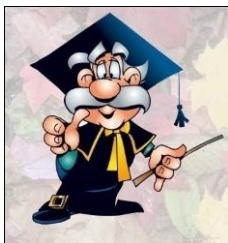


Тема. 3. Основные конструкции оборудования перемещения твёрдых материалов



Для машин непрерывного действия характерно непрерывное перемещение насыпных или штучных грузов по заданной трассе без остановок для загрузки или разгрузки.

1. Конструкция питателей

Устойчивая безаварийная работа непрерывно действующих химических аппаратов, возможна, если подача сырья регулярна во времени и равномерна по рабочей зоне, то есть исключается завал, холостой ход и неравномерный износ их рабочих элементов. Для подачи твердого сыпучего материала применяются машины, называемые *питателями*.

Конструкции питателей включают транспортирующий механизм с регулируемым приводом, обеспечивающий движение материала через рабочую камеру, ограничитель, позволяющий изменять сечение потока материала, и устройства, исключающие обратное движение материала. Рассмотрим наиболее распространенные в химической промышленности шнековые, шлюзовые, тарельчатые и барабанные питатели.

1.1. Шнековые (винтовые) питатели

Питатели шнековые предназначены для непрерывной и равномерной подачи сыпучего материала с размером частиц до 5 мм. с влажностью до 8%. Питатели шнековые не имеют наружных вращающихся илидвигающихся частей (кроме приводного механизма) и требуют минимум технического обслуживания. Они применяются для транспортирования и дозирования молотых и мелкокусковых материалов. Возможно применение шнековых питателей для перемешивания материалов. В бункерах шнековых питателей установлены ворошители материала, которые исключают сводообразование и залегание материала.

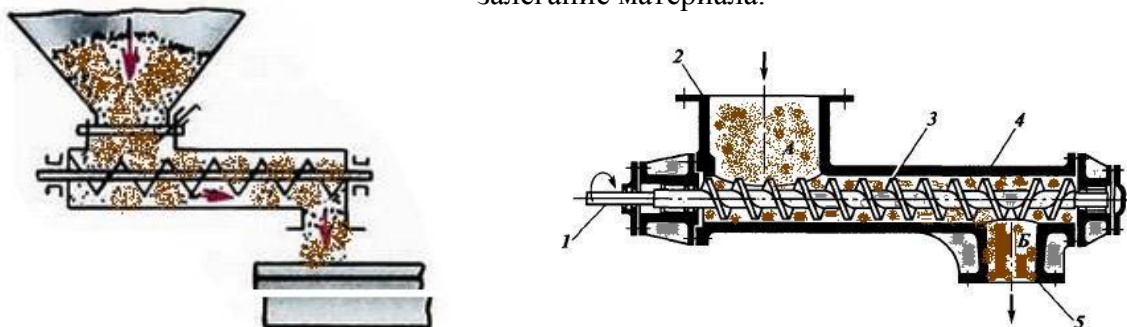


Рис.1 Схема шнекового питателя: 1 - вал; 2 - загрузочная воронка; 3 - шнек; 4-корпус; 5 - разгрузочный патрубок.

Рабочий орган питателя - шнек (винт), перемещающий материал от приемного штуцера к отводному, рабочий орган с постоянным шагом либо шагом, увеличивающимся в направлении движения материала, что позволяет избежать его спрессовывания. При необходимости нагревания или охлаждения поступающего материала корпус питателя снабжается рубашкой, а вал и шнек выполняются полыми для подачи в них теплоносителя либо охлаждающего агента. Для исключения давления материала на опорный подшипник с его стороны 1-1.5 витка шнека делают обратными. Для повышения равномерности выхода материала винт делают многозаходным, ось питателя поднимают в направлении от приемного штуцера к отводному, а участок винта длиной 1.5-2 его диаметра непосредственно перед отводным штуцером выполняют без витков.

Винтовые конвейеры часто используются для объёмного дозирования сыпучих материалов. Основной проблемой такой эксплуатации, является сложность в достижении точного дозирования, вызванная волнообразностью подачи материала. Для повышения равномерности подачи продукта, на разгрузочном конце шнека устанавливают специальное приспособление – дозирующий винт, который имеет многозаходную спираль с малым шагом.

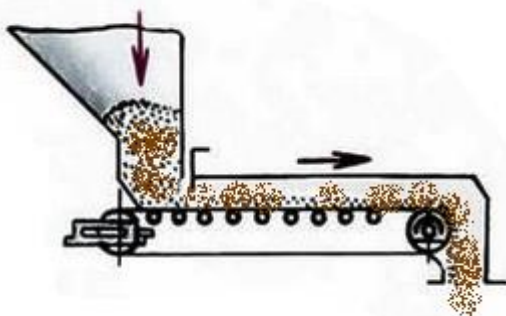
1.2 Питатели ленточные



Питатели ленточные применяются для подачи из бункеров всех видов материалов от пылевидных до среднекусковых.

Рис. 2. Ленточный питатель

http://samlit.com/konveiery_lentochnye.html



В большинстве случаев они обеспечивают равномерную непрерывную подачу материала с одновременной объемной дозировкой отдельных компонентов. По принципу работы и конструкции ленточный питатель представляет собой транспортер с продольными бортами, в отдельных случаях с шиберными заслонками. Ленточные питатели отличаются широким диапазоном производительности, которая может варьироваться скоростью ленты и условной площадью сечения выходного

отверстия материала. Производительность ленточного питателя ($\text{м}^3/\text{ч}$) определяется по

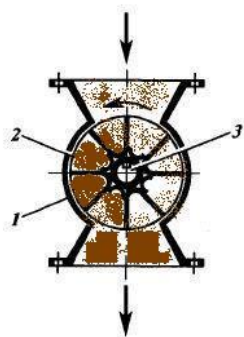
формуле:
$$V = 60 \cdot \pi \cdot D \cdot n \cdot b \cdot h,$$

где D - диаметр (м) барабана транспортера; n - частота вращения (c^{-1}); b и h - ширина и толщина (м) слоя материала на ленте (пластинах). Обычно производительность ленточных питателей составляет до 180 м³/ч, пластинчатых - 650 м³/ч. Мощность электродвигателя, как правило, до 20 кВт.

