
- двухбарабанными с близко расположенными друг около друга приводными барабанами (рис. 14, а, и 15) и с раздельным расположением приводных барабанов на переднем и заднем концах конвейера (рис. 15 и 16);
- трехбарабанными с близко расположенными друг около друга барабанами (рис. 14, б) или с раздельным расположением двух приводных барабанов на переднем и заднем концах конвейера.

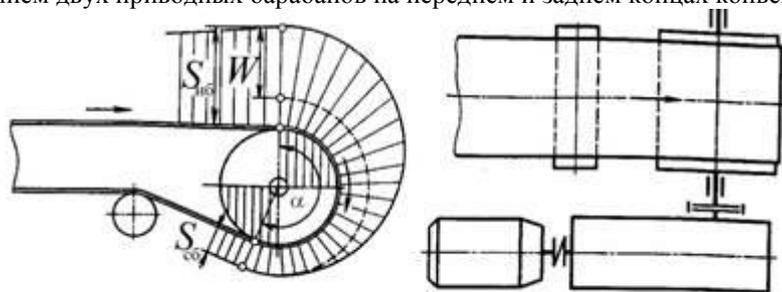


Рис. 13. Схема однобарабанного привода

Наиболее надежным и конструктивно простым является однобарабанный привод, так как имеет небольшие габаритные размеры, простую конструкцию, один перегиб ленты, высокую надежность, но в связи с этим ограниченный (до 240°) угол обхвата лентой барабана и пониженный коэффициент использования прочности ленты.

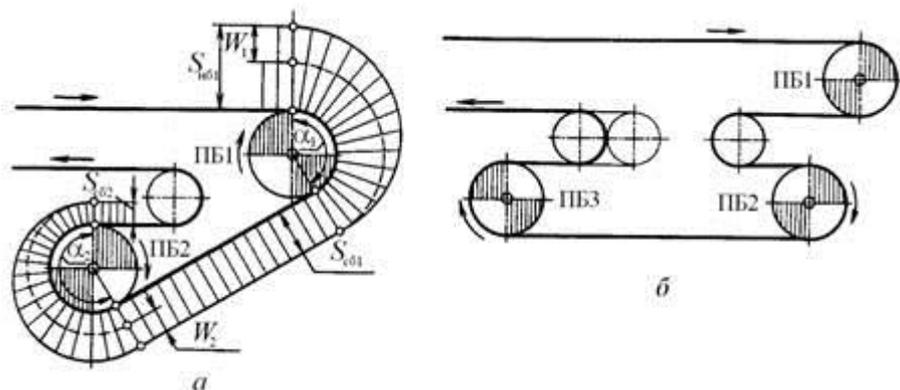


Рис. 14. Приводы конвейеров с близко расположенными приводными барабанами: а – двухбарабанный, б – трехбарабанный

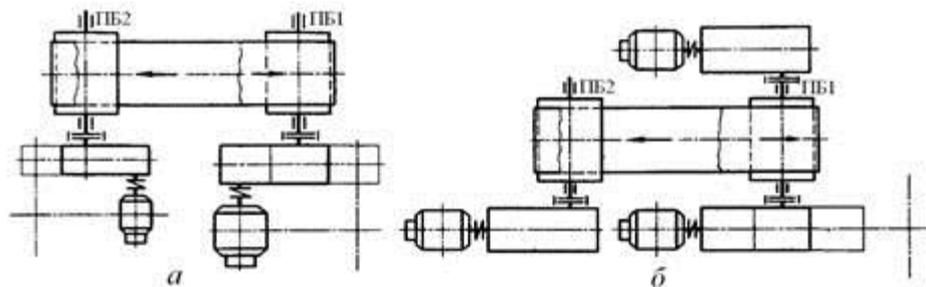


Рис. 15. Схемы двухбарабанного привода:
 а – с двумя двигателями, б – с тремя двигателями

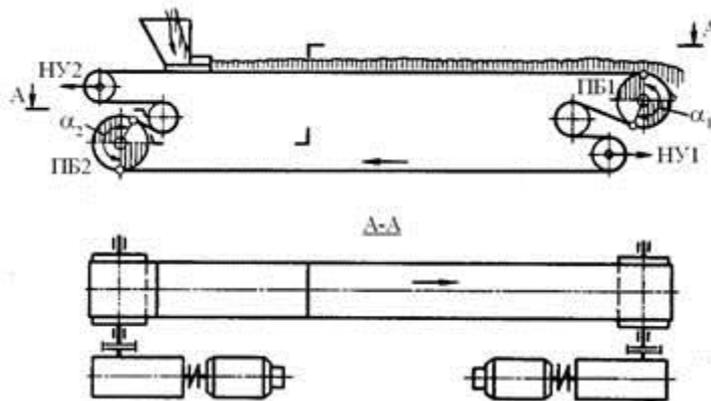


Рис. 16. Расположение приводов на переднем и заднем концевых барабанах

Однобарабанный привод небольшой мощности (до 30–50 кВт) выполняют со встроенным внутри барабана электродвигателем и редуктором. Такие мотор-барабаны широко используются в приводах передвижных и переносных конвейеров и питателей; они компактны, имеют небольшую массу. К преимуществам однобарабанного привода относятся простота конструкции, высокая надежность, небольшие габаритные размеры, единичный перегиб ленты; недостатками – ограниченный угол обхвата лентой приводного барабана и пониженный коэффициент использования прочности ленты.

Двухбарабанные приводы с близко расположенными приводными барабанами имеют различное конструктивное исполнение, наиболее распространенным из них является двухбарабанный привод с индивидуальными приводными механизмами. В этом исполнении барабаны связаны между собой только конвейерной лентой (без дополнительной кинематической связи). У двухбарабанного привода угол обхвата лентой приводного барабана увеличивается до 400°, что позволяет использовать ленту меньшей прочности и является его основным преимуществом. Двухбарабанный привод имеет большие габариты, чем однобарабанный, более сложную конструкцию и меньшую надежность; многократные перегибы ленты снижают ее долговечность – это его основные недостатки. Трехбарабанные приводы применяются в конвейерах большой протяженности.

По общей теории фрикционного однобарабанного привода соотношение между натяжениями ветвей ленты $S_{нб}$ и $S_{сб}$ при отсутствии скольжения

$$S_{нб} \leq S_{сб} e^{\mu\alpha}, \quad (1)$$

где μ – коэффициент трения ленты о поверхность барабана;

α – угол обхвата лентой барабана, рад.

Величину $e^{\mu\alpha}$, определяющую тяговую способность барабана, называют **тяговым фактором**.

Тяговое усилие барабана без учета потерь из-за жесткости ленты

$$W = S_{нб} - S_{сб} = S_{сб}(e^{\mu\alpha} - 1) \quad \text{или} \quad W \leq \frac{S_{нб}(e^{\mu\alpha} - 1)}{e^{\mu\alpha}}. \quad (2)$$

Тяговое усилие барабана возрастает с увеличением угла обхвата, коэффициента трения и первоначального натяжения ленты. Для увеличения коэффициента трения поверхность барабана футеруют фрикционными материалами с насечками в виде прямоугольников или ромбов глубиной 3–4 мм.

Расчетное натяжение сбегающей ветви ленты

$$S_{сб} = \frac{K_3 W}{e^{\mu\alpha} - 1}. \quad (3)$$

Расчетное натяжение набегающей ветви ленты

$$S_{нб} = S_{сб} e^{\mu\alpha} = \frac{K_3 W e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha} - 1}, \quad (4)$$

где $K_3 = 1,1-1,2$ – коэффициент запаса сцепления ленты с барабаном;

W – тяговое усилие, равное общему сопротивлению движения ленты, определяемое тяговым расчетом, Н.

Мощность приводного двигателя

$$N = \frac{K_3 W v}{1000 \eta}, \quad (5)$$

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

η – общий кпд механизма привода (обычно $\eta = 0,8-0,9$).

В двухбарабанном приводе

$$S_{н61} \leq S_{с62} e^{(\mu_1 \alpha_1 + \mu_2 \alpha_2)}, \quad (6)$$

где $S_{н61}$ – натяжение ветви ленты, набегающей на первый по ходу ленты барабан, Н;

$S_{с62}$ – натяжение ветви ленты, сбегаящей со второго приводного барабана, Н;

μ_1 и μ_2 – коэффициенты трения ленты о поверхность первого и второго барабанов;

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

Общая мощность двигателей двухбарабанного привода

$$N = N_1 + N_2, \quad (7)$$

$$N_1 = N K_\phi / (K_\phi + 1) \approx N_{1д}, \quad (8)$$

$$N_2 = N / (K_\phi + 1) \approx N_{2д}, \quad (9)$$

где $K_\phi = N_{1д} / N_{2д}$ – коэффициент соотношения мощностей на первом и втором барабанах;

$N_{1д}$ и $N_{2д}$ – принятые по каталогу мощности электродвигателей.

Обычно принимают $K_\phi = 1-3$, чаще $K_\phi = 2$, тогда на первом барабане устанавливают два одинаковых приводных механизма и электродвигателя, а на втором – один такой же комплект.

Общее суммарное тяговое усилие распределяется на два окружных усилия, создаваемых первым и вторым барабаном

$$W = W_1 + W_2, \quad (10)$$

$$W_1 = W K_\phi / (K_\phi + 1), \quad (11)$$

$$W_2 = W / (K_\phi + 1). \quad (12)$$

Выбор места расположения и типа привода (рис. 17 и 18) зависит от протяженности и профиля трассы конвейера, значения коэффициента трения между лентой и поверхностью приводного барабана μ и коэффициента использования прочности ленты.



Рис. 17. Схема к определению места расположения привода ленточного конвейера

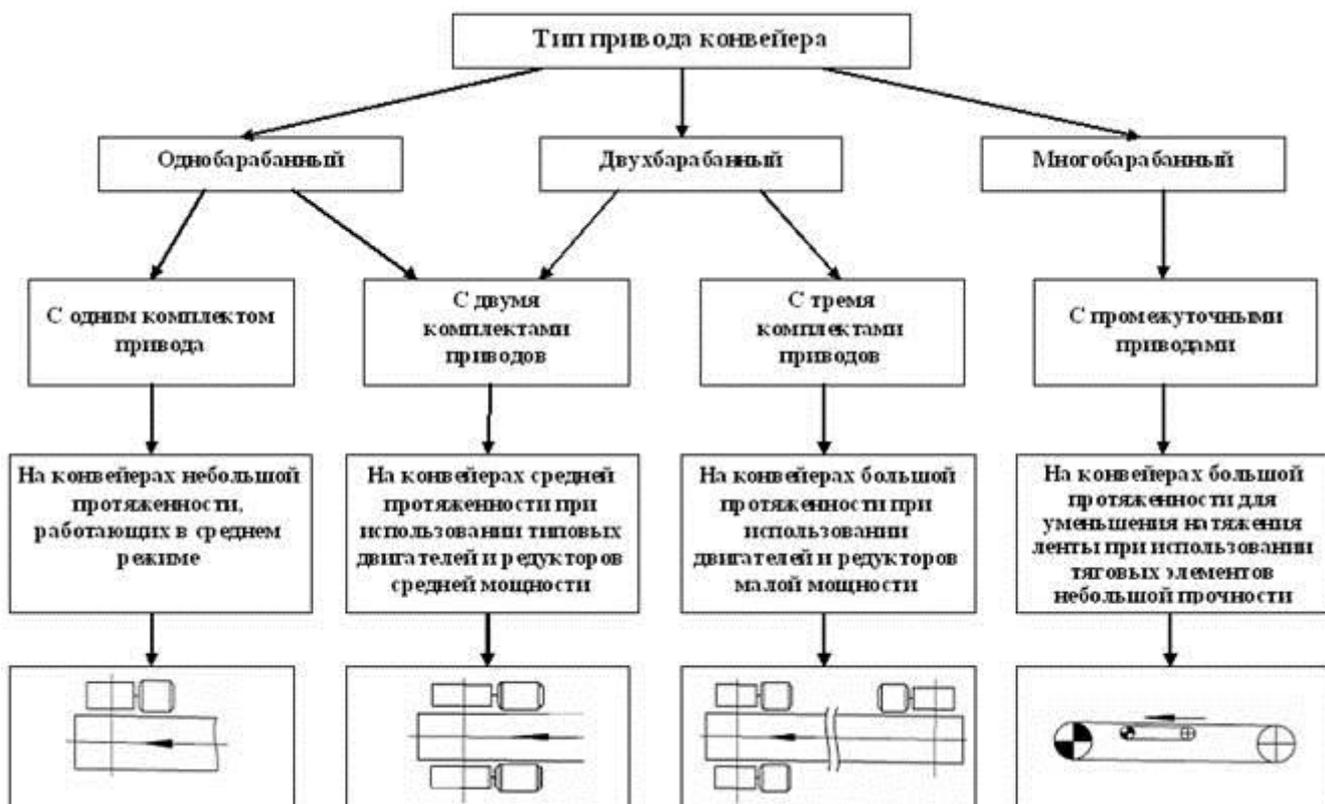


Рис. 18. Схема к определению выбора типа привода ленточного конвейера

5.8. Конструкции и расчет барабанов

В ленточных конвейерах различают барабаны приводные (ведущие ленту); концевые, часто выполняющие роль натяжных барабанов; оборотные, у которых угол обхвата лентой обычно 90° и отклоняющие (устанавливаемые в местах перегиба и служащие для изменения направления движения ленты, а также используемые для поджима нижней ветви ленты к верхней). Приводные барабаны могут иметь небольшую стрелу выпуклости (1,5–3,0 мм) для центрирования ленты на барабане. Общий вид барабанов представлен на рис. 19.

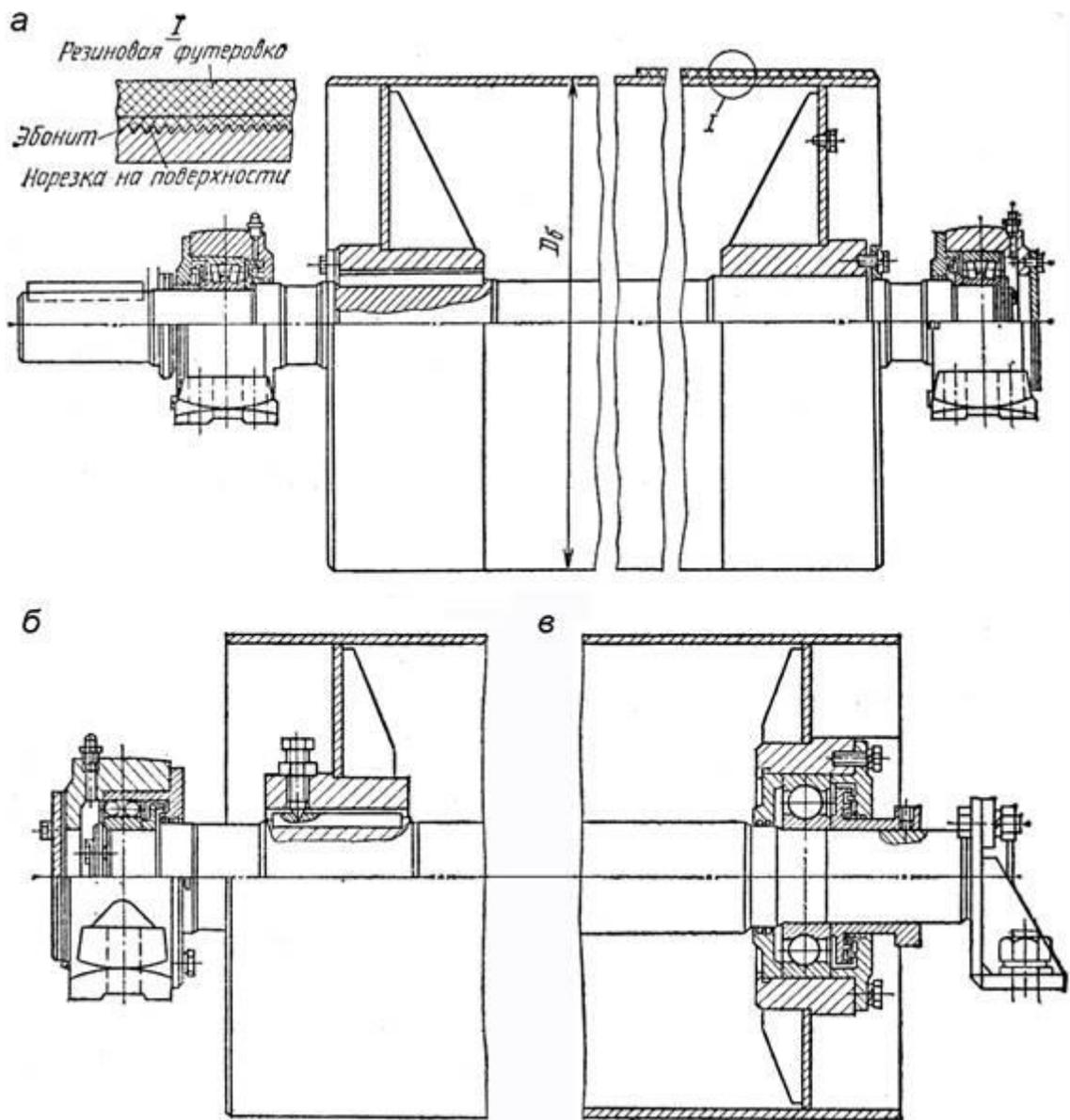


Рис. 19. Барабаны: *а* – приводной; *б* – натяжной и отклоняющий на вращающейся оси; *в* – то же на неподвижной оси

Барабаны изготавливают сваркой с обечайкой из листовой стали или отливкой из чугуна. По форме обода барабаны выполняют с цилиндрической или выпуклой (бочкообразной) поверхностью – гладкой или с насечками. Тяговые свойства приводного барабана повышают путем увеличения натяжения ленты или угла обхвата лентой приводного барабана, использования высокофрикционных футеровок с продольными или шевронными ребрами (что способствует самоочищению).

Футеровки устанавливаются при помощи специальных клеев на барабаны конвейеров, футеровочные пластины значительно уменьшают сход ленты и ее проскальзывание, а также попадание груза на поверхность барабана, что существенно улучшает работу конвейеров и повышает их технико-экономические показатели.

Рифленая поверхность приводного барабана обеспечивает увеличение коэффициента сцепления ленты с барабаном и тягового фактора привода, уменьшая при этом необходимое натяжение ленты, увеличивая срок службы ленты и ее стыковых соединений.

Мощность приводных блоков выбирается из стандартного ряда: 200, 250, 320, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1500 кВт.

Дополнительное прижатие ленты к приводному барабану осуществляется с помощью установки прижимных барабанов, с использованием вакуума или магнитных сил и других приспособлений.

Вал приводного или ось неприводного барабанов устанавливается в опорах на шарикоупорных подшипниках. Для соединения приводного барабана с выходным валом редуктора применяется зубчатая муфта, валы двигателя и редуктора соединяются упругой муфтой. На конвейерах, имеющих наклонный участок для предотвращения самопроизвольного обратного движения загруженной ветви устанавливают храповый останов или тормоз.

Геометрические параметры приводных барабанов зависят от конструкции и прочности ленты.

Для резиноканевых лент диаметр приводных барабанов, мм, определяют по формуле

$$D_6 = k' k'' i,$$

где i – число прокладок в ленте; k' – коэффициент, зависящий от прочности σ_p ленты, Н/мм: $k' = 125; 140; 160; 180; 190; 200$ соответственно для $\sigma_p = 50, 100, 150, 200, 300, 400$, Н/мм; k'' – коэффициент назначения барабана, для приводных барабанов $k'' = 1$, для концевых и натяжных $k'' = 0,8$, для отклоняющих по трассе конвейера $k'' = 0,4 - 0,6$.

Полученный диаметр барабана округляется до ближайшего размера из нормального ряда 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250 мм.

Принятый диаметр приводного барабана проверяется по среднему давлению ленты на барабан, Па, по условию

$$p_{cp} = \frac{360 F_0}{D_6 B \alpha \pi} \leq [p_{cp}], \quad (12.1)$$

где $F_0 = S_{нб} - S_{сб}$ – тяговое усилие на приводном барабане, Н; α – угол обхвата барабана лентой, градусы; B – ширина ленты, м; D_6 – диаметр барабана, м; $[p_{cp}] = 20000 - 30000$ Па – допускаемое среднее давление ленты на барабан. При невыполнении проверки по среднему давлению принимается барабан ближайшего большего диаметра из нормального ряда.

Длина барабанов принимается: для лент шириной $B < 800$ мм $L = B + 50$ мм; для лент шириной $B > 800$ мм $L = B + (60 \dots 80)$ мм.

Расчетный крутящий момент на валу приводного барабана, Н·м, по которому в дальнейшем выбирается редуктор,

$$M_{кр} = \frac{k_3 F_0 D_6}{2},$$

где $k_3 = 1,1 - 1,2$ – коэффициент запаса.

Основные параметры приводных барабанов ленточных конвейеров приведены на рис. 20 и в табл. 1.4, концевых, оборотных и отклоняющих барабанов – на рис. 21 и в табл. 1.5.

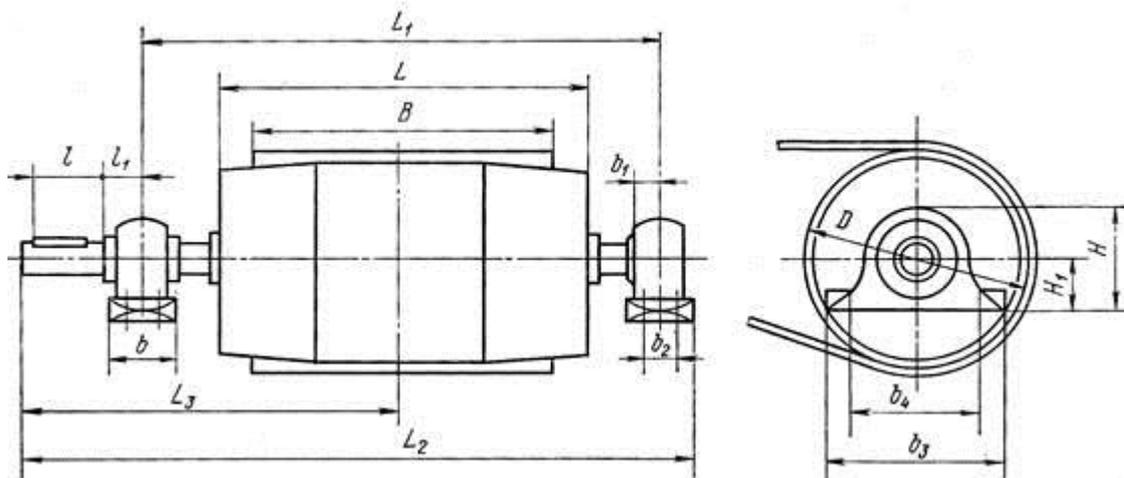


Рис. 20. Параметры и размеры приводных барабанов

Таблица 5. Параметры приводных барабанов

Ширина ленты, мм	Размеры, мм															Подшипник	Масса вращающихся частей, кг
	D	L	L_1	L_2	L_3	H	H_1	b	b_1	b_2	b_3	b_4	d_5	l_1	l		
400	250	500	730	917	500	120	60	60	45	-	225	170	16	68	67	1308	38
400	400	500	730	990	457	195	100	85	64	-	350	270	24	108	84	1612	82
500	400	600	850	1110	617	195	100	85	64	-	350	270	24	108	84	1612	95
500	500	600	850	1140	647	185	100	85	64	-	350	270	24	138	84	3516	150
650	400	750	1000	1260	692	195	100	85	74	-	350	270	24	108	77	1612	109
650	500	750	1000	1290	722	195	100	85	74	-	350	270	24	108	74	1612	176
650	630	750	1000	1290	722	195	100	85	74	-	350	270	24	138	74	3516	192
650	670	750	1000	1290	722	195	100	85	74	-	350	270	24	138	84	3516	200

800	400	950	1260	1520	828	195	100	85	64	–	350	270	24	84	100	1612	130
800	500	950	1260	1520	828	195	100	85	64	–	350	270	24	84	130	3516	214
800	630	950	1300	1678	940	240	120	140	83	70	420	340	20	176	114	3520	360
800	800	950	1300	1678	940	240	120	140	83	70	420	340	20	176	114	3520	445
1000	500	1150	1500	1790	972	195	100	85	64	–	350	270	24	138	84	3516	249
1000	630	1150	1500	1878	1040	240	120	140	83	70	420	340	20	176	114	3520	390
1000	800	1150	1500	1878	1040	240	120	140	83	70	420	340	20	176	114	3520	575
1000	1000	1150	1500	1938	1090	280	140	160	90	80	480	390	24	216	124	3524	745

Примечание. d_6 – диаметр болта крепления барабана

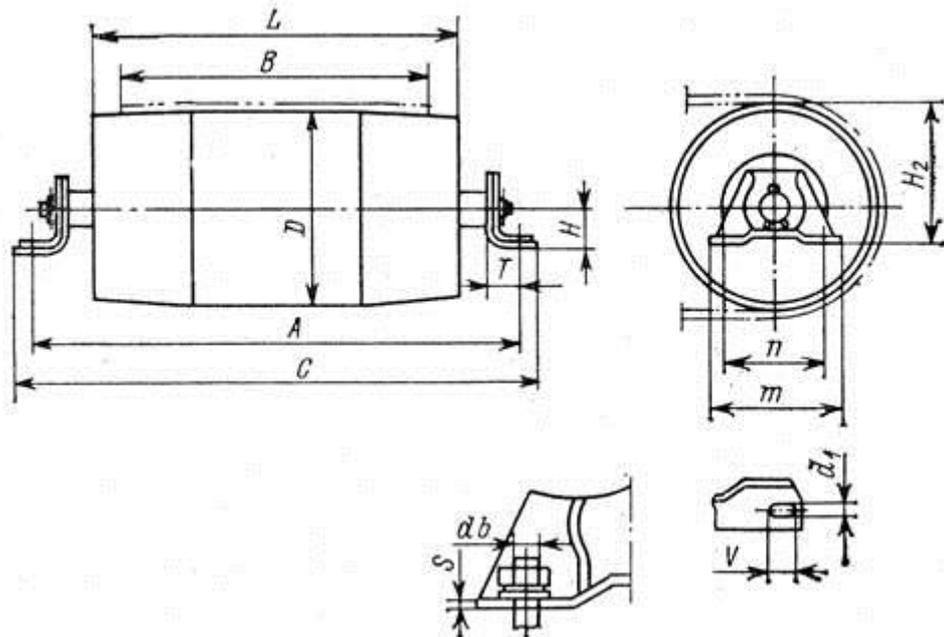


Рис.21. Параметры концевых, оборотных и отклоняющих барабанов

Таблица 6. Параметры концевых, оборотных и отклоняющих барабанов

Ширина ленты, мм	Размеры, мм														Подшипник	Масса вращающихся частей, кг	
	D	L	A	C	H	H ₂	n	m	T	S	d ₁	V	d ₆				
Барабаны концевые																	
500	400	600	800	870	90	290	250	320	70	10	28	34	24	1612	68		
650	400	750	970	1040	90	290	250	320	70	10	28	34	24	1612	78		
650	500	750	970	1040	90	340	250	320	70	10	28	34	24	3516	112		
Барабаны оборотные																	
400	250	500	680	730	65	190	160	210	60	8	19	24	16	1310	30		
500	250	600	800	850	65	190	160	210	60	8	19	24	16	1308	37		
500	320	600	800	850	65	225	160	210	60	8	19	24	16	1310	48		
650	250	750	970	1020	65	190	160	210	65	6	19	24	16	208	40		
650	320	750	970	1020	65	220	160	210	60	6	19	24	16	310	65		
650	400	750	970	1040	90	290	250	320	70	10	28	34	24	1612	78		
Барабаны отклоняющие																	
400	250	500	680	730	65	190	160	210	60	8	19	24	16	1306	30		
500	250	600	800	850	65	190	160	210	60	8	19	24	16	1308	37		
500	250	600	800	850	65	190	160	210	60	8	19	24	16	1308	37		
650	250	750	970	1020	60	190	160	210	60	8	19	24	16	1308	40		
650	250	750	970	1020	60	190	160	210	60	8	19	24	16	1308	40		
650	320	750	970	1020	60	220	160	210	60	8	19	24	16	1310	58		

Примечание. d_6 – диаметр болта крепления барабана

Схемы всех назначенных барабанов с нанесенными на них размерными параметрами, а также масса вращающихся частей барабанов приводятся в расчетах.

