

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра технологии пищевых производств

Е.В. Волошин

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ТРАНСПОРТИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья

Оренбург
2019

УДК 664.72 (075.8)
ББК 36.821 я 73
В 68

Рецензент – кандидат технических наук, доцент С.В. Антимонов

Волошин, Е.В.
В 68 Исследование работы транспортирующего оборудования: методические указания / Е.В. Волошин; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019 – 41 с.

Методические указания предназначены для проведения лабораторных работ по дисциплине «Современные транспортные системы» очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 19.03.02 Продукты питания из растительного сырья по общему профилю подготовки.

УДК 664.72 (075.8)
ББК 36.821 я 73

© Волошин Е.В., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

Введение.....	4
1 Лабораторная работа №1 Исследование работы ленточного транспортера... 5	5
1.1 Классификация и выбор типа подъемно-транспортных машин	5
1.2 Тяговые элементы ленточных транспортеров.....	6
1.3 Опорные и направляющие устройства.....	7
1.4 Приводные устройства	10
1.5 Натяжные устройства	12
1.6 Загрузочные и разгрузочные устройства.....	14
1.7 Устройство ленточных транспортеров	16
1.8 Расчет ленточного транспортера	20
1.9 Задание	29
2 Лабораторная работа №2 Исследование работы ковшовой норрии	31
2.1 Общие сведения и устройство ковшовых норрий	31
2.2 Типы ковшовых норрий.....	35
2.3 Расчет ковшовой норрии	36
2.4 Задание	39
Список использованных источников	41

Введение

Транспортные и технологические линии любого предприятия связаны друг с другом и представляют собой единую систему. Поточный метод производства, характерный для современных предприятий, основан на конвейерной передаче грузов или изделий от одной технологической операции к другой. Поэтому машины непрерывного транспорта являются составной и неотъемлемой частью технологического процесса; они обеспечивают ритмичность производства, способствуют повышению производительности труда и увеличению выпуска продукции. Кроме того, они главные средства комплексной механизации и автоматизации основного и вспомогательного производства.

Хлебоприемные и зерноперерабатывающие предприятия выполняют много различных работ с зерном, начиная с его приема и кончая отгрузкой потребителям зерна или продуктов его переработки. На всем этом пути зерно при помощи машин и механизмов перемещается по различным направлениям.

Среди подъемно-транспортных машин наибольшее распространение в отраслях промышленности массового производства, куда входят зерноперерабатывающая и пищевая промышленность, получили машины непрерывного транспорта. Они - неотъемлемая составная часть механического оборудования предприятий зернопродуктов.

1 Лабораторная работа №1 Исследование работы ленточного транспортера

Цель работы: изучение конструкций ленточных транспортеров, приобретение практических навыков их расчета.

1.1 Классификация и выбор типа подъемно-транспортных машин

Промышленный транспорт по территориальному признаку разделяют на две основные группы - внешний и внутренний.

Внешний транспорт обеспечивает доставку на предприятие сырья, топлива, строительных материалов. Кроме того, им же отправляют с предприятия готовую продукцию и отходы производства. К внешнему относят все магистральные виды транспорта, такие, как железнодорожный, автомобильный, водный, трубопроводный и т.д.

Внутренний (внутризаводской) транспорт выполняет все операции по перемещению грузов в пределах территории предприятия, его подразделяют на межцеховой и внутрицеховой.

По назначению и положению на производственной площадке подъемно-транспортные машины подразделяют на стационарные, занимающие определенное место, и передвижные, положение которых изменяется в зависимости от места погрузки или выгрузки грузов.

Следовательно, подъемно-транспортные машины весьма разнообразны как по конструкции, так и по типам; причем ту или иную операцию можно осуществить, как правило, несколькими различными видами машин. Выбор же наиболее оптимальной машины для конкретного случая является весьма ответственным этапом при разработке схем механизации того или иного предприятия. Имеется ряд основных критериев, которым должна отвечать выбираемая машина. К ним относят: технические факторы; технико-экономическую эффективность применения машины; надежность работы машины в конкретных условиях; удовлетворение выбранного типа машины требованиям техники безопасности и охраны труда.

Основными техническими факторами, влияющими на выбор машины, являются:

1) вид и свойства груза, подлежащего транспортированию; требования к его сохранности, товарному виду и т.д. в значительной мере определяют тип машины и могут сразу уменьшить количество подъемно-транспортных машин, используемых в данном конкретном случае;

2) производительность, которую должна обеспечить выбираемая машина; различные машины, обеспечивающие одну и ту же производительность,

имеют разные габаритные размеры, массу, стоимость и т.д.; следует выбирать наиболее компактную и недорогую машину;

3) схема и длина трассы, по которой будет перемещаться груз; они также влияют на выбор типа подъемно-транспортной машины, так как некоторые машины позволяют перемещать груз прямолинейно и на небольшие расстояния, а другие допускают изменения направления перемещения как в плоскости, так и в пространстве;

4) характеристика технологического процесса; выбираемая машина должна по возможности обеспечить совмещение операций с технологическим процессом;

5) местные условия; они зависят от места установки машины, способа загрузки и разгрузки грузов и т.п.

1.2 Тяговые элементы ленточных транспортеров

Наибольшее распространение на зерноперерабатывающих предприятиях получили машины непрерывного транспорта с тяговым элементом. Их характерными особенностями являются простота устройства, несложная эксплуатация, надежность в работе, относительно небольшая стоимость. К основным типам машин непрерывного транспорта с тяговым элементом относят различные типы ленточных транспортеров.

Гибкость и собственная масса тягового элемента существенное влияние оказывают на мощность приводного устройства, причем для ее уменьшения необходимо обеспечить минимальную массу и достаточную гибкость тягового элемента.

Удлинение тягового элемента несущественно при огибании гладких барабанов и блоков, но имеет важное значение при передаче движения тяговому элементу от привода при помощи звездочек или многогранных блоков. В этом случае изменение его геометрических параметров может привести к несовпадению размеров тягового элемента и аналогичных размеров звездочек (блоков), ввиду чего нормальная работа машины будет нарушена.

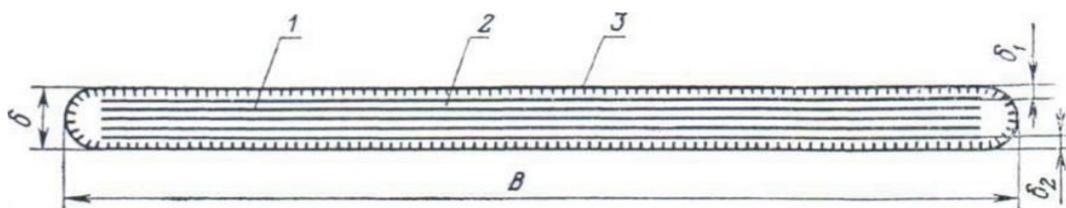
Физико-механические и химические свойства грузов, подлежащих транспортированию, также влияют на выбор тягового элемента, так как одни элементы чувствительны к температуре, другие к действию влаги, третьи быстро изнашиваются при перемещении мелкодисперсных грузов и т.д.

В качестве тяговых элементов в машинах непрерывного транспорта используют ленты, цепи, канаты.

В качестве несущего и тягового элемента применяют хлопчатобумажные ленты, пеньковые, текстильные, из верблюжьей шерсти, прорезиненные различных типов, металлические и на синтетической основе.

Чаще всего в машинах зерноперерабатывающих предприятий используют текстильную прорезиненную ленту (ГОСТ 20-85). Ее изготавливают из

нескольких слоев (прокладок) 1 хлопчатобумажной ткани (бельтинга), соединенных между собой вулканизированным слоем 2 из натурального или синтетического каучука (рисунок 1.1). Для предотвращения прокладок от механических повреждений и от действия влаги ленту снаружи покрывают слоем резины, называемым обкладкой 3.



1 - прокладка; 2 - слой натурального или синтетического каучука; 3 - обкладка.

Рисунок 1.1 - Сечение прорезиненной ленты с тканевыми прокладками

1.3 Опорные и направляющие устройства

Опорные и направляющие устройства необходимы для поддержания и уменьшения провеса наклонно и горизонтально расположенных тяговых элементов, а также для изменения направления их движения. При вертикальном перемещении опорные и направляющие устройства необходимы для устранения раскачивания тягового элемента.

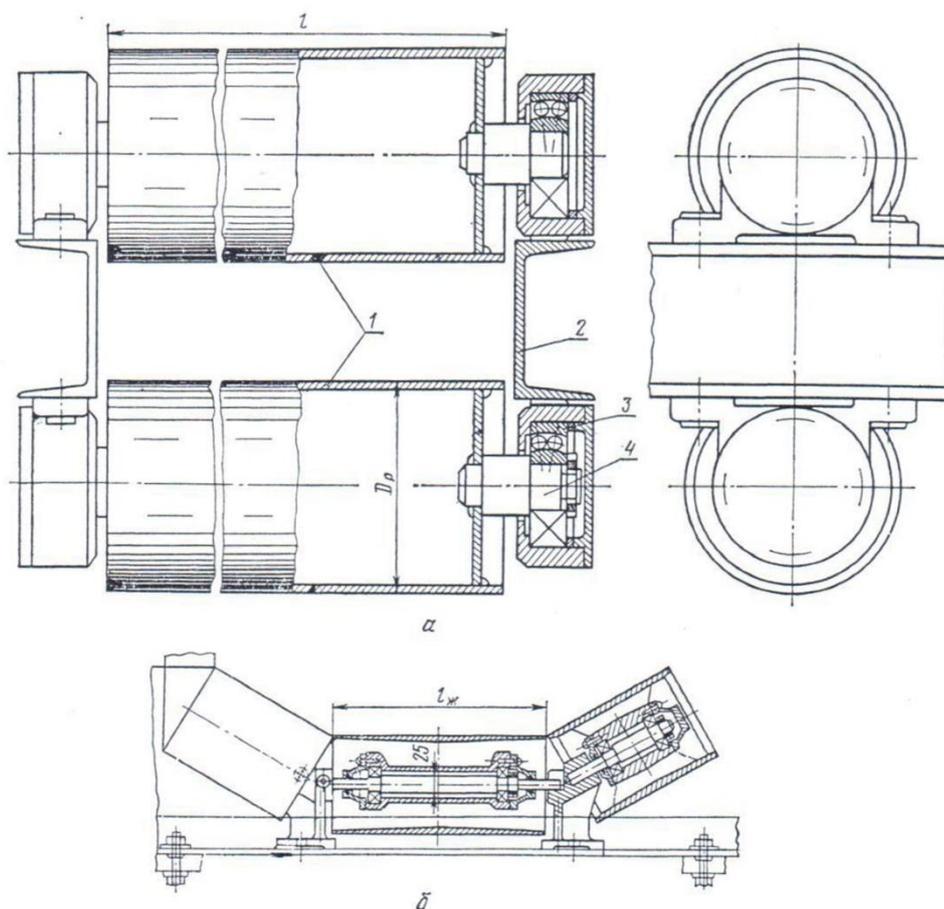
Опорные устройства. К ним относят роликовые опоры, стационарные поддерживающие, скользящие опоры и ходовые ролики. В качестве опорных устройств для лент иногда используют настил из листовой стали или дерева.

Прямые роликовые опоры (рисунок 1.2а). Для поддержания рабочей и нерабочей ветвей ленты при транспортировании штучных грузов и для поддержания только нерабочей ветви ленты при транспортировании сыпучих и кусковых грузов используют прямые роликовые опоры. Они представляют собой цилиндрический ролик 1, изготовленный обычно из отрезка стальной трубы, с двумя торцовыми дисками, в которые запрессованы с обеих сторон оси 4, посаженные в подшипники 3. Корпуса подшипников крепят к раме 2. Для облегчения прямые роликовые опоры могут быть выполнены из нескольких коротких роликов.

Желобчатые роликовые опоры (рисунок 1.2б). Для поддержания рабочей ветви ленты при транспортировании сыпучих и кусковых грузов используют желобчатые роликовые опоры. Серийно изготавливают такие опоры из трех, пяти и семи роликов.