1.3. Шлюзовые (секторные) питатели

Данный тип питателей применяют для подачи маловлажных хорошо сыпучих материалов с размером частиц до 10 мм. Рабочий орган питателя - вращающийся ротор, к валу которого прикреплены ячейки, изготовленные из листовой стали. Проходя зону загрузочного штуцера, ячейки заполняются материалом, а в нижней части корпуса - разгружаются. Это самая простая и самая распространенная конструкция питателя.

Производительность шлюзового питателя регулируют изменением частоты вращения ротора. Производительность определяют по формуле:



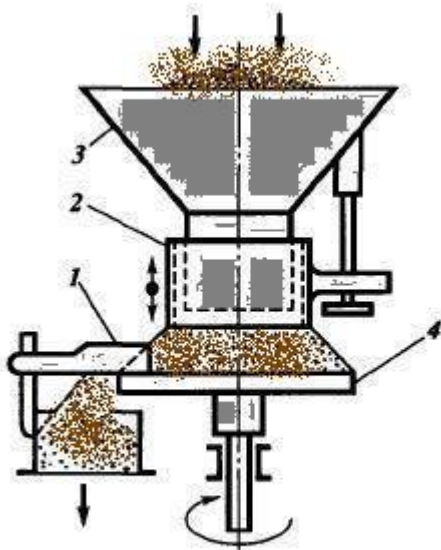
$V = V_n \cdot n \cdot \varphi$, где V_n - объем ячеек ротора, $\varphi=0.8 \div 0.9$ - коэффициент их заполнения материалом, n - частота вращения ротора.

, Рис.3. Схема шлюзового(секторного) питателя:

1 — корпус; 2 — ротор с ячейками; 3 — приводной вал.

Питатель шлюзовый (секторный) предназначен для непрерывной и равномерной подачи сыпучего материала с влажностью до 8%. Область применения – комплектование технологических линий с заданной дозировкой материала. Питатель крепится на фланец разгрузочного отверстия бункеров циклонов, пылеуловителей и рукавных фильтров. За счет плотного прилегания лопастей ротора к корпусу, обеспечивается герметичность,

необходимая для работы циклонов, пылеуловителей и фильтров.



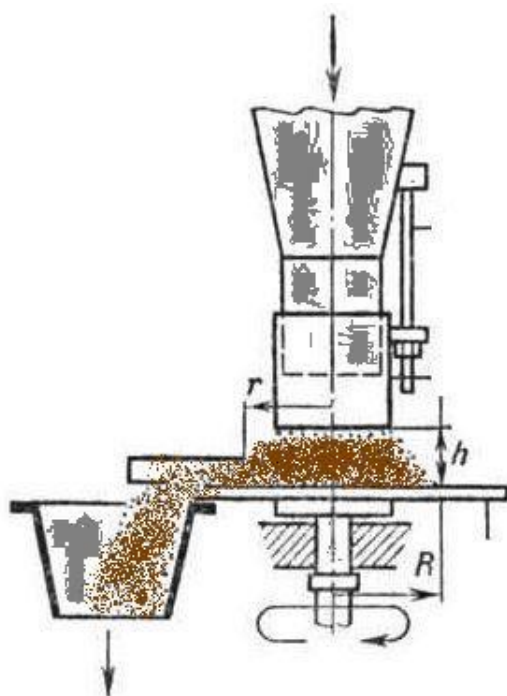
1.4. Тарельчатые (дисковые) питатели

Тарельчатые (дисковые) питатели предназначены для подачи хорошо сыпучих материалов с малой влажностью и размерами частиц до 3 мм.

Рис.4. Схема тарельчатого питателя:

- 1 - сбрасывающий поворотный нож; 2 - манжета; 3 - приемный бункер;
4 –тарель.

Материал свободно высыпается из бункера через штуцер подачи и стакан на вращающуюся тарель и сбрасывается ножом с ее периферии в штуцер отвода. Частота вращения тарели n выбирается такой, чтобы действующие на частицы материала центробежные силы не



превышали сил трения,
$$n < \frac{1}{2 \cdot \pi} \sqrt{\frac{g \cdot \operatorname{tg} \varphi}{0,5 \cdot D - \delta}},$$

где φ - угол внешнего трения материала, D - диаметр тарели, $\delta = 0,01-0,02$ м - рекомендуемая ширина ее незасыпаемого края тарели.

Можно воспользоваться эмпирической формулой

$$n < \frac{0,273}{\sqrt{R}} \quad (\text{с}^{-1}), \text{ где } R - \text{радиус основания конуса}$$

материал на тарели.

Производительность питателя (до $15 \text{ м}^3/\text{ч}$) находят по формуле:

$$V = 20 \cdot \pi \cdot h \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) - \pi \cdot r^2 \cdot h$$

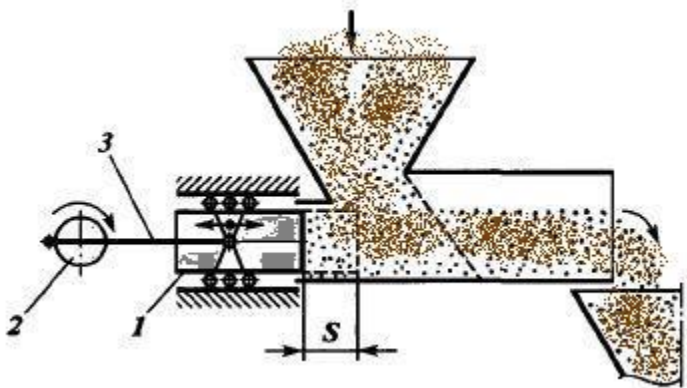
где h - высота материала на тарели, r - радиус конуса материала у верхней кромки среза.

