

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
"БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ"**

Кафедра мелиоративных и строительных машин

ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ МАШИНЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Для студентов специальностей
**1-74 06 04 – техническое обеспечение мелиоративных и
водохозяйственных работ,**

Горки

Цель работы: изучить конструкции, назначение, применение ленточных, скребковых, винтовых транспортеров (конвейеров), элеваторов и пневмотранспортных установок.

1. ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Транспортирующие машины, которые могут перемещать материалы равномерно и непрерывно в течение необходимого времени, называют машинами непрерывного транспорта, или конвейерами. Такие машины широко применяют в строительстве и на предприятиях строительной индустрии для перемещения сыпучих (песка, цемента, извести), мелкокусковых (щебня, гравия), штучных (кирпича) материалов и грунта.

По принципу действия конвейеры разделяю на перемещающие материал, находящийся на его движущемся рабочем органе, и перемещающие материал под механическим воздействием на него рабочего органа.

По конструкции рабочего органа конвейеры делятся на ленточные, цепные (пластинчатые и скребковые), винтовые (шнеки), вибрационные и ковшовые (элеваторы). Наиболее распространенными являются ленточные, винтовые и ковшовые конвейеры.

Ленточные конвейеры могут быть передвижные, применяемые на строительных площадках, и стационарные, применяемые в основном на подсобных предприятиях строительной индустрии. Ленточные конвейеры часто используют в составе различных строительных машин и установок, цепных и роторных экскаваторов непрерывного действия, погрузо-разгрузочных машин и др.

Передвижной ленточный конвейер показан на рис. 1. Приводной барабан 9 получает движение от двигателя 15 и редуктора 16. Верхняя несущая ветвь ленты поддерживается роликами 3, а холостая ветвь ленты – роликами 10. Натяжение ленты обеспечивается перемещением подшипников оси натяжного барабана 1 посредством винтов 14. Перемещаемый материал поступает на ленту через загрузочное устройство 2 и сбрасывается при огибании ленты приводного барабана 9. Угол наклона рамы конвейера и соответственно высота подачи материала регулируются. Возможный угол наклона при гладкой и желобчатой ленте составляет 10...15°, рабочая длина передвижных ленточных конвейеров – 5...15 м. Последовательным расположением нескольких конвейеров можно обеспечить перемещение материалов на

довольно значительное расстояние.

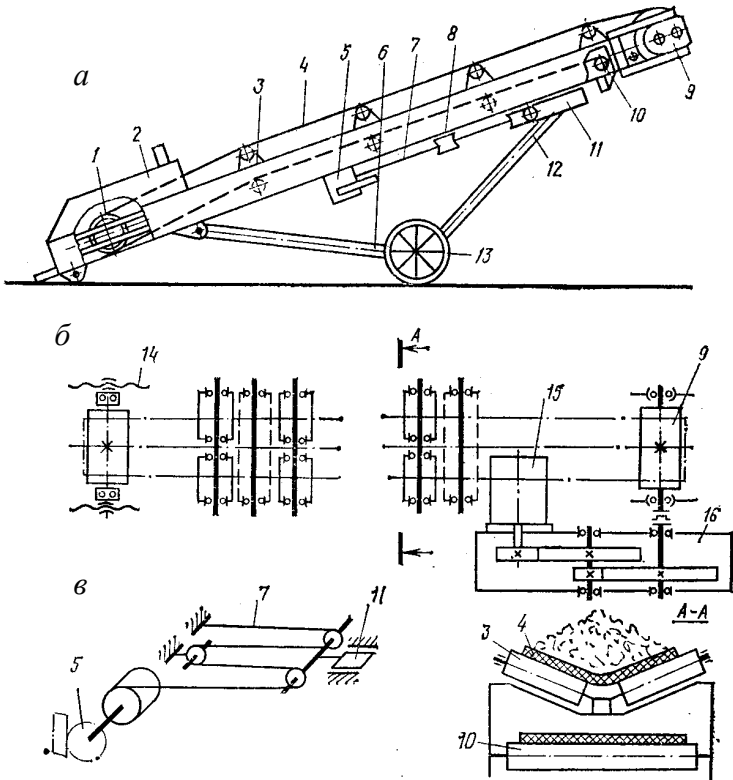


Рис. 1. Передвижной ленточный конвейер:

a – общий вид; *б* – кинематическая схема; *в* – схема изменения угла наклона;
 1 – натяжной барабан; 2 – загрузочное устройство; 3, 10 – ролики; 4 – лента;
 5, 16 – редукторы; 6 – подкос; 7 – полиспаст; 8 – рама; 9 – приводной барабан;
 11 – ползун; 12 – подвижная распорка; 13 – колесо; 14 – винт; 15 – двигатель.

Стационарный ленточный конвейер (рис. 2) состоит из рабочего органа, бесконечной ленты, натянутой между двумя барабанами (приводным и натяжным), и поддерживающих несущую ветвь роlikоопор, приводного редуктора 9, электродвигателя, натяжного устройства и приемной воронки, служащей для загрузки материала. Для сбрасыва-

ния материала в любом месте длины конвейера применяют устройство в виде сбрасывающей тележки или плужка.

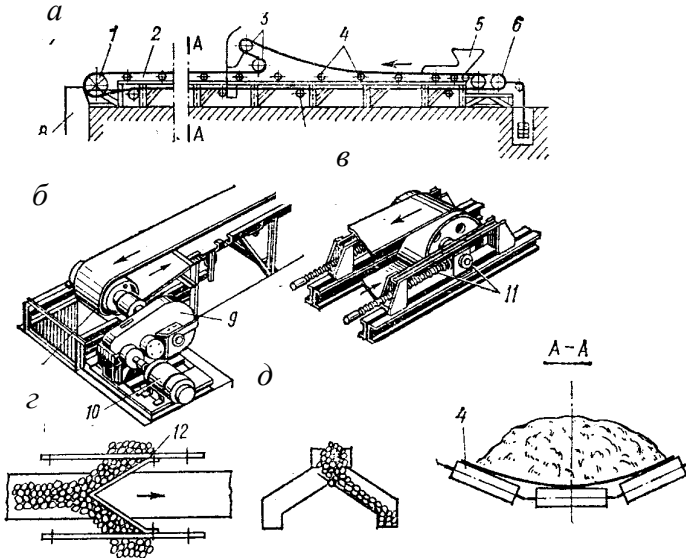


Рис. 2. Стационарный ленточный конвейер:

- a* – общий вид; *б* – приводной барабан; *в* – натяжной барабан;
г – сбрасывающий плужок; *д* – рукава сбрасывающей тележки;
 1 – приводной барабан; 2 – лента; 3 – сбрасывающая тележка; 4, 7 – ролики;
 5 – приемная воронка; 6 – натяжной барабан; 8 – разгрузочная воронка;
 9 – редуктор; 10 – электродвигатель; 11 – натяжное устройство; 12 – плужок.

В ленточных конвейерах в виде рабочего органа наиболее часто применяют резинотканевую ленту, состоящую из нескольких слоев прочной ткани (прокладок), связанных между собой вулканизированной резиной. Прочность ленты определяется ее шириной и числом прокладок. Допускаемое максимальное натяжение ленты S_{max} рассчитывают по формуле

$$S_{max} = B \cdot i \cdot q,$$

где B – ширина ленты, см;

i – число прокладок;

q – допускаемая нагрузка на 1 см ширины прокладки, H .

В конвейерах большой длины применяют резиноканевую ленту, армированную стальными гибкими канатами диаметром 3...4 мм. Прочность такой ленты значительно больше обычной и определяется числом канатов в ленте и их параметрами. Применяют также стальные ленты холодной прокатки толщиной 0,6...1,0 мм и шириной 500 ... 600 мм.

Производительность ленточного конвейера (т/ч) зависит от ширины ленты и скорости ее движения и может быть определена по формуле

$$P = 3600 v \cdot A \cdot \gamma,$$

где v – скорость движения ленты, м/с;

A – площадь поперечного сечения слоя материалов, м²; $A \approx 0,05B^2$ – при плоской ленте; $A \approx 0,11B^2$ – при желобчатой ленте на трехроликовой опоре и угле наклона боковых роликов 20°;

γ – плотность материала, кг/м³.

2. ЦЕПНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Тяговым органом у цепных конвейеров являются одна или две параллельно расположенные бесконечные цепи, к которым присоединены пластины или скребки. К цепным относятся пластинчатые и скребковые конвейеры.

Пластинчатые конвейеры (рис. 3) применяют в качестве основного транспортирующего устройства для перемещения тяжелых крупнокусковых материалов и штучных грузов, а также в качестве питателя для подачи крупнокускового материала к дробилкам. Транспортирующий орган пластинчатых конвейеров состоит из отдельных металлических или деревянных пластин, прикрепленных к двум длиннозвеньевым цепям. Цепи огибают приводной и натяжной барабаны и в пролете опираются своими роликами на гладкие направляющие станины. Цепи применяют длиннозвеньевые, втулочные, втулочно-роликовые и втулочно-колесные с гладкими или ребордными колесами. Для увеличения количества перемещаемого материала пластинчатые конвейеры делают с бортами, укрепленными на станине, или с ребрами, укрепленными на пластинах. Такие конвейеры называют лотковыми. Латковые конвейеры, оснащенные пластинами волнистого или коробчатого профиля, могут подавать грузы под углом до 30°.

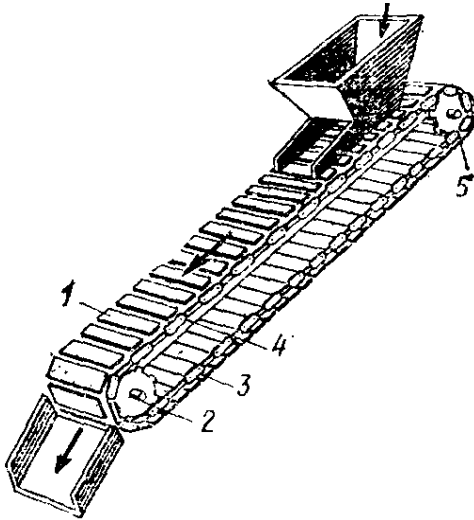


Рис. 3. Схема пластинчатого конвейера:
 1 – транспортирующий орган; 2 – приводной барабан;
 3 – цепь; 4 – направляющие станины; 5 – натяжной барабан.

Скребокковые конвейеры (рис. 4) применяют для перемещения кусковых и сыпучих грузов на короткие расстояния и под большим углом наклона, а также в качестве питателей в различных установках.

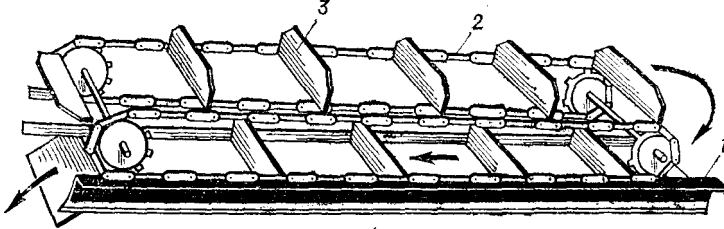


Рис. 4. Схема скребоккового конвейера:
 1 – желоб; 2 – тяговый орган – цепь; 3 – скребок.

Они конструктивно просты и удобны для загрузки и разгрузки материалов, но требуют большого расхода энергии и быстро изнашиваются. Материал, загружаемый в желоб, перемещается скребками по его дну и разгружается в конце желоба или в любом месте через донные отверстия.

В качестве тяговых цепей применяют втулочно-роликовые или

специальные цепи. Желоба скребковых конвейеров изготавливают из стальных листов толщиной 3...6 мм, шириной 400...800 мм, в зависимости от материала и необходимой производительности.

3. ВИНТОВЫЕ И ВИБРАЦИОННЫЕ КОНВЕЙЕРЫ

Винтовые конвейеры (рис. 5) имеют рабочий орган в виде винта большого диаметра с высокими гребнями винтовой поверхности, расположенного в трубе или желобе. При вращении винта материал, находящийся между его витками, перемещается вдоль желоба.