5.9. Загрузочные устройства

Обеспечивают заданную производительность конвейера, срок службы ленты, величину сопротивления ее движению. Конструкция загрузочных устройств зависит от характеристики транспортируемого груза и способа подачи его на конвейер.

Загрузочные устройства (рис. 22) делятся на три типа: с принудительным, сложным и самотечным движением насыпного груза. В загрузочных устройствах с принудительным движением груз перемещается под воздействием приводных устройств – питателей (рис. 22, а, б, в, г, ж, и). Эти устройства имеют большие габаритные размеры и конструктивно сложны.

В загрузочных устройствах со сложным движением (рис. 22, к) груз перемещается самотечно и принудительно (например, вибрационный питатель с направляющим вибротолчком).

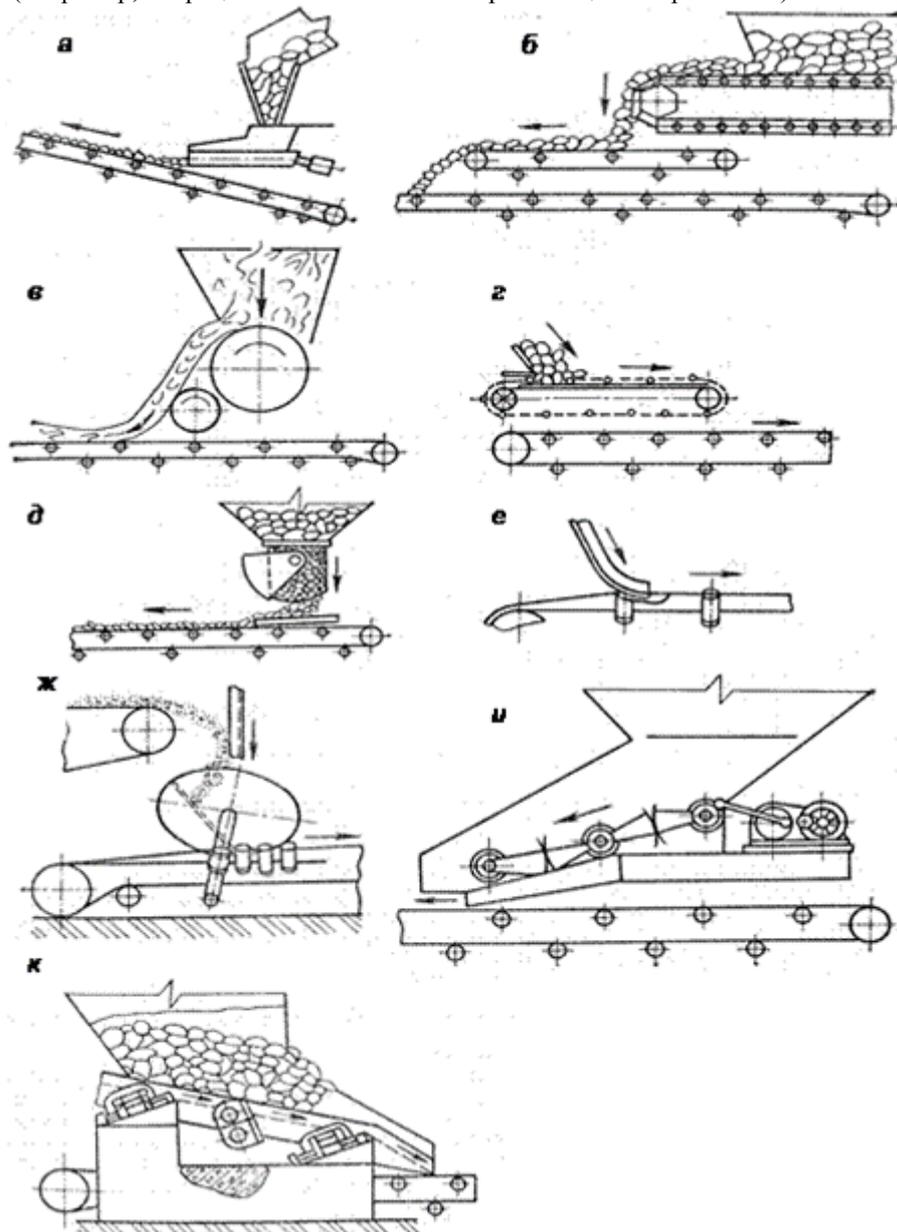


Рис. 22. Загрузочные устройства ленточных конвейеров: а – вибрационный питатель; б – ленточный питатель; в – барабанный питатель; г – скребковый питатель; д – воронка с затвором; е – направляющий лоток; ж – дисковый питатель с лотком; и – волновой питатель с наклонным днищем; к – вибрационный питатель с направляющим лотком

В загрузочных устройствах с самотечным движением груз перемещается только под действием сил тяжести. К ним относятся воронки с затворами и без затворов, направляющие лотки прямолинейного и

криволинейного профиля (рис. 22, д, е). Устройства с самотечным движением груза, состоящие из загрузочной воронки и направляющего лотка, не имеют приводных механизмов, просты по конструкции и применяются наиболее часто.

Обычно загрузка производится у заднего концевой барабана, однако загрузка и разгрузка конвейера может происходить в любом пункте трассы.

Загрузочное устройство должно обеспечивать центрирование и равномерное расположение груза по длине ленты; скорость подачи груза на ленту, близкую скорости движения ленты; формирование грузопотока в загрузочном устройстве, а не на ленте; исключение по возможности воздействия на ленту и роlikоопоры массы поступающего груза; отсутствие завалов и рассыпания груза по сторонам; возможность регулирования скорости подачи груза.

Штучные грузы подаются на конвейер с помощью направляющих лотков или непосредственно укладываются на него.

Насыпные грузы подаются с помощью бункера и загрузочной воронки с направляющим лотком, которые формируют поток груза и направляют его в середину ленты.

Для обеспечения высокого срока службы ленты и роlikоопор скорость подачи груза должна быть близка к скорости движения ленты, высота падения груза должна быть минимальной. Углы наклона стенок воронки должны быть на 10–15° больше углов трения груза о стенки.

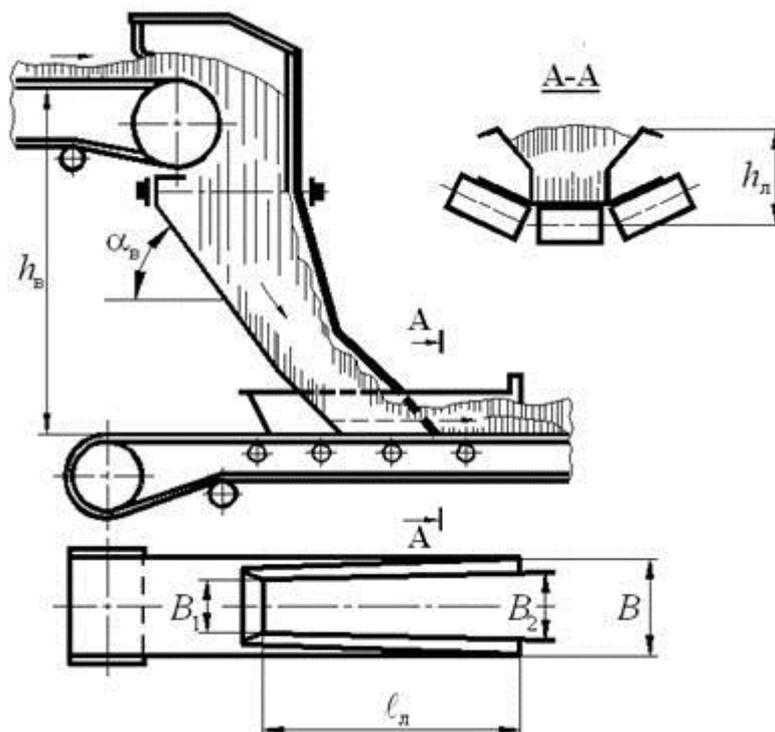


Рис. 23. Загрузочное устройство ленточного конвейера

На нижних частях боковой и задней стенок воронки устанавливают уплотнительные полосы из износостойкой резины. Для увеличения срока эксплуатации передней стенки на нее устанавливают броневой лист, устраивают отдельные отсеки-ячейки, заполняемые частицами груза, таким образом, груз скользит по слою груза. Угол наклона желоба воронки $\alpha_{ж} = \varphi_{в} + (10-15^\circ)$, ($\varphi_{в}$ – угол внешнего трения груза о желоб). Лоток воронки входит внутрь направляющего лотка с наклонными бортами, опирающимися на ленту через вертикально расположенное к ленте уплотнение, нарезанное из резинотканевой ленты. Параметры направляющего лотка в зависимости от ширины ленты приведены в табл. 7.

Таблица 7. Размеры направляющего лотка загрузочного устройства

Ширина ленты, мм	Высота лотка, м, не менее	Длина лотка, м, при скорости ленты, м/с		
		До 1,6	1,6 – 2,5	Св. 2,5
400	0,2	1,0	1,2	1,6
500	0,2	1,2	1,6	2,0
650	0,3	1,2	2,0	2,5
800	0,3	1,6	2,5	2,5
1000	0,4	2,0	2,5	2,5
$B_1 = 0,5B; B_2 = (0,6-0,7)B$				

Под лентой в месте крепления на раме направляющего лотка устанавливается батарея желобчатых роlikоопор, причем ближняя к концевому барабану роlikоопора в этой батарее является переходной, остальные роlikоопоры – рядовые.

Для конвейеров с высокой производительностью применяют конвейеры-питатели (рис.24), позволяющие приблизить скорость груза к скорости ленты и увеличить срок службы ленты.

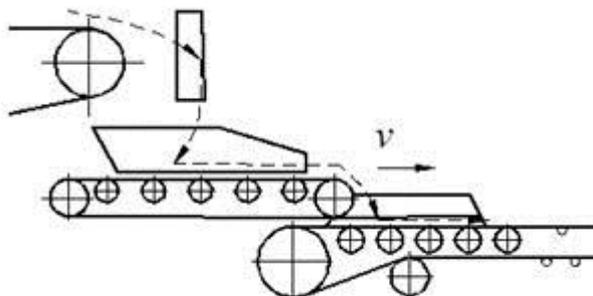


Рис. 24. Схема загрузки конвейера с помощью питателя

Сила сопротивления движению в месте загрузки

$$W_{\text{зy}} = \frac{Q f_n (v - v_1)}{3,6 (f_n - \text{tg} \beta - k_6 f_6)}, \quad (13)$$

где Q – производительность конвейера, т/час;

f_n – коэффициент трения груза о ленту;

v – скорость конвейера, м/с;

v_1 – скорость груза, м/с;

β – угол наклона конвейера;

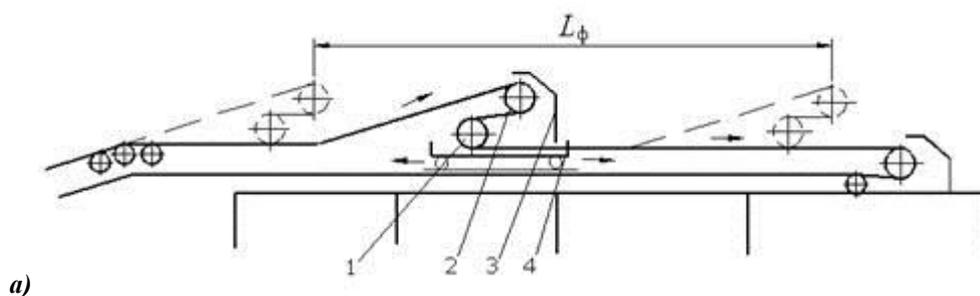
k_6 – коэффициент бокового давления груза на направляющие борта;

f_6 – коэффициент трения груза о направляющие борта.

5.10. Разгрузочные устройства

Разгрузка конвейера может производиться через концевой (приводной) барабан или в промежуточных пунктах при помощи различных разгрузочных устройств, таких как разгрузочные тележки, плужковые сбрасыватели и разгрузжатели (рис.26) с подвижной лентой, устанавливаемые по длине трассы конвейера.

Если тип разгрузки конвейера в задании на проектирование не указан, то принимается разгрузка через приводной барабан.



a)

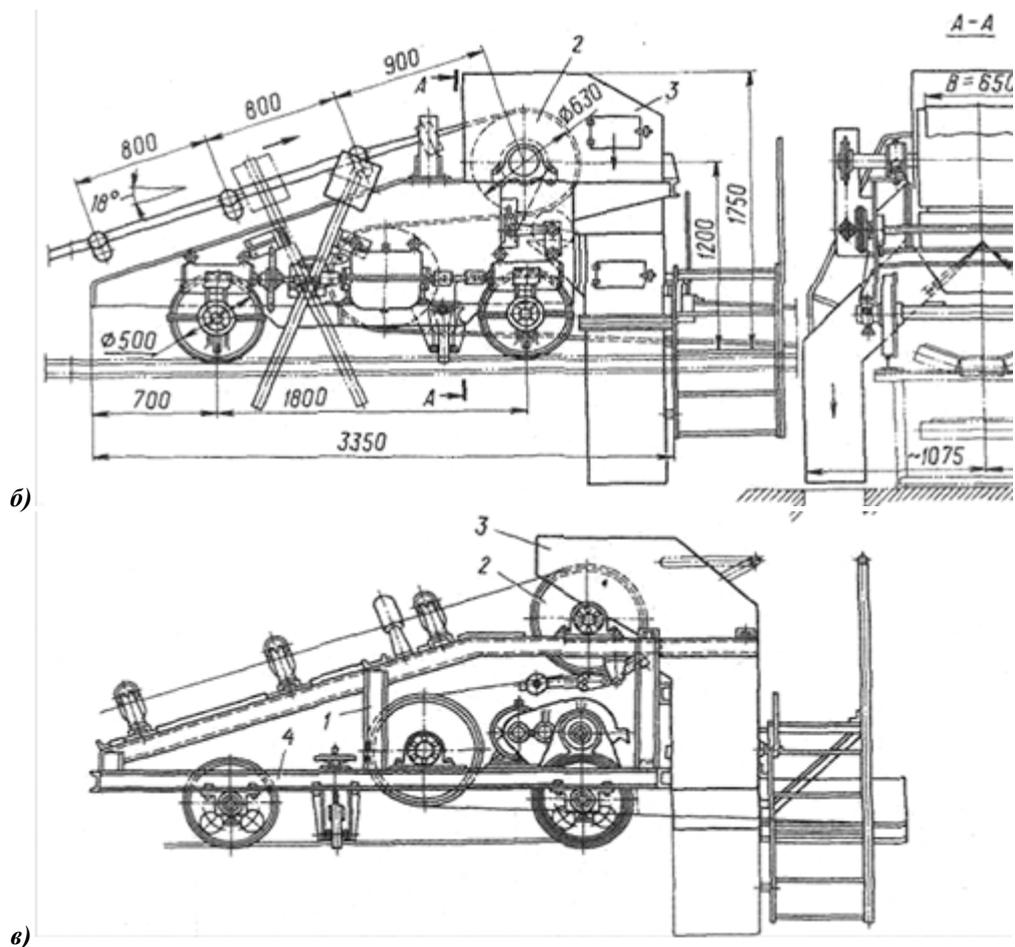


Рис. 25. Барабанные разгрузчики конвейера: *а* – схема установки; *б* – с приводом от ленты конвейера; *в* – с самостоятельным приводом;
 $L_{ф}$ – длина фронта разгрузки; 1, 2 – оборотные барабаны; 3 – разгрузочная воронка; 4 – барабанная тележка

Барабанный разгрузчик состоит из тележки 4, установленных на ней оборотных барабанов 1 и 2 и разгрузочной воронки 3. Транспортируемый груз сбрасывается с верхнего барабана 2 в воронку и направляется ею вправо, влево или одновременно в обе стороны от конвейера. Тележка движется вдоль горизонтального участка конвейера по всему фронту разгрузки. Она приводится от ленты конвейера через барабан 2 (рис. 25, б, легкий тип для лент шириной 500...650 мм) или от отдельного электродвигателя (рис. 25, в) с кабельным подводом электроэнергии. Рельсовые пути устанавливаются на станине конвейера или на полу разгрузочной эстакады. Последнее исполнение характерно для разгрузчиков конвейеров тяжелого типа с лентой шириной 1600...2000 мм. В этом исполнении металлоконструкция тележки делается в виде портала, внутри которого проходит станина конвейера типовой конструкции.

Барабанные разгрузчики применяют для широкой номенклатуры насыпных грузов при загрузке длинных бункерных эстакад или открытых складов. Разгрузчики имеют реверсивное движение вдоль всего фронта разгрузки длиной 100 м и более с автоматическим управлением с центрального пульта.

К преимуществам барабанных разгрузчиков относятся полная автоматизация управления, возможность разгрузки на участке большой протяженности широкого ассортимента насыпных грузов, в том числе высокоабразивных и кусковых. Недостатками являются сложность конструкции, большая масса, значительные габаритные размеры, двукратный перегиб ленты, снижающий срок ее службы.

Разгрузочная тележка передвигается по рельсам, устанавливаемым на специальной конструкции – треке, который одновременно, является и средней частью конвейера с закрепленными на ней роlikоопорами. Разгрузочная воронка барабанной тележки (табл. 2) имеет конструкцию, которая позволяет сбрасывать груз с ленты на две стороны или вперед (в любом сочетании).

Плужковый разгрузчик (сбрасыватель) – это стационарное устройство для разгрузки насыпных и штучных грузов (рис. 26), который в рабочем положении опирается на ленту и сдвигает с нее груз в разгрузочную воронку, в нерабочем состоянии приподнят и свободно пропускает под собой ленту с грузом.

Он состоит (рис. 26) из разгрузочного (сбрасывающего) 2 и зачистного 1 щитов, установленных параллельно друг другу под углом 30...45° к продольной оси ленты опорного стола 4, приемной воронки 5 и подъемного механизма 3; для направления потока груза служат стационарные бортовые подгребатели 6. Разгрузочный щит, изготавливаемый из стального листа, устанавливают с некоторым зазором от поверхности

ленты; он отводит с ленты основную часть транспортируемого груза. Зачистной щит с кромкой, оснащенной резиновой полосой, опирается на поверхность ленты и сдвигает с нее оставшуюся часть груза.

В рабочем положении разгрузатель опирается на ленту и сдвигает с нее груз в разгрузочную воронку; в нерабочем положении он приподнят и свободно пропускает под собой ленту с грузом. По направлению разгрузки ленты различают двусторонние (рис. 26, *а*) и односторонние (рис. 26, *б*) разгрузатели. Первые более предпочтительны, так как у них силы бокового сдвига ленты уравновешены. По интенсивности разгрузки различают разгрузатели с полной (рис. 26, *а, б*) и частичной (рис. 26, *в, г*) разгрузкой ленты. Последние бывают односторонние с поворотным щитом (рис. 26, *в*) и двусторонние с раздвижными щитами (рис. 26, *г*).

Плужковые разгрузатели с полной разгрузкой ленты обеспечивают подачу груза только в одно место разгрузки; разгрузатели с частичной разгрузкой подают груз одновременно в несколько мест разгрузки.

Опорный стол служит для выпрямления ленты в месте установки разгрузателя и выполняется в виде гладкого стального листа (для лент шириной до 1000 мм) или подъемных и поворотных роликов, обеспечивающих желобчатый профиль ленты после подъема разгрузателя. Подъем разгрузателя для его перевода в нерабочее положение может быть угловым или плоскопараллельным в вертикальной или горизонтальной плоскости. Подъемный механизм может иметь ручной (для лент шириной до 800 мм), пневматический (рис. 26, *б*) и электрический приводы.

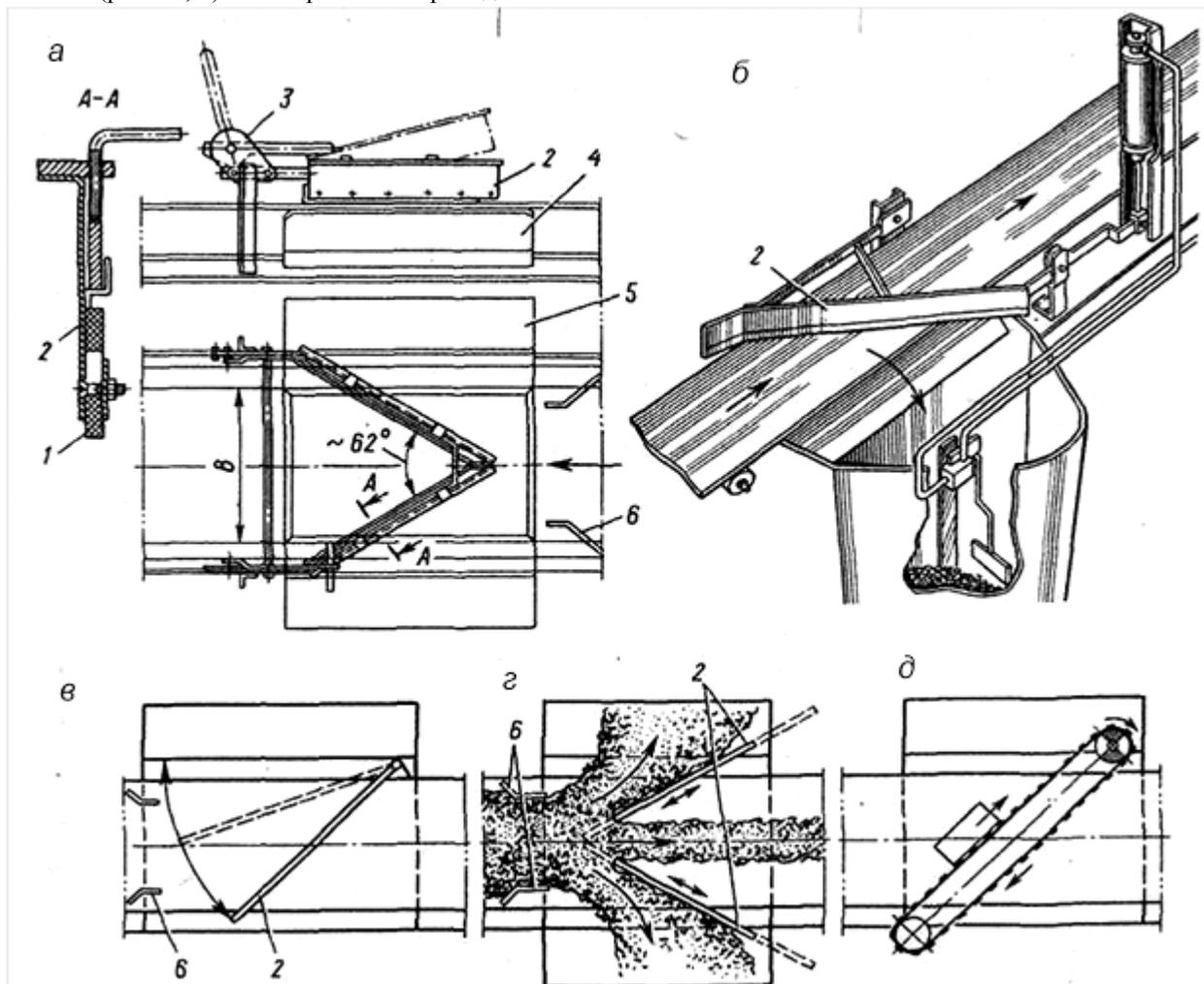


Рис. 26. Схемы плужковых стационарных разгрузателей: *а, б* – с полной разгрузкой ленты соответственно двусторонний и односторонний; *в, г, д* – с частичной разгрузкой ленты соответственно поворотный, раздвижной и с подвижной лентой; 1 – зачистной щит; 2 – разгрузочный щит; 3 – подъемный механизм; 4 – опорный стол; 5 – приемная воронка; 6 – бортовые подгребатели

Последние имеют автоматизированное и дистанционное управление.

Плужковые разгрузатели применяют на горизонтальных конвейерах с шириной ленты 400...2000 мм для разгрузки пылевидных, зернистых и мелкокусковых грузов небольшой влажности при скорости движения ленты не более 2 м/с.

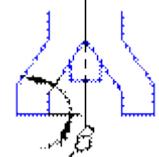
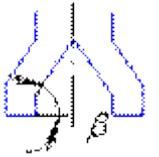
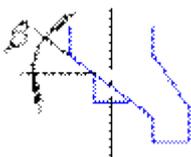
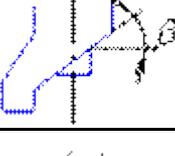
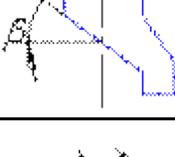
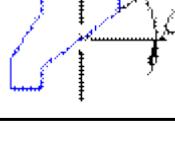
Плужковые разгрузатели не рекомендуются для разгрузки твердых и высокоабразивных грузов из-за быстрого изнашивания щитов и ленты. Широкое распространение получили плужковые разгрузатели на

конвейерах топливоподач электростанций (для разгрузки дробленого угля и торфа) и в литейных цехах (для разгрузки формовочной земли).