Мощность электродвигателя 0,5-0,8 кВт.

1.5. Плунжерный питатель

Рис.5. Схема плунжерного питателя:

- 1 - плунжер; 2 - эксцентрик; 3 - тяга; S - ход плунжера.



Плунжерный питатель состоит из конусной загрузочной воронки, горизонтального конуса для перемещения дозированного материала и плунжера 1, соединенного с

эксцентриком 2 при помощи тяги 3. При вращении эксцентрика плунжер перемещается на расстояние S , вытесняя порцию дозированного материала из корпуса.

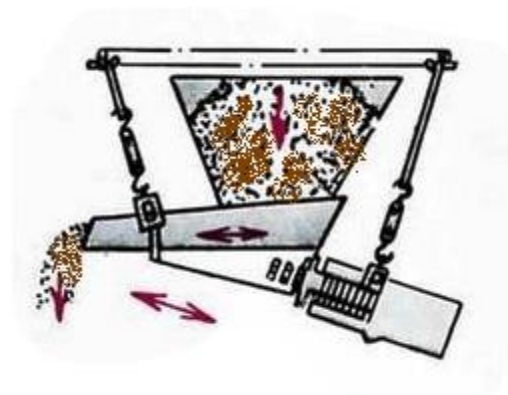
1.6. Цепные питатели.

Цепные питатели предназначены для крупнокусковых грузов имеют так называемый цепной занавес, который перекрывает выпускное отверстие бункера. При вращении приводного барабана цепи прижимают к лотку слой груза, регулируя скорость его скольжения.



http://ru.dscrusher.com/products/feeder_screen/Vibrating_Feeder.htm

1.7. Вибрационные питатели



Вибрационные питатели состоят из грузонесущего органа (желоба, лотка), свободно опирающегося или подвешенного на упругих опорах к несущей конструкции, и вибровозбудителя, сообщаящего ему направленные колебания для обеспечения перемещения материала. Наибольшее распространены электромагнитные и инерционные вибровозбудители. Движущиеся органы при подаче пылящих и токсичных материалов герметизируются.

http://www.chemport.ru/chemical_encyclopedia_article_2843.htm

1.8. Дозаторы твердых сыпучих материалов

В отличие от питателей, непрерывно подающих сыпучий материал, дозаторы обеспечивают автоматическое отмеривание его заданной массы или объема. Соответственно различают объемные и весовые дозаторы.

Объемные дозаторы просты по конструкции и удобны в эксплуатации, однако их применение сдерживается невысокой точностью дозирования. Наиболее распространенные дозаторы периодического действия - механические и камерные. Принцип работы механического дозатора аналогичен шлюзовому питателю. За один оборот полого вращающегося цилиндра отмеривается объем материала.

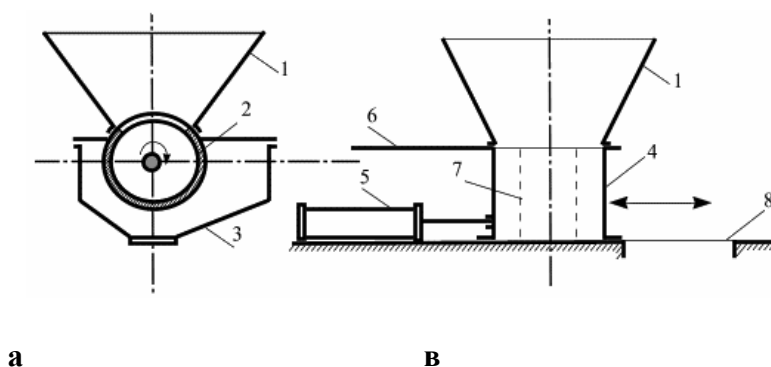


Рис.7. Объёмные дозаторы периодического действия
а- механический , в - камерный

1-питающая воронка, 2- полый цилиндр, 3- приёмный бункер, 4- подвижная камера, 5- пневмоцилиндр, 6- затвор, 7- вкладыш, 8 - разгрузочное устройство.

Барабанный дозатор с лопастной мешалкой обеспечивает непрерывную подачу материала в объёме , который захватывается лопастью мешалки.

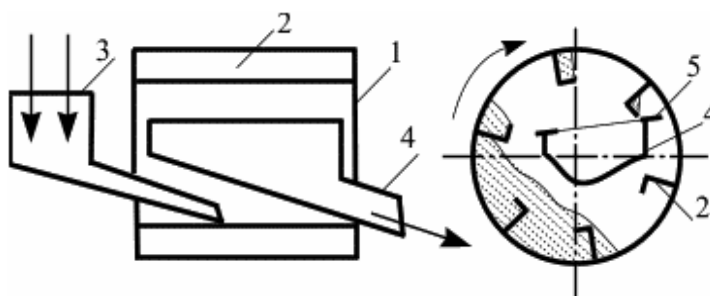


Рис.8. Барабанный дозатор с лопастной мешалкой
1- барабанный накопитель, 2- лопасть, 3- бункер подачи, 4- приёмный лоток, 5- крышка

Весовой дозатор - это аппарат для автоматического дозирования заданной массы твёрдых сыпучих материалов, паст или жидкостей. Весовые дозаторы отличаются большим разнообразием конструктивных схем и исполнений.

В конструкциях весовых дозаторов используются два основных принципа работы: дискретной и непрерывной выдачи дозируемого вещества.



Рис.9. Дозатор фасовочный для мешков "Big-Bag"

Дозаторы дискретного действия отмеривают вещество отдельными порциями определенного веса. У них загружаемая или выгружаемая ёмкость установлена на тензометрических электронных весах, с помощью которых контролируется вес этой емкости. При достижении заданного веса подача вещества прекращается.