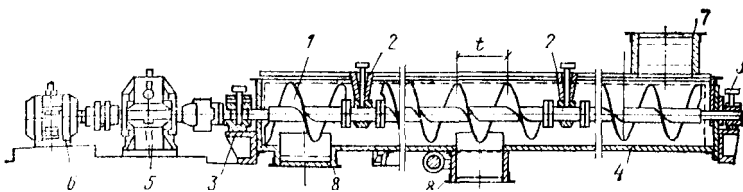


Рис. 5. Винтовой конвейер:

1 – винт; 2 – подвесная опора; 3 – конечная опора; 4 – желоб; 5 – редуктор;
6 – электродвигатель; 7 – загрузочная воронка; 8 – разгрузочная воронка.

Винтовые конвейеры применяют для транспортировки материала на небольшие расстояния в горизонтальной, наклонной и вертикальной плоскостях. Их преимущество заключается в возможности транспортировки пылевидных материалов в герметически закрытых желобах без пылеобразования и потерь и вязких и тестообразных материалов – глины, цементных и известковых растворов, бетонной смеси. Винтовые конвейеры могут одновременно с перемещением материалов перемешивать их. По сравнению с другими транспортирующими машинами эти конвейеры более компактны, однако они требуют большого расхода энергии и зачастую дробят хрупкие материалы при транспортировке.

Винты со сплошными лопастями применяют для транспортировки порошкообразных материалов (цемента, мела, гипса, золы, сухого песка и др.), а с ленточной спиральной поверхностью – для мелкокусковых (гравия, шлака, известняка, угля). Если во время транспортировки необходимо перемешивать материал, используют винты с фасонными лопастями или лопатками.

При работе винтового конвейера винт вращается в закрытом непо-

движном желобе. Винт поддерживается концевыми и промежуточными подвесными опорами и приводится во вращение электродвигателем с редуктором. Материал из желоба выдается через донные люки, закрываемые задвижками. Желоб конвейера состоит из секций. Отдельные секции, выполненные из листовой стали толщиной 2...6 мм, соединяются фланцами на болтах и прокладках для герметизации. Винтовая поверхность собирается из отдельных стальных шайб, которые предварительно разрезают и выгибают по винтовой линии, а затем приваривают к трубчатому стержню. Диаметры винтов применяются следующими 150, 200, 250, 300, 400, 500 и 600 мм.

Шаг винтовой линии t принимают в зависимости от диаметра винта ($t = 0,5...2,0$) D . Частота вращения винта n также зависит от его диаметра и рода перемещаемого материала: наибольшая – при транспортировке легких материалов и меньшая – для тяжелых абразивных материалов. При $D = 200$ мм $n = 23,6...150$ мин⁻¹, при $D = 600$ мм $n = 15...75$ мин⁻¹. Зазор между винтовой поверхностью и желобом составляет 3...8 мм.

Производительность винтовых конвейеров определяют по формуле:

$$P = 60\pi D^2 t n \gamma \psi / 4,$$

где D – диаметр винта, м;

t – шаг винтовой линии, м;

n – частота вращения винта, мин⁻¹;

γ – плотность транспортируемого материала;

ψ – коэффициент заполнения желоба, выбираемый в зависимости от рода транспортируемого материала (для золы – 0,125, для цемента – 0,25, для порошкообразной извести – 0,4).

Вибрационные конвейеры применяют для перемещения на небольшие расстояния зернистых и порошкообразных материалов. Конвейер имеет желоб, удерживаемый на станине амортизирующимися подвесками, и вибратор, сообщающий колебания большой частоты (до 3000 мин⁻¹). Под влиянием вибрации частицы материала постепенно перемещаются вдоль желоба к месту выгрузки.

4. ЭЛЕВАТОРЫ КОВШОВЫЕ

Элеваторами называют машины непрерывного транспорта, перемещающие материалы в вертикальном направлении или близком к нему. Элеваторы широко применяют для подачи материалов (песка, щебня, цемента) в высокорасположенные расходные бункеры техно-

логических установок или хранилищ.