Ось, на которой крепят ролики, может вращаться (рисунок 1.2а) или быть неподвижной (рисунок 1.2б). Преимуществом последнего типа роликовых

опор является то, что из-за благоприятных условий сборки можно использовать шариковые радиальные подшипники.



a - прямая; *b* – желобчатая; 1 - ролик; 2 - рама; 3 - подшипник; 4 – ось.

Рисунок 1.2 - Типы роликовых опор

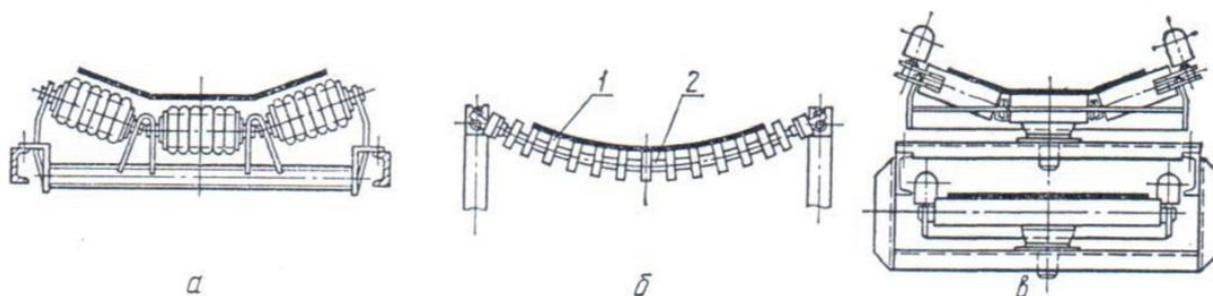
Техническая характеристика прямых и желобчатых роликовых опор, состоящих из трех роликов, приведена в таблице 1.1.

Следует помнить, что диаметр опорных роликов необходимо выбирать таким, чтобы момент от сил трения между роликом и тяговым элементом был больше момента сопротивления в подшипниках оси ролика. В противном случае лента будет скользить по роликам и быстро изнашиваться. Длина роликовой опоры должна быть на 100-150 мм больше ширины ленты.

Специальные роликовые опоры. К ним относят амортизирующие, центрирующие и подвесные опоры гирляндного типа. Пример амортизирующей желобчатой роликовой опоры с резиновыми кольцами показан на рисунке 1.3*a*. Роликовую опору гирляндного типа (рисунок 1.3*б*) с пластмассовыми дисками 1, вращающимися на гибкой оси 2, подвешивают на продольных балках станины. Эти опоры хорошо зарекомендовали себя в эксплуатации, так как из-за их эластичности и подпружинивания оси могут воспринимать толчки и ударные нагрузки, что предотвращает тяговый элемент от дополнительного износа.

Таблица 1.1 - Характеристика роликовых опор

Ширина ленты, мм	Диаметр ролика D_p , мм	Длина ролика		Масса опоры, кг	
		прямой опоры l , мм	желобчатой опоры $l_{ж}$, мм	прямой	желобчатой
400	83	450	150	10	15
500	102	550	180	14	22
650	102	700	230	20	27
800	127	850	280	30	47
1000	127	1150	380	40	60



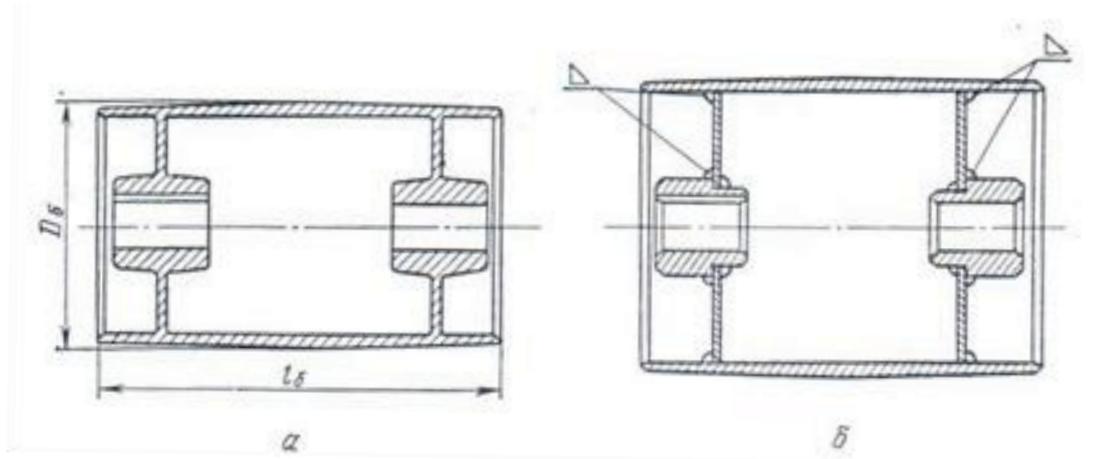
a - амортизирующая; b - гирляндного типа; c - центрирующая; 1 - диск; 2 - гибкая ось.

Рисунок 1.3 - Типы специальных роликовых опор

Центрирующие (самоустанавливающиеся) роликовые опоры (рисунок 1.3в) могут регулировать положение ленты относительно продольной оси транспортера; при смещении ленты в сторону опоры автоматически изменяют свое положение и тем самым центрируют ленту.

Направляющие устройства. К ним относят направляющие и ведущие барабаны (для лент). Барабаны для лент одновременно служат и для изменения направления движения, а приводные барабаны еще и для передачи тягового усилия.

Изготавливают барабаны или литыми из чугуна марки СЧ 12-28 (рисунок 1.4а), или сварными из стальных труб и дисков (рисунок 1.4б). Форма барабана оказывает влияние на правильность хода ленты; чтобы центрировать ее ход, барабаны выполняют бочкообразной формы. Выпуклость принимают равной 0,005 ширины ленты, но не менее 4 мм.



a - литой из чугуна; *б* - сварной.

Рисунок 1.4 - Барабаны для лент

1.4 Приводные устройства

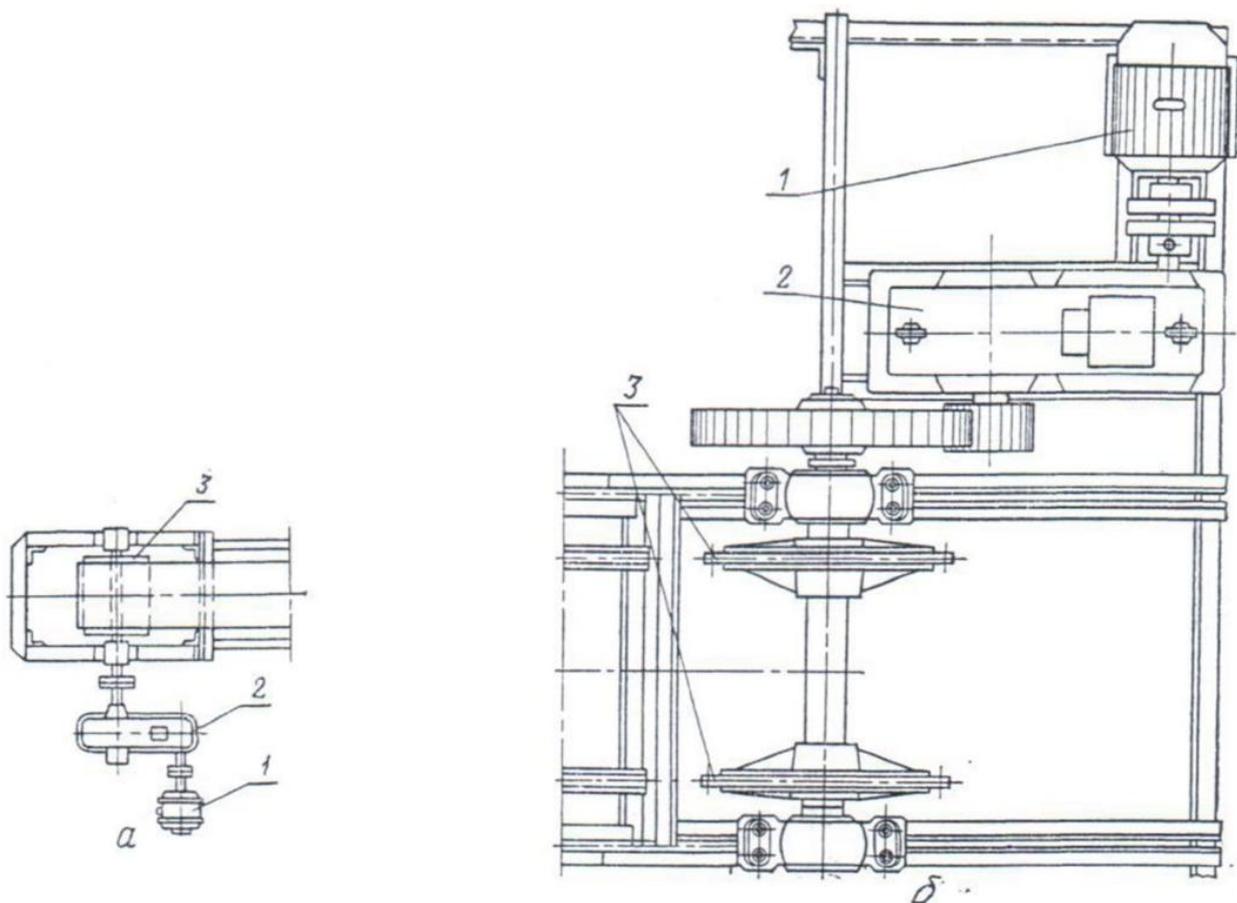
Приводные устройства в машинах непрерывного действия предназначены для передачи движения от электродвигателя к тяговому элементу, причем вращательное движение ротора электродвигателя преобразуется в поступательное движение тягового элемента.

К приводам машин непрерывного транспорта предъявляют следующие требования: компактность и простота конструктивного исполнения, высокий коэффициент полезного действия, простота и надежность эксплуатации.

Приводные устройства (рисунок 1.5) состоят из электродвигателя 1, промежуточной передачи 2 (редуктор, ременная передача, цепная передача, открытая зубчатая передача) и приводного элемента 3. Промежуточную передачу обычно получают комбинацией одной или нескольких передач. По способу передачи тягового усилия различают фрикционные приводы (рисунок 1.5*a*), передающие тяговое усилие трением, и приводы с передачей тягового усилия зацеплением (рисунок 1.5*б*).

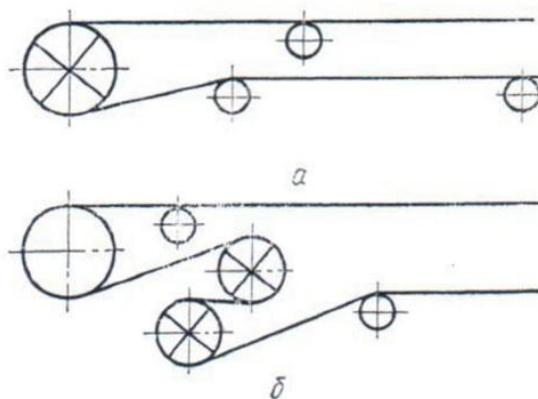
В приводах для лент в целях уменьшения предварительного натяжения, необходимого для создания требуемого окружного усилия, увеличивают угол обхвата приводного барабана. Для этого устанавливают отклоняющий ролик (рисунок 1.6*a*) или два приводных барабана, организуя так называемый тандем-привод (рисунок 1.6*б*). Первый барабан в таких приводах изнашивается быстрее второго, поэтому для выравнивания износа второй барабан выполняют с меньшим диаметром и сообщают ему несколько большую частоту вращения.

Для уменьшения габаритных размеров приводных устройств иногда используют барабаны со встроенным электродвигателем и редуктором.



a - при передаче тягового усилия трением; *б* - при передаче тягового усилия зацеплением: 1 - электродвигатель; 2 - промежуточная передача; 3 - приводной элемент.

Рисунок 1.5 - Приводное устройство



a - с отклоняющим роликом; *б* - с двумя барабанами.

Рисунок 1.6 - Приводное устройство

В приводах машин непрерывного транспорта применяют асинхронные электродвигатели трехфазного тока общего конструктивного исполнения типа АО и АОЛ с уплотнением от проникания пыли.