В дозаторах непрерывного действия вещество непрерывным потоком поступает через питатель на весоизмерительный транспортер, который измеряет вес поступающего вещества и выдает управляющие сигналы на привод питателя: увеличить или уменьшить расход вещества. Если провести аналогию с другими видами весоизмерительной техники, то дискретные дозаторы напоминают автомобильные весы для взвешивания в статике, а непрерывные - для взвешивания в движении.

1. Л.Григорьева., С. Чекрызов., И. Леппик., Г. Трофимова., Оборудование и складское хозяйство химических производств. Учебное пособие для профессиональных центров., Йыхви. Innove .2012. 336 с.
<http://www.innove.ee/UserFiles/Kutseharidus/Kutsehariduse%20programm/%C3%95ppematerjalid/Keemia%C3%B6%C3%B6stuse%20seadmed%20ja%20laomajandus.pdf>

Вопросы для самопроверки.

1. Перечислить и дать определение основным свойствам сыпучих и штучных грузов.
2. Перечислить и дать определение основным свойствам насыпных грузов.
3. Назвать основные группы насыпных грузов в зависимости от размеров их частиц.
4. На какие группы классифицируется насыпной груз в зависимости от его плотности?
5. Каким параметром определяется группа подвижности частиц груза?
6. Укажите назначение и основные функции питателей.
7. В чем преимущества шнековых питателей и от каких параметров зависит его производительность?
8. Для каких материалов используют ленточные питатели и от каких параметров зависит их производительность?
9. От каких параметров зависит их производительность тарельчатого питателя?
10. Укажите назначение и основные функции дозаторов.

2.Машины непрерывного транспорта твёрдых материалов

Sergey Chekryzhov, EVM0152 "Kütuste keemia ja tehnoloogia II ", loeng 3.

2.1. Ленточный конвейер

Ленточный конвейер - (английски belt conveyor) транспортирующее устройство непрерывного действия с рабочим органом в виде ленты

Первые ленточные транспортеры в истории зафиксированы 1 апреля 1913 года на заводе Генри Форда в Детройте, где каучуковую ленту использовали для сборки автомобилей, за ней закрепилось название «конвейер» (от английского convey – «переправлять»). Эта система обмена деталями уже скоро была задействована на заводах всего мира. А в шахтах на большинстве подземных выработок транспортеры заменили тяжелый труд тысяч рабочих-коногонов и горняков.

В ленточных конвейерах несущей и тяговыми элементами является гибкая лента. Эти машины применяют для транспортирования материалов на короткие, средние и дальние расстояния (до 30 м). Основное достоинство - высокая производительность до 30 тыс.т/ч. При значительных скоростях движения ленты (до 8 м/с) конвейеры могут иметь сложные трассы с горизонтальными и наклонными (до 20°) участками, а также изгибами в горизонтальной плоскости.

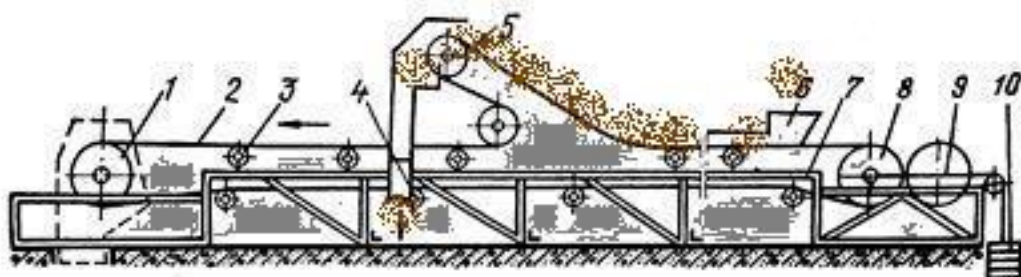


Рис.10 Ленточный конвейер

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 — груз. <http://new.atsystem.ru/calc.html>

Машины относительно просты по конструкции и удобны в эксплуатации, имеют высокую надёжность. К недостаткам относят высокую стоимость ленты и роликов (60 % от общей стоимости, невозможность использования горячих и пылевых материалов.

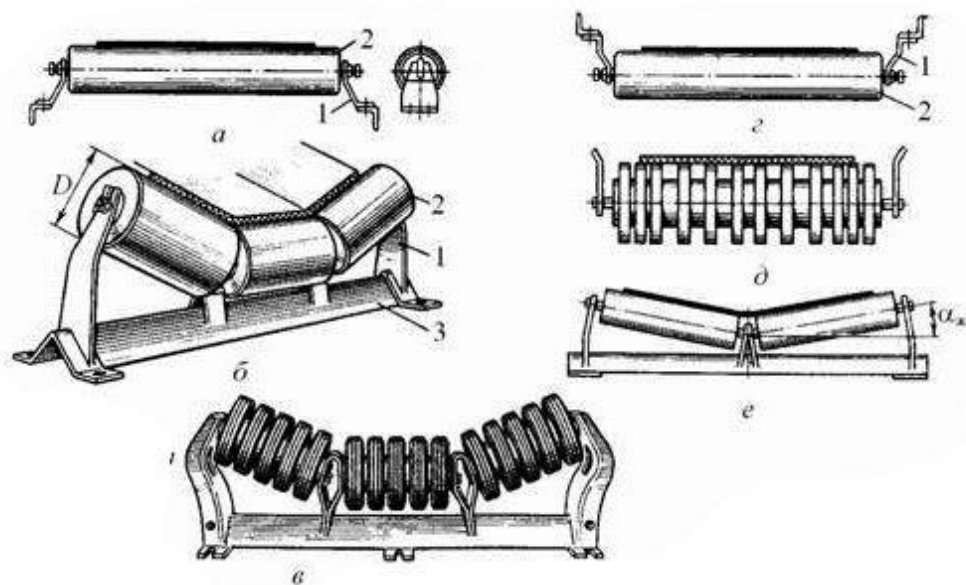


Рис.11. Роликоопоры ленточного конвейера:

а, б, в – для верхней ветви: прямая, рядовая желобчатая, амортизирующая;
г, д, е – для нижней ветви: прямая, дисковая очистная, желобчатая

Проектный расчет ленточного конвейера сводят к выбору типа ленты и роликовых опор, расчету мощности электродвигателя, выбору элементов приводного устройства, расчету натяжного устройства.