Элеватор ковшовый (рис. 6) состоит из бесконечной ленты (или цепи) 1, огибающей концевые барабаны (звездочки) 3 и 6, и закрепленных на ней ковшей 2. Лента с ковшами заключена в кожух 5 с загрузочным 7 и выгрузочными 4 рукавами. Приводным барабаном элеватора является обычно верхний 3, для привода которого служит электродвигатель с двухступенчатым редуктором. Натяжение ленты регулируется натяжными винтами, перемещающими нижний барабан 6.

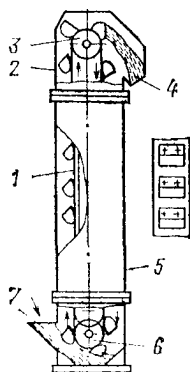


Рис. 6. Схема ковшового элеватора:
1 – лента (цепь); 2 – ковш; 3, 6 – барабаны (звездочки);
4 – выгрузочный рукав; 5 – кожух; 7 – загрузочный рукав.

Ковши элеваторов имеют различную форму в зависимости от рода транспортируемого материала и принятого способа разгрузки. Мелкие полукруглые ковши применяют для материалов с малой подвижностью (типа порошкового мела), глубокие полукруглые – для легкосыпучих материалов (цемента, песка).

Быстроходные элеваторы со скоростью ленты до 2 м/с предназначены для транспортировки порошкообразных и мелкокусковых грузов. Высокая скорость движения ленты способствует эффективной загрузке ковшей при зачерпывании материала и разгрузки их с использованием центробежной силы.

При транспортировке среднекусковых материалов и движении ковшей элеватора с большой скоростью при зачерпывании возникают ударные нагрузки на ковши, при разгрузке происходит разлетание кусков, поэтому скорость движения рабочего органа приходится принимать меньшей (в пределах 0,4...1,0 м/с).

В ленточных тихоходных элеваторах для улучшения условий разгрузки применяют специальную форму ковшей и более частое их вза-

имное положение на ленте. Тогда задняя стенка предыдущего ковша служит направляющей для материала, выгружаемого из последующего ковша. Лучшие условия для выгрузки ковшей без потерь материала создаются при наклонном положении элеватора. Характеристика основных марок элеваторов приведена в таблице.

Характеристики ковшовых элеваторов

| Показатели | Ленточные | | | | |
|-------------------------------------|---------------|---------|-----------------|-------------|---------|
| | Глубокий ковш | | | Мелкий ковш | |
| | ЭЛГ-200 | ЭЛГ-250 | ЭЛГ-350 | ЭЛМ-200 | ЭЛМ-350 |
| Ширина ковша, мм | 200 | 250 | 350 | 200 | 350 |
| Объем ковша, л | 2 | 3,2 | 4,8 | 1,1 | 7 |
| Шаг ковшей, мм | 300 | 400 | 500 | 300 | 500 |
| Скорость движения ленты (цепи), м/с | 0,8 | 1,25 | 1,25 | 0,8 | 1,25 |
| Показатели | Цепные | | | | |
| | Мелкий ковш | | Чешуйчатый ковш | | |
| | ЭЦО-350 | ЭЦО-450 | ЭЦО-600 | ЭЦО-750 | ЭЦО-900 |
| Ширина ковша, мм | 350 | 450 | 600 | 750 | 900 |
| Объем ковша, мм | 7,8 | 16 | 34 | 67 | 130 |
| Шаг ковшей, мм | 250 | 320 | 400 | 500 | 630 |
| Скорость движения ленты (цепи), м/с | 0,3... 0,5 | | 0,32...0,5 | | |

Производительность элеватора определяется по формуле

$$P = 3600v i_o \varphi \gamma t,$$

где v – скорость движения рабочего органа;

i_o – геометрический объем ковша;

φ – коэффициент наполнения ковша;

γ – плотность транспортируемого материала;

t – шаг ковшей.

5. УСТАНОВКИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

В установках пневматического транспорта материал перемещается потоком воздуха по трубопроводам во взвешенном состоянии или же в контейнерах (капсулах).

Установки пневматического транспорта применяют для перемещения сыпучих материалов (цемента, сухого песка, мелкого угля, щепы, опилок). При использовании специальных систем с контейнерами можно перемещать также щебень и другие материалы. Преимущества таких установок заключаются в следующем: возможность перемещения материалов в любом направлении и одновременно в несколько пунктов; компактность (транспортные линии можно располагать в траншеях, подвешивать на столбах, кронштейнах, не занимая много места в производственных помещениях); герметичность трубопроводов (потери транспортируемого материала незначительны); высокая производительность, дальность транспортировки и относительно невысокие затраты на сооружение. Но вместе с тем у пневматических транспортных установок (за исключением аэрационных) высокий удельный расход энергии (в 3...6 раз больше, чем у конвейеров с механическим приводом) и быстрый износ трубопроводов при транспортировке абразивных материалов.

Установки пневматического транспорта разделяются на всасывающие (вакуумные), нагнетательные, всасывающе-нагнетательные и аэрационные.

Во всасывающей установке (рис. 7, а) вакуум-насосом 6 создается разрежение среды, вследствие чего через заборную насадку 1 транспортируемый материал вместе с атмосферным воздухом поступает по трубопроводу 2 в осадительную камеру 3. Здесь из-за большого перепада сечений скорость воздушного потока резко уменьшается и материал осаждается на дно камеры. Воздух с оставшимися в нем частицами материала по трубопроводу 4 поступает в фильтр 5 и вакуум-насосом выбрасывается в атмосферу. Материал из осадительной камеры и фильтра выдвигается через шлюзовые затворы 7, выполненные в виде вращающегося барабана с ячейками.

Всасывающую установку применяют для транспортировки материалов на небольшие расстояния, например при разгрузке цемента из железнодорожных вагонов в силосные емкости. Производительность таких установок составляет до $60 \text{ м}^3/\text{ч}$.

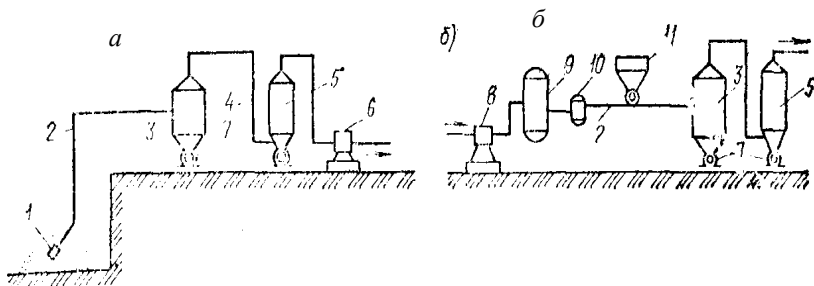


Рис. 7. Схемы пневмотранспортных установок всасывающей (а), нагнетательной (б):
 1 – насадка заборная; 2, 4 – трубопроводы; 3 – осадительная камера; 5 – фильтр;
 6 – вакуум-насос; 7 – шлюзовой затвор; 8 – компрессор; 9 – воздухохорбник;
 10 – влагоотделитель; 11 – питатель.

В нагнетательной установке (рис. 7, б) атмосферный воздух нагнетается компрессором 8 в воздухохорбник 9 и, пройдя влагоотделитель 10, по трубопроводу 2 подается к питателю 11. Подаваемый питателем материал транспортируется поступающим воздухом в осадительную камеру 3, откуда воздух через фильтр 5 выбрасывается в атмосферу, а материал выдается через шлюзовые затворы 7.

В системе нагнетательной установки создается давление воздуха 0,2...0,6 МПа. Материал транспортируется на расстояние до 2 км, производительность установки составляет до 3000 м³/ч.