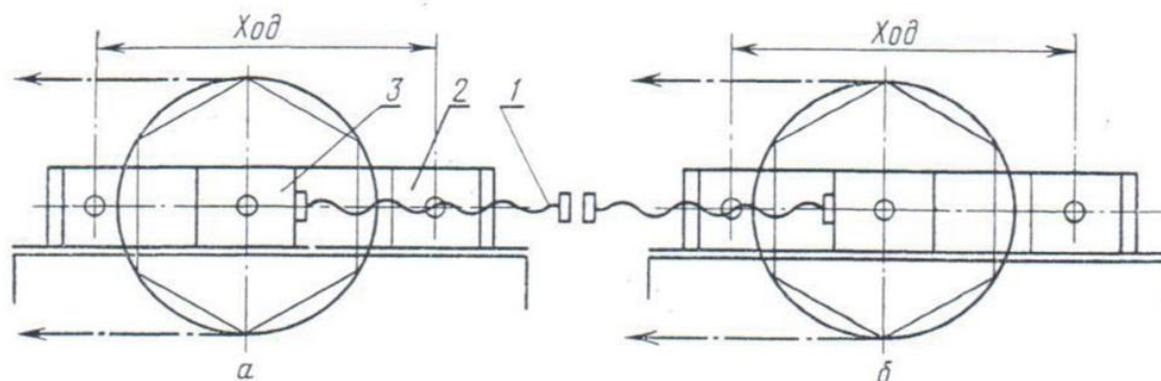
1.5 Натяжные устройства

Натяжные устройства служат для создания первоначального натяжения тягового элемента с целью обеспечения нормальной работы транспортирующей машины. Натяжное устройство состоит из поворотного элемента (барабан, блок, звездочка, шина), который огибает тяговый элемент, и натяжного механизма, соединенного с ползунами или тележкой, в которых закреплена ось поворотного элемента. Натяжной механизм, перемещая ползуны или тележку, натягивает тяговый элемент.

Величина первоначального натяжения зависит от типа привода: при фрикционном приводе для создания достаточной силы трения между барабаном (или блоком) и тяговым элементом первоначальное натяжение должно быть значительным, а при передаче зацеплением - небольшим.

В машинах непрерывного транспорта, используемых на зерноперерабатывающих предприятиях, применяют два типа натяжных устройств - механические и грузовые.

В механическом натяжном устройстве натяжение тягового элемента осуществляется при помощи натяжного или нажимного винта (рисунок 1.7а, б), колеса, зубчатой рейки и т.п. Механическое натяжное устройство устанавливают в транспортере небольшой длины (до 40-50 м) и с трассой несложной конфигурации.



а - с натяжным винтом; *б* - с нажимным винтом; 1 - винт; 2 - направляющие; 3 - корпус подшипника.

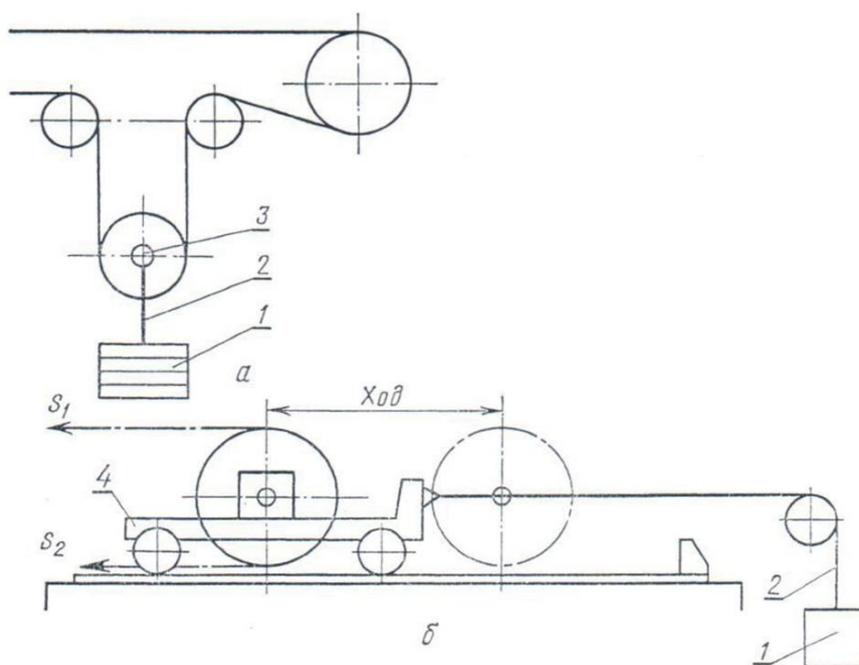
Рисунок 1.7 - Винтовые натяжные устройства

Работает такое устройство следующим образом. Вращая винт 1, заставляют его перемещаться вдоль направляющих 2 и увлекать за собой корпус 3 подшипника, в котором закреплен вал натяжного элемента (барабана, блока, звездочки).

Основным недостатком механических натяжных устройств является то, что они не обеспечивают постоянного натяжения тягового элемента.

Поэтому в процессе работы его необходимо периодически подтягивать. Достоинством таких устройств является простота конструкции и компактность.

Грузовое натяжное устройство лишено указанного выше недостатка. В этом устройстве груз 1 через подвеску 2 соединен с подвижными подшипниками 3 (рисунок 1.8а) или тележкой 4 (рисунок 1.8б). Под действием силы тяжести груза натяжной элемент перемещается и создает натяжение тяговому элементу. Таким образом, это устройство обеспечивает постоянное натяжение ленты, т.е. автоматически компенсирует удлинение тягового элемента, появляющееся во время работы.



а – вертикальное; б – горизонтальное; 1 – груз; 2 – подвеска; 3 – подшипник; 4 – тележка.

Рисунок 1.8 – Грузовые натяжные устройства

В зависимости от направления перемещения натяжного элемента грузовые натяжные устройства подразделяют на вертикальные (рисунок 1.8а) и горизонтальные (рисунок 1.8б).

Вертикальные натяжные устройства устанавливают, как правило, в нориях различных типов и в горизонтальных транспортерах значительной длины,

а горизонтальные натяжные устройства - в одном из концов горизонтальных и наклонных транспортеров.

Ход, обеспечиваемый тем или иным натяжным устройством, должен быть согласован с возможными величинами вытягиваемости тяговых элементов: в горизонтальных ленточных транспортерах ход должен составлять около 1,0 % от их первоначальной длины, а в вертикальных и наклонных транспортерах 1,5 %. Величину требуемого натяжного усилия определяют расчетом. Следует помнить, что надо создавать оптимальные силы натяжения тягового элемента. При недостаточной величине натяжного усилия ленточные транспортеры могут прекратить работу или их ход будет неровным. При сильном натяжении тягового элемента повышается расход энергии и увеличивается его износ.

1.6 Загрузочные и разгрузочные устройства

Загрузочные устройства. Служат для подачи груза к рабочим элементам транспортирующей машины. К загрузочным устройствам предъявляют следующие требования:

- 1) равномерность подачи груза;
- 2) величина скорости груза в направлении его перемещения при выходе из загрузочного устройства должна быть примерно равна величине скорости тягового элемента;
- 3) обеспечение наиболее полного заполнения ленты, желоба, ковшей и т.д. и устранение просыпи груза при загрузке.

Для подачи на ленту сыпучих грузов применяют загрузочные воронки (рисунок 1.9) с нижним лотком. Углы наклона стенок воронки делают несколько больше углов трения сыпучего груза о стенку воронки. Нижний лоток имеет угол наклона меньше угла трения, причем его располагают так, чтобы груз по нему соскальзывал на ленту. Ширину загрузочного лотка принимают более половины ширины ленты $[(0,5-0,65) B]$, а длина должна быть такой, чтобы в загрузочном устройстве успевал формироваться ровный слой груза.

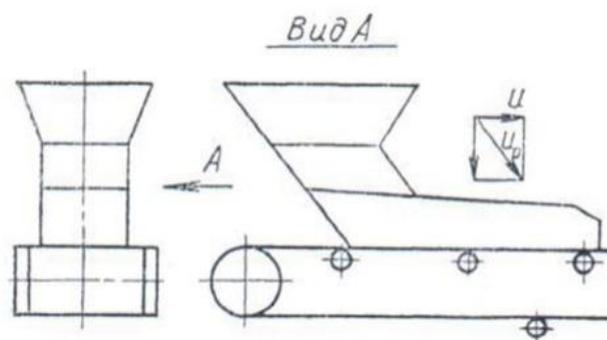
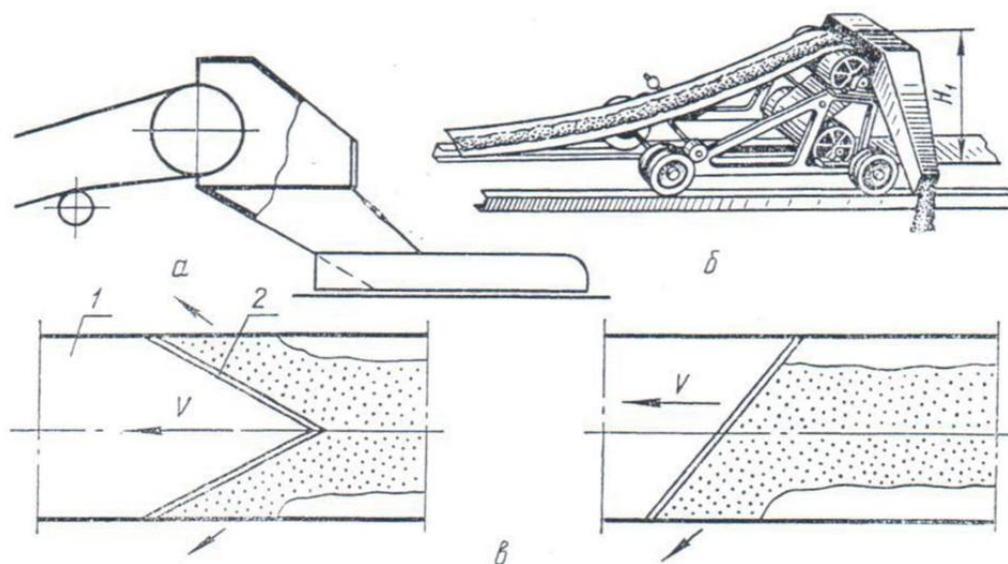


Рисунок 1.9 - Загрузочная воронка

Для устранения просыпи боковые направляющие загрузочного устройства обивают слоем кожи или резины. Поместив загрузочную воронку на тележку, можно обеспечить загрузку транспортера в любой точке трассы.

Разгрузочные устройства. Необходимы для бесперебойной разгрузки грузов как в конце, так и в промежуточных точках транспортера. Для приема сыпучих грузов, разгружаемых в конце трассы транспортера, используют сбрасывающие воронки (рисунок 1.10а), а для штучных грузов - желоба.

Аналогичный принцип разгрузки используют в двухбарабанных сбрасывающих тележках (рисунок 1.10б), в которых струя сыпучего груза попадает в воронку и через патрубки отводится в стороны. Разгрузочная тележка при помощи ручного, механического привода или привода от ленты может перемещаться на ходовых колесах вдоль транспортера, что обеспечивает возможность выгрузки груза в любом месте.



а - сбрасывающая воронка; б - двухбарабанная сбрасывающая тележка; в - плужковые сбрасыватели; 1 - лента; 2 - щит.

Рисунок 1.10 - Разгрузочные устройства

Для разгрузки сыпучих грузов используют также двухсторонние и одно-сторонние плужковые сбрасыватели (рисунок 1.10в), которые представляют собой щиты, установленные над лентой. Груз, доходя до щита, скользит по нему и сходит в сторону. Чтобы разгрузить транспортер в любой точке, плужковые сбрасыватели устанавливают на тележку.

Односторонние плужковые сбрасыватели используют также и для сбрасывания штучных грузов.