Кроме рассмотренных стационарных, известны также передвижные плужковые разгрузатели, установленные на тележках, передвигаемых вдоль фронта разгрузки подобно барабанным разгрузателям, однако они получили малое распространение.

Для разгрузки штучных грузов применяют плужковые разгрузатели с неподвижными (см. рис. 26, б) и подвижными (см. рис. 26, д) щитами. Подвижным щитом служит лента (гладкая или с накладками), приводимая электродвигателем.

Таблица 8. Способы разгрузки барабанной сбрасывающей тележки в зависимости от конструкции разгрузочной воронки

Наименование воронки	Характеристика воронки	Схема воронки
Трехрукавная	Разгрузка на две стороны и вперед	
Двухрукавная	Разгрузка на две стороны	
Двухрукавная односторонняя правая	Разгрузка на одну сторону (правую) или вперед	
Двухрукавная односторонняя левая	Разгрузка на одну сторону (левую) или вперед	
Однорукавная правая	Разгрузка на правую сторону	
Однорукавная левая	Разгрузка на левую сторону	

5.11. Натяжные устройства

Натяжные устройства придают ленте натяжение, достаточное для передачи на приводном барабане тяговой силы трением при пуске конвейера и при установившемся движении, ограничивают провисание ленты между роlikоопорами, компенсируют удлинение ленты в результате вытяжки ее в процессе работы и сохраняют некоторый запас длины ленты, необходимый для ее ремонта при повреждениях.

Натяжные устройства ленточных конвейеров могут быть винтовыми, грузовыми, гидравлическими, грузо-лебедочными и грузо-пружинными, а по их расположению на трассе – хвостовыми и промежуточными; натяжение ленты осуществляют перемещением натяжного барабана.

Типы натяжных устройств представлены на рис. 27.

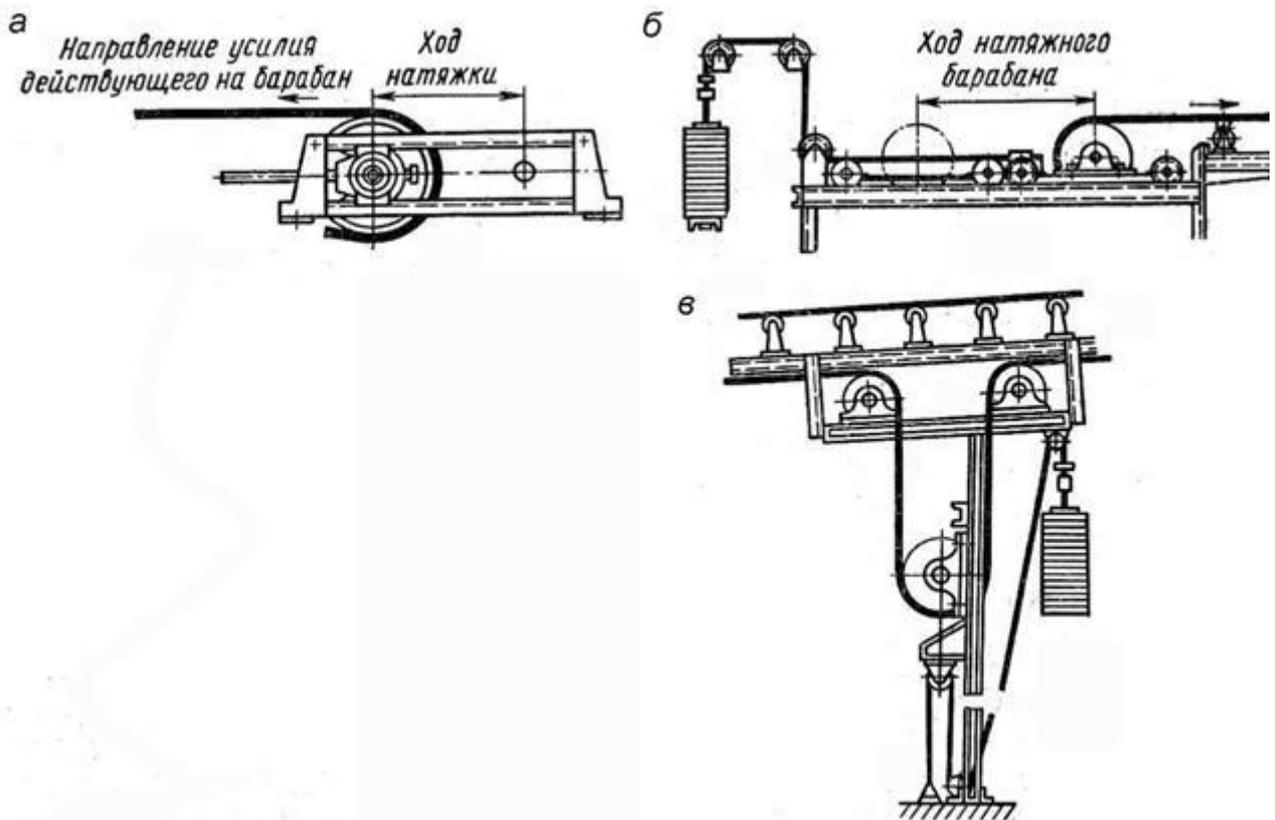


Рис.27. Типы натяжных устройств: *а* – винтовое; *б* – грузовое тележечное; *в* – грузовое рамное

Винтовое (рис. 27, *а*) и грузовое тележечное (рис. 27, *б*) натяжные устройства (хвостовые) располагаются на концевом барабане перед выходом ленты на рабочую ветвь; грузовое рамное (промежуточное) натяжное устройство (рис. 27, *в*), как правило, устанавливается вблизи приводного барабана на холостой ветви, где лента имеет минимальное натяжение.

Общий ход натяжного устройства состоит из двух частей и определяется по формуле

$$L_H = L_{H1} + L_{H2},$$

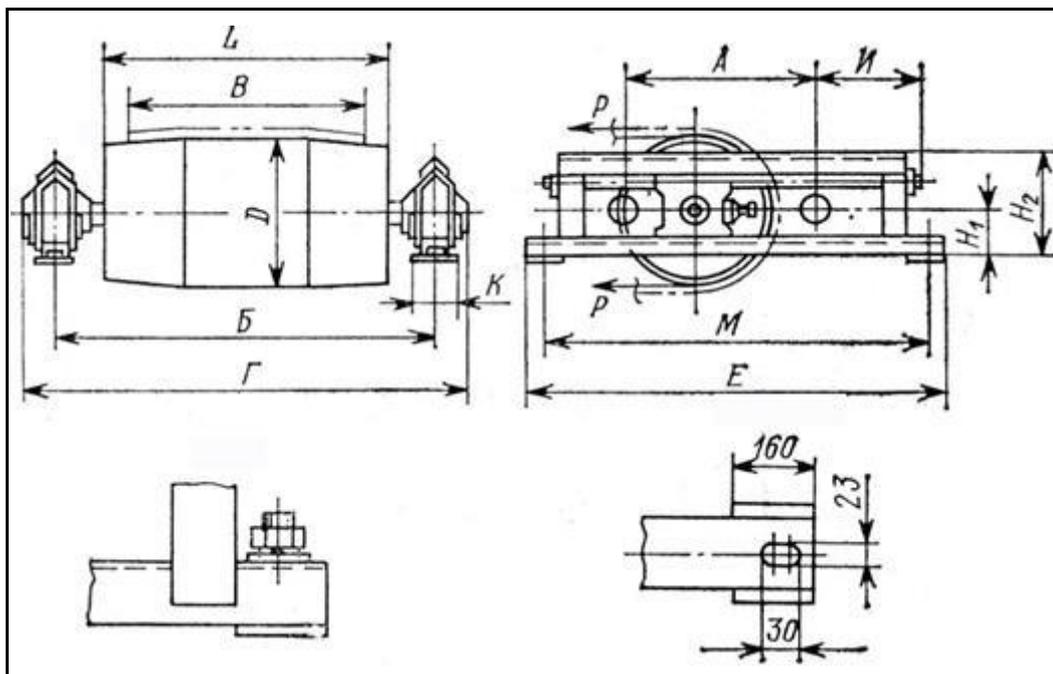
где $L_{H1} = (0,3 - 1)B$ – монтажный ход, компенсирует изменение длины ленты при её ремонте и перестыковке; L_{H2} – рабочий ход натяжного устройства (примерно 1% полной длины трассы конвейера L_T), компенсирующий вытяжку и удлинение ленты при её установившемся движении и пуске конвейера.

По полученной величине общего хода натяжного устройства L_H можно ориентироваться на его тип. Так, при $L_H \leq 0,8$ м можно устанавливать винтовое натяжное устройство, а при $L_H > 0,8$ м следует устанавливать грузовое тележечное или, в случае наклонного конвейера с достаточной высотой подъема, грузовое рамное натяжное устройство.

Параметры и размеры винтовых натяжных устройств приведены в табл. 9, грузовых тележечных натяжных устройств – в табл. 10, а грузовых рамных натяжных устройств – в табл. 11.

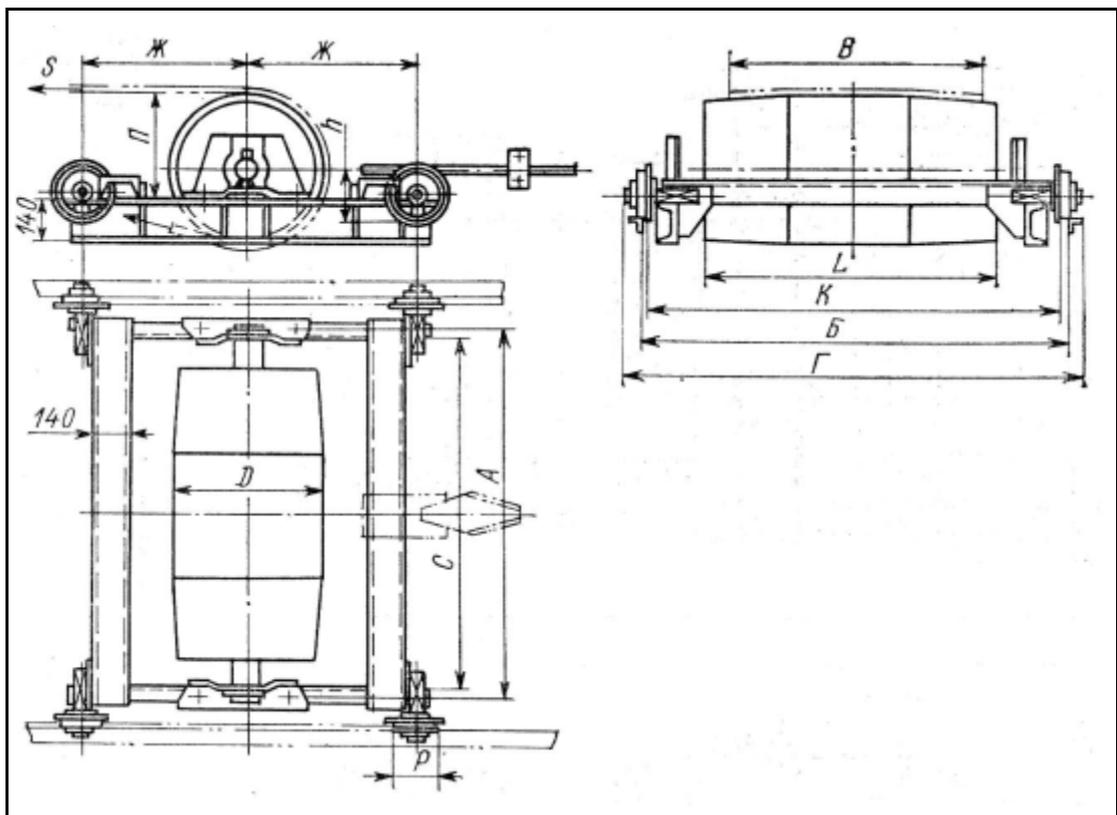
Схема выбранного типа натяжного устройства с указанием параметров приводится в расчетах.

Таблица 9. Параметры и размеры винтовых натяжных устройств



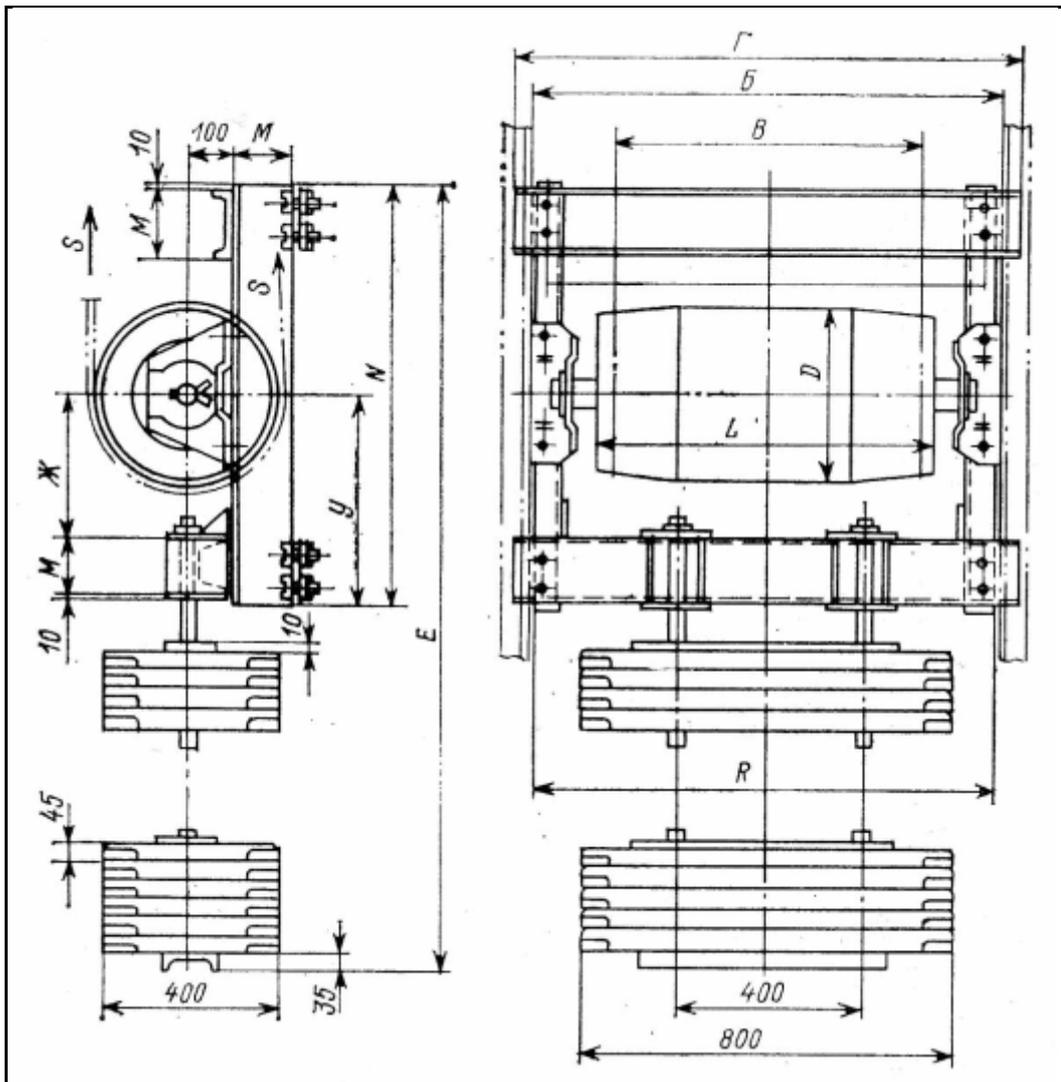
Размеры, мм											Масса вращающихся частей, кг	
B	D	L	A	Б	Г	M	E	H ₁	H ₂	И		K
400	200	500	320	690	794	770	850	86	175	230	96	20
400	320	500	500	690	904	950	830	80	170	230	96	35
500	320	600	500	800	904	950	1030	86	182	230	96	48
500	400	600	800	800	930	1310	1390	112	237	280	116	69
650	320	750	500	970	1074	950	1030	86	182	230	96	58
650	400	750	800	970	1100	1310	1390	112	237	280	116	78
650	500	750	800	970	1100	1310	1390	112	237	280	116	112
800	320	950	500	1190	1295	950	1150	130	270	225	94	95
800	400	950	800	1190	1315	1370	1450	150	315	285	116	120
800	500	950	800	1190	1315	1370	1450	150	315	285	116	120
800	630	950	800	1430	1340	1410	1490	170	354	305	135	251
1000	400	1150	800	1430	1555	1370	1450	150	315	285	116	160
1000	500	1150	800	1430	1555	1370	1450	150	315	285	116	185
1000	630	1150	800	1430	1580	1410	1490	170	354	305	135	277

Таблица 10. Параметры и размеры грузовых тележечных натяжных устройств



Размеры, мм											Масса вращающихся частей, кг	
<i>B</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>A</i>	<i>C</i>	<i>П</i>	<i>Г</i>	<i>Б</i>	<i>К</i>	<i>Ж</i>	<i>Р</i>		<i>h</i>
500	400	600	800	730	300	1054	910	900	485	125	137	68
500	400	750	970	900	300	1234	1090	1080	455	125	137	78
650	400	750	970	900	300	1234	1080	1090	485	125	137	78
650	500	750	970	900	350	1234	1080	1090	576	160	155	112
800	500	950	1180	1226	365	1454	1310	1300	525	160	170	160
800	630	950	1180	1228	430	1454	1310	1300	705	200	190	244
1000	630	1150	1410	1468	430	1694	1550	1540	640	200	200	264

Таблица 11. Параметры и размеры грузовых рамных натяжных устройств



Размеры, мм											Масса вращающихся частей, кг
<i>B</i>	<i>D</i>	<i>L</i>	<i>R</i>	<i>Б</i>	<i>Г</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>Ж</i>	<i>У</i>	<i>E</i>	
500	400	600	856	865	960	900	120	320	450	1989	68
650	400	750	1026	1035	1130	1000	140	350	500	2084	78
650	500	750	1026	1035	1130	1200	140	450	600	2289	112
800	500	950	1180	1250	1360	1100	140	540	540	2475	160
800	630	950	1180	1250	1360	1250	160	615	615	2625	244
1000	630	1150	1410	1480	1600	1250	160	540	540	2630	264

5.12. Отклоняющие устройства

Направление движения ленты изменяется при помощи концевых оборотных и отклоняющих барабанов; роликовой батареи; по кривой свободного провисания ленты (рис. 28).

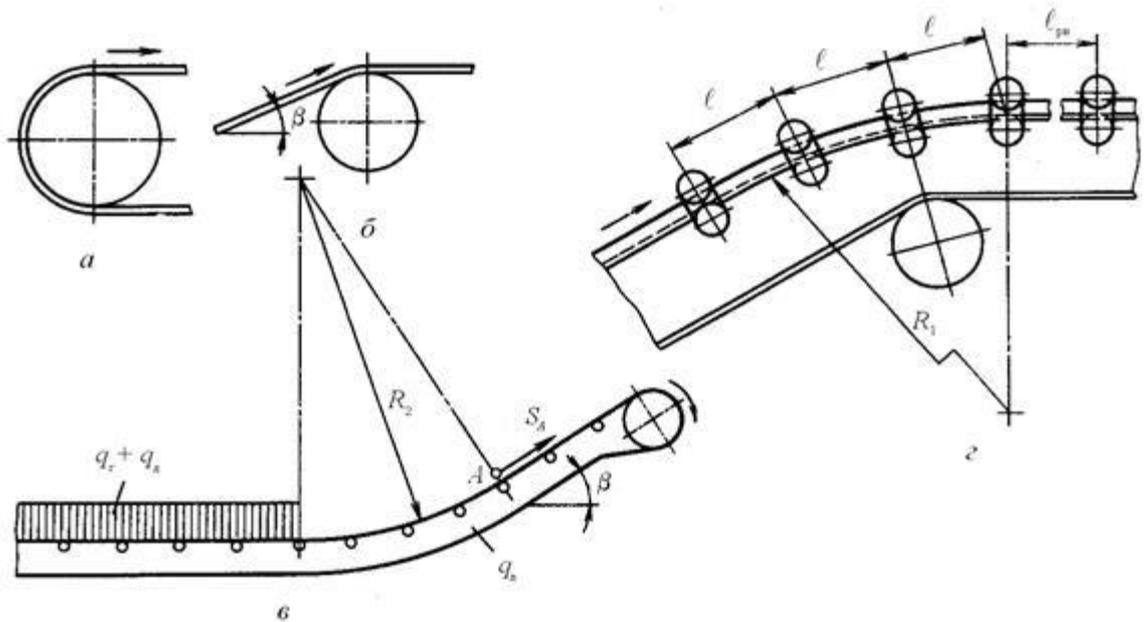


Рис. 28. Схемы отклонения ленты: *a, б* – на барабане; *в* – по кривой свободного провисания; *г* – на роликовой батарее

5.13. Очистные устройства для очистки лент и барабанов

Для обеспечения нормальной работы конвейера и повышения срока службы ленты необходима очистка поверхностей ленты и барабанов от налипших частиц транспортируемого груза. В настоящее время разработаны различные конструкции очистных устройств (рис. 29), однако лишь немногие получили широкое применение.

Частицы груза, прилипающие к ленте, напрессовываются на поверхность роликов обратной ветви ленты и вызывают ее сбежание в сторону. Применяемые очистительные устройства должны обеспечивать достаточно полную очистку при максимальной сохранности очищаемой поверхности, конструкция их должна быть простой и надежной в работе, иметь длительные сроки работы самих устройств без большого износа и загрязнения. Наибольшие затруднения доставляет очистка сильно налипающих влажных грузов (мел, глина и т. п.) и грузов, намерзающих на ленту при пониженных температурах.

Тип и устройства для очистки рабочей стороны ленты можно выбирать в зависимости от характера транспортируемого груза.

Наиболее распространены очистные устройства в виде простых скребков из износостойкой резины, мягкого металла и пластмассы, капроновых нитей. Скребки при помощи рычажной системы контргрузом (рис. 25, *a*) или пружиной прижимаются к ленте. Они устанавливаются, как правило, под приводным барабаном с усилием, создающим давление 10^4 Па. Опыт показывает, что при использовании таких очистных устройств можно удовлетворительно очистить ленту при транспортировании сухих и слабоабразивных грузов, например, угля, сухого известняка и т. д. Однако применение таких устройств сопровождается изнашиванием конвейерных лент, появлением задиров на стыках. При транспортировании липких и абразивных грузов применение таких очистных устройств положительных результатов не дает.

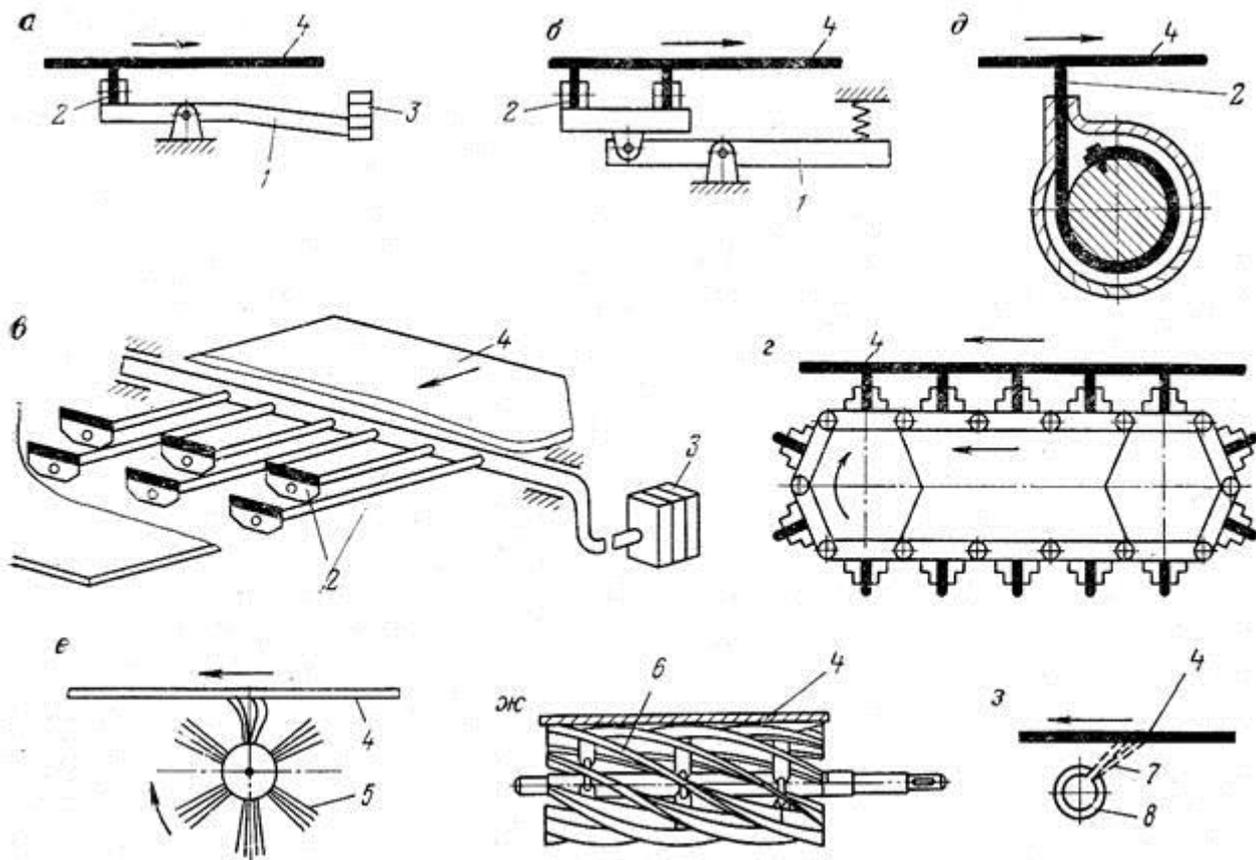


Рис. 29. Схемы очистных устройств: а – простые скребки; б – двойные скребки; в, з – многоскребокковые; д – с выдвигающимся по мере износа скребком; ж – спиральные гребки; з – гидравлические очистители; 1 – рычаг; 2 – скребок; 3 – прижимной груз; 4 – лента; 5 – капроновая щетка; б – спиральная резиновая щетка; 7 – струя воды; 8 – водовод

Для повышения эффективности скребковых очистных устройств их делают двойными (рис. 29, б), многоскребокковыми (рис. 29, в, з), а также со скребком, выдвигающимся по мере износа (рис. 29, д).