Контейнерный пневматический транспорт. Принцип перемещения материала сжатым воздухом используется в контейнерном пневматическом транспорте. В пневмотрубопроводе (рис. 8) большого диаметра (до 1 м) помещают вагонетки цилиндрической формы диаметром, чуть меньшим внутреннего диаметра пневмотрубопровода. Прорез между вагонеткой и трубопроводом в торце вагонетки перекрывается резиновой манжетой. Вагонетки снабжены ходовыми колесами и роликами для опирания на поверхность трубы. При подаче сжатого воздуха в пространство между клапаном в трубопроводе и торцом вагонетки последняя начинает двигаться со скоростью, зависящей от количества нагнетаемого воздуха. Обычно скорость достигает 30 км/ч, а дальность транспортировки 6 км. Вагонетки можно перемещать по одной или несколько штук в сцепе.

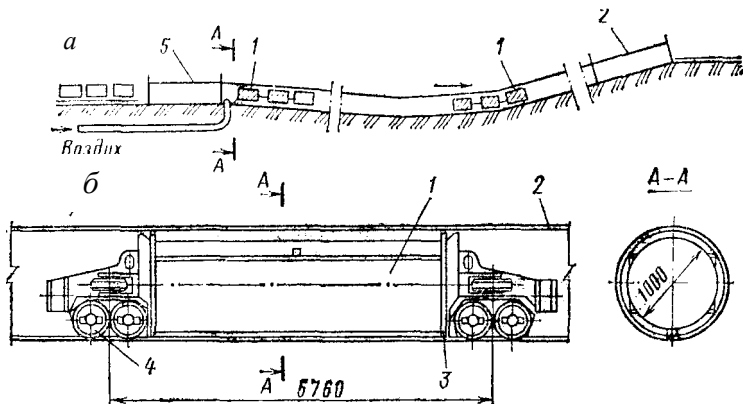


Рис. 8. Контейнерная пневмотранспортная установка:
а – схема установки; *б* – вагонетка-контейнер; 1 – вагонетки;
 2 – пневмотрубопровод; 3 – манжета; 4 – колесо; 5 – шлюзовая камера.

Для увеличения производительности установки можно использовать поезд вагонеток. Однако при большом числе вагонеток в сцепе поезда на значительных преодолеваемых подъемах потребуются увеличенный расход воздуха с повышенным давлением.

Аэрационные установки (аэрожелоба) применяют для транспортировки пылевидных материалов (в основном цемента). Установка имеет наклонный желоб (рис. 9), разделенный продольной пористой перегородкой. В верхнюю часть поступает материал, а в нижнюю нагнетается вентилятором воздух под невысоким давлением.

Воздух, просачиваясь через пористую перегородку, смешивается с материалом, придавая ему свойство текучести, присущее жидкости. Благодаря этому материал самотеком перемещается по трубопроводу.

В трубопровод материал подается из бункера. Аэрированный материал (пульпу) можно транспортировать в трубопроводах и в вертикальном направлении при давлении воздуха 0,05...0,1 МПа. Расход энергии в аэрационных транспортных установках значительно меньше, чем во всасывающих и нагнетательных.

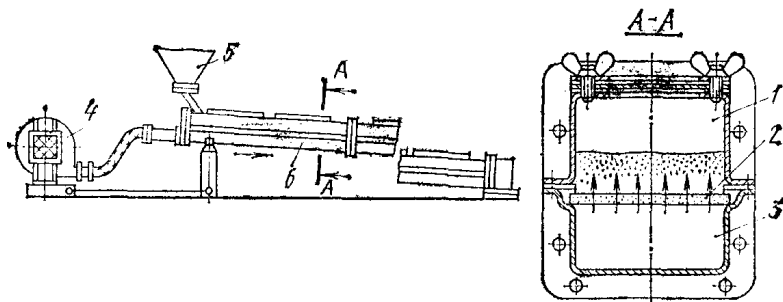


Рис. 9. Аэрожелоб:

1 – верхняя часть желоба; 2 – пористая перегородка; 3 – нижняя часть желоба; 4 – вентилятор; 5 – бункер; 6 – трубопровод-желоб.

6. РАЗГРУЗЧИКИ ЦЕМЕНТА

Разгрузчики бестарного цемента и других материалов тонкого помола из крытых железнодорожных вагонов применяют двух типов: всасывающего и всасывающе-нагнетательного действия.