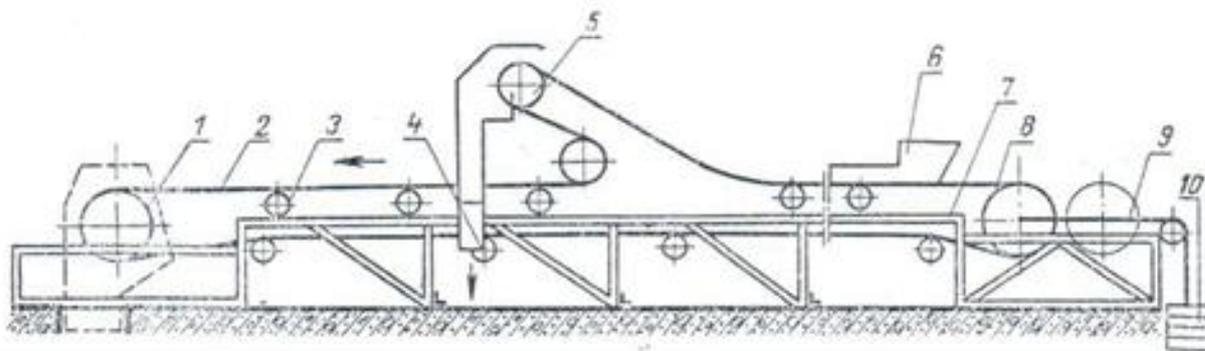
Сыпучий груз из цепных транспортеров обычно выгружают при помощи люков, которые устанавливают в нескольких местах трассы.

1.7 Устройство ленточных транспортеров

Любой ленточный транспортер состоит из замкнутого тягового элемента (ленты), являющегося одновременно и рабочим элементом, который перемещается по стационарным роликовым опорам и огибает направляющие устройства (рисунок 1.11). Верхняя ветвь ленты 2, на которой расположен груз (обычно ее называют рабочей ветвью), движется по стационарным желобчатым роликовым опорам 3. Нижняя часть ленты (обычно ее называют холостой) движется, опираясь на прямые роликовые опоры 4. Лента приводится в движение от приводного барабана 1, связанного через передаточный механизм с электродвигателем.

Движение ленты осуществляется за счет силы трения между приводным барабаном и лентой, которая возникает при обеспечении достаточного предварительного натяжения тягового элемента.

В показанном на рисунке транспортере использовано горизонтальное грузовое натяжное устройство, состоящее из натяжного барабана 8, связанного стальным тросом 9 с набором грузов 10. Роликовые опоры, приводное и натяжное устройство крепят к станине 7, изготовленной из стального профиля (уголок, швеллер). Груз на ленту поступает через устройство 6 и может быть выгружен с транспортера в любой точке при помощи разгрузочной тележки 5.

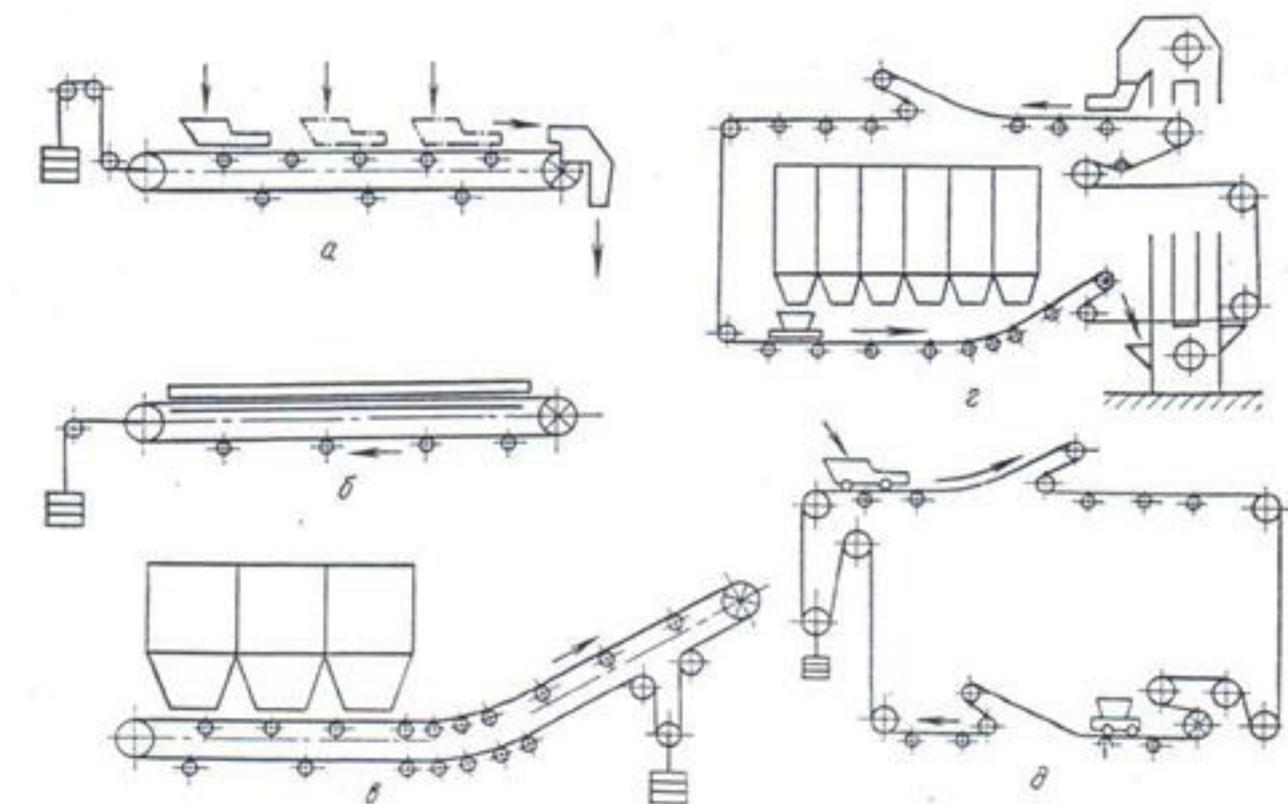


1 - приводной барабан; 2 - рабочая ветвь ленты; 3 - желобчатая роликовая опора; 4 - прямая роликовая опора; 5 - разгрузочная тележка; 6 - загрузочное устройство; 7 - станина; 8 - натяжной барабан; 9 - стальной трос; 10 - набор грузов.

Рисунок 1.11 - Надсилосный транспортер

Рассмотрим некоторые из схем ленточных транспортеров, применяемых на зерноперерабатывающих предприятиях. На рисунке 1.12а показана схема горизонтального ленточного транспортера, снабженного передвижным загрузочным устройством. Сыпучий груз разгружают через концевой (в данном случае он и приводной) барабан. Для создания предварительного натяжения ис-

пользуют горизонтальное грузовое устройство. Длина такого транспортера может достигать 300 м.



а - с загрузочным устройством; *б* - для мешков; *в* - подсилосный; *г* - с тяговым элементом, огибающим силосный корпус; *д* - распределительный.

Рисунок 1.12 - Схемы ленточных транспортеров

В горизонтальном ленточном транспортере для транспортирования мешков (рисунок 1.12*б*) опорное устройство для поддерживания рабочей ветви представляет собой настил из досок; направляющими устройствами для штучных грузов служат деревянные борты. Холостая ветвь перемещается по прямым роликовым опорам. Мешки разгружают через концевой барабан, натяжение ленты - через горизонтальное натяжное устройство.

На рисунке 1.12*в* показан подсилосный ленточный транспортер, имеющий горизонтальную и наклонную части. Загружать его можно из различных точек, расположенных по длине горизонтальной части транспортера. Приводная станция расположена в месте разгрузки сыпучего груза. Натяжение тягового элемента через вертикальное грузовое натяжное устройство с расположением его возле приводной станции.

Интересен ленточный транспортер (рисунок 1.12*г*), используемый на некоторых элеваторах. Тяговый элемент такого транспортера огибает весь силосный корпус, и обе ветви его рабочие. Схема предусматривает использование нескольких направляющих устройств, передвижного загрузочного устройства

на нижней ветви и двухбарабанного сбрасывателя на верхней ветви транспортера. Такая схема позволяет сэкономить длину ленты, уменьшить мощность привода, т.е. снизить капитальные затраты. Однако транспортеры указанной схемы работоспособны только с вертикальной частью, не превышающей 10 м.

На рисунке 1.12д показан распределительный транспортер, который используют, когда необходимо организовать прием груза из различных мест с подачей в разные места. Для этого на верхней и нижней части транспортера устанавливают передвижные загрузочные и разгрузочные устройства. Для создания предварительного натяжения используют вертикальное грузовое устройство. Если длина транспортера превышает 200 м, то монтируют два натяжных устройства.

Промышленность выпускает различные типы передвижных транспортеров с расстоянием между концевыми барабанами от 5 до 20 м. На хлебоприемных предприятиях нашли применение передвижные ленточные транспортеры ЛТ-8,5, ЛТ-10 и ЛТ-15 (таблица 1.2). Их применяют в цепочках транспортеров при погрузочно-разгрузочных работах.

Таблица 1.2 - Техническая характеристика передвижных ленточных транспортеров

Показатели	ЛТ-8,5	ЛТ-10	ЛТ-15
1	2	3	4
Производительность, т/ч	80	80	80
Рабочая длина, м	8,5	10,0	15,0
Высота сброса зерна, мм: при максимально поднятой станине при опущенной станине	3100 2800	4200 2800	5010 3000
Электродвигатель: мощность, кВт частота вращения, об/мин	4,5 950	4,5 950	7,0 970
Ширина ленты, мм	500	500	500
Габаритные размеры, мм: длина ширина	8800 1400	10200 1400	15600 1400
Масса, кг	740	900	1160

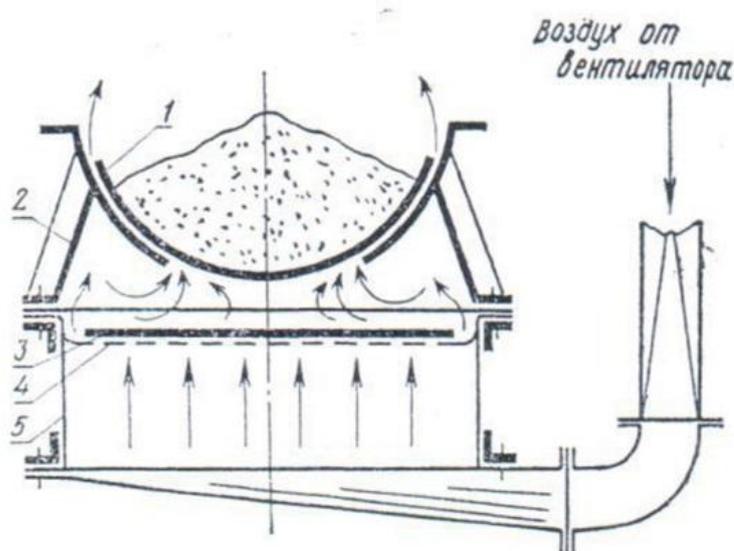
Ленточные транспортеры для штучных грузов отличаются от зерновых транспортеров более частым расположением роликовых опор на рабочей ветви (при транспортировании мешков расстояние между опорами 400-500 мм, чтобы

мешок находился не менее чем на двух роликовых опорах). Часто роликовые опоры заменяют сплошным настилом.

При перемещении мешков с мукой угол наклона транспортера обычно не превышает 17° ; при необходимости перемещения мешков под большим углом на ленту крепят деревянные или резиновые накладки, что позволяет увеличить угол подъема до 45° .

Желание снизить удельную энергоемкость при транспортировании сыпучих грузов ленточным транспортером и одновременно увеличить производительность заставляет конструкторов искать новые виды опорных устройств, имеющих меньшие коэффициенты сопротивления по сравнению с известными. Интересны недавно появившиеся ленточные транспортеры на воздушной подушке (рисунок 1.13). Рабочая ветвь ленты 1 при своем движении опирается на опорное устройство 2, выполненное в виде желоба и снабженное по всей длине прорезью. Холодная ветвь ленты 3 при движении опирается на плоское перфорированное металлическое дно 4, под которым расположена воздухораспределительная коробка 5.

Применение вентилятора требует дополнительных затрат энергии, что естественно снижает получаемый эффект. [1,2]



1 - рабочая ветвь ленты; 2 - опорное устройство; 3 - холодная ветвь ленты; 4 - металлическое дно; 5 - воздухораспределительная коробка.