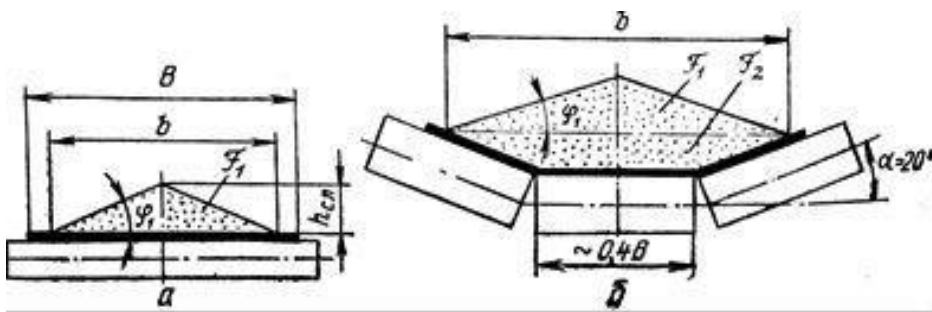


Рис.12. Сечение сыпучего груза на ленточном конвейере.

а - при прямых роликовых опорах; б - при желобчатых опорах.

При движении ленты по прямым роликовым опорам площадь поперечного сечения груза определяется как площадь равнобедренного треугольника с основанием $b = 0,8 B$ 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 $\varphi \approx 10,35\varphi$.

При наличии в месте загрузки наклонного участка коэффициент C_n , учитывает уменьшение площади поперечного сечения слоя груза в результате рассыпания и уменьшения его расчетной высоты.

Принимают следующие значения коэффициента C_n в зависимости от углов наклона трассы.

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

Вопросы для самопроверки

1. Назначение ленточных конвейеров, области их применения, устройство и принцип действия.
2. Основные конструктивные схемы, устройство и назначение роlikоопор.

2.2 Пластинчатые конвейеры

Пластинчатые конвейеры предназначены для перемещения в горизонтальной плоскости или с небольшим наклоном (до 35°) тяжелых (500 кг и более) штучных грузов, крупнокусковых, в том числе остrokромчатых материалов, а также грузов, нагретых до высокой температуры.

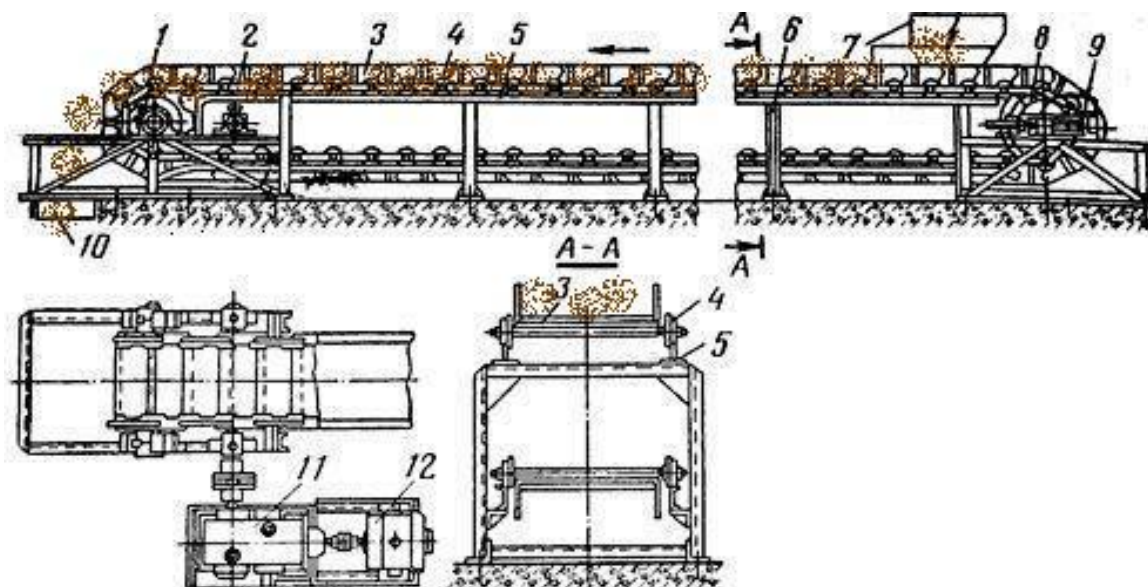


Рис.13. Пластинчатый конвейер:

1 - приводная звездочка; 2 - цепь; 3 - пластина; 4 - каток; 5 - направляющая шина; 6 - станина; 7 - загрузочная воронка; 8 - натяжная звездочка; 9 - натяжное устройство; 10 - разгрузочная воронка; 11 - редуктор; 12 - электродвигатель.

Пластинчатые конвейеры, стационарные или передвижные, имеют те же основные узлы, что и ленточные.

Горизонтальный пластинчатый конвейер (рис.) состоит из двух тяговых пластинчатых цепей 2, к которым крепят металлические пластины 3 настила, снабженные бортами. Цепи с закрепленным на них настилом снабжены ходовыми катками 4, которые перемещаются по продольным направляющим шинам 5. Они опираются на станину 6 и жестко с ней связаны. На концах станины закреплены приводные звездочки 1, соединенные муфтами с редуктором 11 и электродвигателем 12, и натяжные звездочки 8 с винтовым натяжным устройством 9.