Кроме того, получили распространение вращающиеся против движения ленты щетки в виде лопастей, набранных из капроновых стержней (рис. 29, е) и резиновых гребков прямой или спиральной формы (рис. 29, ж). Вращающиеся щетки приводятся в движение от индивидуального привода или от приводного барабана конвейера через ускоряющую передачу. Щетки изготавливают с эластичными ребрами (лопастями), расположенными параллельно оси или по винтовой. Ребра армируются резиновыми полосами из упругих синтетических материалов или набираются из пучков капроновых нитей.

Помимо распространенных механических очистных устройств применяют гидравлические устройства, основанные на смыве сильной струей воды налипшего на ленту груза (рис. 29, з) при обеспечении ее просушки.

Поверхность нефутерованных барабанов и отдельных роликов обратной ветви очищается стальными скребками. Расположение очистного устройства должно быть таким, чтобы прилипший к ленте груз сбрасывался в разгрузочную коробку или отдельный приемник. Рабочие элементы скребковых очистных устройств выполняют металлическими, из износостойкой резины или пластмассы, закрепляют в шарнирной раме, прижатие к ленте осуществляется грузом или пружиной с помощью рычага. Для повышения срока службы скребков их выполняют двойными. Первый по ходу ленты скребок устанавливают с большим зазором от поверхности ленты, чем второй. Сначала происходит удаление основного слоя материала первым, а затем более тонкая очистка вторым скребком.

Для очистки рабочей поверхности ленты от сухих и влажных, но не липких грузов достаточно на холостой ветви установить после разгрузочного барабана одну-две дисковые прямолинейные роликкопоры с резиновыми или металлическими дисками на ролике.

Для слаболипящих грузов используют вибрационные очистные устройства, наибольшая эффективность которых достигается при их использовании в сочетании с другими очистными устройствами.

Гидравлические очистные устройства работают по принципу механического отделения прилипших частиц груза напорной струей воды. Они имеют простую конструкцию, но требуют установки дополнительного оборудования для подачи воды и отвода пульпы, гидроочистку (гидросмыв) применяют при обеспечении просушки ленты.

При транспортировании сильноналипающих материалов (глина, суглинок, мел, цемент, известь, формовочная земля) или при работе в условиях длительного воздействия низких температур конвейер в любом случае должен быть оборудован на холостой ветви несколькими дисковыми или спиральными роlikоопорами и механическим очистным устройством в месте сбега ленты с приводного барабана (скребком при скорости ленты до 2 м/с или щеткой при скорости более 2 м/с), прижимаемым к поверхности ленты пружинами или рычагом с грузом.

Для очистки внутренней поверхности ленты перед задним концевым барабаном на расстоянии 0,8...1 м от его оси устанавливают на холостой ветви одно- или двусторонние резиновые скребки плужкового типа.

Для очистки поверхности приводного и других барабанов также применяются стальные скребки.

Параметры и размеры очистных устройств приведены в [2, 4, 7, 8]. Обоснование типов очистительных устройств и их параметры приводятся в пояснительной записке.

5.14. Опорные металлоконструкции конвейера

Жесткую станину изготавливают из прокатных профилей в виде продольных балок, на которые устанавливают роlikоопоры. Гибкая станина состоит из двух или четырех продольных канатов, к которым подвешивают роlikоопоры. Станины обоих типов бывают опорные и подвесные.

Жесткие станы, состоящие из стального проката (уголки, швеллеры и др.) изготавливают отдельными секциями длиной 2 – 6 м, кратной шагу роlikоопор. Опорные металлоконструкции подразделяются на следующие основные узлы: опору приводного барабана (рис. 30), секции средней части (рис. 31), опору натяжного устройства (рис. 32).

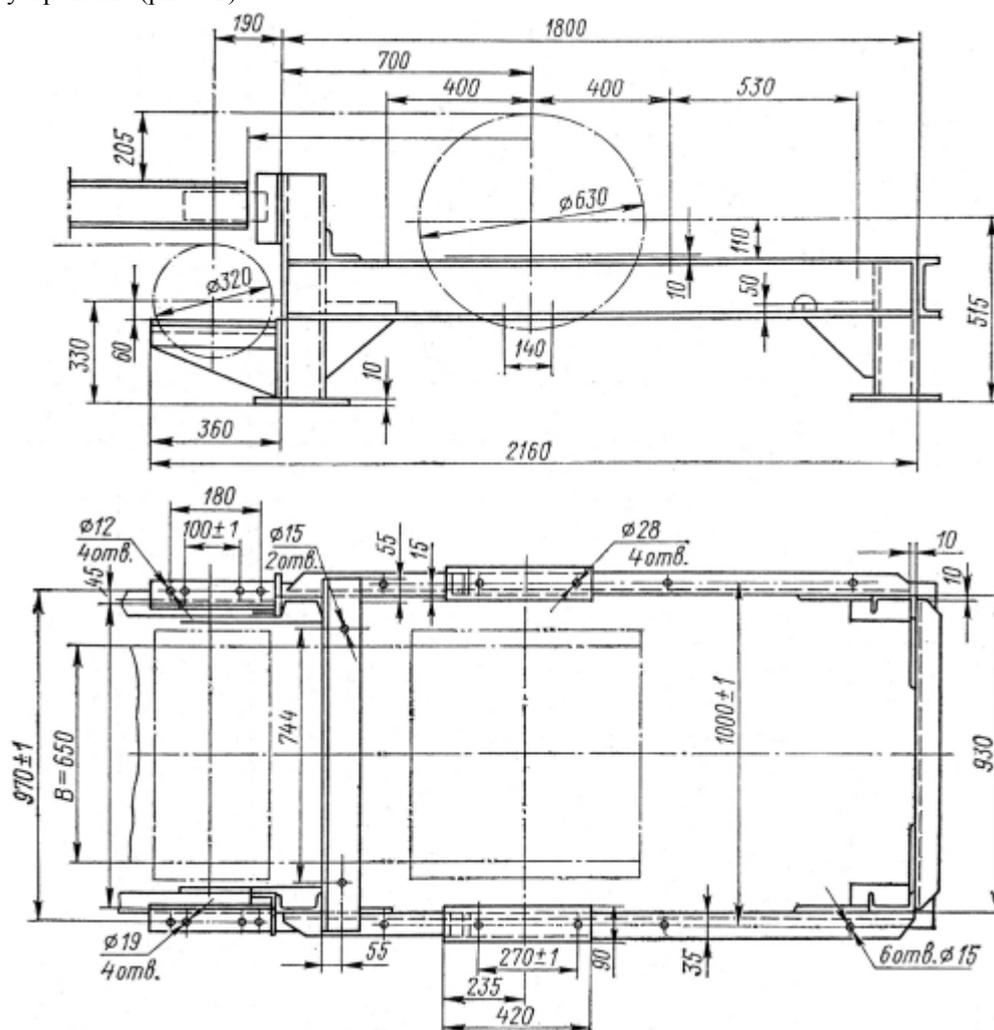


Рис. 30. Пример конструкции опоры приводного барабана (ширина ленты 650 мм)

Примеры опорных металлоконструкций конструкций ленточных конвейеров даны в [2, 4, 8].

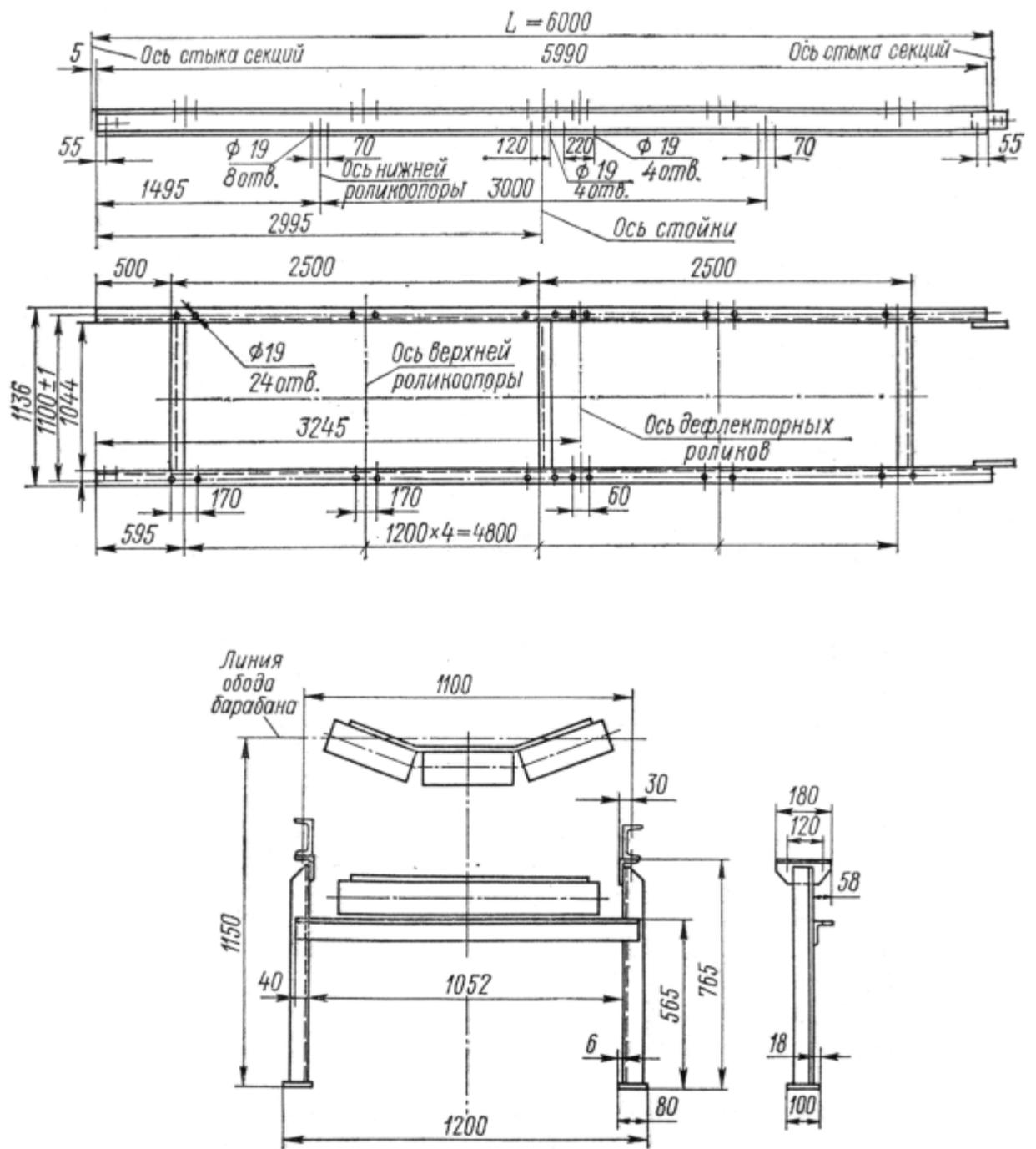


Рис. 31. Пример конструкции средней части и стойки средней части ленточного конвейера с шириной ленты 800 мм

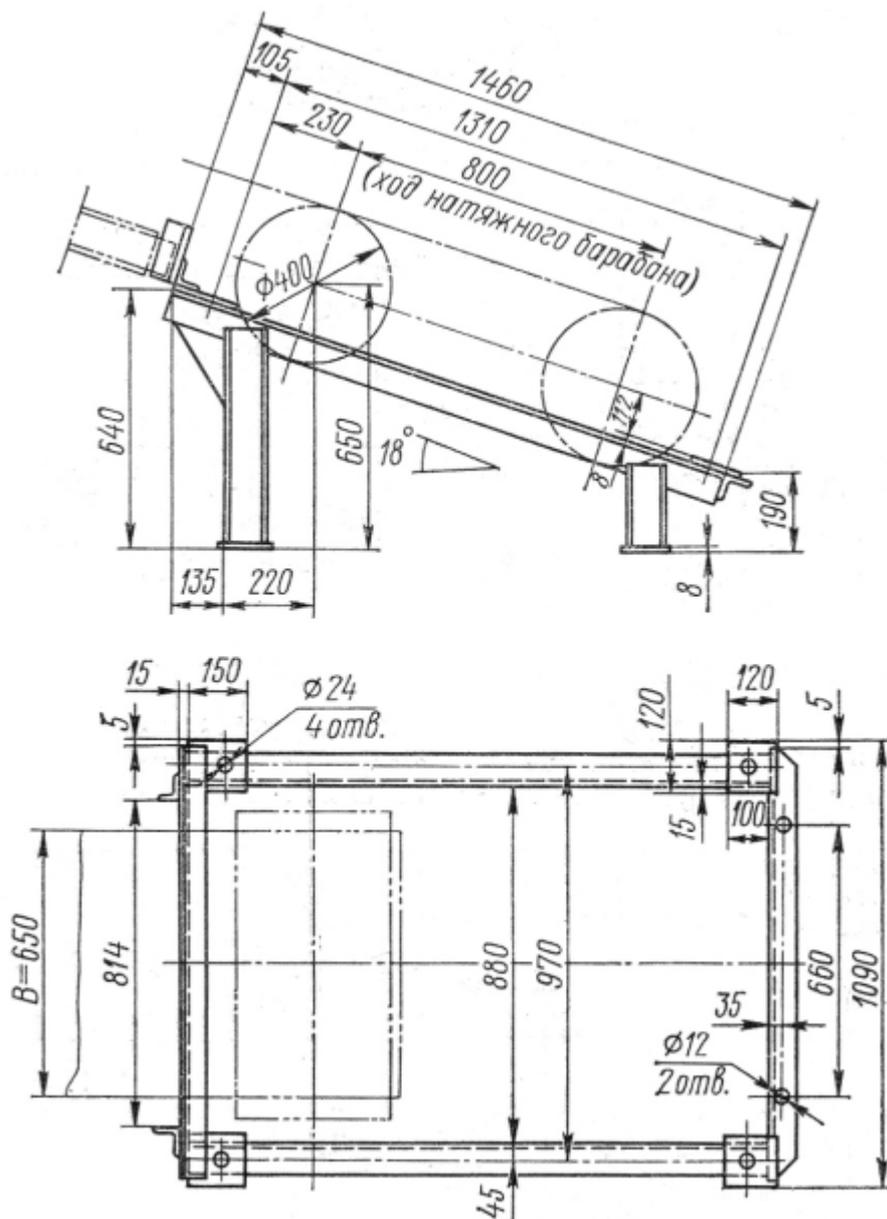


Рис. 32. Пример конструкции опоры винтового натяжного устройства ленточного конвейера с шириной ленты 650 мм

5.15. Контрольные и предохранительные устройства (датчики)

На ленточных конвейерах устанавливаются предохранительные устройства, обеспечивающие контроль скорости движения; поперечного сдвига ленты; продольного порыва ленты; целостности тросов (в резинотросовой ленте); функционирования системы подачи смазки к редукторам.

Для автоматической работы транспортирующей установки или комплекса машин необходимо не только установить приборы автоматического управления, но и обеспечить длительную непрерывную работу машины при минимальном количестве обслуживающего персонала. С помощью приборов автоматики осуществляется автоматический контроль за работой основных узлов конвейеров, предотвращается возникновение аварий путем отключения всей линии или ее части

Основные процессы, над которыми осуществляется автоматический контроль: наличие груза на ленте; обрыв и пробуксовка ленты; равномерность грузопотока; предупреждение сбегания ленты в сторону; состояние поверхности барабанов, подшипников и т.д.; движение тяговых органов; места перегрузки; заполнение бункерных установок.

5.16. Стыковка резинотканевой конвейерной ленты

Стыковка конвейерных лент осуществляется преимущественно вулканизацией (горячей, холодной), а также механическими способами. Механическая стыковка лент (рис. 33) допускается в случаях, когда по технологическим причинам и условиям эксплуатации применение вулканизации затруднено.

Механическими средствами допускается стыковать ленты шириной до 1200 мм. Такая стыковка применяется в основном как временная на лентах с прочностью прокладок до 100 Н/мм. Шарнирные соединения применяют для стыковки лент шириной до 800 мм на конвейерах длиной до 50 м. Для оперативного соединения концов ленты (иногда для временного соединения) используют стыковку с помощью заклепок. Прочность стыков, изготовленных с помощью шарниров и заклепок, составляет 30–50% прочности ленты на разрыв, а срок службы – несколько месяцев при большем чем при вулканизации расходе ленты и повышенном износе роликов и барабанов.

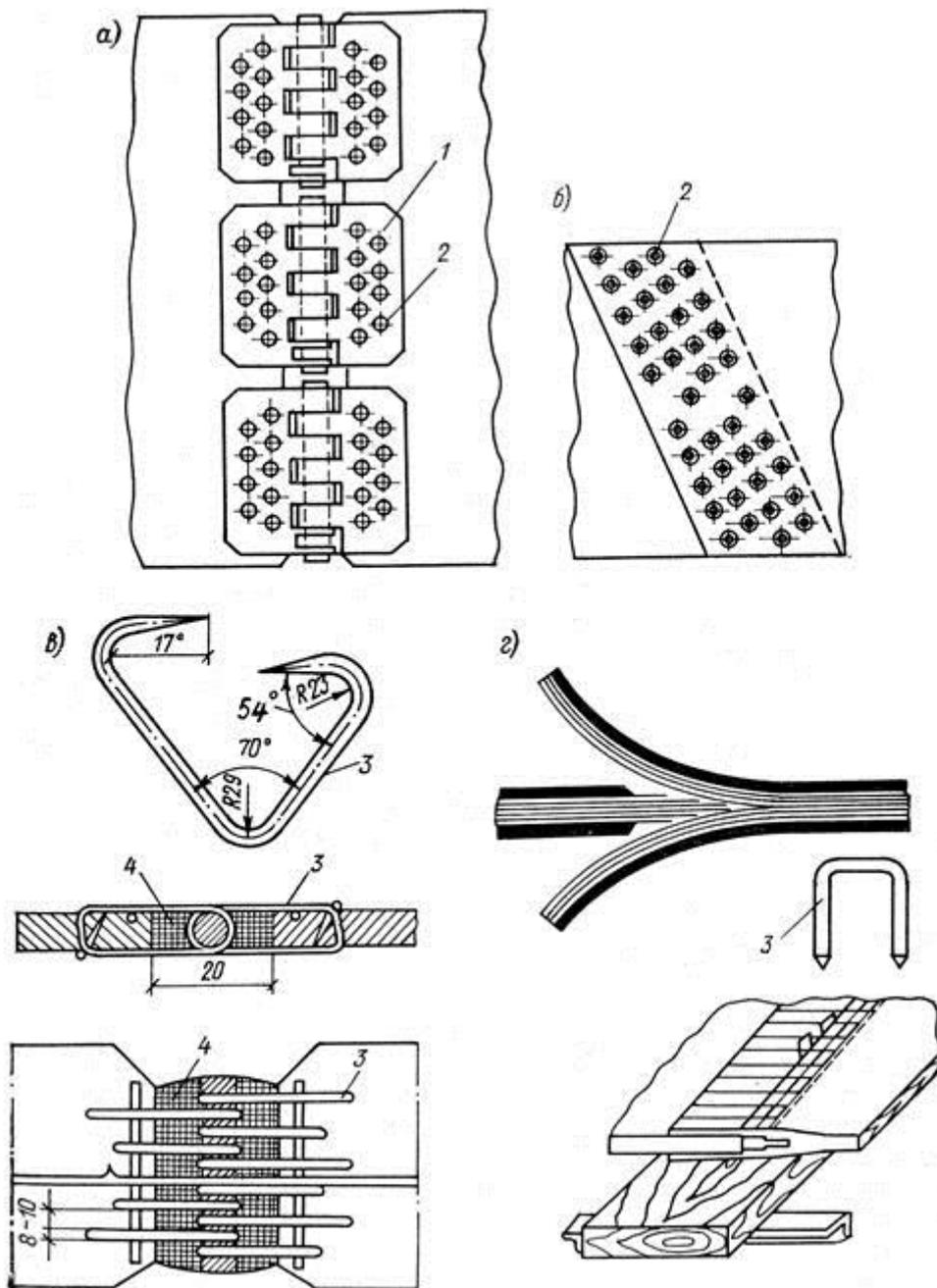


Рис. 33. Стыковка лент механическими средствами: а – шарнирами; б – заклепками; в – крючкообразными скобами с канатом; г – П-образными скобами; 1 – петля; 2 – заклепка; 3 – скобы; 4 – уплотнительный шнур

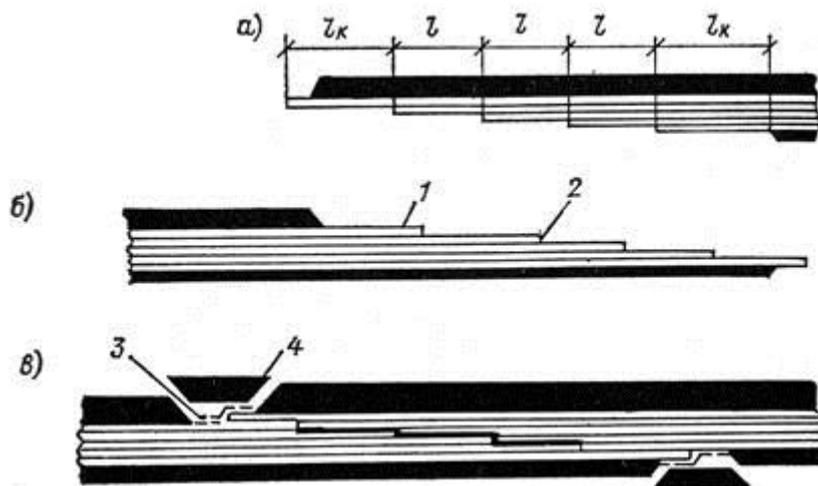


Рис. 34. Подготовка стыка при вулканизации: а, б – схемы наложения разделочной резины; в – заделки в стыке ленты; 1 – прослоечная резина; 2 – полоски резины; 3 – бреккерная ткань; 4 – резиновая заготовка (заделка)

При вулканизации поверх прослоечной резины вдоль границ ступеней укладывают полоски резины шириной 5...10 мм, толщиной 1,5 мм (рис. 34, а). Концы стыка накладывают друг на друга, проверяя совпадение осевых линий и бортов. Стык тщательно прокатывают, торцы стыка смазывают клеем, заделывают полосками бреккерной (защитной) ткани, поверх которой накладывают резиновую заготовку, толщина которой должна быть больше толщины обкладки ленты на 1,5...2 мм. Вулканизация осуществляется под прессом при температуре 140...150 °С.

6. Расчет ленточных конвейеров

6.1. Общие сведения

При проектировании конвейера необходимо знать характеристику транспортируемого груза, максимальную производительность, сведения об условиях работы и схему трассы со всеми необходимыми размерами. При анализе исходных данных для проектирования необходимо самостоятельно установить ряд недостающих характеристик перемещаемого груза, используя рекомендованную литературу.

Для насыпного груза должны быть заданы или назначены его наименование, насыпная плотность, род груза (рядовой, сортированный), максимальный размер типичных или наибольших кусков, влажность, коэффициенты внутреннего и внешнего трения и т. д. Недостающие характеристики, имеющие решающее значение при выборе и расчете конвейера, определяются на основании анализа заданных характеристик.

При выборе и расчете параметров элементов ленточных конвейеров, материалов для их изготовления, расчетных коэффициентов сопротивления движению ходовой части, долговечности, назначения и вида смазочных материалов необходимо учитывать условия работы конвейеров.

Условия работы зависят от производственных и температурных (климатических) условий, в которых должен эксплуатироваться конвейер. Если конвейер устанавливается в нескольких помещениях с различными производственными и температурными условиями, то в качестве расчетной базы принимается помещение с наихудшими условиями. При установке привода, например, в отапливаемом помещении, а остальной части – в неотапливаемом за основу принимается группа неотапливаемого помещения.

Расчет конвейеров при проектировании проводится в два этапа: **предварительный расчет** основных параметров конвейера в соответствии с техническим заданием на проектирование и **поверочный расчет**, определяющий прочность узлов и деталей и соответствие техническому заданию (в процессе поверочного расчета уточняются значения параметров конвейера, определенные в предварительном расчете).

Рекомендуется следующий порядок расчета ленточного конвейера общего назначения с гибким тяговым органом в виде резинотканевой ленты.

1. Общие расчеты конвейера

Цель данного этапа – на основании полученного задания и литературных источников изучить, проанализировать и дополнить исходные данные для проектирования конвейера такие, как свойства и характеристики перемещаемого груза, условия работы конвейера, обобщенный коэффициент сопротивления движению, размерные параметры трассы конвейера, вид загрузки и разгрузки конвейера, расположение привода, место установки натяжного устройства на трассе конвейера и его вид (винтовое или грузовое), необходимость применения очистных устройств для ленты и для барабанов и пр.

При анализе исходных данных для проектирования необходимо самостоятельно установить ряд недостающих характеристик перемещаемого груза, используя рекомендованную литературу или данные настоящего пособия.

2. Предварительный выбор тягового органа конвейера

Цель данного этапа – назначить в зависимости от исходных данных соответствующий тип (т. е. конструкцию и материал составных частей) гибкого тягового органа конвейера – резиноканево-ленточной ленты; получить предварительное (без выполнения тягового расчета) значение мощности привода конвейера; определить максимальное натяжение в ленте и соответствующее ему количество тканевых прокладок тягового каркаса; определить размерные и весовые параметры ленты (ширина, толщина) и привести её условное обозначение по государственному общероссийскому стандарту. Назначенные на данном этапе размерные и весовые параметры ленты используются на дальнейших этапах и, в случае необходимости, могут быть пересмотрены по итогам уточненного тягового расчета.

3. Выбор поддерживающих и направляющих устройств конвейера

Цель данного этапа – изучить назначение и конструктивные особенности концевых, отклоняющих и направляющих барабанов ленточных конвейеров, определить их место на заданной трассе и найти размерные и весовые характеристики; выбрать и обосновать конструкцию и расположение на трассе верхних (рабочих), нижних (холостых) и других видов роликоопор, определить размерные и весовые параметры роликоопор в целом и их отдельных элементов (ролики и кронштейны).

Кроме этого, после выбора поддерживающих и направляющих устройств необходимо назначить тип натяжного устройства, устройства для загрузки и разгрузки конвейера и, в случае необходимости конструкцию и место установки очистных устройств для ленты и барабанов.

4. Тяговый (проверочный) расчет конвейера

Цель данного этапа – определить методом обхода трассы по контуру тяговое усилие и мощность привода конвейера, после чего проверить прочность предварительно выбранной ленты и, в случае выполнения условия её прочности, провести расчет привода, натяжного устройства и проверочные расчеты отдельных элементов и узлов.

При невыполнении условия прочности предварительно выбранной ленты необходимо назначить её новые размерные и весовые параметры и повторить все этапы расчета.