Рисунок 1.13 - Схема ленточного транспортера на воздушной подушке

1.8 Расчет ленточного транспортера

Исходными данными для расчета и проектирования ленточного транспортера являются:

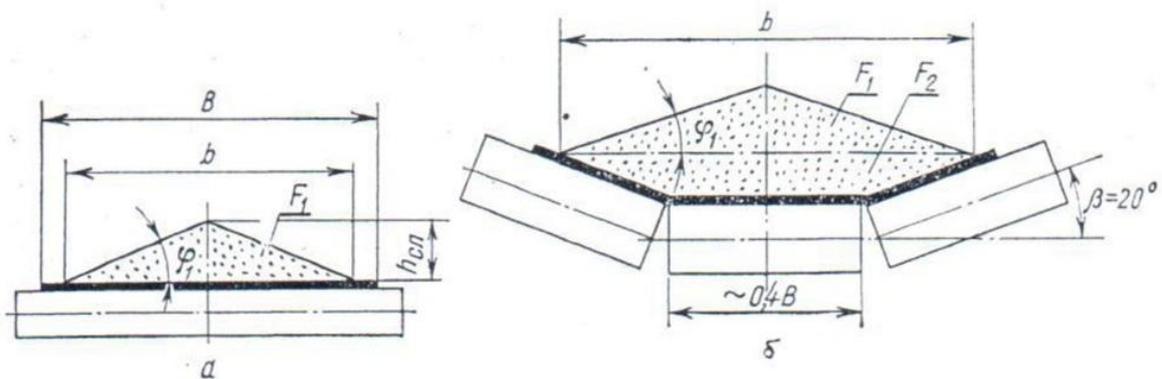
- 1) схема трассы с указанием основных размеров, мест загрузки, выгрузки и углов наклона;
- 2) производительность, условия и режим работы; характеристика перемещаемого груза.

Схема расчета ленточного транспортера будет следующей.

Определение ширины ленты. При транспортировании сыпучих грузов ширину ленты определяют в зависимости от расчетной производительности транспортера, вычисляемой по формуле 1.1.

$$Q = 3,6F\rho_M v. \quad (1.1)$$

В ней неизвестна площадь поперечного сечения груза на ленте, которая зависит от того, какие роликовые опоры поддерживают рабочую ветвь ленты. При движении ленты по прямым роликовым опорам (рисунок 1.14а) площадь поперечного сечения груза определяется как площадь равнобедренного треугольника с основанием $b = 0,8B$ и углами φ_1 при основании. Если бы груз лежал на неподвижной ленте, то угол при основании был бы равен углу естественного откоса, т.е. $\varphi_1 = \varphi$. Однако при движении из-за неизбежных колебаний ленты груз как бы «растекается», его сечение на ленте уменьшается. Практикой установлено, что для определения сечения груза на движущейся ленте следует принимать $\varphi_1 \approx 0,35\varphi$.



a - при прямых роликовых опорах; b - при желобчатых роликовых опорах.

Рисунок 1.14 - Сечение сыпучего груза на ленте

Тогда площадь сечения (m^2) груза на плоской ленте определится, как

$$F_{\text{пл}} = F_1 = \frac{bh_{\text{сл}}}{2} = \frac{0,8B \cdot 0,4B \tan \varphi_1}{2} = 0,16B^2 \tan 0,35\varphi . \quad (1.2)$$

При наличии у транспортера наклонного участка величину полученной площади сечения необходимо умножить на коэффициент C_n , учитывающий уменьшение площади сечения груза в результате рассыпания и уменьшения расчетной высоты слоя груза. Тогда

$$F_{\text{пл}} = 0,16C_n \cdot B^2 \tan 0,35\varphi . \quad (1.3)$$

Следует принимать следующие значения коэффициента C_n в зависимости от углов наклона а трассы.

Угол наклона, α , град.....	0-10	10-15	15-20	20-25
Коэффициент C_n	1,00	0,95	0,90	0,85

При движении ленты по желобчатым роликовым опорам площадь сечения груза на ленте определяется суммой площадей треугольника F_1 и трапеции F_2 (рисунок 1.14б). При использовании обычных роликовых опор (длина опоры $\approx 0,4B$ и угол $\beta = 20^\circ$), предназначенных для поддержания резиновых лент с прокладками из хлопчатобумажных тканей, площадь сечения (м^2) груза будет

$$\begin{aligned} F_{\text{ж}} = F_1 + F_2 &= 0,16C_n \cdot B^2 \tan 0,35\varphi + 0,0435B^2 = \\ &= B^2 0,16C_n \tan 0,35\varphi + 0,0435 . \end{aligned} \quad (1.4)$$

Подставляя полученные выражения площади сечения груза в формулу 1.1, получим:

при прямых роликовых опорах

$$B_{\text{пл}} = \frac{Q}{0,576C_n \tan 0,35\varphi \rho_m \cdot v} . \quad (1.5)$$

при желобчатых роликовых опорах

$$B_{\text{ж}} = \frac{Q}{(0,576C_n \tan 0,35\varphi + 0,157)\rho_m \cdot v} . \quad (1.6)$$

В формулах (1.5) и (1.6) Q имеет размерность т/ч, ρ_m - кг/м³, v - м/с, $B_{\text{пл}}$ - м и $B_{\text{ж}}$ - м.

Для грузов, содержащих крупные куски, ширина ленты (м) должна удовлетворять соотношению

$$B \geq 2,7 - 3,2 a_{\text{max}} . \quad (1.7)$$

если груз содержит до 15 % от общей массы куски размером a_{\max} , и соотношению

$$B \geq 3,3 - 4,0 a_{\max}. \quad (1.7)$$

если груз состоит преимущественно из кусков.
При транспортировании штучных грузов

$$B = b + 0,1, \quad (1.8)$$

где b - ширина груза, м.

Полученная при расчете ширина ленты должна быть округлена до ближайшей большей ширины по ГОСТ 20-85, откуда и берут также массу 1 м ленты q_l , приняв предварительно число прокладок. Ориентировочно массу 1 м ленты (кг) можно определить по формуле

$$q_l = 10 - 15 B, \quad (1.9)$$

где B - ширина ленты, м.

Выбор роликовых опор. Здесь главное правильно определить диаметр роликов и расстояние между опорами. Диаметр ролика должен быть таким, чтобы лента при движении не проскальзывала по ролику. Для этого должно быть выполнено условие (рисунок 1.15)

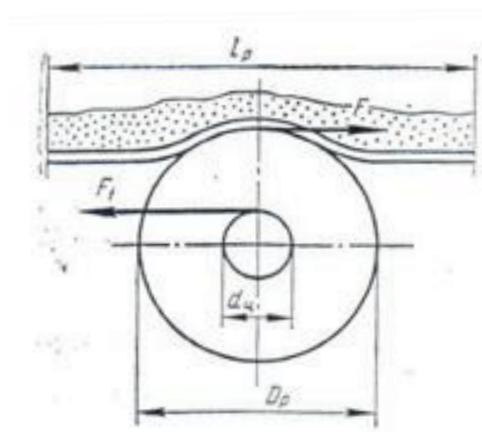


Рисунок 1.15 - Схема для определения диаметра ролика

$$F = \frac{D_p}{2} \geq F_1 \frac{d_u}{2}, \quad (1.10)$$

где $F = fg(q + q_l)l_p$;

$F_1 = \mu g[(q + q_l)l_p + G_p]$;

l_p - расстояние между роликовыми опорами, м.

Подставляя выражения для сил F и F_1 в формулу (1.10), будем иметь

$$\frac{D_p}{d_{ц}} = \frac{\mu[(q + q_l)l_p + G_p]}{f(q + q_l)l_p}. \quad (1.11)$$

Полученное выражение показывает, что для предотвращения проскальзывания ленты по роликовым опорам необходимо, чтобы отношение $\frac{D_p}{d_{ц}}$ для выбранных опор было больше величины, стоящей справа и завися-

щей при найденных q , q_l , G_p от расстояния между роликовыми опорами l_p . Кроме того, от величины расстояния между опорами существенно зависит стрела прогиба ленты между роликовыми опорами, которая, в свою очередь, влияет на производительность транспортера, сопротивления перемещению ленты и в конечном счете на работоспособность транспортера.

Массу (кг) вращающихся частей роликовых опор q_p на 1 м ленты можно определить по формуле

$$q_p = \frac{m_p}{l_p}, \quad (1.12)$$

где m_p - масса роликовой опоры, кг;

l_p - расстояние между опорами, м.

Масса роликовых опор зависит от их конструкции и размеров, ее берут по нормам завода-изготовителя. Масса вращающихся частей роликовых опор приведена в таблице 1.3. Расстояние l_p между роликовыми опорами при транспортировании зерновых грузов рекомендуется выбирать в зависимости от ширины ленты (таблица 1.4).

Таблица 1.3 - Масса вращающихся частей роликовых опор

Ширина ленты, мм	Желобчатая роликовая опора в исполнении				Прямая роликовая опора	
	нормальном		тяжелом			
	диаметр ролика D_p , мм	масса m_p ролика, кг	диаметр ролика D_p , мм	масса m_p ролика, кг	диаметр ролика D_p , мм	масса m_p ролика, кг
400	102	10,0	-	-	102	6,0
500	102	11,5	-	-	102	7,5
550	102	12,5	-	-	102	10,5
850	127	22,0	159	45,0	127	19,6
1000	127	25,0	159	50,0	127	21,5
1200	127	29,0	159	57,0	127	26,0

Таблица 1.4 - Расстояния между роликовыми опорами (мм)

Ширина ленты, мм	Рабочая ветвь с плоской лентой	Холостая ветвь с плоской лентой	Рабочая ветвь с желобчатой лентой
400	1800-2000	2700-4000	1650-1800
500	1650-1800	2400-3600	1500-1650
600-750	1500-1650	2100-3300	1350-1500
900	1350-1500	1800-3000	1200-1350
1100-1300	1200-1350С	1500-2700	1050-1200

В местах загрузки роликовые опоры необходимо устанавливать чаще, т.е. принимать

$$l_{p.з} = 0,5l'_p, \quad (1.13)$$

где $l_{p.з}$ - расстояние между роликовыми опорами в местах загрузки;
 l'_p - то же, для рабочей ветви.

Расстояние между роликовыми опорами при транспортировании штучных грузов желательно выбирать таким, чтобы груз все время находился как минимум на двух опорах.

Тяговый расчет ленточных транспортеров. Сводится к определению натяжений ленты. Контур трассы транспортера разбивают на ряд участков, методика определения сопротивлений на которых в общем виде изложена в главе 3.[1]

Сопротивление перемещению ленты на прямолинейных участках определяют по формуле (17, [1]) при значениях $q_0 = (q + q_l + q'_p)$ для рабочей ветви и $q_0 = (q_l + q''_p)$ для холостой ветви ленты.

Тогда величину $W_{пр}$, Н можно определить, как

$$W_{пр} \approx g = q + q_l + q'_p \omega_p \cdot L_{г} \pm g q_l + q''_p H, \quad (1.14)$$

где q - масса груза на 1 м ленты; определяют из формулы (10, [1]);

q_l - масса 1 м ленты, определяют по формуле (1.9);

q'_p - масса роликовой опоры на 1 м рабочей ветви; определяют по формуле (1.12);

q''_p - то же, для холостой ветви;

ω_p - коэффициент сопротивления для стационарных роликовых опор; определяют по формуле (25, [1]).

Для роликовых опор на подшипниках качения значения коэффициента ω_p принимать по таблице 1.5.

Соппротивления перемещению на криволинейных участках и при огибании барабанов рассчитывают по формулам (29 и 36, [1]). Если лента движется скольжением по направляющей шине, в формулу (29) необходимо подставлять коэффициент $\omega_1 = f$; если лента огибает батарею стационарных роликов, то вместо коэффициентов $\omega_{х.к}$ и ω_1 необходимо подставить коэффициент ω_p , вычисляемый по формуле (25) или взятый из таблицы 1.5. Соппротивления при загрузке и разгрузке транспортера рассчитывают по формулам (40-42, [1]).