Разгрузчики всасывающего действия ТА-17 и ТА-18 (рис.10) состоят из самоходного заборного устройства, гибкого рукава цементопровода, осадительной камеры с рукавными фильтрами, винтового питателя, воздухопровода и вакуум-насоса.

В процессе разгрузки цемента самоходное заборное устройство разгрузчика заходит в вагон и подгребающими дисками подает цемент к всасывающей насадке, цемент под действием вакуума транспортируется по гибкому цементопроводу в осадительную камеру. В осадительной камере цемент из-за резкого падения скорости потока осаждается на дно. Воздух же, проходя рукавные фильтры, очищается от взвешенных частиц цемента и, пройдя по воздухопроводу в вакуум-насос, выбрасывается в атмосферу. Цемент из осадительной камеры винтовым питателем передается в приемное устройство склада.

При монтаже вакуумного разгрузчика на месте эксплуатации осадительную камеру устанавливают в помещении прирельсового склада над приемным устройством для дальнейшей транспортировки цемента. Вакуум-насос с электродвигателем, шкаф с электроаппаратурой устанавливают в отдельном отапливаемом помещении, смежном со складом.

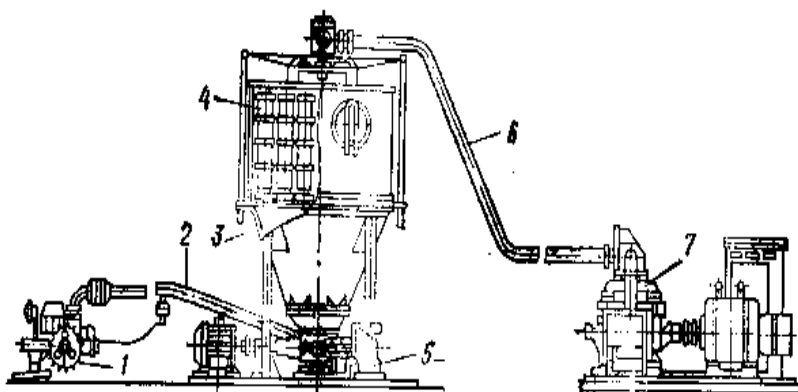


Рис. 10. Разгрузчик цемента ТА-18:

1 – заборное устройство; 2 – рукав цементопровода; 3 – осадительная камера;
4 – рукавный фильтр; 5 – винтовой питатель; 6 – воздухопровод; 7 – вакуум-насос.

Производительность разгрузчиков всасывающего действия ТА-17 равна 50 т/ч и ТА-18 составляет около 90 т/ч, дальность транспортировки – 12 м.

Разгрузчики всасывающе-нагнетательного действия отличаются от разгрузчиков всасывающего действия конструкцией механизма выгрузки цемента из осадительной камеры. Он состоит из напорного винтового конвейера, обратного клапана и насадки, подающей сжатый воздух, которым цемент транспортируется в бункера склада цемента.

Производительность разгрузчиков всасывающе-нагнетательного действия ТА-26 равна 20 т/ч и дальность транспортировки – 40 м, у разгрузчиков ТА-27 и ТА-32 производительность – 50 т/ч, дальность транспортировки – 50 м.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните назначение и область применения машин непрерывного транспорта (конвейеров).
2. Объясните принцип работы ленточного транспортера.
3. Объясните принцип работы скребкового транспортера.
4. Объясните принцип работы винтового транспортера.
5. Объясните принцип работы элеваторов.
6. Назовите область применения в строительстве и принцип действия оборудования для пневматического транспортирования.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Ленточные конвейеры | 3 |
| 2. Цепные конвейеры..... | 6 |
| 3. Винтовые и вибрационные конвейеры..... | 8 |
| 4. Элеваторы ковшовые..... | 10 |
| 5. Установки пневматического транспорта..... | 12 |
| 6. Разгрузчики цемента..... | 15 |
| 7. Контрольные вопросы | 17 |