6.2. Общие расчеты конвейера

При проектировании конвейера должны быть заданы или назначены характеристики перемещаемого груза, максимальная производительность, сведения об условиях работы и схема трассы со всеми необходимыми размерами. При анализе исходных данных для проектирования необходимо самостоятельно установить ряд недостающих характеристик перемещаемого груза, используя рекомендуемую литературу или настоящее пособие.

В числе характеристик перемещаемого сыпучего груза должны быть заданы или назначены его наименование, угол естественного откоса в покое, насыпная плотность, род груза (рядовой или сортированный), максимальный размер типичных кусков или наибольших кусков, влажность, коэффициенты внутреннего и внешнего трения и т. д. Недостающие характеристики, имеющие решающее значение при выборе и расчете конвейера, определяются на основании анализа заданных характеристик.

Насыпная плотность ρ , углы естественного откоса в покое φ_n и в движении φ_d , группа абразивности, степень подвижности, коэффициенты внутреннего и внешнего трения транспортируемого материала определяются по [1,3,4,5] или по табл. 12.

Таблица 12. Физико-механические свойства сыпучих грузов как объектов перемещения

Наименование груза	Насыпная плотность, т/м ³	Угол естественного откоса, град.		Группа абразивности и груза	Степень подвижности	Коэффициент внешнего трения		Коэффициент внутреннего трения
		в покое	в движении			по резине	по стали	
Галька округлая	1,5–1,8	30–35	12	B	Легкая	0,7–	0,6–	0,5–1,0
Гипс рядовой	0,6–1,6	35–40	20	B	Легкая	1,0	0,9	0,6–0,8
Глина сухая	1,6–1,8	35–40	15	B	Средняя	0,7–	0,6–	0,8–1,0
Гравий сухой	1,5–1,9	30–45	15	B	Средняя	0,8	0,8	0,5–1,0
Камень	1,3–1,5	37–40	15	D	Малая	0,8–	0,7–	0,7–0,8
Мел кусковой	0,9–1,6	40	14	B	Легкая	1,0	1,0	0,6–0,8
	1,6–1,8	40–45	15	C	Легкая	0,7–	0,6–	0,5–1,0
	0,5–0,6	35–50	12	B	Средняя	1,0	1,0	0,5–1,0
	0,6–0,8	30–45	12	B	Средняя	0,6–	0,5–	0,5–1,0
	0,9–1,6	30–40	10	B	Средняя	0,9	0,8	0,5–0,8

Песчано-гравийная смесь	0,6–0,9 1,3–1,8	45 35–45	20 15	D D	Малая Малая	0,7– 0,8	0,6– 0,8	0,6–1,2 0,6–1,0
Уголь бурый	1,3–1,5	30–35	10	C	Средняя	0,5–	0,4–	0,6–0,8
Уголь каменный	0,2–0,3	40	20	A	Легкая	0,6	0,5	0,6–1,5
Цемент	0,8–1,3	30–45	15	B	Средняя	0,6–	0,3–	0,5–0,7
Шлак угольный	1,4–1,7	36–40	15	C	Малая	0,7	0,6	0,6–1,3
Щебень	0,6–0,9	45–50	15	D	Малая	0,5–	0,3–	0,8–1,2
Песок сухой	0,6–0,8	22	10	A	Легкая	0,7	0,6	0,5–0,8
Опилки древесные	1,7–2,4	30–50	15	D	Малая	0,6–	0,3–	0,5–0,9
Земля формовочная	1,5–1,8	46	13	C	Средняя	0,7	0,6	0,6–1,2
Известняк						0,4–	0,4–	
Зола						0,6	0,7	
Зерно						0,5–	0,4–	
Руда						0,7	0,6	
Соль поваренная						0,5–	0,4–	
						0,6	0,7	
						0,6–	0,5–	
						1,0	1,0	
						0,6–	0,6–	
						0,9	0,8	
						0,4–	0,3–	
						0,5	0,5	
						0,7–	0,6–	
						0,9	0,8	
						0,6–	0,5–	
						0,7	0,6	

Примечания: 1. Грузы с насыпной плотностью до 0,6 т/м³ называются легкими, от 0,6 т/м³ до 1,1 т/м³ – средними, от 1,1 т/м³ до 2,2 т/м³ – тяжелыми и свыше 2,0 т/м³ – весьма тяжелыми.
2. А – неабразивные, В – малоабразивные, С – абразивные, D – высокоабразивные грузы.

При выборе и расчете параметров элементов ленточных конвейеров, материалов для их изготовления, расчетных коэффициентов сопротивления движению ходовой части, долговечности, назначения и вида смазочных материалов необходимо учитывать условия работы конвейеров.

Условия работы обуславливаются производственными и температурными (климатическими) условиями, в которых должен эксплуатироваться конвейер.

Если конвейер устанавливается в нескольких помещениях с различными производственными и температурными условиями, то в качестве расчетной базы принимается помещение с наихудшими условиями. При установке привода, например, в отапливаемом помещении, а остальной части – в не отапливаемом, за основу принимается группа не отапливаемого помещения.

Параметры, характеризующие заданные условия работы конвейера, приведены в [3, 4, 6]. Если условия работы не заданы, то они назначаются исходя из анализа имеющихся сведений по табл. 13 или [3, 4, 6].

Таблица 13. Показатели условий работы конвейера

Показатель	Условия работы			
	Легкие	Средние	Тяжелые	Весьма тяжелые
Время работы в сутки, ч	До 6	6–12	12–18	Св. 18
Свойства груза:				
насыпная плотность, т/м ³	До 0,6	0,6–1,1	1,1–2,0	Св. 2,0
размер куска, мм	До 20	20–60	60–160	Св.160
абразивность и коррозионность				
Влажность воздуха, %	Нет	Слабые	Средние	Сильные
Наличие в воздухе абразивной пыли, мг/м ³	До 50	50–65	65–90	Св. 90
Температура окружающего воздуха, °С:				
от	До 10	10–100	100–150	Св.150

до Место установки конвейера и его характеристика	+5 +25 Чистое, сухое, отапливаемое помещение; отсутствует абразивная пыль; конвейер доступен для осмотра и ремонта	0 +30 Отапливаемое помещение; небольшое количество абразивной пыли; временами влажный воздух; средняя доступность для обслуживания	-20 +30 Работа в неотапливаемых помещениях с естественной вентиляцией, под наве- сами или легкими укрытиями с условиями, близкими к условиям открытого воздуха, на открытом воз- духе. Возможны большое количество абразивной пыли или повышенная влажность воздуха. Плохая доступность для обслуживания	-40 +40 Работа в неотапливаемых помещениях с условиями, близкими к условиям открытого воздуха и на открытом воздухе в очень пыльной атмосфере и при наличии факторов, вредно влияющих на работу конвейера
---	--	--	--	--

Размерные параметры трассы конвейера показаны на рис. 6.

Полную длину трассы конвейера определяют по формуле $L_T = L_1 + L_{2T}$.

Схема трассы конвейера с нанесенными на ней рассчитанными числовыми значениями размерных параметров обычно выполняется до начала расчетов (без масштаба, но с соблюдением пропорций).

Обобщенный коэффициент сопротивления движению w_0 для предварительного (упрощенного) определения тяговой силы и мощности двигателя конвейера назначается по табл. 14.

Таблица 14. Обобщенный коэффициент сопротивления w_0 для ленточных конвейеров

Дальность транспортирования L , м	Производительность, т/ч					
	10	20	30	100	200	400
До 10	2,0	1,4	0,92	0,67	0,50	0,37
Св. 10 до 50	0,51	0,39	0,28	0,21	0,17	0,14
Св. 50 до 125	0,29	0,23	0,18	0,14	0,12	0,10
Св. 125 до 250	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06	0,04
<i>Примечание.</i> Промежуточные значения w_0 можно определять по графику зависимости коэффициента сопротивления от производительности, построенному по данным, соответствующим одному из четырех указанных в табл. 14 диапазонов дальности транспортирования.						

Вид загрузки и разгрузки конвейера, если он не указан в задании на проектирование, назначается самостоятельно. Загрузка обычно принимается через загрузочную воронку с направляющим лотком у одного концевой барабана, а разгрузка через другой, приводной концевой барабан. Вид и место загрузки и разгрузки показываются при помощи условных обозначений (см., например, рис. 6) на выполненной схеме трассы конвейера.

Очистные устройства, если это не предусмотрено заданием на проектирование, допускается не устанавливать. Однако при транспортировании сильно налипающих материалов (глина, суглинок, мел, цемент, известь, формовочная земля) или при работе в условиях длительного воздействия низких температур конвейер в любом случае должен быть оборудован на холостой ветви ленты несколькими дисковыми или спиральными роlikоопорами и механическим очистным устройством в месте сгребания ленты с приводного барабана (скребком при скорости ленты до 2 м/с или щеткой при скорости более 2 м/с).

Привод конвейера рекомендуется в большинстве случаев устанавливать в конце грузовой (рабочей) ветви конвейера.

Вид (конструкция) натяжного устройства зависит от полной длины трассы конвейера L_T . Так, при $L_T \leq 75$ м, как правило, рекомендуется винтовое натяжное устройство, при больших значениях необходима установка грузового натяжного устройства (рамного или тележечного).

Места расположения привода, натяжного и очистного устройств также показываются на схеме трассы конвейера.

В ленточных конвейерах для перемещения насыпных грузов рядовые роlikоопоры на рабочей ветви, служащие для поддержания ленты с грузом и придания ей необходимой желобчатой формы, принимаются с гладкими роликками: на двухроlikовых опорах, характерных для передвижных конвейеров, с углом наклона

боковых роликов 15 или 20°, на трехроликовых опорах для лент с хлопчатобумажными прокладками каркаса 20°, для лент с прокладками каркаса из синтетических тканей 30° и, реже, 36 и 45°.

Роликоопоры на холостой ветви принимаются плоскими (прямыми), состоящими из одного длинного гладкого ролика.

До начала расчетов задаются также видом соединения концов конвейерной ленты в стыке (например, вулканизацией) и конструкцией приводного барабана (например, стальным сварным с гладкой наружной поверхностью и углом обхвата лентой, равным 180°).

6.3. Предварительный выбор тягового органа конвейера

6.3.1. Общие сведения

Цель данного этапа – назначить в зависимости от исходных данных соответствующий тип (т. е. конструкцию и материал составных частей) гибкого тягового органа конвейера – резинотканевой ленты; получить предварительное значение мощности привода конвейера; определить максимальное натяжение в ленте и соответствующее ему количество тканевых прокладок тягового каркаса; определить размерные и весовые параметры ленты (ширину, толщину) и привести её условное обозначение по государственному общероссийскому стандарту.

Конвейерная лента – основной элемент конвейера. От правильного выбора, монтажа и эксплуатации ленты в большой степени зависит надежность работы и срок службы конвейера. Лента – наименее долговечный и наиболее дорогостоящий элемент, стоимость которого достигает 50% общей стоимости конвейера. Ленты должны обладать прочностью, гибкостью, ограниченным удлинением (вытяжкой) под нагрузкой и износостойкостью рабочей поверхности. Резинотканевые конвейерные ленты, получившие наибольшее применение в ленточных конвейерах общего применения, изготавливают по ГОСТ 20–85. Конструкция резинотканевой ленты в общем виде представлена на рис. 35.

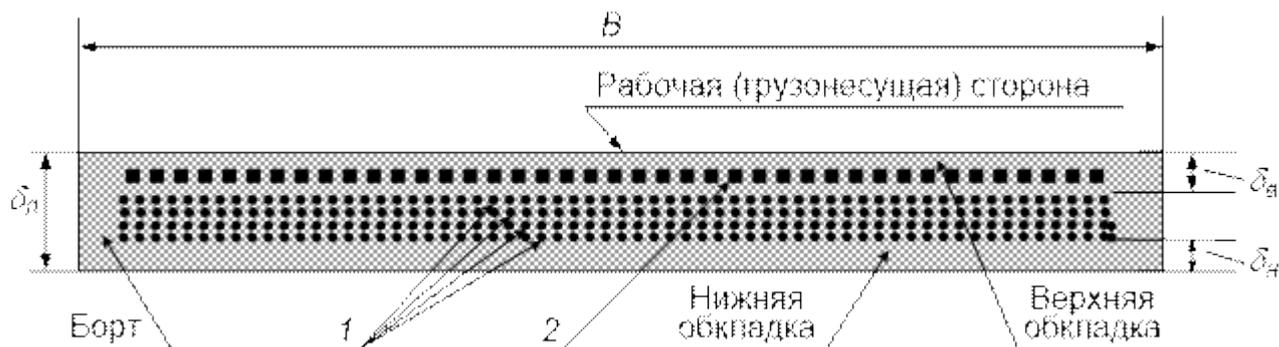


Рис. 35. Конструкция и параметры резинотканевой ленты: B – ширина; δ_l – толщина; δ_v – толщина верхней обкладки;

δ_n – толщина нижней обкладки; 1 – тяговый каркас из тканевых прокладок; 2 – защитная ткань

(брекер); – наполнитель из резино-каучуковой смеси

Резинотканевая лента имеет тяговый каркас из определенного количества тканевых прокладок (на рис.28 показан каркас из четырех прокладок), пропитанных резино-каучуковой смесью и завулканизированных в единое целое, покрытый со всех сторон защитным эластичным наполнителем также из резино-каучуковой смеси. Тяговый каркас воспринимает продольные растягивающие усилия в ленте и обеспечивает ей необходимую поперечную жесткость, а наполнитель предохраняет каркас от воздействия влаги, механических повреждений и истирания перемещаемым грузом, образуя над каркасом верхнюю (грузонесущую) и под каркасом – нижнюю (опорную) обкладки. Сверху над первой прокладкой каркаса в лентах, подвергающихся ударным нагрузкам, укладывают иногда грубую разреженную защитную (брекерную) ткань, предохраняющую каркас от повреждений при очень тяжелых и тяжелых условиях эксплуатации. По бокам прокладки каркаса защищают борта из резиново-каучуковой смеси, которые при легких условиях работы могут отсутствовать.

Ткань прокладки состоит из продольных нитей основы и поперечных нитей утка. Наиболее употребительны синтетические ткани из полиэфирных лавсановых (типа ГЛ), капроновых (типа ТК), анидных или нейлоновых (типа ТА) и комбинированных лавсано-хлопчатобумажных (типа БКНЛ) волокон. Известны случаи применения лент с прокладками из грубой хлопчатобумажной ткани простого плетения (бельтинга) для перемещения абразивных насыпных грузов.

Прочность одной тканевой прокладки каркаса характеризуют номинальной прочностью при разрыве тяговой прокладки по основе σ_p , Н/мм, и указывают цифрами в обозначении ткани прокладки.

6.3.2. Выбор типа ленты

При выборе типа ленты учитываются условия работы конвейера (см. табл. 13), характеристики перемещаемого груза и необходимая прочность. При перемещении большинства грузов, в том числе пищевых, применяются ленты общего назначения.

По ГОСТ 20–85 предусмотрен выпуск гладких резиноканевых конвейерных лент для перемещения сыпучих, кусковых и штучных грузов типов 1 (подтипов 1.1 и 1.2), 2, 3 и 4.

Ниже приведено описание указанных типов резиноканевых лент.

Лента типа 1 (подтип 1.1 – для очень тяжелых, подтип 1.2 – для тяжелых условий эксплуатации) – минимальная ширина ленты 800 мм; лента имеет резиновые обкладки рабочей и нерабочей поверхности и резиновые борта; каркас ленты изготавливается из тканей типов ТК-200, ТА-300, ТК-300, МК-300/100, ТА-400, ТК-400 и др. с нитями основы и утка из *синтетического* волокна с прочностью прокладки от 200 до 400 Н/мм; минимальное число прокладок каркаса 3; между тканевыми прокладками каркаса должны быть резиновые прослойки; под резиновой обкладкой рабочей поверхности имеется защитная тканевая прокладка толщиной $3,2 \pm 0,4$ мм или брекерная ткань толщиной $1,5 \pm 0,2$ мм; минимальные толщины рабочей/нерабочей наружных резиновых обкладок 6/2 мм, причем толщина защитной прокладки или брекера в толщину обкладки рабочей стороны не входит; классы резины по физико-механическим показателям для наружных обкладок ленты А или Б; лента применяется в очень тяжелых (транспортирование высокоабразивных и абразивных крупнокусовых грузов, например руд черных и цветных металлов, крепких горных пород кусками размером до 500 мм, бревен диаметром до 900 мм) и тяжелых (транспортирование руд черных и цветных металлов кусками размером до 350 мм, известняка, доломита и других крупнокусовых материалов кусками размером до 500 мм, бревен диаметром до 900 мм) условиях эксплуатации; лента может быть общего назначения (1.1 и 1.2), морозостойкая (1.1М и 1.2 М) и трудновоспламеняющаяся (1.2Ш и 1.2ШМ); температура окружающего воздуха от –60 до +60 °С.

Пример условного обозначения:

Лента конвейерная типа 1, подтипа 1.1 общего назначения, шириной 1600 мм, с четырьмя прокладками из ткани ТК-300, с рабочей обкладкой 8 мм и нерабочей – 2 мм из резины класса А:

Лента 1.1 – 1600 – 4 – ТК-300 – 8 – 2 – А ГОСТ 20-85

Лента типа 2 – минимальная ширина ленты 300 мм; лента имеет резиновые обкладки рабочей и нерабочей поверхности; ленты трудновоспламеняющиеся и морозостойкие всех ширин, общего назначения шириной свыше 1000 мм и пищевые шириной до 800 мм изготавливают с резиновыми бортами; ленты общего назначения шириной до 1000 мм включают также изготавливают с резиновыми или нарезными бортами; каркас ленты изготавливают из тканей типов ТА-100, ТК-100, ТА-150, ТК-200-2, ТЛК-200, ТА-300, ТК-300 с нитями основы и утка из синтетического волокна с прочностью прокладки от 100 до 300 Н/мм и из тканей из комбинации полиэфирного и хлопчатобумажного волокна типа БКНЛ-55 с прочностью прокладки 55 Н/мм; минимальное число прокладок каркаса 3; между тканевыми прокладками каркаса должны быть резиновые прослойки; минимальные толщины рабочей/нерабочей наружных резиновых обкладок 3/1 мм; классы прочности резины по физико-механическим показателям для наружных обкладок ленты А, Б, И, М, Г-1, Г-2, Т-1, Т-2, Т-3; лента типа 2 общего назначения в зависимости от вида транспортируемого груза подразделяется на подтип 2.1 (руды черных и цветных металлов, крепкие горные породы кусками размером до 100 мм; кокс, известняк и другие высокоабразивные и абразивные материалы кусками размером до 100 мм и штучные грузы) и подтип 2.2 (уголь рядовой, глина, цемент, мягкие породы и другие малоабразивные материалы кусками до 150 мм); другие виды лент типа 2 – морозостойкая (тип 2М, 2ЛМ), теплостойкая (тип 2Т1, 2Т2 и 2Т3), пищевая (тип 2ПЛ); трудновоспламеняющаяся (тип 2Ш и 2ШМ); температура транспортируемого груза в зависимости от типа ленты от –60 до +200 °С; температура окружающего воздуха в зависимости от типа ленты от –60 до +60 °С.

Для лент типа 2 после класса обкладочной резины следует указывать вид борта: «РБ» – резиновый борт; «НБ» – нарезной борт.

Пример условного обозначения:

Лента конвейерная типа 2, теплостойкая, шириной 800 мм, с шестью прокладками из ткани ТК-100, с рабочей обкладкой толщиной 8 мм и нерабочей 2 мм из резины класса Т-1 с нарезными бортами:

Лента 2Т1 – 800 – 6 – ТК-100 – 8 – 2 – Т-1 – НБ ГОСТ 20-85

Лента типа 3 – минимальная ширина ленты 100 мм; основная характерная особенность – односторонняя резиновая обкладка с рабочей стороны ленты и нарезные борта; лента может изготавливаться с нижней тканевой прокладкой каркаса, завернутой вокруг бортов каркаса к рабочей поверхности ленты; каркас ленты изготавливают из комбинированных тканей типа БКНЛ-55 с прочностью прокладки по основе 55 Н/мм или из *синтетических* тканей типа ТА-100, ТК-100 с нитями основы и утка из *синтетического* волокна с прочностью прокладки по основе 100 Н/мм; минимальное число прокладок каркаса 2; минимальная толщина рабочей наружной резиновой обкладки 2 мм; классы прочности резины по физико-механическим показателям для верхней наружной обкладки ленты И, Б, П; лента применяется в легких условиях эксплуатации (транспортирование малоабразивных и неабразивных мелкокусовых сыпучих грузов типа земля, зола, известь, мел, опилки, сода с кусками размером до 80 мм, продуктов сельского хозяйства, мелких штучных и

пакетированных грузов); может быть общего назначения (тип 3) и пищевая (тип 3П); температура окружающего воздуха для ленты общего назначения от -45 до $+60$ °С, для пищевой ленты от -25 до $+60$ °С.

Примеры условного обозначения:

Лента конвейерная типа 3, общего назначения, шириной 800 мм, с тремя прокладками из ткани ТК-100, с рабочей обкладкой толщиной 3 мм из резины класса Б:

Лента 3 – 800 – 3 – ТК-100 – 3 – Б ГОСТ 20-85.

Лента типа 4 – минимальная ширина ленты 100 мм; основная характерная особенность – лента изготавливается одно- или двухпрокладочной с резиновой обкладкой рабочей и нерабочей поверхности и нарезными бортами; каркас ленты изготавливают из комбинированных тканей типа БКНЛ-55 с нитями основы из синтетического полиэфирного и нитями утка из хлопчатобумажного волокна или из синтетических тканей типа ТА-100, ТК-100 с нитями основы и утка из синтетического волокна с прочностью прокладки по основе 100 Н/мм; между тканевыми прокладками каркаса с нитями основы и утка из синтетического волокна должны быть резиновые прослойки; минимальные толщины рабочей/нерабочей наружных резиновых обкладок 1/1 мм; класс прочности резины по физико-механическим показателям для наружных обкладок ленты И, Б, С, П; лента применяется в легких условиях эксплуатации (транспортирование малоабразивных и неабразивных мелкокусковых сыпучих грузов с кусками размером до 80 мм аналогично ленте типа 3, продуктов сельского хозяйства, мелких штучных и пакетированных грузов и мелких упакованных пищевых продуктов); может быть общего назначения (тип 4) и пищевая (тип 4П); температура окружающего воздуха от -45 до $+60$ °С.

Пример условного обозначения:

Лента конвейерная типа 4, пищевая, шириной 500 мм, с двумя прокладками из ткани БКНЛ-65, с рабочей обкладкой толщиной 2 мм и нерабочей 1 мм из резины класса П:

Лента 4П – 500 – 2 – БКНЛ-65 – 2 – 1 – П ГОСТ 20-85.

После выбора по исходным данным типа ленты необходимо привести её конструкцию (аналогично рис. 28), краткое описание ленты с указанием выбранной ткани прокладок каркаса и прочности при разрыве тяговой прокладки по основе σ_p , Н/мм.

6.3.3. Предварительное определение мощности привода конвейера

Цель предварительных расчетов – найти приближенное значение максимального усилия в ленте для выбора ее параметров, а также возможности дальнейшего выбора элементов конвейера (барабаны, роликоопоры).

Мощность на приводном барабане конвейера, кВт

$$N_{\text{прив}} = \frac{Q(w_0 L_r \pm H)}{367}, \quad (14)$$

где Q – заданная массовая производительность, т/ч; w_0 – обобщенный коэффициент сопротивления движению (см. табл. 14); L_r – длина горизонтальной проекции трассы конвейера, м; H – высота подъема груза, м. Знак «плюс» ставится при подъеме груза, а знак «минус» – при опускании груза.

Тяговое усилие на приводном барабане, Н

$$F_0 = \frac{10000 \cdot N_{\text{прив}}}{v}, \quad (15)$$

где v – скорость движения ленты по заданию, м/с.

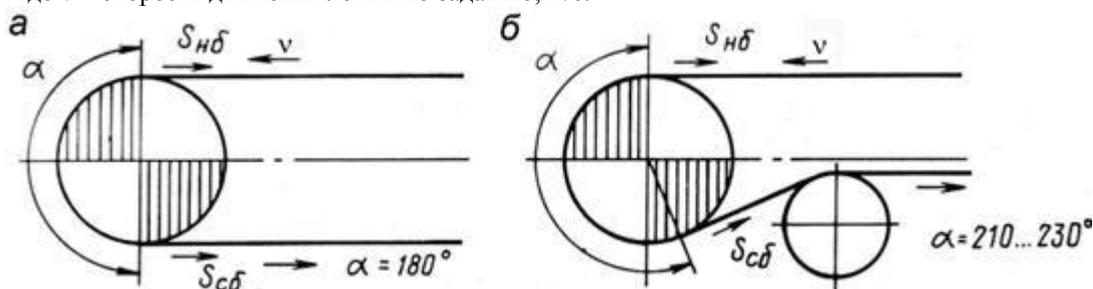


Рис. 36. Схема приводного устройства: а – без отклоняющего барабана;

б – с отклоняющим барабаном для увеличения угла обхвата; $S_{cб}$ – усилие в сбегающей ветви, Н

Натяжение в набегающей на приводной барабан ветви ленты (рис. 36).

$$S_{нб} = S_{max} = \frac{F_0 e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1}, \quad (16)$$

где $e^{f\alpha}$ – тяговый фактор (табл. 15); $e = 2,72$ – основание натуральных логарифмов; f – коэффициент трения между лентой и поверхностью приводного барабана, назначается исходя из заданных для

проектирования и дополнительно назначенных данных, а также условий работы (табл. 4); α – угол обхвата барабана лентой в радианах (первоначально принимается $\alpha = 3,14$, что соответствует углу обхвата 180°).

Таблица 15. Значения тягового фактора $e^{f\alpha}$

Коэффициент трения f	Угол обхвата барабана лентой α , град/рад				
	180/3,14	190/3,22	200/3,50	210/3,67	240/4,19
0,20 (стальная, гладкая, влажная поверхность барабана)	1,88	1,94	2,01	2,08	2,31
0,30 (стальная, гладкая, сухая или влажная, футерованная резиной поверхность барабана)	2,57	2,71	2,85	3,01	3,52
0,40 (сухая, футерованная резиной поверхность барабана)	3,52	3,78	4,05	4,34	5,35

6.3.4. Расчет производительности и определение ширины ленты

Производительность конвейера – количество материала, проходящего через поперечное сечение потока груза в единицу времени.

$$V = 3600 F v, \quad (17)$$

где F – площадь поперечного сечения, m^2 ; v – скорость движения ленты, m/c .

Массовая (весовая) производительность, $t/ч$,

$$Q = 3,6 F \rho_n v, \quad (18)$$

где F , m^2 ; v , m/c ; ρ_n – насыпная плотность груза, kg/m^3 .