Таблица 1.5 - Коэффициент соппротивления роликовых опор

Условия работы транспортера	Коэффициент соппротивления ω_p для роликовых опор	
	желобчатых	прямых
В чистом и сухом помещении	0,020	0,018
В отапливаемом помещении с незначительным содержанием абразивной пыли	0,025	0,022
Передвижные и переносные транспортеры при хороших условиях работы	0,03	0,035
В неотапливаемых помещениях с повышенной влажностью или на открытом воздухе возможно большое количество пыли	0,035	0,040

В результате тягового расчета транспортера обычно получают уравнение, связывающее натяжение в точке набегания на приводной барабан с натяжением в точке сбегания тягового элемента с приводного барабана в виде

$$S_{нб} = A_1 \cdot S_{сб} + B_1, \quad (1.15)$$

где A_1, B_1 - численные коэффициенты, полученные в результате расчета.

Как указывалось в главе 3[1], величиной натяжения в точке сбегания тягового элемента или задаются, или определяют расчетом.

Отличительной чертой приводов ленточных транспортеров является передача тягового усилия ленте от приводного барабана в результате сил трения между поверхностью барабана и лентой. Величина этих сил зависит от предварительного натяжения ленты, угла обхвата и коэффициента трения ленты о барабан.

По закону Эйлера отсутствие проскальзывания ленты по барабану определяется из выражения

$$S_{нб} = S_{сб} \cdot e^{f\alpha}, \quad (1.16)$$

где f - коэффициент сцепления ленты с барабаном;

α - угол обхвата приводного барабана лентой.

Для нахождения неизвестных $S_{нб}$ и $S_{сб}$, Н обычно используют дополнительно уравнение (1.16), т.е. решают систему уравнений:

$$\begin{aligned} S_{нб} &= A_1 \cdot S_{сб} + B_1; \\ S_{сб} &\cdot e^{f\alpha}. \end{aligned} \quad (1.17)$$

В результате решения этой системы уравнений находят $S_{нб}$ и $S_{сб}$. Зная натяжение $S_{сб}$ можно рассчитать величины сопротивлений перемещению ленты на участках, получить величину натяжения ленты во всех интересующих точках трассы и построить диаграмму натяжений.

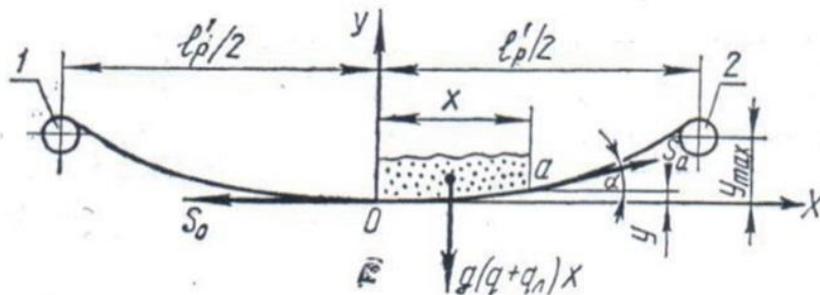
Проверка достаточности величины минимального натяжения ленты на рабочей ветви. Для этого определяют величину стрелы y провисания ленты между роликовыми опорами на рабочей ветви в точке с наименьшим натяжением.

Для нахождения величины минимального натяжения рассмотрим равновесие элемента Oa участка ленты, расположенного между роликовыми опорами 1 и 2 (рисунок 1.16). На выделенный элемент действуют силы натяжения S_0 и S_a , тяжести gqx и $gq_l x$ (считаем, что длина отрезка $Oa \approx x$). Равновесие элемента Oa описывается следующими уравнениями:

$$S_a \cdot \cos \alpha - S_0 = 0; \quad S_a \cdot \sin \alpha - g q + q_l x = 0. \quad (1.18)$$

Поделив одно уравнение на другое, получим

$$\tan \alpha = \frac{dy}{dx} = \frac{g q + q_l x}{S_0}. \quad (1.19)$$



1, 2 - роликовые опоры.

Рисунок 1.16 - Схема для определения величины минимального натяжения ленты

Интегрируя дифференциальное уравнение в пределах от $x = 0$ до $x = \frac{l'_p}{2}$ и от $y = 0$ до $y = y_{\max}$ (y_{\max} - величина стрелы прогиба ленты), при $S_{\min} = S_0$ получим выражение для максимального значения провисания ленты, т.е.

$$\int_0^{y_{\max}} dy = \frac{g q + q_l}{S_0} \int_0^{\frac{l'_p}{2}} x dx. \quad (1.20)$$

После интегрирования

$$y_{\max} = \frac{g q + q_l}{8S_0} (l'_p)^2 \quad (1.21)$$

Для обеспечения нормальной работы транспортера допускаемую стрелу прогиба ленты берут равной $y_{\max} = (0,025 - 0,0125)l'_p$. Тогда из формулы (1.21) получим, что

$$S_{\min} = 5 - 10 \frac{g q + q_l}{g} l'_p. \quad (1.22)$$

Минимальное натяжение тягового элемента должно быть равно или больше натяжения, рассчитанного по формуле (1.22). При невыполнении этого условия необходимо уменьшить расстояние между роликowymi опорами.

Уточнение числа прокладок ленты. При известном значении S_{\max} по формуле (1, [1]) определяют число прокладок ленты, а по формуле (8, [1]) - размеры направляющих устройств.

Расчет натяжного устройства. Для винтового натяжного устройства определяют размеры винта из условий деформаций растяжения или сжатия и усилие, необходимое для вращения винта, а для грузового - массу натяжного груза. В общем случае величина усилия для перемещения натяжного барабана с лентой равна сумме натяжений набегающей $S'_{\text{нб}}$ и сбегающей $S'_{\text{сб}}$ ветвей ленты у натяжного барабана и усилия T для перемещения ползунов или тележки, т.е.

$$P_{\text{н.у}} = S'_{\text{нб}} + S'_{\text{сб}} + T. \quad (1.23)$$

Тогда сила тяжести натяжного груза будет

$$G_{\text{н.г}} = \frac{P_{\text{н.у}}}{i \cdot \eta}, \quad (1.24)$$

где i - кратность полиспаста или отношение диаметров блоков (через которые перекинут трос), если их используют в схеме натяжного устройства; при их отсутствии $i = 1$;

η - КПД полиспаста или блоков, при отсутствии полиспаста принимают $\eta = 0,95$.

Определение мощности электродвигателя транспортера. Мощность находят по формуле (46, [1]); тип двигателя принимают по каталогу. После выбора электродвигателя рассчитывают или принимают передаточный механизм в зависимости от требуемой мощности и передаточного отношения между электродвигателем и приводным барабаном.

Для того чтобы не было проскальзывания ленты, необходимо обеспечить достаточное ее сцепление с приводным барабаном. Для этого тяговое усилие, которое может передать барабан ленте, должно быть больше необходимого (полученного при расчете) тягового усилия.

Величина необходимого тягового усилия P , Н равна сумме всех сопротивлений движению ленты или, что то же, разности набегающего и сбегающего натяжений ленты, т.е.

$$P = \Sigma W = S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}}. \quad (1.25)$$

Величина тягового усилия P_1 , Н, которое может быть передано от барабана к ленте при данной величине $S_{\text{сб}}$ и угле обхвата α , равна

$$P_1 = S_{\text{сб}} e^{f\alpha} - 1. \quad (1.26)$$

Следовательно,

$$P_1 \geq P \text{ или } S_{\text{сб}} e^{f\alpha} - 1 \geq S_{\text{нб}} - S_{\text{сб}}. \quad (1.27)$$

Откуда

$$\frac{S_{\text{нб}}}{S_{\text{сб}}} \leq e^{f\alpha} \text{ или } \frac{S_{\text{нб}}}{S_{\text{сб}}} = \frac{e^{f\alpha}}{K_3}, \quad (1.28)$$

где K_3 - коэффициент запаса; $K_3 = 1,14-1,2$.

При $K_3 \rightarrow 1$ проскальзывание ленты возрастает, что приводит к возрастанию ее фрикционного износа. Повышение силы сцепления ленты с барабаном может быть достигнуто путем увеличения угла обхвата α (рисунок 1.6а), применения двухбарабанных приводов (рисунок 1.6б) или увеличения коэффициента трения f между приводным барабаном и лентой. Для этого барабан обтягивают резиновой лентой или обкладывают деревянными планками (футеруют).

В таблице 1.6 приведены значения коэффициентов трения f ленты о барабан в зависимости от его материала и влажности атмосферы.

Таблица 1.6 - Значения коэффициента трения

Барaban	Влажность атмосферы	Коэффициент
Чугунный или стальной	Очень влажная	0,10
С деревянной или резиновой футеровкой		0,15
Чугунный или стальной	Влажная	0,20
С деревянной или резиновой футеровкой		0,25
Чугунный или стальной	Сухая	0,30
С деревянной футеровкой		0,35
С резиновой футеровкой		0,40

1.9 Задание

Рассчитать транспортер при следующих исходных данных: перемещаемый груз - пшеница с $\rho_m = 800 \text{ кг/м}^3$. Производительность в смену $Q_{см}$, т/см при продолжительности смены $T_c = 8$ ч, коэффициент неравномерности поступления груза K_n , коэффициент использования транспортера во времени $K_{вр}$ приведены в таблице 1.7 Основные размеры транспортера приведены на рисунке 1.17а.

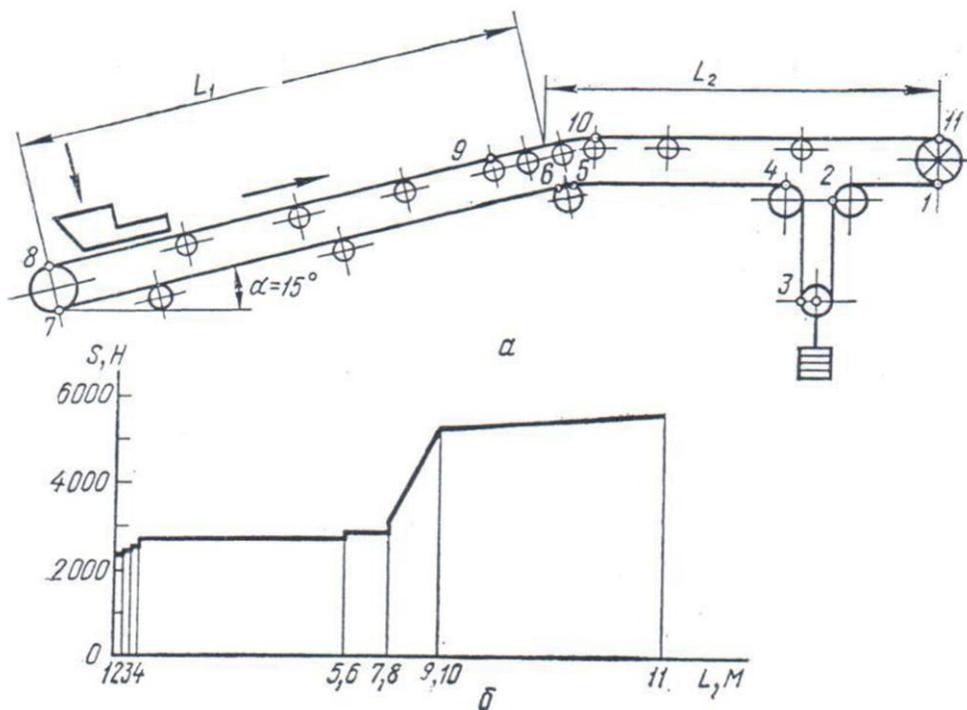


Рисунок 1.17 - Расчетная схема ленточного транспортера (а) и диаграмма растягивающих усилий в тяговом элементе (б)

Таблица 1.7 – Исходные данные

Вар. №	Производительность в смену $Q_{см}$, т/см	Коэффициент неравномерности поступления груза K_H	Коэффициент использования транспортера во времени $K_{вр}$	Длина наклонного участка транспортера L_1 , м	Длина горизонтального участка транспортера L_2 , м
1	1000	1,12	0,3	5	50
2	1100	1,14	0,4	8	60
3	1200	1,16	0,5	11	70
4	1300	1,18	0,6	14	80
5	1400	1,20	0,7	17	90
6	1500	1,23	0,8	20	100
7	1600	1,25	0,9	23	110
8	1700	1,27	1,1	26	120
9	1800	1,29	1,2	29	130
10	1900	1,31	1,3	32	140
11	2000	1,33	1,4	35	150
12	2100	1,35	1,5	38	160
13	2200	1,37	1,6	41	170
14	2300	1,39	1,7	44	180
15	2400	1,41	1,8	47	190

2 Лабораторная работа №2 Исследование работы ковшовой нории

Цель работы: изучение конструкции ковшовой нории, приобретение практических навыков её расчета.