Конвейер загружают через воронку 7, а разгружают через концевую звездочку и воронку 10.

Пластинчатые транспортеры применяются для перемещения материала на расстояние до 150 м. Если на пластинах поставлены поперечные перегородки, то угол наклона ленты к горизонту может достигать 30—45°. Скорость движения ленты принимается в пределах 0,2—0,6 м/сек.

Пластинчатые транспортеры дороже ленточных и применяются при перемещении крупнокусковых материалов или материалов, имеющих высокую температуру, а также при перемещении под большим углом, то есть в тех случаях, когда ленточные транспортеры неприменимы.

Вопросы для самопроверки

1. Общее устройство и области применения пластинчатых конвейеров.
2. Преимущества и недостатки пластинчатых конвейеров.
3. Устройство, особенности конструкции и области применения специальных пластинчатых конвейеров.

2.3. Скребокковые конвейеры

Конвейеры со сплошными высокими скребками.

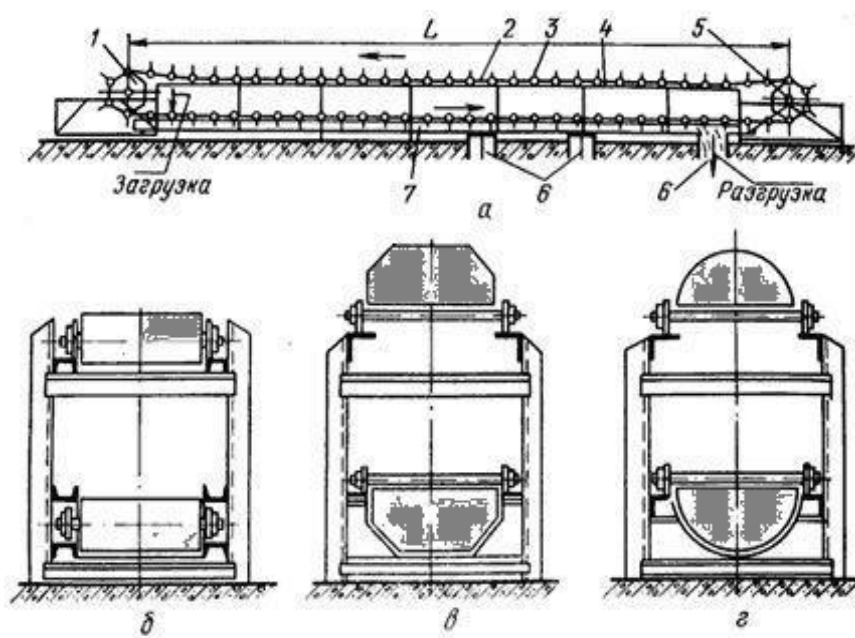


Рис.14. Конвейер с высокими сплошными скребками:

а - общий вид: 1 - натяжное устройство; 2 - тяговый элемент; 3 - скребок; 4 - направляющая шина; 5 - приводное устройство; 6 - разгрузочные устройства; 7 - желоб; б - разрез конвейера со скребками прямоугольной формы; в - то же, трапецидальной формы; г - то же, полукруглой формы.

Такие конвейеры состоят из тягового элемента 2 с прикрепленными к нему скребками 3. Груз, подаваемый в желоб 7, захватывается скребками и перемещается к разгрузочным устройствам 6 (их может быть несколько, если необходима разгрузка в промежуточных точках). Тяговый элемент перемещается на ходовых роликах по направляющим шинам 4 и огибает приводные и натяжные звездочки. Рабочей является нижняя ветвь тягового элемента.

Однако в зависимости от схемы и назначения конвейера рабочей могут быть и верхняя ветвь тягового элемента или сразу обе ветви. Скребковый конвейер с высокими скребками может перемещать груз в горизонтальном, наклонном, наклонно-горизонтальном и горизонтально-наклонном направлениях. Угол наклона обычно не превышает 35° .

Применение скребковых конвейеров ограничено из-за измельчения грузов и быстрого износа желоба, особенно при перемещении абразивных материалов. Кроме того, для скребковых конвейеров характерен большой расход энергии, затрачиваемой на преодоление вредных сопротивлений. Разновидности скребковых конвейеров - трубчатые и с погруженными скребками.

Вопросы для самопроверки

1. Устройство, назначение и основные параметры скребковых конвейеров с низкими сплошными скребками.
2. Устройство, назначение и основные параметры конвейеров с контурными скребками.

2.4. Винтовые конвейеры

Винтовые конвейеры служат для перемещения пылевидных и мелкокусковых грузов в горизонтальной или наклонной (до 20°) плоскостях, реже в вертикальной плоскости (конвейеры с быстро вращающимися винтами). Конвейер имеет металлический закрытый желоб, внутри которого вращается вал с лопастями, расположенными по винтовой линии.

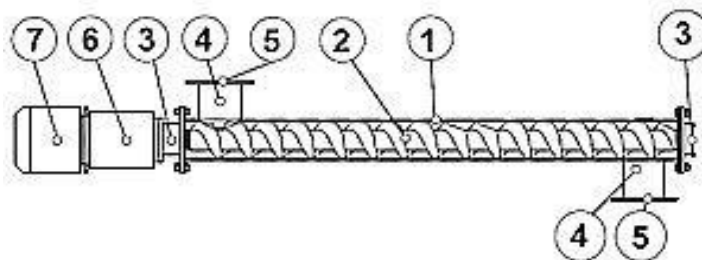
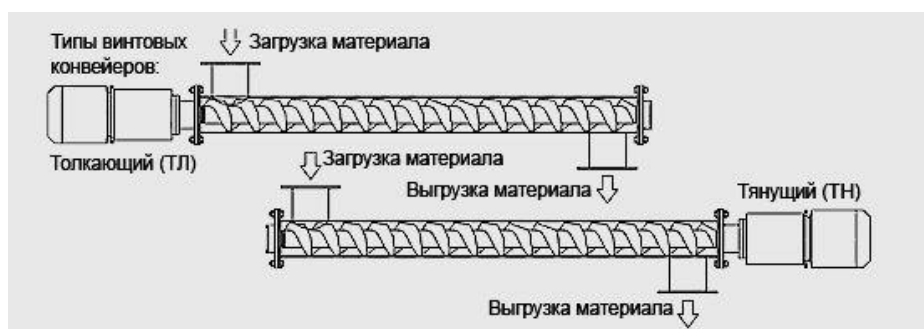


Рис.15. Схема винтового конвейера

1- корпус , 2-винт, 3-подшипниковые опоры , 4- загрузочное и разгрузочное отверстие , 5 - присоединительные фланцы , 6- редуктор, 7- иприводной электродвигатель.