Либо производительность, $t/ч$,

$$Q = 3600 F \rho_n v, \quad (19)$$

где F , m^2 ; v , m/c ; ρ_n , t/m^3 .

Таким образом, производительность зависит от скорости ленты и погонной нагрузки груза на нее.

Определим площадь поперечного сечения потока материала.

Случай I. Плоская лента без бортов

На плоской ленте без бортов (рис. 37, а) насыпной груз размещается по треугольнику с углом свободного расположения груза в поперечном сечении движущейся ленты $\varphi_1 \cong 0,35\varphi$, где φ – угол естественного откоса груза в покое.

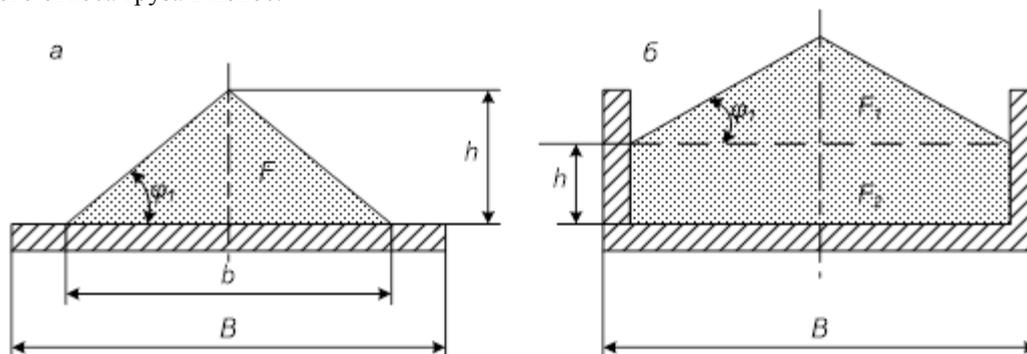


Рис. 37. Схемы поперечного сечения потока груза на ленте: а – без бортов; б – с бортами

На наклонном конвейере площадь поперечного сечения потока груза уменьшается за счет скатывания материала с ленты вниз. Это учитывается коэффициентом уменьшения сечения груза c . Его величина зависит от угла наклона конвейера и подвижности груза.

Предварительно обозначим

$$K = \frac{b}{B}$$

где b – ширина расположения груза на ленте, m ; B – ширина настила, m . Обычно $K = 0,9$, либо $b = 0,9B - 0,05$ m .

Соответственно площадь сечения потока, m^2 ,

$$F_n = \frac{b}{4} \cdot \frac{b}{2} \cdot tg \varphi_1 \cdot c \cdot 2 = 0,25 \cdot K^2 B^2 tg \varphi_1 \cdot c.$$

Приняв средние значения $\varphi = 15$ град, $c = 0,97$ и $K = 0,85$, можно получить формулу для предварительных расчетов

$$F_n = 0,05B^2.$$

Случай II. Плоская лента с бортами

На ленте с бортами (рис. 37, б) общая площадь сечения груза складывается из суммы площади треугольника и прямоугольника:

$$F = F_1 + F_2.$$

Обозначим $\psi = \frac{h}{B}$, $K = \frac{b}{B}$, отсюда площадь, м²,

$$F_n = 0,25 \cdot K^2 B^2 \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot c + \psi K B^2 = (0,25 \cdot K^2 \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot c + \psi K) B^2.$$

Приблизительно можно принять

$$F_n = (\psi K + 0,05) B^2.$$

Случай III. Желобчатая лента

На желобчатой ленте площадь сечения потока будет складываться из площади треугольника и площади трапеции (рис. 38)

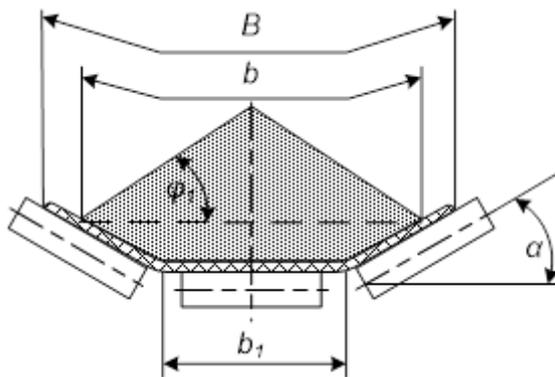


Рис. 38. Площадь сечения потока груза

Площадь трапеции, м²,

$$F = \frac{b - b_1}{2} \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{b + b_1}{2} = (b^2 - b_1^2) \cdot 0,25 \cdot \operatorname{tg} \alpha.$$

Примем $K = b/B$ и $K_1 = b_1/B$.

Тогда

$$F = 0,25 \operatorname{tg} \alpha (K^2 - K_1^2) B^2.$$

Суммарная площадь поперечного сечения

$$F_n = 0,25 \cdot K^2 B^2 \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot c + 0,25 \cdot \operatorname{tg} \alpha (K^2 - K_1^2) B^2 \\ = 0,25 \cdot B^2 [K^2 \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot c + (K^2 - K_1^2) \operatorname{tg} \alpha]$$

Для предварительных расчетов:

– при $\alpha = 20^\circ$

$$F_n = 0,11 B^2;$$

– при $\alpha = 30^\circ$

$$F_n = 0,14 B^2.$$

Далее, подставляя значение рассчитанной площади поперечного сечения потока материала в формулы (17), (18) или (19), можно определить производительность конвейера.

При заданной производительности ширина ленты конвейера с желобчатыми опорами

$$B \geq 1,1 \sqrt{\frac{Q}{K_n v \rho_H K_\beta}} + 0,05, \quad (20)$$

где Q , т/ч; v , м/с; ρ_H – насыпная плотность перемещаемого груза, т/м³; K_n – коэффициент типа роlikоопор; так, для желобчатой трехроlikовой роlikоопоры с углом наклона боковых роlikов 30° $K_n = 470, 550$ и 640 соответственно для легкой, средней и малой степени подвижности груза; K_β – коэффициент, учитывающий уменьшение сечения груза на наклонном участке вследствие частичного ссыпания груза в сторону, противоположную движению (табл. 16).

Таблица 16. Значения коэффициента K_β для гладкой резинотканевой ленты

Подвижность частиц груза	Угол наклона конвейера, град				
	1...5	6...10	11...15	16...21	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

При транспортировании грузов, содержащих куски, полученная по производительности ширина ленты B должна быть проверена по кусковатости груза по условию

$$B_{\min} \geq x\alpha' + 200,$$

где α' – размер наибольших кусков перемещаемого груза по заданию, мм; x – коэффициент, зависящий от заданного типа груза, $x=2$ – для рядового груза и $x=3,3$ – для сортированного груза.

Из двух полученных значений ширины ленты принимают большее и округляют в большую сторону до ширины из ряда, предусмотренного ГОСТ 20–85* (400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600 мм).

В случае если $B_{\min} > B$ производят перерасчет скорости

$$v_p = \frac{vB}{B_{\min}},$$

где v – скорость движения ленты по заданию, м/с.

Из рекомендуемого нормального ряда скоростей 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3 м/с выбирается ближайшее к v_p значение, принимаемое в дальнейших расчетах за скорость движения ленты и обозначаемое v . Скорости меньше 0,4 м/с и больше 4,0 м/с применять не рекомендуется.

Для широких лент возможны более высокие скорости, чем для узких; для конвейеров, работающих в закрытых помещениях, принимают меньшие скорости, чем для конвейеров на открытой местности; для конвейеров с наибольшим углом наклона принимают меньшие скорости, чем для горизонтальных (во избежание просыпи груза).

При транспортировании штучных грузов ширину ленты определяют в зависимости от габаритных размеров груза и способа его загрузки на ленту, наленте с обеих сторон должны оставаться свободные от груза поля 50–100 мм.

6.3.5. Предварительное определение числа прокладок каркаса ленты

Необходимое число прокладок тягового каркаса

$$i \geq \frac{S_{\max}}{\sigma_{\text{л}} B}, \quad (21)$$

где S_{\max} – максимальное натяжение ленты, Н; $\sigma_{\text{л}} = \sigma_p / [n]$, Н/мм, – максимально допустимая рабочая нагрузка одной тяговой прокладки каркаса ленты; $[n]$ – допускаемый коэффициент запаса прочности; $[n]=8$ – для горизонтальных, $[n]=10$ – для наклонных конвейеров; σ_p – номинальная прочность при разрыве одной тяговой прокладки ленты выбранного типа, Н/мм; B – ширина ленты, мм.

Значительный коэффициент запаса прочности резиноканевых лент объясняется неравномерностью передачи растягивающего усилия всеми прокладками, ослаблением ленты в месте стыка, различием в характере вытягивания прокладок при огибании лентой барабанов, снижением однородности каркаса и коэффициента неравномерности работы прокладок при увеличении их числа.

Если число прокладок, полученное расчетом, больше их максимального числа по табл. 6 для принятого типа и ширины ленты, то следует принять ленту с большим значением σ_p . Если при расчете число прокладок получается меньше минимального количества по табл. 17, то принимается лента с минимальным количеством прокладок или выбирается лента с прокладками меньшей прочности при разрыве.

Таблица 17. Минимальное и максимальное число тканевых прокладок каркаса

Ширина ленты, мм	Тип ленты								
	1			2			3		
	Номинальная прочность тяговых прокладок σ_p , Н/мм								
	400	300	200	300	200	100	55	100	55
Количество прокладок									
400,500	–	–	–	–	2–5	2–5	2–5	2–5	2–4
650	–	–	–	–	2–6	2–5	2–6	2–5	3–5
800	–	3–6	3–6	3–6	2–6	2–6	3–6	3–5	3–5
1000	3–6	3–6	3–6	3–6	3–6	3–6	3–6	3–5	3–5
1200	3–6	4–6	4–6	3–6	3–6	3–6	3–6	3–5	3–5
1400	3–6	4–6	4–6	4–6	4–6	4–6	3–6	3–5	3–5
<i>Примечание.</i> Для лент типа 4 минимальное число прокладок – 1, максимальное – 2.									

6.3.6. Определение размерных и весовых характеристик выбранной ленты

Толщина ленты (мм) в соответствии с рис. 35

$$\delta_{л} = \delta_{в} + \delta_{пр}i + \delta_{н},$$

где $\delta_{в}$ и $\delta_{н}$ – соответственно толщина верхней и нижней обкладок, мм (принимаются по табл. 18); $\delta_{пр}$ – толщина одной прокладки тягового каркаса, равная: для синтетических тканей – 2,0, 1,9, 1,4, 1,8, 1,2 мм соответственно для прочности ткани 400, 300, 200, 150, 100 Н/мм; для комбинированных тканей типа БКНЛ – 1,6, 1,8, 1,15 мм соответственно для прочности 150, 100, 55 Н/мм; i – число прокладок каркаса.

Таблица 18. Толщины наружных обкладок резиноканевых лент общего назначения

Перемещаемый груз	Размеры кусков, мм	Толщина верхней обкладки в мм при условиях работы конвейера			Толщина нижней обкладки, мм
		легких	средних	тяжелых	
Неабразивный и малоабразивный (группы А и В)	0–60	3	5	6	1;2
Среднеабразивный (группа С)	0–60	4	4,5/3	6/3	1; 2
	61–300	4	4; 5/3	6,0/4,5	2
Сильноабразивный (группа Д)	0–60	5	5	6/4; 5	2
	61–300	6	6/6	8/6	2
	Св. 300	6	8/8	8/8	2

Примечание. Значения в числителе при времени одного оборота ленты до 100 с включительно, в знаменателе – свыше 100 с.

Масса одного погонного метра ленты, кг/м, при её средней плотности, приблизительно равной 10^3 кг/м^3

$$q_{л} = 0,001B\delta_{л},$$

где B и $\delta_{л}$ – в мм.

Составляется условное обозначение выбранной ленты аналогично показанному в подразд. 6.3.2 и выписываются все её параметры.

6.4. Тяговый расчет ленточного конвейера

Тяговый расчет ленточного конвейера производится после предварительных расчетов, выбора типов и параметров всех элементов конвейера.

6.4.1. Синтез трассы конвейера

Синтез трассы конвейера заключается в расстановке по контуру трассы всех составных элементов конвейера и выполняется в следующем порядке.

6.4.1.1. Определение расстояния между ветвями ленты

Для определения расстояния a между рабочей и холостой ветвями ленты конвейера показывается в масштабе схема установки ранее выбранных рядовых роликоопор на раме конвейера (рис. 39). В качестве продольных балок рамы принимается, как правило, прокатный швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240.

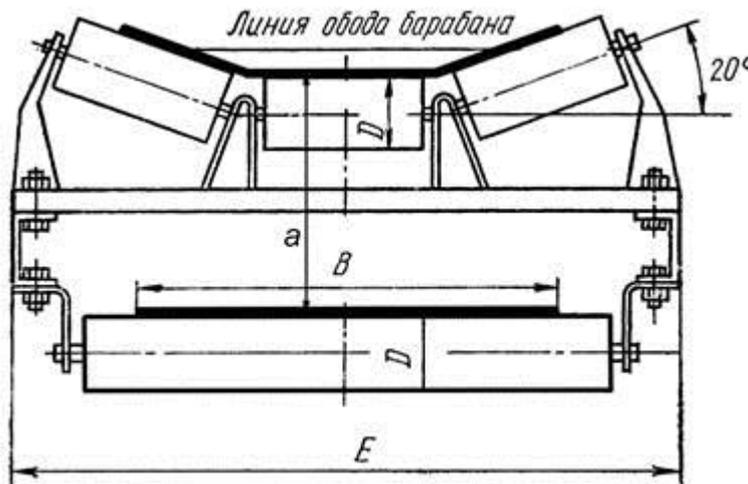


Рис. 39. Установка рядовых роликоопор на раме конвейера

Номер (высота сечения) швеллера выбирается из условия, что на его полках разместятся головка болта и гайка крепления кронштейнов роlikоопор. Размеры резьбы болтов принимаются для выбранных роlikоопор по таблице 2, размеры головок болтов, шайб и гаек крепления роlikоопор определяются по нормативно-справочной литературе.

6.4.1.2. Расстановка поддерживающих и направляющих устройств

Поэтапно, с добавлением на каждом этапе новых составных частей, на миллиметровой бумаге в масштабе изображается трасса конвейера (рис. 40), для этого:

1) показывается положение концевых барабанов, причем образующие обечайки концевых барабанов находятся на одном уровне друг с другом и с верхней (груженой) ветвью конвейера (рис. 40, а).

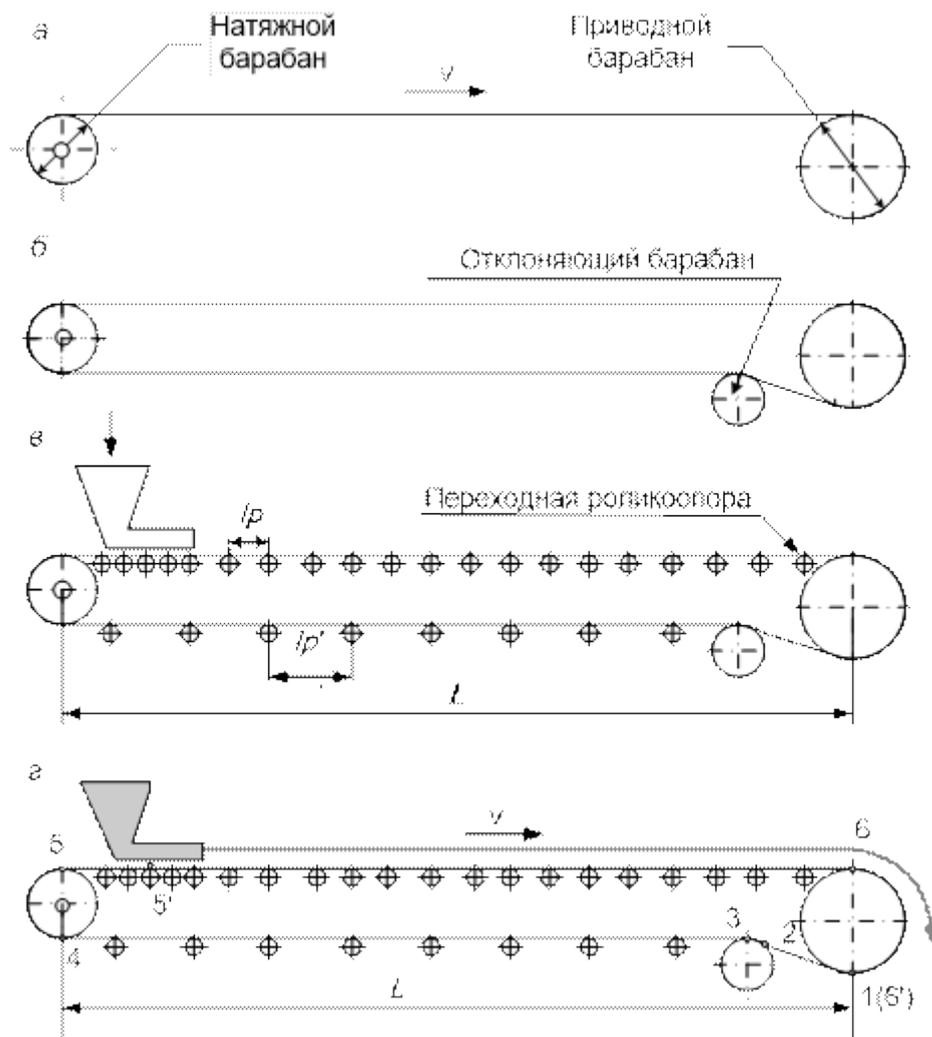


Рис. 40. Схема синтеза трассы конвейера для тягового расчета

2) показывается, начиная от натяжного (заднего) барабана к приводному, положение холостой ветви, идущей параллельно верхней груженой ветви (рис. 40, б). В случае равенства диаметров барабанов лента закольцовывается вокруг них. При неравенстве диаметров концевых барабанов на холостой ветви на расстоянии 0,8–1,0 м от центра приводного барабана устанавливается отклоняющий барабан, параметры которого определяются по подразд. 5.8. При небольших углах обхвата (до 45°) вместо отклоняющего барабана достаточно установить нижнюю рядовую роlikоопору. В случае сложной трассы выпуклостью вверх отклоняющий барабан устанавливается на холостой ветви не у приводного барабана, а в месте перегиба холостой ветви так, чтобы расстояние между ветвями ленты по всей длине трассы было одинаковым. В случае сложной трассы выпуклостью вниз холостая ветвь на криволинейном участке опирается на рядовые роlikоопоры, расположенные по радиусу, определяемому по рекомендациям [4];

3) расставляются рядовые и, в случае необходимости, специальные роlikоопоры на рабочей и холостой ветвях ленты (рис. 40, в). На рисунке показывается только центральные (нижние) ролик роlikоопор.

Первыми устанавливаются переходные роlikоопоры на рабочей ветви на расстоянии не менее 800 мм от осей концевых барабанов, но не более принятого шага рядовых роlikоопор l_p . При угле наклона

боковых роликов рядовых роlikоопор 20° или 30° устанавливается соответственно по одной (с углом наклона боковых роликов 10–11°), и по две переходных роlikоопоры (с углом наклона боковых роликов 20° и 10°).

Устанавливается батарея выбранных рядовых роlikоопор под направляющим лотком загрузочного устройства, при этом переходная роlikоопора (на рис. 40, в не выделена) является первой опорой батареи и длина лотка откладывается от её оси к приводному барабану. Направляющий лоток показывается на схеме.

Расставляются рядовые роlikоопоры на рабочей ветви с шагом l_p .

Расставляются рядовые роlikоопоры на холостой ветви с шагом l_p' , начиная от отклоняющего барабана (роlikоопоры) у приводного барабана (если его нет – от оси приводного барабана).

Расставляются, в случае необходимости, центрирующие роlikоопоры по рекомендациям подразд. 5.6 настоящего пособия.

Устанавливаются, в случае необходимости, очистительные устройства для ленты и концевых барабанов, по рекомендациям подразд. 5.13;

4) трасса конвейера разбивается на прямолинейные (горизонтальные и наклонные) и криволинейные участки и нумеруются точки сопряжения этих участков по ходу движения ленты, начиная с точки сбега ленты с приводного барабана (рис. 40, з) по направлению движения по контуру трассы до конечной точки набегания ленты на приводной барабан. В точках меняется характер движения ленты (от прямолинейного к криволинейному и наоборот). Криволинейными являются участки огибания лентой барабанов всех типов, а также выпуклый участок трассы в пределах центрального угла его дуги. Участки загрузки, разгрузки, очистки и т. п., в связи с их малой длиной по сравнению с длиной прямолинейных участков, считают сосредоточенными в точку и нумеруют одной точкой (рис. 40, з), совпадающей, как правило, с ближайшей точкой сопряжения участков. Например, длиной участка загрузки считается точка 5', совпадающая с точкой 5 сбега ленты с натяжного барабана, так как расстояние от участка загрузки до натяжного барабана мало по сравнению с длиной рабочей ветви ленты и этим расстоянием можно пренебречь (на рис. 40, з точка 5' выделена).

6.4.2. Тяговый расчет конвейера методом обхода трассы по контуру

Цель данного этапа – определить уточненно методом обхода трассы по контуру тяговое усилие на барабане и мощность привода конвейера, после чего проверить прочность предварительно выбранной ленты и, в случае выполнения условия её прочности, провести расчет привода, натяжного устройства и проверочные расчеты отдельных элементов и узлов.

Сущность метода обхода трассы по контуру состоит в том, что натяжение в каждой последующей по ходу её движения точке контура равно сумме натяжения в предыдущей точке и силы сопротивления на участке между этими точками, т.е.

$$S_{i+1} = S_i + W_{(i+1)-i},$$

или, например,

$$S_4 = S_3 + W_{4-3}.$$

В результате тягового расчета строят диаграмму натяжений тягового органа.

6.4.2.1. Сопротивления движению тягового органа (ленты)

Сопротивление, H , на прямолинейном грузеном участке рабочей (верхней) ветви конвейера

$$W_r = wg[(q_r + q_n)L_r^r + q_p^p L^r] \pm (q_r + q_n)gH, \quad (22)$$

где w – коэффициент сопротивления перемещению груза (см. табл. 19); g – ускорение свободного падения, м/с²; $q_r = Q/3,6v$ – погонная масса груза на ленте, кг/м (Q и v – заданная производительность, т/ч, и скорость ленты, м/с, соответственно); q_n – погонная масса выбранной ленты, кг/м (см. подразд. 4.6); $L_r^r = L^r \cos\beta$ – длина горизонтальной проекции грузеного участка, м; L^r – длина грузеного участка, м (β – угол наклона грузеного участка); $q_p^p = m_p n_p / L^r$ – погонная масса вращающихся частей роlikоопор грузеной ветви конвейера, кг/м; для наклонного участка $q_p^p = m_p n_p \cos\beta / L^r$ кг/м (m_p – масса вращающихся частей роlikоопоры по табл. 1, кг; n_p – количество рядовых роlikоопор на грузеном участке); $H = L^r \sin\beta$ – высота подъема груза, м. Знак плюс принимается при перемещении груза вверх, знак минус – при перемещении вниз.

Таблица 19. Значения коэффициента сопротивления w

Условия работы конвейера	Роlikоопоры	
	Прямые	Желобчатые
Легкие	0,018	0,02
Средние	0,022	0,025
Тяжелые	0,03	0,03

Сопротивление, H , на прямолинейном порожнем участке рабочей (верхней) ветви конвейера

$$W_p = wg(q_p^p L^p + q_n L_r^p) \pm q_n g H^p, \quad (23)$$

где L_r^p – длина горизонтальной проекции порожнего участка рабочей ветви конвейера, м; L^p – длина порожнего участка рабочей ветви, м; H^p – высота вертикальной проекции порожнего участка рабочей ветви, м.

Соппротивление, Н, на прямолинейном участке холостой ветви конвейера

$$W_x = wg(q_p^x L^x + q_n L_r^x) \pm q_n g H^x, \quad (24)$$

где $q_p^x = m_p^x n_p^x / L^x$ – погонная масса вращающихся частей роликоопор холостой ветви конвейера, кг/м; для наклонного участка погонная масса $q_p^x = m_p^x n_p^x \cos \beta / L^x$, кг/м (m_p^x – масса вращающихся частей роликоопоры по табл. 2, кг; n_p^x – количество роликоопор на холостом участке); L^x – длина холостого участка, м; L_r^x – длина горизонтальной проекции холостого участка, м; H^x – высота вертикальной проекции холостого участка, м.

Соппротивление, Н, на криволинейном участке при огибании лентой роликовой батареи:

а) при выпуклой ленте

$$W_{кр} = S_{нб} (k - 1), \quad (25)$$

где $S_{нб}$ – натяжение ленты в начале участка, Н; k – коэффициент, учитывающий увеличение натяжения ленты от сопротивления батареи роликоопор,

$$k = e^{w\alpha},$$

здесь $e = 2,72$ – основание натуральных логарифмов; w – см. табл. 19; α – центральный угол криволинейного участка, рад, ориентировочно равен углу β наклона наклонного участка;

б) при вогнутой ленте сопротивление на участке равно нулю.

Соппротивление, Н, на поворотном пункте (барабане)

$$W_{пов} = S_{нб} (k_{п} - 1), \quad (26)$$

где $S_{нб}$ – натяжение тягового органа в точке набегания на барабан, Н; $k_{п}$ – коэффициент увеличения натяжения тягового органа от сопротивления на поворотном пункте (барабане).

При угле обхвата лентой барабана: до $90^\circ - k_{п} = 1,02 \dots 1,03$; $90^\circ - k_{п} = 1,03 \dots 1,04$; 180° и более – $k_{п} = 1,05 \dots 1,06$.

Соппротивление в месте загрузки, Н,

$$W_3 = W_{3y} + W_{3б} + W_{3п}, \quad (27)$$

где W_{3y} – сопротивление, Н, при сообщении поступающему по воронке грузу ускорения ленты

$$W_{3y} \approx \frac{Qgv}{3,6},$$

где Q – заданная производительность, т/ч; v – скорость движения ленты, м/с; $W_{3б}$ – сопротивление, Н, от трения груза о неподвижные борта направляющего лотка

$$W_{3б} = f_1 h_b^2 \rho g l_n n_b,$$

где f_1 – коэффициент внешнего трения по табл. 12; $h_b = 0,3h$ – высота груза в лотке высотой h по табл. 7, м; ρ – насыпная плотность груза, кг/м³; l_n – длина лотка по табл. 7, м; $n_b = 0,6$ – коэффициент бокового давления; $W_{3п} \approx 50l_n$ – сопротивление, Н, от трения уплотнительных полос направляющего лотка о ленту конвейера.