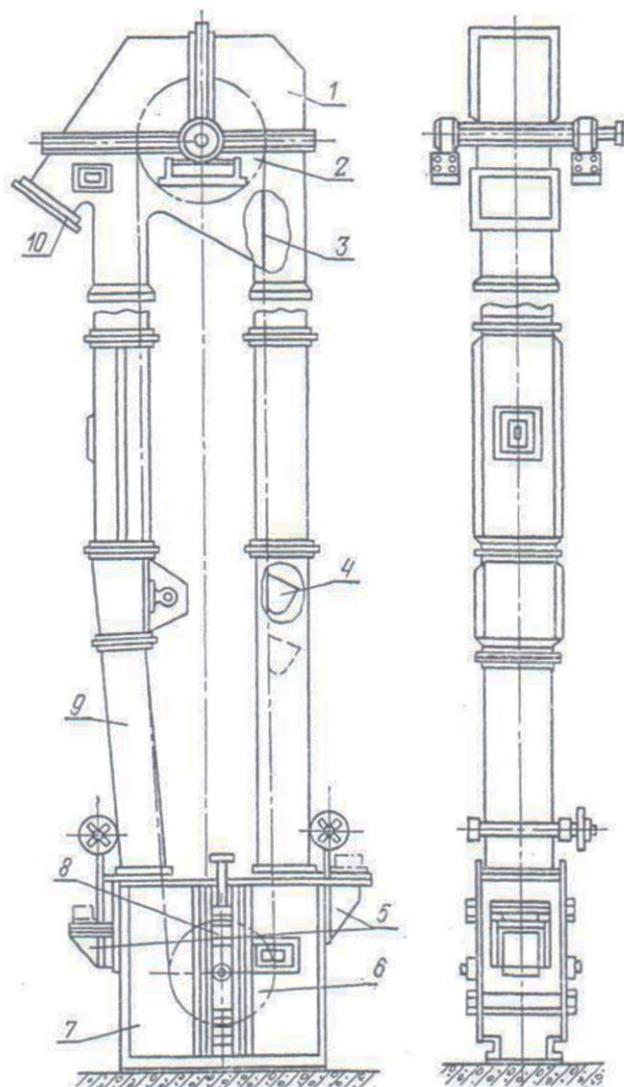
2.1 Общие сведения и устройство ковшовых норий

Нории (элеваторы) предназначены для перемещения сыпучих, кусковых и штучных грузов в вертикальном и наклонном направлениях (при угле наклона свыше 60°). По роду грузонесущего элемента нории подразделяют на ковшовые, люлечные и полочные, по виду тягового элемента - на ленточные и цепные. Ковшовые нории предназначены для перемещения сыпучих и кусковых грузов; люлечные и полочные - для штучных грузов.

Устройство ковшовой нории. Состоит из бесконечного тягового элемента 3 (рисунок 2.1) с прикрепленными к нему ковшами 4, являющимися рабочим элементом. Тяговый элемент огибает приводной 2 и натяжной 6 барабаны. Тяговый элемент с ковшами, приводной и натяжной барабаны заключены в металлическом кожухе, верхняя часть которого носит название головки 1, нижняя башмака 7. Головка и башмак соединены норийными трубами 9. Сыпучий груз подается в башмак через один из загрузочных носков 5. При огибании тяговым элементом приводного барабана происходит разгрузка ковшей и груз через носок 10 удаляется из головки. Для предотвращения раскачивания тягового элемента, просыпания груза из ковшей и обеспечения необходимого натяжения тягового элемента нижний барабан связан с натяжным устройством 8.

В качестве тягового элемента нории наибольшее применение нашли тканевые прорезиненные ленты и пластинчатые цепи. Ковшовые ленточные нории получили широкое распространение на зерноперерабатывающих предприятиях, что объясняется преимуществами, которые дает использование ленты в качестве тягового элемента. К ним относят бесшумность и плавность хода, возможность работы с большими, чем у цепных норий, скоростями, отсутствие динамических нагрузок и несколько меньшие габаритные размеры. Основным недостатком ленточных ковшовых норий по сравнению с цепными является ограниченная высота подъема груза (не выше 50 м).

Ковши изготавливают сваркой или штамповкой из листовой стали толщиной до 6 мм. Кроме того, используют ковши, выполненные из пластмасс и резины. Форма ковшей предопределяется свойствами транспортируемого груза и зависит от способов загрузки и разгрузки ковшей. Ковш (рисунок 2.2) любого типа характеризуется вылетом l_k , высотой h_k , шириной b_k ковша и углом черпания θ .



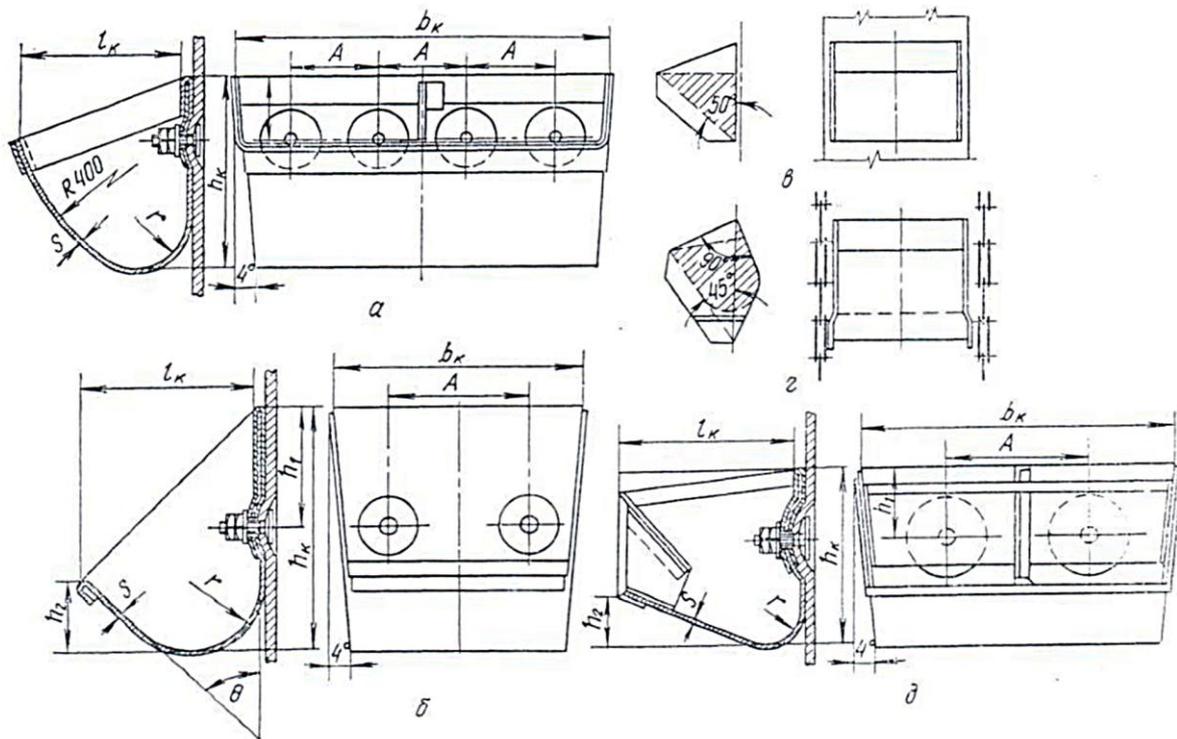
1 – головка; 2 - приводной барабан; 3 - тяговый элемент; 4 - ковш; 5 - загрузочные носки; 6 - натяжной барабан; 7 - башмак; 8 - натяжное устройство; 9 – труба; 10 – разгрузочный носок.

Рисунок 2.1- Нория

Глубокие ковши применяют для транспортирования хорошо сыпучих, пылевидных и мелкокусковых грузов, мелкие - для плохо сыпучих, пылевидных, зернистых, мелкокусковых грузов. И те и другие ковши используют в нориях с расставленными ковшами.

В нориях с сомкнутым расположением ковшей применяют ковши с бортовыми направляющими.

На зерноперерабатывающих предприятиях используют четыре типа ковшей (таблица 2.1), предусмотренных ГОСТ 10190-70: I - мелкие, II - средние, III - глубокие и IV - жалюзийные (рисунок 2.2д). [3,4]



a - глубокий; *б* - мелкий; *в* - с бортовыми направляющими и остроугольным днищем; *г* - с бортовыми направляющими и скругленным днищем; *д* - жалюзийный.

Рисунок 2.2 - Типы ковшей

Таблица 2.1 - Параметры ковшей

Ширина ковша, мм	Шаг ковша, мм	Емкость ковша, л			
		мелкого	среднего	глубокого	жалюзийного
110	210	0,65	0,80	-	-
135	280	1,60	1,90	-	-
160	280	1,90	2,30	-	-
180	160	-	-	1,70	-
220	180	-	-	-	2,90
270	110	-	-	5,40	-
280	180	-	-	4,20	-
320	220	-	-	-	6,00
380	320	-	-	9,30	-
420	210	-	-	8,70	-
500	320	-	-	13,20	-

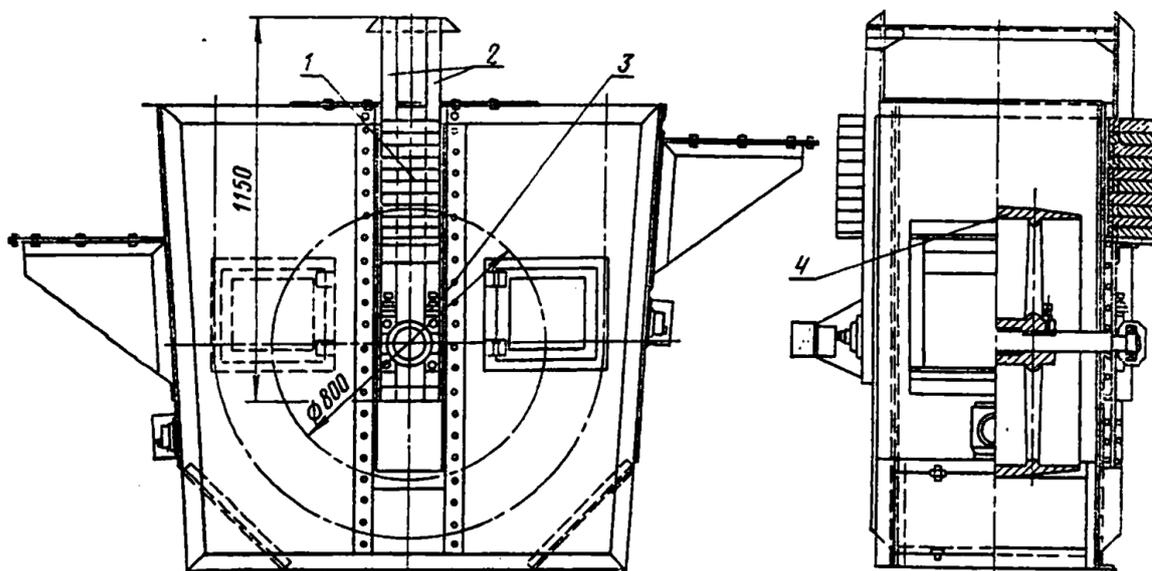
Приводное устройство норий состоит из приводного барабана или приводных звездочек (в зависимости от того, какой тяговый элемент используют), передаточного механизма и электродвигателя. В качестве передаточного меха-

низма в зависимости от частоты вращения приводного барабана применяют ременную передачу, открытую зубчатую передачу или редуктор.

Для предотвращения самопроизвольного обратного движения тягового элемента в случае внезапной остановки нории на приводной вал устанавливают стопорный останов. Стопорные остановки бывают двух типов - шариковые и роликовые.