Лопасты могут быть сплошными (для легкосыпучих грузов), ленточными (для влажных и кусковых грузов) и в виде отдельно укрепленных на валу лопаток (для липких и слеживающихся грузов). При вращении винта лопасти проталкивают груз вдоль желоба.

В зависимости от требований установки винтового конвейера (шнека) в составе технологических линий привод подающего винта может быть выполнен как по толкающей , так и по тянущей схеме .

Винтовые конвейеры просты по конструкции, удобны в эксплуатации, особенно при транспортировке пылящих грузов. Однако лопасти и желоб сравнительно быстро изнашиваются, груз измельчается и истирается, кроме того, требуется повышенный расход энергии.

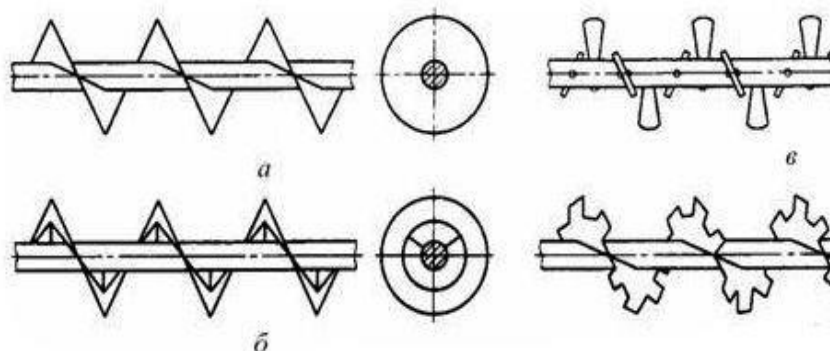


Рис.16. Конструктивное исполнение винта:

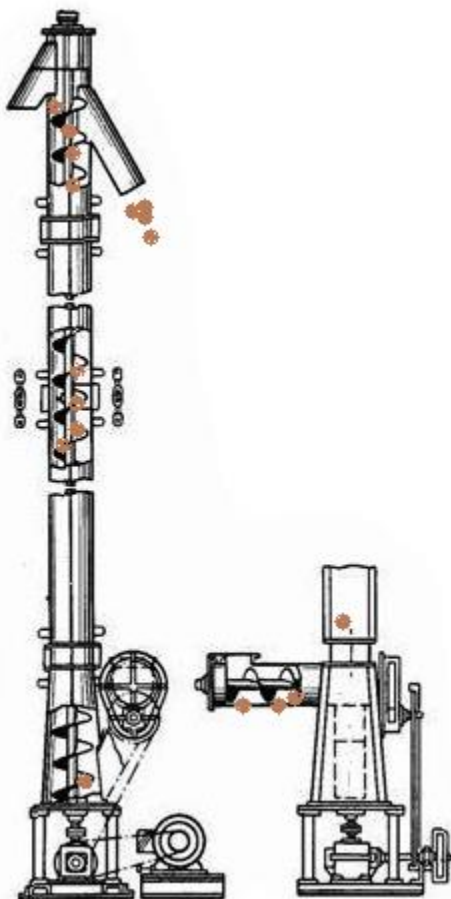
а – сплошной полнотенный; б – ленточный; в – лопастной; г – фасонный

Винтовые транспортеры изготавливаются с диаметром винта 100, 120, 150, 200, 250, 300, 400, 500 и 600 мм. Шаг винта s принимается в пределах $0,5—1,0$ диаметра винта D , причем меньшие значения берутся для тяжелых, крупных и истирающих материалов, а большие - для сыпучих и легкоподвижных.

Рис.17. Вертикальные винтовые конвейеры

К достоинствам винтовых транспортеров относятся:

1) компактность, простота и дешевизна устройства и



обслуживания, 2) герметичность. Последнее особенно важно при перемещении токсичных и пылящих материалов.

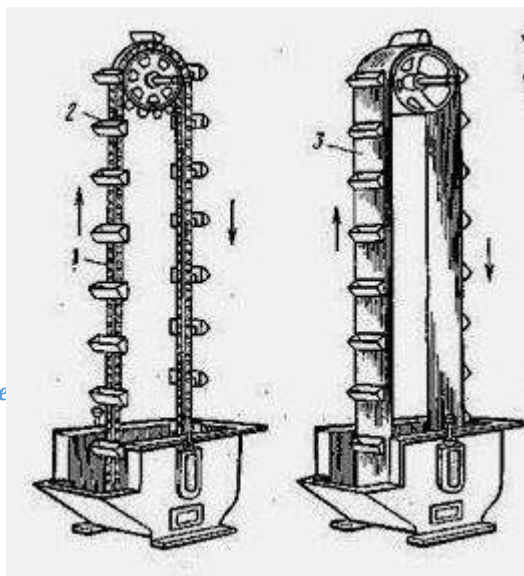
Недостатками винтовых транспортеров являются: 1) высокий расход энергии, 2) значительный износ стенок желоба и поверхности винта, 3) истирание перемещаемого материала.