Соппротивление, Н, очистительных устройств конвейера

$$W_{оч} = w_{оч} B, \quad (28)$$

где $w_{оч}$ – коэффициент сопротивления очистительного устройства, Н/м: для скребков и плужков $w_{оч} = 300 \dots 500$ Н/м, для вращающихся щеток $w_{оч} = 150 \dots 250$ Н/м; B – ширина ленты, м.

6.4.2.2. Последовательность тягового расчета на примере рис. 40

Определение натяжений в характерных точках контура трассы конвейера начинаем с точки 1, усилие в которой $S_1 = S_{сб}$ пока не известно. Условия работы в данном случае считаем средними, очистительные устройства отсутствуют.

Обходя последовательно контур от точки к точке по ходу движения ленты, выражаем натяжения ленты в этих точках через неизвестное S_1 .

На участке 1–2 сопротивлений движению нет, т. е. $W_{1-2} = 0$ и $S_2 = S_1$.

Соппротивление (Н) на отклоняющем барабане по формуле (26)

$$W_{2-3} = S_{нб} (k_{п} - 1) = S_2 (k_{п} - 1) = S_2 (1,03 - 1) = S_1 (1,03 - 1) = 0,03 S_1,$$

а натяжение в точке 3, Н,

$$S_3 = S_2 + W_{2-3} = S_1 + 0,03 S_1 = 1,03 S_1.$$

Таким образом, натяжение в точке 3 при огибании барабана с углом обхвата до 90° можно записать как

$$S_3 = k_{п} S_2.$$

Соппротивление на прямолинейном участке 3–4 холостой ветви в общем виде определяем по уравнению (24).

Поскольку в данном случае $H^*=0$, то сопротивление, H , на участке 3–4 определяем по формуле

$$W_{3-4} = wg(q_p^x L_{3-4} + q_n L_{3-4}),$$

а натяжение, H , в точке 4

$$S_4 = S_3 + W_{3-4} = 1,03S_1 + wg(q_p^x L_{3-4} + q_n L_{3-4}).$$

Натяжение в точке 5 без учета сопротивлений в месте загрузки, H , при угле обхвата барабана 180° :

$$S_5 = k_n S_4 = 1,05S_4 = 1,05[1,03S_1 + wg(q_p^x L_{3-4} + q_n L_{3-4})] = \\ = 1,08S_1 + 1,05wg(q_p^x L_{3-4} + q_n L_{3-4}).$$

Поскольку участок загрузки по протяженности мал по сравнению с длиной конвейера, принимаем его по длине сведённым в точку $5'$, совпадающую с точкой 5, так как участок загрузки расположен вблизи от натяжного барабана.

Сопротивление, H , в месте загрузки (точка $5'$) определяем по уравнению (27).

Окончательно натяжение в точке 5 с учетом сопротивлений в месте загрузки, H ,

$$S_5 = 1,08S_1 + 1,05wg(q_p^x L_{3-4} + q_n L_{3-4}) + W_3.$$

Сопротивление, H , на прямолинейном груженом участке рабочей (верхней) ветви конвейера в общем виде определяется по уравнению (22).

Поскольку в данном случае $H=0$, то сопротивление, H , на прямолинейном груженом участке 5–6

$$W_{5-6} = wg[(q_r + q_n)L_{5-6} + q_p^p L_{5-6}].$$

а натяжение в точке 6

$$S_6 = S_5 + W_{5-6} = 1,08S_1 + 1,05wg(q_p^x L_{3-4} + q_n L_{3-4}) + W_3 + wg[(q_r + q_n)L_{5-6} \\ + q_p^p L_{5-6}].$$

Рассматривая структуру последнего уравнения, можно заметить, что натяжение в ленте в точке набега на приводной барабан приводится к виду

$$S_6 = AS_1 + B$$

или

$$S_{н6} = AS_{с6} + B,$$

где A и B – числовые коэффициенты, причем A коэффициент безразмерный, а B имеет размерность сопротивления, H .

С другой стороны, усилия $S_{н6}$ и $S_{с6}$ связаны между собой условием отсутствия проскальзывания ленты по приводному барабану:

$$S_{н6} \leq S_{с6} e^{f\alpha}, \quad (29)$$

где $e^{f\alpha}$ – тяговый фактор (табл. 15); $e = 2,72$ – основание натуральных логарифмов; f – коэффициент трения между лентой и поверхностью приводного барабана, назначается исходя из заданных для проектирования и дополнительно назначенных данных, а также условий работы (см. табл. 15); α – угол обхвата барабана лентой в радианах. Для данного примера условие отсутствия проскальзывания ленты на барабане имеет вид

$$S_6 \leq S_1 e^{f\alpha}.$$

Таким образом, получаем систему двух уравнений с двумя неизвестными

$$\begin{cases} S_6 = AS_1 + B \\ S_6 = S_1 e^{f\alpha} \end{cases},$$

решая которую, определяем величину S_1 и все остальные натяжения в характерных точках трассы.

Максимальное натяжение на рабочей ветви конвейера (в данном случае это S_6) проверяется по условию отсутствия провисания ленты с грузом между рядовыми роlikоопорами для избежания ударных нагрузок в момент набега на ролик кусковых грузов и их ссыпания:

$$S_6 \geq S_{min}^{гр}, \quad (30)$$

где $S_{min}^{гр} = (5 \dots 10)(q_r + q_n)gl_p$ – наименьшее допустимое натяжение, H , ленты. Если условие (30) не выполняется, то уменьшают шаг расстановки роlikоопор на рабочей ветви l_p или принимают натяжение S_1 в точке 1 равным $S_{min}^{гр}$ и выполняют заново тяговый расчет, добиваясь выполнения условия (30) – отсутствия недопустимого провисания ленты с грузом.

Тяговое усилие, H , на приводном барабане с учетом сопротивлений

$$F_0 = S_{н6} - S_{с6} + W_{1-6} = S_6 - S_1 + W_{1-6},$$

где $W_{1-6} = (k_n - 1)S_6 = 0,05S_6$ – сопротивление на приводном барабане при угле обхвата 180° . Для других углов обхвата значение k_n приведено в пояснении к формуле (26).

6.4.2.3. Проверка на прочность предварительно выбранной ленты

Необходимое число прокладок тягового каркаса

$$i \geq \frac{S_{max}}{\sigma_n B}, \quad (31)$$

где S_{\max} , Н – максимальное расчетное натяжение ленты (рабочая нагрузка по основе); $\sigma_{л} = \sigma_p/[n]$, Н/мм – максимально допустимая рабочая нагрузка одной тяговой прокладки каркаса ленты (здесь σ_p , Н/мм – номинальная прочность при разрыве тяговой прокладки каркаса ленты выбранного типа; $[n]$ – коэффициент запаса прочности, $[n] = 8$ – для горизонтальных, $[n] = 10$ – для наклонных конвейеров); B , мм – ширина ленты.

Если число прокладок оказалось больше ранее полученного по уравнению (5) числа, то следует:

а) принять, если это возможно, ленту с более высокой прочностью σ_p при сохранении назначенного ранее типа ленты;

б) увеличить (в пределах, допускаемых табл. 17) число прокладок и выполнить заново расчет конвейера, начиная с п. 5.6.

Если при расчете число прокладок получается меньше их ранее полученного по уравнению (5) количества, то принимается лента с ранее полученным количеством прокладок, а принятый ранее диаметр приводного барабана проверяется по среднему давлению ленты на барабан ($P_{\text{ср}}$) по условию (12.1). В случае его невыполнения необходимо принять барабан большего диаметра.

6.4.2.4. Выбор элементов привода конвейера

Приводное устройство, вариант сборки которого с цилиндрическим редуктором типа Ц2 показан на рис. 3,б, а с коническо-цилиндрическим редуктором на рис. 41, предназначено для сообщения ленте движения и необходимого тягового усилия. Оно состоит из опорной рамы, на которой смонтирован приводной барабан, редуктор, электродвигатель. Барабан с редуктором и редуктор с электродвигателем соединяются муфтами. Тормоз устанавливается только в обоснованных случаях.

Необходимая мощность двигателя, кВт,

$$N = \frac{F_0 v}{1000 \eta_{\text{мех}}}, \quad (32)$$

где $\eta_{\text{мех}}=0,85$ – КПД механизма привода; v – скорость ленты, м/с.

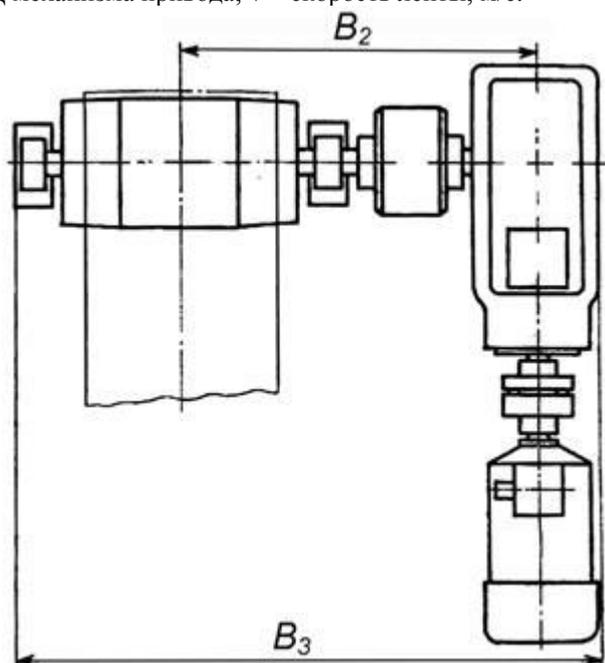


Рис. 41. Вариант привода с коническо-цилиндрическим редуктором

По рассчитанной по формуле (32) необходимой мощности выбирают двигатель равной или большей мощности.

Для привода принимают двигатели общего назначения трехфазные асинхронные короткозамкнутые серии 4А, а при мощностях более 75 кВт с фазным ротором. Отметим, что электродвигатели ленточных конвейеров работают с относительной продолжительностью включения ПВ 100%. Для выбранного электродвигателя необходимо выписать его типоразмер, номинальную мощность, частоту вращения, габарит (полугабарит) по ширине, диаметр вала. Характеристики двигателей серии 4А (4АО для пылящих материалов) приведены, например, в атласах [2, 5, 7].

Частота вращения приводного барабана, об/мин,

$$n_6 = \frac{60v}{\pi D_6},$$

где v – скорость ленты, м/с; D_6 – диаметр приводного барабана, м.

Требуемое передаточное число привода

$$i_{\text{п}} = \frac{n_{\text{дв}}}{n_6},$$

где $n_{дв}$ – частота вращения вала двигателя, об/мин.

Расчетный крутящий момент на валу приводного барабана, Н·м,

$$M_{кр} = \frac{k_3 F_0 D_6}{2}, \quad (33)$$

где $k_3 = 1,1 - 1,2$ – коэффициент запаса.

Выбирается (например, по [2]) редуктор типа Ц2 или КЦ по условиям:

$$i_p \geq i_n,$$

$$n_p \geq n_{дв},$$

$$N_p \geq N_{дв} (M_p \geq M_{кр}),$$

где i_p – табличное значение передаточного числа редуктора; n_p – допустимая для редуктора частота вращения быстроходного вала, об/мин; N_p – допустимая для редуктора мощность, кВт; M_p – номинальное значение крутящего момента на тихоходном валу редуктора, Н·м; $N_{дв}$ – номинальная мощность электродвигателя, кВт.

Для выбранного редуктора выписывается из [2, 5] его типоразмер, указанные выше табличные характеристики и значения диаметров входного и выходного валов.

Выбирается из [2, 5, 7] муфта типа МУВП, соединяющая вал двигателя с валом редуктора, по условию

$$M_{табл} \geq M_{расч},$$

где $M_{расч} = k_1 M_{ном}$ – расчетный момент на валу, Н·м ($k_1 = 1,1$ – коэффициент, учитывающий степень ответственности механизма; $M_{ном} = 9550 N_{дв} / n_{дв}$ – номинальный момент двигателя, Н·м; $N_{дв}$ и $n_{дв}$ – соответственно номинальная мощность (кВт) и частота вращения вала двигателя (об/мин); $M_{табл}$ – табличное значение передаваемого муфтой момента, Н·м.

Для выбранной муфты выписывается из [2, 5, 7] типоразмер, значение передаваемого момента и допустимые диаметры расточек в полумуфтах для посадок на валы. В случае, если допустимые диаметры расточек меньше диаметров соединяемых валов, выбирается муфта следующего типоразмера.

Выбирается [2, 5, 7] муфта (например, зубчатая, типа МЗ), соединяющая вал барабана с валом редуктора, по условию

$$M_{табл} \geq M_{расч},$$

где $M_{расч} = k_1 M_{ном} i_p \eta_p$ – расчетный момент на валу, Н·м ($k_1 = 1,1$ – коэффициент, учитывающий степень ответственности механизма; $M_{ном} = 9550 N_{дв} / n_{дв}$ – номинальный момент двигателя, Н·м; $N_{дв}$ и $n_{дв}$ – соответственно номинальная мощность, кВт, и частота вращения вала двигателя, об/мин; i_p – передаточное число выбранного редуктора; $\eta_p \approx 0,92 - 0,95$ – КПД редуктора); $M_{табл}$ – табличное значение передаваемого муфтой момента, Н·м.

Для выбранной муфты выписывается из [2, 5, 7] типоразмер, значение передаваемого момента и допустимые диаметры расточек в полумуфтах для посадок на валы. В случае, если допустимые диаметры расточек меньше диаметров соединяемых валов, выбирается муфта следующего типоразмера.

Для наклонных конвейеров или конвейеров, имеющих наклонный участок, проверяется необходимость установки тормоза для предотвращения самопроизвольного обратного хода ленты с грузом при случайном выключении двигателя. Для этого вычисляется необходимый тормозной момент M_m на быстроходном валу привода, Н·м

$$M_m = \frac{[1,5 q_2 g H \cos \beta - 0,5 (F_0 - q_2 g H)] D_6 \eta_{мех}}{2 i_p}, \quad (34)$$

где q_2 – погонная масса груза на ленте, кг/м; H – высота подъема груза, м; β – угол наклона конвейера; F_0 – тяговая сила конвейера, Н; D_6 – диаметр приводного барабана, м; $\eta_{мех} = 0,85$ – КПД механизма привода; i_p – передаточное число выбранного редуктора; g – ускорение свободного падения, м/с². Если $M_m \leq 0$, то тормоз не требуется.

Тормоза типа ТКТ, ТТ или ТКГ выбираются из [2, 5, 7].

В случае необходимости установки тормоза следует заменить ранее выбранную муфту, соединяющую двигатель с редуктором, на муфту с тормозным шкивом на полумуфте со стороны редуктора, согласовав диаметр её шкива и типоразмер тормоза.

Для выбранного тормоза приводится его типоразмер и величина тормозного момента.

Схема привода конвейера приводится в пояснительной записке.

6.4.2.5. Построение тяговой диаграммы конвейера

Построением тяговой диаграммы завершается уточненный тяговый расчет конвейера.

Тяговая диаграмма (рис. 42) – это график, показывающий изменение натяжения в ленте по трассе конвейера, и характер (закон) изменения натяжения по длине ленты. Тяговая диаграмма строится в масштабе, причем по оси абсцисс (горизонтальная ось) откладываются длины участков, м, а по оси ординат (вертикальная ось) – величины натяжений в ленте, Н.

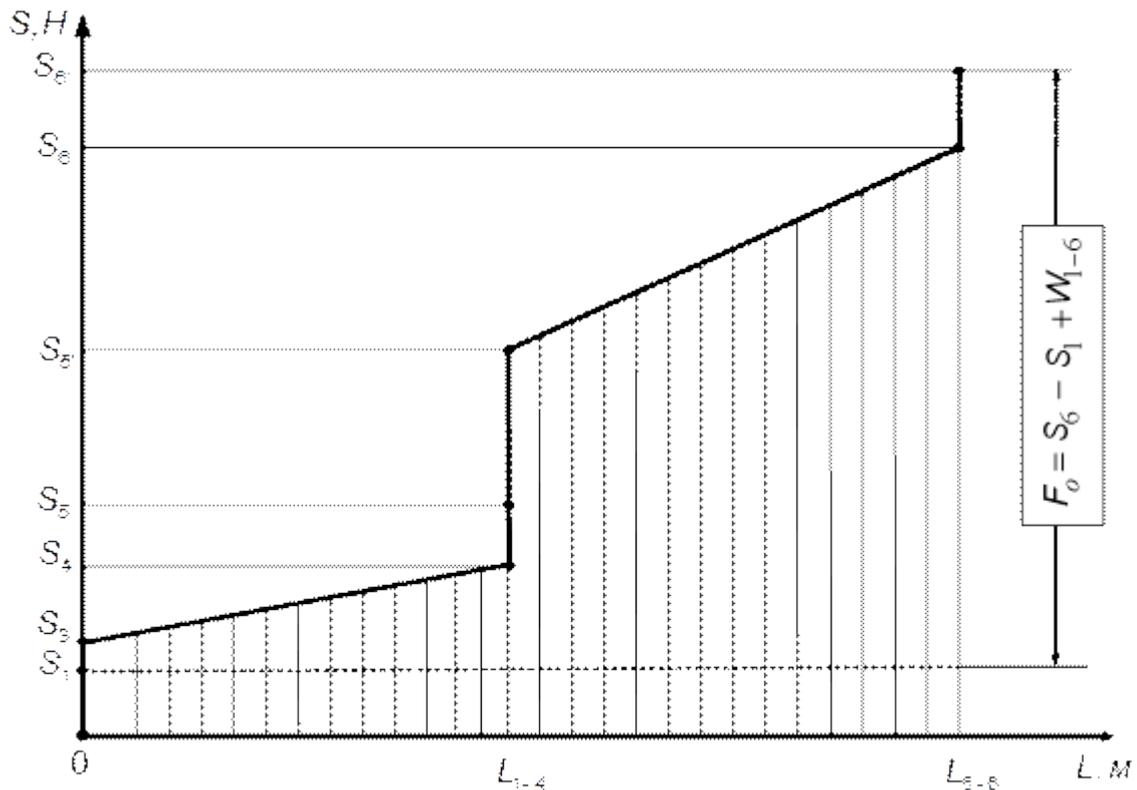


Рис. 42. Тяговая диаграмма конвейера

В данном случае для трассы по оси абсцисс отложена длина только двух прямолинейных участков – порожнего L_{1-4} и груженого L_{5-6} . Длиной остальных участков – L_{1-2} , L_{2-3} , L_{4-5} , $L_{5-5'}$, $L_{6-6'}$ – пренебрегаем ввиду их малости по сравнению с длинами прямолинейных участков и на оси абсцисс не откладываем.

По оси ординат построение начинается с нанесения величины натяжения в точке 1 S_1 . Натяжение в точке 3 также откладывается непосредственно на оси ординат, так как участок L_{1-3} , как было сказано выше, длины не имеет.

Таким образом, натяжение в ленте скачкообразно увеличилось до величины S_3 . Натяжение в конце прямолинейного порожнего участка L_{1-4} (точка 4) увеличилось до величины S_3 , закон изменения натяжения на этом участке линейный, что видно из уравнения (10), где переменная – длина участка – находится в первой степени. Далее следует: S_4 – натяжение в месте схода ленты с натяжного барабана (длиной криволинейного участка 4–5 пренебрегаем, и натяжение растет скачкообразно); S_5 – натяжение в месте загрузки (длиной участка загрузки и расстоянием от участка загрузки до натяжного барабана пренебрегаем, что также вызвало скачкообразный рост натяжения); S_6 – натяжение в конце груженого прямолинейного участка в точке набегания на приводной барабан, причем угол наклона прямой, показывающей закон изменения натяжения на участке L_{5-6} , больше, чем на порожнем участке L_{1-4} . Это объясняется тем, что на верхней ветви действует нагрузка от веса транспортируемого груза; S_6 – натяжение в ленте с учетом сопротивлений на приводном барабане.

Тяговая сила F_0 показана на диаграмме как разность натяжений в набегающей и сбегающей ветвях с учетом сопротивлений на приводном барабане.

7. Монтаж ленточных конвейеров

Машины непрерывного транспорта монтируют на постоянном рабочем месте. Трудоемкость монтажных работ конвейеров требует повышенной точности координирования их положения в пространстве по отношению к другим машинам, технологическому оборудованию и элементам строительных конструкций. При большой длине недопустимы даже малые угловые ошибки, которые приводят к отклонениям линейных размеров, поэтому монтаж оборудования выполняют квалифицированные рабочие непосредственно на рабочем месте.

Монтажу ленточного конвейера предшествует разработка проектно-сметной документации и монтажных работ с учетом расположения складов, подъездных путей, энергетического хозяйства.

Конвейерные установки с мощностью привода более 500 кВт монтируют специализированные монтажно-строительные организации, при меньшей мощности – монтажные бригады самого предприятия.

На выверенную по шаблону, отвесам и уровню и закрепленную металлоконструкцию (рис. 43) устанавливают роликоопоры, начиная с нижней (холостой) ветви, пока доступ к ней не закрыт роликоопорами верхней ветви. Затем устанавливают роликоопоры рабочей ветви и монтируют приводной барабан, а по его валу – редуктор и электродвигатель.

Привод конвейера обкатывают до установки ленты, замеченные неисправности устраняют. Натяжной барабан устанавливают в крайнее положение, соответствующее минимальной длине конвейера.

Наибольшая ответственность монтажа необходима при установке приводной станции и роликового става в плане.

При установке приводных барабанов не допускается отклонение от перпендикулярности осей барабана и конвейера более чем на 0,5 мм на 1000 мм длины, смещение середины барабана относительно продольной оси конвейера должно быть не более 2 мм, жесткие требования предъявляются и к натяжным и к отклоняющим барабанам.

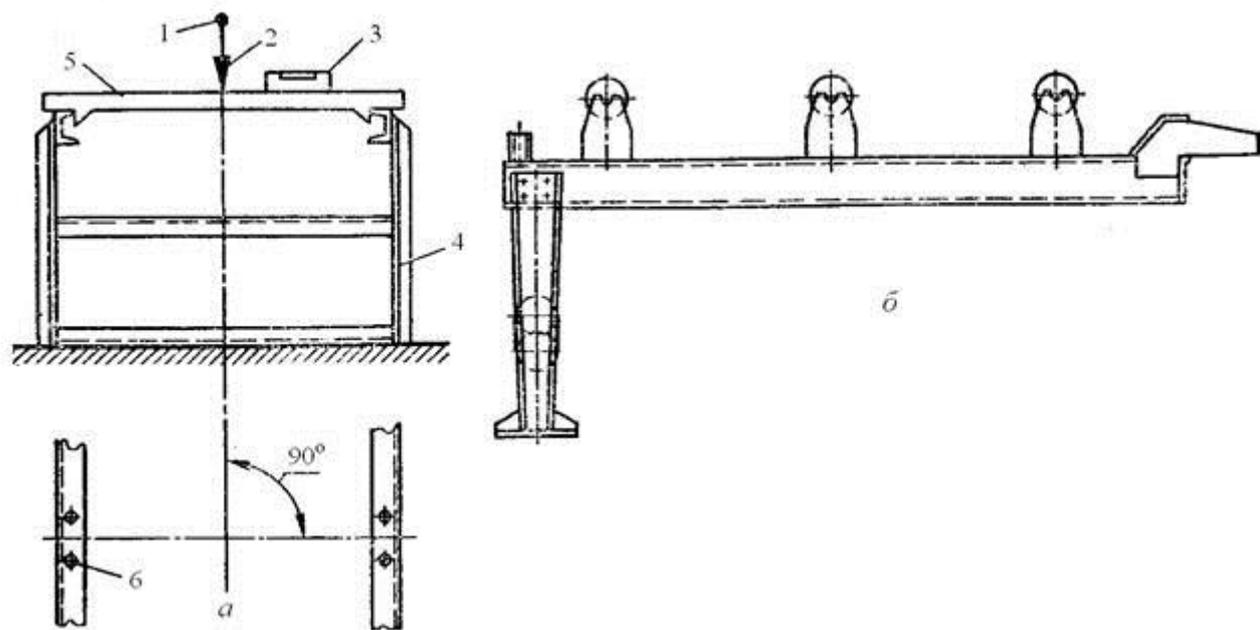


Рис. 43. Схема подготовки металлоконструкции к монтажу:

a – подготовка к монтажу; *б* – секция конвейера;

1 – ориентир; 2 – отвес; 3 – уровень; 4 – металлоконструкция; 5 – шаблон; 6 – отверстия

Отклонение середины роликоопоры от продольной оси конвейера не должно превышать 3 мм. Опорная поверхность под роликоопоры должна быть прямолинейной (отклонение не более ± 1 мм на 1000 мм длины), ролики должны легко вращаться.

После холостого испытания приводов, натяжных устройств и другого оборудования приступают к монтажу конвейерной ленты. Необходимая длина ленты (м) определяется по формуле

$$L = \sum R_i \alpha_i + \sum L_i + L_T + l_c$$

где R_i – радиус огибания лентой барабанов, м;

α_i – угол изгиба ленты, град;

L_i – длина прямолинейных участков, м;

L_T – длина огибания барабанов разгрузочной тележки (если она имеется), м;

l_c – длина стыка, м.

Для укладки ленты на обеих ветвях конвейера рулон ленты устанавливают со стороны концевой станции. Конец ленты прикрепляют к стальному канату, длина которого не меньше удвоенной длины конвейера (рис.44).

Канат укладывают на роликоопоры холодной ветви, перекидывают через головной барабан и протягивают по роликоопорам грузовой ветви к лебедке.

При наматывании каната на барабан лебедки лента сматывается с рулона и укладывается на грузовой, а затем, обогнув концевой барабан, на холодной ветви конвейера.

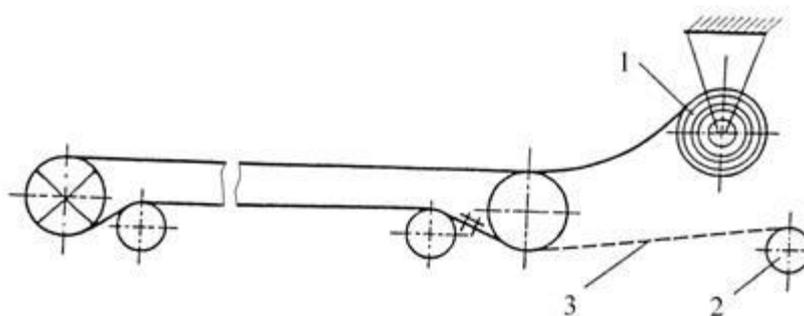


Рис. 44. Схема навески ленты с помощью привода и лебедки:
1 – рулон ленты; 2 – барабан лебедки; 3 – канат

После монтажа всех узлов и электрооборудования производится тщательный осмотр и обкатка конвейера.