Вал приводного барабана обычно опирается на двурядные шариковые сферические подшипники, которые позволяют компенсировать возможные перекосы оси приводного вала.

В ковшовых нориях используют вертикальные натяжные устройства трех типов: грузовые, винтовые и грузовинтовые. На рисунке 2.3 показано грузовое натяжное устройство, которое представляет собой ряд грузов 1, установленных в направляющих 2, связанных с корпусом башмака. Грузы опираются на корпус подшипника 3, являющийся опорой для нижнего барабана 4.



1 - грузы; 2 - направляющие; 3 - подшипник; 4 - нижний барабан.

Рисунок 2.3 - Башмак нории

Под действием силы тяжести грузов корпус подшипника будет перемещаться вниз до тех пор, пока сила натяжения ленты или цепи не уравновесит силу тяжести грузов.

Винтовое натяжное устройство норий представляет собой винт, который связан с корпусом подшипника нижнего барабана, помещенного в направляющие. Винт проходит через гайку, которая жестко закреплена на корпусе башмака. Вращая винт, заставляют его перемещаться вниз, тем самым добиваясь изменения положения корпуса подшипника.

В цепных нориях часто для сглаживания динамических и ударных нагрузок используют пружинно-винтовые натяжные устройства.

Грузовинтовое натяжное устройство представляет собой комбинацию двух первых устройств.

Корпус нории состоит из башмака, труб и головки.

Башмак предназначен для загрузки ковшей, крепления нижнего барабана и натяжного устройства. Он является основой всего корпуса нории. Башмак, как и весь кожух, обычно изготавливают из листовой стали с приваренными к ней уголками, которые обеспечивают жесткость всей конструкции.

Сыпучий груз поступает в башмак, где захватывается и перемещается вверх ковшами, прикрепленными к тяговому элементу. Он движется в трубах, которые могут иметь в сечении круглую или прямоугольную форму. Трубы представляют собой ряд одинаковых по длине секций из листовой стали с фланцами из уголков. При монтаже секции стыкуют и закрепляют болтами. Последние по высоте секции соединяют с головкой, которая служит для разгрузки ковшей и вывода груза из нории.

Процесс транспортирования груза норией складывается из зачерпывания груза, транспортирования его вверх и разгрузки.

Загрузка ковшей - важный этап работы нории. От ее эффективности и стабильности зависит производительность нории. Эффективность загрузки оценивают коэффициентом заполнения ψ ковша, который представляет отношение объема груза в ковше ко всему объему ковша.

2.2 Типы ковшовых норий

Нории, применяемые в зерноперерабатывающей промышленности, отличаются от норий общего назначения. Основные параметры которых представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Типы ковшовых норий (ГОСТ 10190-70)

Параметры	Тип нории								
	I			II					
Производительность, т/ч	5	10	20	50	100	175	250	350	500
Высота (наибольшая), м	30	45	-	30	45	60	-	-	-
Диаметр барабана головки и башмака, мм	300	400	500	630	750	1160	1320	1600	2000
Ширина ленты, мм	125	150	175	200	300	450	600	800	1100
Скорость ленты, м/с	1,2	1,4	1,8	2,2	2,4	2,5	2,8	3,2	3,6
Шаг ковшей, мм	210	260	260	160	180	210	210	320	320

Из норий общего назначения представляют интерес нории, в которых ковши крепят к ленте сомкнутым рядом, так называемое чешуйчатое расположение. Нории такого типа рекомендуется применять исключительно для транспортирования крупнокусковых и абразивных грузов при скоростях ленты 0,4-0,8 м/с. Незначительные по величине скорости тягового элемента определяют гравитационный тип разгрузки ковшей, т.е. частицы покидают ковш через внутреннюю стенку, причем наружная стенка предыдущего ковша используется как направляющая для подачи груза в разгрузочный носок. Использовать такие нории при больших скоростях не рекомендуется из-за неблагоприятных условий разгрузки. Однако для зерноперерабатывающей промышленности представляют значительный интерес нории с сомкнутым расположением ковшей. К таким нориям можно отнести нории с ковшами без дна.

2.3 Расчет ковшовой нории

Для этого надо задаться производительностью, характеристикой транспортируемого груза и высотой подъема.

В начале расчета выбирают тип ковшей, для чего по заданной производительности определяют емкость ковшей на 1 м ленты (m^3) из формулы (13, [1])

Скорость тягового элемента и тип ковшей для зерна и продуктов его переработки можно определить по таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Рекомендуемые типы ковшей и скорость ленты

Материал	Тип ковшей	Скорость ленты, м/с
Зерно	I, II, III	(I) 1,5-2,0; (II) 2,5-4,0; (III) 2,0-3,0
Мука	I	1,2-1,4
Отруби, комбикорм	I	1,0-1,2

Определив емкость ковшей на 1 м ленты, находят емкость и шаг ковшей, рекомендуемых стандартом. Причем для ковшей общего назначения $a = (2,5-3,0)h_k$, где h_k - высота ковша; при сомкнутом расположении ковшей $a = h_k$. Если емкость и шаг выбраны в соответствии со стандартом и при этом емкость на 1 м ленты отличается от рассчитанной, необходимо, используя формулу (13, [1]), пересчитать скорость тягового элемента.

Тяговый расчет ковшовой нории выполняют, используя метод обхода по контуру. Величину массы 1 м тягового элемента определяют по формуле (2, [1]), задавшись шириной ленты (ее принимают по стандарту с учетом, что $B = B_k + (50+100)$ мм) и ориентировочно числом прокладок. Число прокладок можно предварительно подсчитать, используя выражение для ориентировочного расчета мощности (кВт)

$$N_{\text{пред}} = \frac{Q_p \cdot H}{367} A_n + B_n \frac{q_0}{Q_p} + C'_n \frac{v^2}{H}, \quad (2.1)$$

где A_n , B_n , C'_n - коэффициенты, зависящие от типа ковшовой норрии (таблица 2.4).

Таблица 2.4 - Значения коэффициентов

Тип норрии	Коэффициенты		
	A_n	B_n	C'_n
Ленточная с разгрузкой: центробежной гравитационной	1,14	1,60	0,25
	1,14	1,30	0,70
Цепная с разгрузкой: центробежной гравитационной	1,12	1,10	0,25
	1,13	0,80	0,70

Подсчитав $N_{\text{пред}}$, находят величину $S_{\text{нб}}$ и по формуле (1, [1]) определяют число прокладок. Массу тягового органа с прикрепленными к нему ковшами можно определить ориентировочно по таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Значения $q_k = q_l + q'_k$

Производительность, т/ч	Нория					
	ленточная		одноцепная		двухцепная	
	тип ковша					
	I, II	III, II	I, II	III, II	I, II	III, II
До 10	0,60	-	1,10	-	-	-
От 10 до 25	0,50	0,60	0,80	1,10	1,20	-
От 25 до 50	0,45	0,55	0,60	0,85	1,00	-
От 50 до 100	0,40	0,55	0,50	0,70	0,80	1,10
Свыше 100	0,35	0,50	-	-	0,60	0,90

Если тип выбранного ковша не отвечает данным, приведенным в таблице 2.5, то для определения массы ковшей на 1 м тягового элемента (кг) используют выражение

$$q'_k = \frac{m_k}{a}, \quad (2.2)$$

где m_k - масса выбранного ковша, кг.

Массу груза на 1 м тягового элемента определяют обычным образом.

Отличительной особенностью расчета ковшовых норий является необходимость определения сопротивления зачерпыванию груза из башмака. Оно складывается из силы удара ковша о неподвижный груз, силы, необходимой для ускорения забранного и отброшенного ковшем груза, силы трения при движении ковша через слой груза. На величину сопротивления зачерпыванию влияет скорость тягового элемента, вид транспортируемого груза, форма и размеры ковша, их шаг и другие факторы. Для определения величины силы сопротивления (Н) зачерпыванию груза рекомендуется выражение

$$W_3 = K_{уд} \cdot q \cdot g \cdot D_б, \quad (2.3)$$

где q - масса груза на 1 м тягового элемента, кг;

$K_{уд}$ - удельный расход энергии на зачерпывание $K_{уд} \approx (6 - 10)D_б$;

$D_б$ - диаметр нижнего барабана, м.

При транспортировании зерна $K_{уд}$ выбирают в зависимости от скорости тягового элемента:

v , м/с	0,75	1,00	1,25	1,50
$K_{уд}$	0,95-2,40	1,00-2,60	1,30-3,20	2,10-4,40

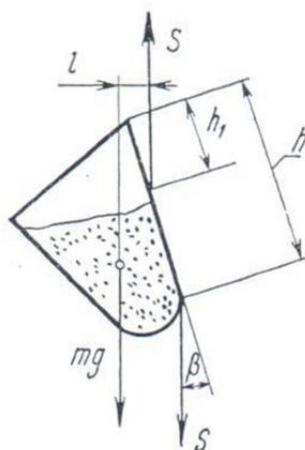


Рисунок 2.4 - Схема действующих сил на вертикальном рабочем участке нории

Величина предварительного натяжения тягового элемента, полученная в результате расчета, должна быть больше величины натяжения, полученной, исходя из условия отсутствия просыпи груза при движении ковша на прямолинейном участке нории. Величину этого натяжения определяют при рассмотрении равновесия ковша (рисунок 2.4), заполненного грузом. Условие равновесия запишется, как

$$mgl = S h - h_1 \sin \beta, \quad (2.4)$$

где l - расстояние от центра масс заполненного ковша до тягового элемента, м;

$h - h_1$ - плечо действия силы S ;

β - допустимый угол поворота ковша $\beta \leq 2^\circ$.

Решая полученное уравнение относительно S , H и предполагая, что при углах $\beta \leq 2^\circ$ просыпь груза отсутствует, получим

$$S = \frac{mgl}{(h - h_1)\sin\beta} = \frac{281,5ml}{h - h_1}. \quad (2.5)$$

Используя выражения (2.5), можем записать условие проверки величины предварительного натяжения тягового элемента $G_{н.т}$ в виде.

$$\frac{G_{н.т}}{2} = \frac{281,5ml}{h - h_1}. \quad (2.6)$$

или

$$G_{н.т} \geq 2S. \quad (2.7)$$

2.4 Задание

Рассчитать ковшовую норию. Исходные данные представлены в таблице 2.6. Материал транспортировки – зерно, $\rho_m = 700 \text{ кг/м}^3$. Схема нории приведена на рисунке 2.5.

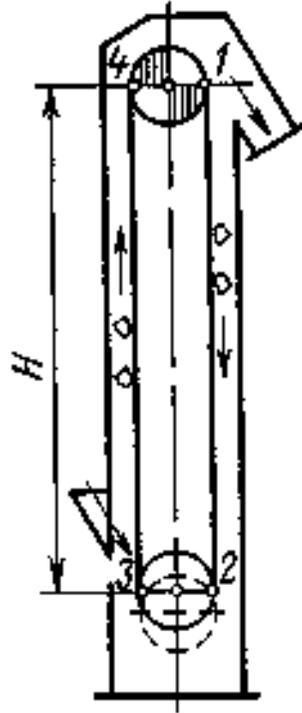


Рисунок 2.5 - Расчетная схема ковшовой нории

Таблица 2.6 – Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Производительность, т/ч	5	10	15	20	25	30	35	40	50	75	100	175	250	350	500
Высота нории, м	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
Вид загрузки ковшей	Против хода														

Список использованных источников

1. Зуев, Ф.Г. Подъемно-транспортные установки: учебник для вузов / Ф.Г. Зуев, Н.А. Лотков. - Москва: КолосС, 2007. - 472 с.
2. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины: учеб. для вузов / М.П. Александров.- 4-е изд., перераб. и доп. - Москва: Высш. шк., 1972. - 504 с.
3. Подъемно-транспортные машины. Атлас конструкций: учеб. пособие для вузов / под ред. М.П. Александрова, Д.Н. Решетова.- 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1987. - 122 с.
4. Красников, В.В. Подъемно-транспортные машины в сельском хозяйстве: учеб. пособие для студентов с.-х. учеб. заведений / В.В. Красников. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: Колос, 1973. - 464 с.