Вопросы для самопроверки

1. Основные типы и области применения винтовых конвейеров.
2. Преимущества и недостатки винтовых конвейеров.
3. Устройство и основные элементы винтовых конвейеров.
4. Материалы для изготовления элементов конвейера.
5. Конструктивное исполнение и способы крепления винта.
6. Способы загрузки и разгрузки винтового конвейера.

2.5. Элеваторы

Элеваторы -это конвейеры для транспортирования грузов в ковшах, жестко прикрепленных к тяговому элементу, в вертикальном или крутонаклонном направлении.



18. Элеваторы:

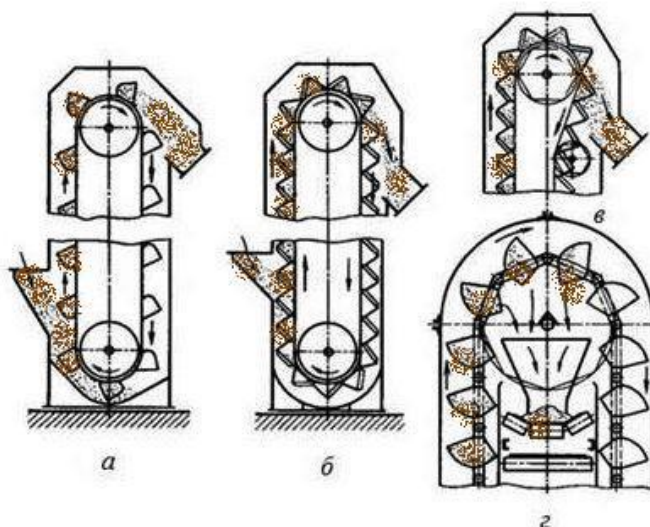
1 - цепь, 2 - ковш, 3 - лента

Элеваторы состоят из вертикального короба, внутри которого перемещается бесконечная цепь или лента с равномерно закрепленными на ней грузовыми ковшами или грузоприемными площадками.

Элеваторы способны поднимать грузы на высоту до 50 м при производительности до 400 м³/ч.

Рис. 2.47. Схемы загрузки и разгрузки ковшовых элеваторов:

а - загрузка зачерпыванием, разгрузка под действием центробежной силы;
б - загрузка засыпанием в ковши, разгрузка самотечная направленная;
в - самотечная свободная разгрузка; г - центральная разгрузка.



Преимуществами ковшовых элеваторов являются: малые габаритные размеры в плане; большая высота подачи груза (60–75 м); большой диапазон производительности (5–500 м³/час); широкий ассортимент транспортируемых грузов. К недостаткам ковшовых элеваторов относятся: возможность отрыва ковшей при перегрузках; необходимость равномерной подачи груза.

Основными параметрами ковшовых элеваторов являются: производительность Q ; ширина ковша 100–1000 мм; шаг ковшей 160–800 мм; скорость 0,4–2,5 м/с; высота подъема; мощность приводного двигателя (кВт).

Вопросы для самопроверки

1. Общее устройство, классификация, назначение и области применения элеваторов.
2. Преимущества и недостатки ковшовых элеваторов.

3. Основные элементы и основные параметры ковшовых элеваторов.
4. Способы загрузки и разгрузки ковшовых элеваторов

2.6. Качающиеся конвейеры

Качающимися называют конвейеры, в которых вследствие возвратно-поступательного (колебательного) движения желоба находящийся в нем груз совершает по днищу следующие друг за другом короткие перемещения вперед с определенной скоростью. Колебательное движение желобу сообщается вибратором.

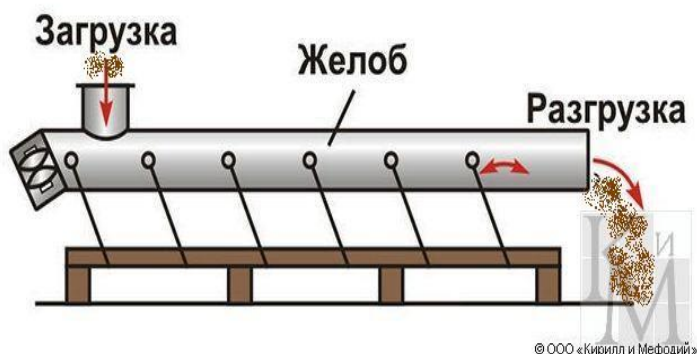


Рис.2.48 Качающийся конвейер.

В простейшем качающемся конвейере желоб находится на упругих стойках, жестко закрепленных на опорной раме под некоторым углом к вертикали. Кривошипный механизм с приводом от электродвигателя сообщает желобу переменные по направлению движения. Желоб при движении вперед немного поднимается, а при движении назад опускается (качается). При этом меняется давление груза на желоб. При движении желоба назад груз скользит по нему вперед, продвигаясь на некоторое расстояние.

Наиболее оптимальная область применения — герметичное транспортирование пылящих, горячих (температура не более 500 °), ядовитых и химически агрессивных насыпных грузов.

Пылевидные грузы транспортируют в трубах прямоугольного сечения, зернистые и кусковые — в желобах (ширина 125 ... 1600 мм, высота 80 ... 400 мм) и трубах.

Вопросы для самопроверки

1. Основные типы и области применения качающихся конвейеров.

TalTech Virumaa kolledž

2. Преимущества и недостатки качающихся конвейеров.
3. Устройство и основные элементы качающихся конвейеров.
4. Динамические режимы работы качающихся конвейеров.

Используемые источники:

1. www.conveer.ru
2. www.konveerspb.ru
3. www.rtconveer.ru
4. www.conveermash.ru
5. http://www.ximicat.com/ebook.php?file=planovsky_teh.djvu&page=27
6. <http://new.atsystem.ru/calc.html>
7. <http://www.detalmach.ru/lect28.htm>
8. http://tisys.ru/files/catalog/files_rub/1720/obsheiy_katalog_vam_.pdf