Перед опробованием конвейера вхолостую в течение 3–4 часов необходима установка защитных кожухов, бортов, течек, воронок, очистных устройств. Лента должна быть натянута расчетным усилием. При этом проверяется работа механизмов, нагрев подшипников, вращение роликов, отсутствие течи масла из редуктора, контроль правильности движения ленты (рис. 45). При сходе ленты с приводного барабана или с роlikоопор конвейер останавливают.

При опробовании под нагрузкой в течение 12 часов выполняются аналогичные проверки и регулировки, как при опробовании вхолостую.

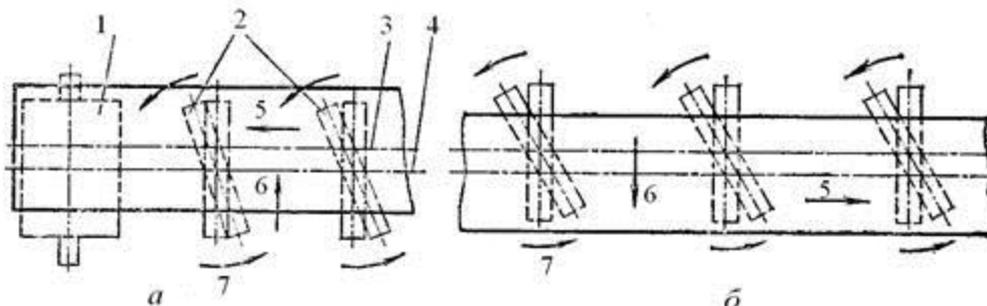


Рис. 45. Регулировка верхних роlikоопор ленточного конвейера при сходе ленты:
а – с приводного барабана; б – в средней части;

1 – приводной барабан; 2 – роlikоопоры; 3, 4 – оси ленты и конвейера;
5, 6, 7 – направления движения ленты, ее схода и разворота роlikоопор

Для попадания груза на середину ленты необходимо соблюдать правильность загрузки и разгрузки конвейера и положения загрузочных устройств. Просыпание груза в местах разгрузки устраняют регулированием приемных устройств. При опробовании наклонных конвейеров под нагрузкой (при полностью загруженной ленте) проверяют работу тормозов и остановов, препятствующих движению загруженного конвейера в обратном направлении при выключении двигателя. Натяжение ленты регулируется в соответствии с ее загрузкой.

8. Техническое обслуживание механизмов и деталей конвейеров

Техническое обслуживание конвейеров включает: осмотр всех элементов конвейера; проверку правильности их работы; регулировку механизмов; ремонт механизмов и деталей.

Техническое обслуживание конвейеров производят визуально при холостом ходе и остановках, во время передачи смены машинистами и дежурными слесарями, при осмотре проверяют: наличие повреждений ленты; прочность стыка; состояние обкладки бортов; качество очистки ленты; прилегание ленты к роlikам; правильность хода ленты, загрузки и разгрузки; отсутствие заштыбовки, чрезмерного провисания между роlikоопорами.

Посадочные места под подшипники качения на оси роlikов, рабочие поверхности барабанов и роlikов подвергаются механическому и абразивно-механическому износу, в результате чего происходит изменение их начальных размеров, искажение геометрических форм, появление рисок и задиров. Причиной дефектов является трение поверхностей деталей при значительных давлениях в присутствии абразивной пыли. Сопрягаемые поверхности роlikоопор воспринимают динамические и знакопеременные нагрузки, в них возникают различного рода напряжения, в ряде случаев они подвергаются интенсивному старению и износу.

При осмотре конвейера проверяют наличие повреждений ленты, качество ее очистки, прилегание к роликam, правильность хода, разгрузки и загрузки, отсутствие заштыбовки, чрезмерного провисания между роликoопорами и опасности пробуксовки.

Плохая очистка ленты ускоряет ее износ, поэтому очистные устройства должны быть тщательно отрегулированы. Мелкий ремонт ленты выполняют на месте, а при крупных повреждениях на большой длине ленту или ее отдельные участки заменяют.

Сход ленты в сторону должен быть устранен, так как он ведет к повреждению кромок ленты и просыпанию груза на холостую ветвь с переносом на натяжную станцию и заштыбовкой ленты. Эксплуатация при ослабленном натяжении ленты приводит к энергетическим потерям, снижает срок службы ленты и является причиной пробуксовки на приводном барабане, которая ведет к интенсивному износу ленты и футеровки барабана. При работе зимой необходимо следить за тем, чтобы не было обледенения барабанов и ленты.

Техническое обслуживание роликoопор ленточных конвейеров предусматривает их периодический осмотр, регулировку и замену.

При осмотре приводных станций необходимо следить за износом футеровки приводных барабанов, наличием масла в редукторе, состоянием муфт, тормозов и остановов

ТО барабанов ленточных конвейеров предусматривает их осмотр, регулировку и смазку. При осмотре проверяют состояние подшипников по внешним признакам (шум, нагрев) и футеровки (износ, обрыв). Поврежденную футеровку ремонтируют или заменяют на месте без демонтажа барабана. Для устранения нагрева проверяют и регулируют положение барабана, проверяют состояние подшипников. Неисправности подшипниковых узлов происходят из-за отсутствия, избытка или загрязнения смазки, перекоса самого подшипника.

Натяжные устройства при техническом обслуживании осматривают и устраняют неисправности.

При ТО металлоконструкций проводится тщательный осмотр характерных зон возможных повреждений, все расчетные сварные швы, заклепочные и болтовые соединения и другие места вероятного появления трещин: резкие изменения сечений элементов; места примыкания ребер, накладок, косынок; концы сварных швов и места с изменением их толщины и формы.

При обнаружении трещин в ответственных местах металлоконструкций машину не допускают к работе; если дефекты не представляют опасность для нормальной работы машин и обслуживающего персонала, их исправление можно приурочить к очередному ремонту.

9. Ленточные конвейеры специальных типов с резиновой лентой

Передвижные и переносные конвейеры. Передвижной ленточный конвейер состоит из тех же элементов, что и стационарный, но дополнительно имеет колесный ход и механизм изменения угла наклона. Переносные конвейеры имеют малую длину (до 5 м) и незначительную массу; их переносят с места на место вручную. Роликoопоры – желобчатые, иногда сплошной настил. Привод – от электродвигателя со встроенным редуктором с клиноременной или цепной передачей. Натяжное устройство – винтовое. Металлоконструкция – сварная из легкого фасонного проката.

Основным недостатком является ручная загрузка, поэтому обычно передвижные и переносные ленточные конвейеры работают в комплексе с погрузочными машинами. Передвижные и переносные конвейеры применяют на складах, железнодорожном и водном транспорте и строительстве. На конвейерах используют резинотканевую ленту с гладкой и рифленой поверхностью, с бортами и перегородками.

Конвейеры магистральные предназначены для транспортирования горной массы по прямолинейным в плане горным выработкам с углами наклона от минус 10 градусов до плюс 22 градусов в плане, в том числе опасным по газу и пыли. Для увеличения длины конвейеров, уменьшения разрывной прочности применяемой ленты, конвейеры могут комплектоваться промежуточными приводами.

Ленточные конвейеры для поточного производства (рис. 46) применяются для пооперационного перемещения изделий в поточном производстве швейной продукции, приборов, часов и других изделий. Их отличительные особенности – объединение станины со столиками рабочих мест; полное ограждение всех движущихся частей; малая скорость движения (0,2–0,5 м/с). Конвейер имеет резинотканевую ленту шириной 400–800 мм, прямые роликoопоры или сплошной настил.

Привод – однобарабанный, приводной механизм размещается под барабаном, натяжное устройство – винтовое.

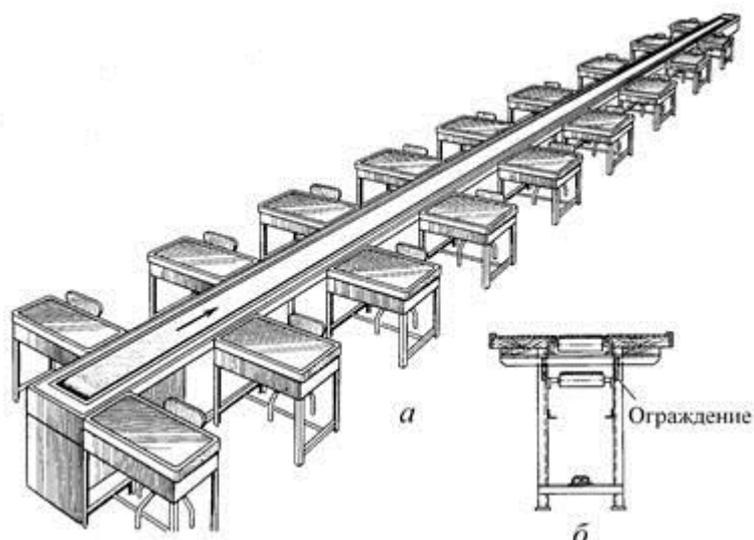


Рис. 46. Ленточный конвейер для пооперационного перемещения изделий между рабочими местами: *а* – общий вид; *б* – поперечное сечение

Телескопические ленточные конвейеры – это конвейеры с переменной длиной транспортирования при одной и той же длине общего замкнутого контура ленты. Длина конвейера (рис. 47) изменяется путем перемещения комплекта отклоняющих и натяжных барабанов.

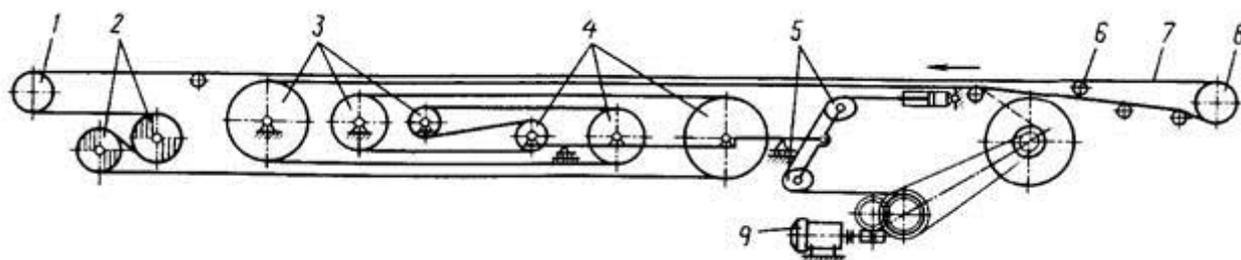


Рис. 47. Схема телескопического ленточного конвейера:
 1 – передний барабан; 2 – привод; 3 – неподвижные барабаны; 4 – подвижные барабаны;
 5 – натяжное устройство; 6 – роlikоопоры; 7 – лента; 8 – задний концевой барабан;
 9 – привод телескопического устройства

Ленточные конвейеры для крупнокузовых грузов имеют высокую производительность (до 3500 т/ч) и большую протяженность трассы. Перемещают грузы с кусками размером 600–800 мм, массой до 500 кг. Имеют прорезиненную ленту повышенной надежности и высокой амортизирующей способности.

Имеют специальное загрузочное устройство, способное принимать нагрузки от падения тяжелых грузов; комплект роlikоопор, закрепленных на упругой станине. Привод и натяжное устройство – общего типа.

Загрузка производится пластинчатым или кареточным питателем, на направляющей стенке загрузочного устройства установлена решетка для просева мелочи.

Ленточные конвейеры с бесконтактной опорой ленты на воздушной подушке (под действием давления воздуха), на магнитной подушке (под действием магнитного поля).

Бесконтактная опора ленты (рис. 48) обеспечивает экономию металла и расхода энергии, значительно снижает сопротивления движению ленты, упрощает ремонт и обслуживание, позволяет увеличить скорость перемещения, производительность и длину транспортирования.

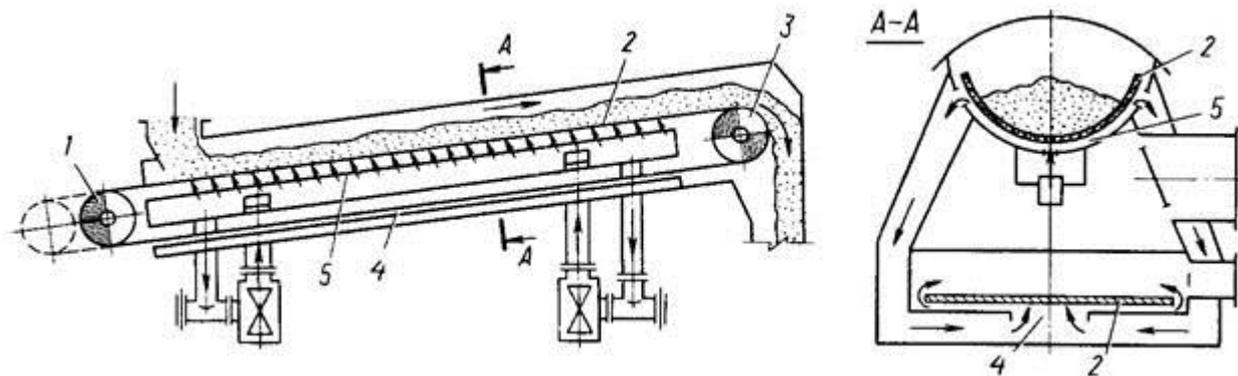


Рис. 48. Схема конвейера с лентой на воздушной опоре:
1 – натяжной барабан, 2 – лента, 3 – приводной барабан, 4, 5 – воздушные камеры

Преимущества воздушной опоры ленты: применение стандартной ленты; возможность перемещения грузов широкого ассортимента (кроме пылящих).

Недостатки воздушной опоры ленты: необходимость установки дополнительного оборудования; падение давления воздуха вдоль трассы (особенно при большой длине конвейера); дополнительный расход энергии на подачу воздуха; возможность нарушения поддержки ленты при местной перегрузке.

На ленточных конвейерах с магнитной опорой ленты вместо роликоопор установлены постоянные пластинчатые электромагниты; лента имеет свойство постоянного магнита благодаря введению в обкладочную резину магнитного порошка и сохраняет свои свойства до 10 лет.

Преимущества магнитной опоры ленты: возможность применения серийно изготовленных электромагнитов; постоянное действие силы магнитов вдоль всей трассы конвейера; отсутствие проводки; простота устройства опор; бесшумность и экономичность конструкции и обслуживания. Недостатки магнитной опоры ленты: использование специального устройства для магнитной опоры ленты; ограничение ассортимента транспортируемых грузов.

Ленточные конвейеры повышенной производительности. Повышение производительности конвейера наиболее эффективно достигается путем увеличения емкости ленты. Наибольшего увеличения производительности можно достичь использованием ленты с гофрированными бортами. Рабочая ветвь ленты с бортами опирается на прямые или желобчатые роликоопоры, обратная ветвь – на укороченные прямые или дисковые. Лента и борта очищаются вращающимися щетками.

Ленточные конвейеры безроликовые предназначены для транспортирования пылевидных продуктов и асбестовых концентратов с плотностью 0,2–1 т/м³ в горизонтальном и наклонном (до 12°) направлениях. Особенностью конвейера является то, что лента по направляющим движется внутри корпуса, состоящего из секций герметически соединенных между собой. Преимущества: герметичность конструкции, позволяющая транспортировать легкопылящие материалы; удобство эксплуатации и обслуживания благодаря простой конструкции.

Ленточные конвейеры с увеличенным углом наклона. Увеличить угол наклона возможно: увеличением коэффициента трения груза о поверхность движущейся ленты; повышением давления между грузом и лентой; устройством на ленте поперечных перегородок; созданием магнитного притяжения.

Существуют крутонаклонные двухленточные конвейеры (с грузонесущей и прижимной лентами) и трубчатые конвейеры (лента при помощи направляющих роликов свернута в трубу). Для увеличения коэффициента трения груза поверхность ленты выполняют с насечками.

Наибольшее распространение имеют рифленые ленты с шевронным расположением рифлей высотой 5–10 мм. Для мелкокусковых грузов применяют ленты с рифлями лопастеобразного очертания высотой 20–35 мм. Основное преимущество рифленой ленты – возможность использования на том же оборудовании, что и ленты с гладкой поверхностью. Очистка рифленой ленты производится вращающейся щеткой или гидросмывом.

Стыковка концов ленты производится в обычных вулканизационных прессах. Для крутонаклонного и вертикального транспортирования насыпных грузов применяют ленту с гофрированными бортами и перегородками, которые образуют замкнутую емкость.

Z-образные конвейеры (рис. 49) обеспечивают перемещение насыпных грузов в вертикальном и крутонаклонном направлениях.

Схемы трасс конвейеров (рис. 50): *ST*-образный – прямой с постоянным или изменяемым углом наклона; *L*-образный – наклонный с горизонтальным загрузочным участком; *Z*-образный – наклонный с горизонтальными загрузочными и разгрузочными участками; *L*-образный – наклонный с горизонтальным разгрузочным участком.

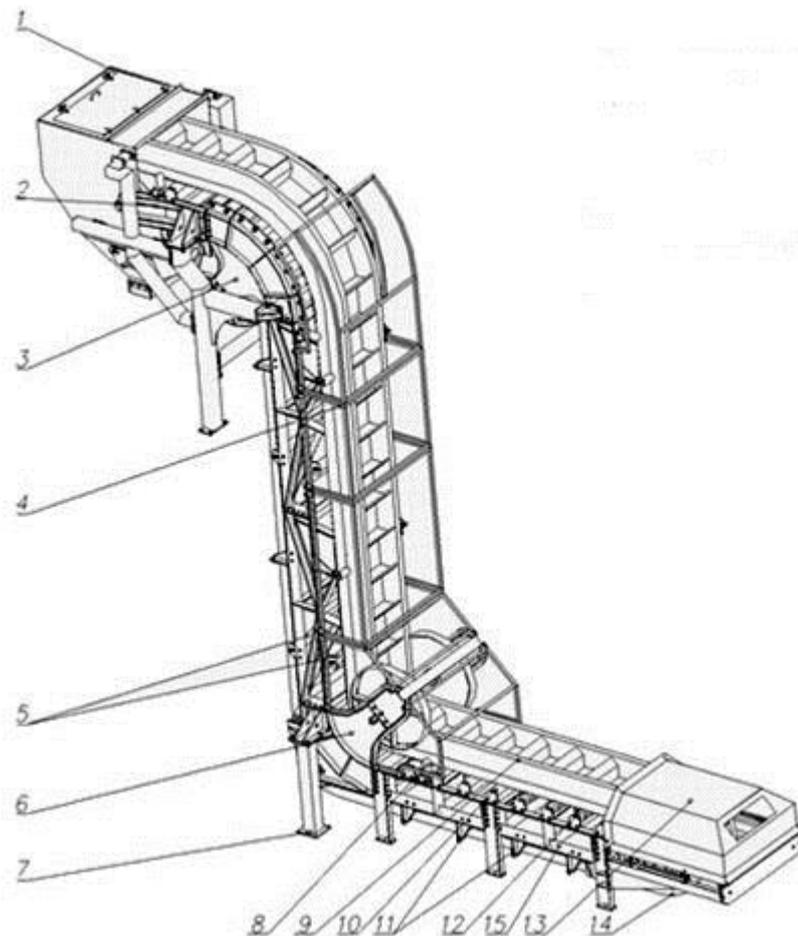


Рис. 49. Конструктивная схема Z-образного конвейера:
 1 – бункер; 2 – приводная станция; 3 – оголовок; 4 – сетчатое ограждение;
 5 – успокаивающие ролики; 6 – прижимающая станция; 7 – опора;
 8 – дефлекторный ролик; 9 – лента с ребрами и гофробортом; 10 – ролик;
 11 – поддерживающие ролики; 12 – амортизирующий ролик;
 13 – кожух натяжной станции; 14 – натяжная станция; 15 – рама



Рис. 50. Схемы трасс Z-образных конвейеров

Трубчатые конвейеры. В своей основе трубчатый конвейер является усовершенствованной версией обычного ленточного конвейера, где конвейерная лента установлена таким образом, что в поперечном сечении образует контур почти правильной окружности, принимая трубообразную форму. Укрепленные на рамах в виде шестиугольника роlikоопоры окружают и удерживают ленту на участках между приводной и разгрузочной, между возвратной и натяжной станциями.

Благодаря упругости ленты ее кромки соединены внахлестку и плотно прижаты друг к другу. Большая плотность соединения кромок защищает окружающую среду от загрязнения (просыпи или пыли), а груз – от воздействия природных факторов: ветра или осадков. Скопление груза под нижней ветвью там, где лента имеет трубообразную форму, исключено.

Перед приводным, натяжным и возвратным барабанами труба раскрывается, и лента, принимая плоскую форму, их свободно обегает. Полная закрытость конвейера предупреждает разбрасывание груза с грузовой и потерю с возвратной ветвей, т. к. с роlikоопорами контактирует только чистая сторона ленты. Закрытая система обеспечивает экологическую приспособленность к окружающей среде и возможность устройства трассы с изгибами в трехмерном пространстве, а также гарантирует надежную транспортировку грузов разного объемного веса, влажности, размера частиц.

Свойство конвейерной ленты, сформированной в трубу, допускать изгиб в трехмерном пространстве, дает возможность проектировать конвейерную систему на базе непрерывной ленты, без дополнительных

пересыпных станций. Скорость трубчатой конвейерной ленты может значительно превышать скорость обычной ленты.

Трубчатая форма обеспечивает: меньшее провисание между соседними роlikоопорами; герметизацию груза, исключая просыпи. Трубчатый конвейер имеет много общего с обычным ленточным конвейером: привод, НУ и загрузочное устройство являются одинаковыми, возможна промежуточная загрузка и разгрузка; при транспортировании липких грузов требуются очистные устройства, энергопотребление ниже, чем у обычного конвейера.

10. Ленточные конвейеры с металлическими лентами

Ленточные конвейеры со стальной лентой. Применяются на предприятиях пищевой промышленности; при производстве бетонных плит, листов пластмассы, в моечных, сушильных, холодильных установках. Углы наклона конвейера со стальной лентой на 2–5° меньше, чем у конвейеров с прорезиненной лентой, концевые и отклоняющие барабаны большего диаметра. Концы стальной ленты соединяют внахлестку заклепками или сваркой.

Ленточные конвейеры с проволочной лентой подобны конвейерам с прорезиненной лентой, но имеют проволочную ленту различных типов, применяются для транспортирования штучных и кусковых грузов через закалочные, нагревательные, обжиговые и сушильные печи; для выпечки хлебных и кондитерских изделий; в моечных, обезживающих, охладительных, сортировочных и других установках.

11. Примеры существующих ленточных конвейеров

Примеры ленточных конвейеров приведены на рис. 51–53.

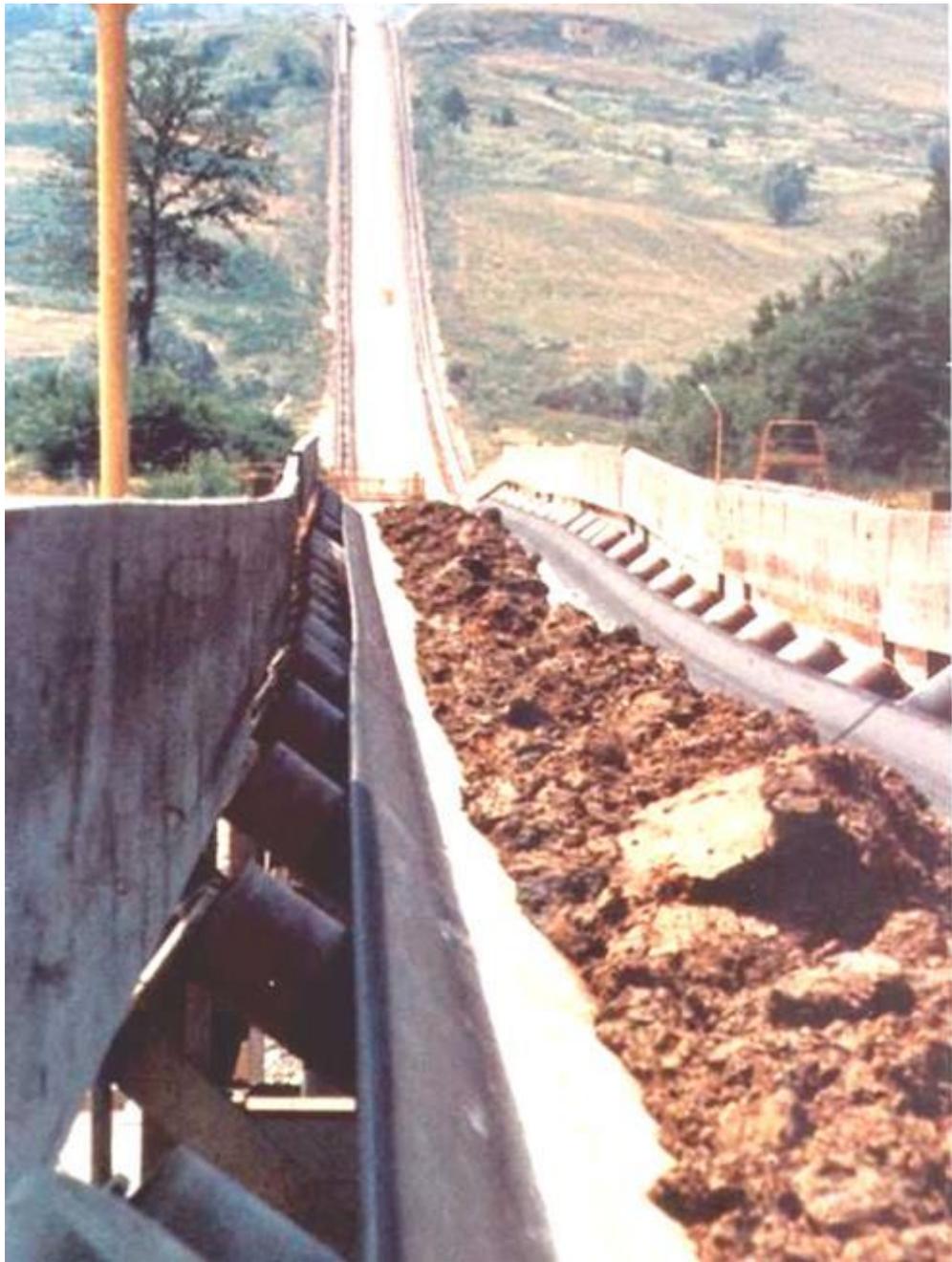


Рис. 51. Ленточный конвейер большой протяженности со сложной трассой



Рис. 52. Переносной ленточный конвейер для легких штучных грузов со сплошным поддерживающим настилом



Рис. 53. Ленточный наклонный конвейер для штучных грузов