Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

«ЗАВОЛЖСКИЙ АВТОМОТОРНЫЙ ТЕХНИКУМ»

Учебное пособие

# Краткий курс лекций по дисциплине «Грузоподъемные механизмы и транспортные средства»

2021 г

Содержание Стр.

Назначение учебного пособия 3
Введение 4

1 Грузоподъемные машины 5
1.1 Назначение, классификация грузоподъемных машин, основные параметры, основы расчета 5
1.1.1 Основные характеристики грузоподъемных машин 5
1.1.2 Грузоподъемные устройства для подъема груза 6
1.1.3 Подъемники 9
1.1.4 Погрузчики 12
1.1.5 Краны грузоподъемные 12

1.2 Грузозахватные приспособления 19
1.2.1 Крюки 19
1.2.2 Петли 20
1.2.3.Захваты 20
1.2.4 Ковши, бадьи, грейферы 21
1.2.5 Электромагниты подъемные 22
1.2.6 Захваты вакуумные 22

1.3 Элементы грузоподъемных машин и механизмов 23
1.3.1 Гибкие тяговые элементы 23
1.3.2 Рабочие единицы грузоподъемных машин 26

1.4 Приводы грузоподъемных машин 28
1.4.1 Ручной привод 29
1.4.2 Электропривод 29
1.4.3 Гидравлический привод 30
1.4.4 Пневматический привод 30
1.4.5 Механизм подъема груза 31
1.4.6 Механизм изменения вылета стрелы 32
1.4.7 Механизмы передвижения 32

2 Транспортирующие машины непрерывного действия 35
2.1 Транспортирующие машины с гибким тяговым элементом 35
2.1.1 Ленточные конвейеры 35
2.1.2 Цепные конвейеры 40
2.2 Транспортирующие машины без тягового элемента 43
2.2.1 Гравитационные устройства 43
2.2.2 Вибрационные конвейеры 44
2.2.3 Винтовые конвейеры 44
2.2.4 Пневматический транспорт 44
2.2.5 Гидравлический транспорт 44

3 Техника безопасности при эксплуатации подъемно-транспортных машин 46

4 Литература 47

# Назначение учебного пособия

Краткий курс лекций «Грузоподъемные механизмы и транспортные средства» предназначен для реализации образовательной программы и профессиональной подготовке работников в области технологии машиностроения по специальности 15.02.08.«Технология машиностроения» при изучении ПМ03, МДК03.01 «Реализация технологических процессов изготовления деталей», раздела 4 «Оборудование машиностроительного производства. Наладка и эксплуатация оборудования машиностроительного производства»

Курс лекций включает в себя: грузоподъемные устройства, подъемники, погрузчики, краны, грузозахватные приспособления (крюки, петли, захваты, ковши и т.п.), элементы грузоподъемных машин (цепи, канаты, блоки, звездочки и т.п.), приводы ГПМ, транспортирующие машины непрерывного действия, технику безопасности при эксплуатации подъемно-транспортных машин.

# Введение

В настоящее время трудно себе представить промышленное предприятие без наличия тех или иных видов подъемно-транспортного оборудования. Правильный выбор подъемно-транспортного оборудования обеспечивает нормальную работу и высокую продуктивность производства.

При проектировании подъемно-транспортных машин особое внимание обращают на повышение их надежности. При работе на них – соблюдению требований техники безопасности. Наблюдение за правильным использованием подъемно-транспортных машин и за их состоянием , а также разработка норм расчета этих машин возложены на комитеты по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и Госгортехнадзор. Соблюдение Норм и Правил Госгортехнадзора является обязательным при проектировании, расчете и эксплуатации подъемно-транспортных машин.

В зависимости от назначения и конструктивного исполнения подъемно-транспортные машины подразделяют на две группы: грузоподъемные машины и транспортирующие машины.

# 1 Грузоподъемные машины

## 1.1 Назначение, классификация грузоподъемных машин, основные параметры, основы расчета. Техника безопасности

Грузоподъемные машины предназначены для подъема, удержания на заданной высоте, перемещения в пространстве и опускания груза. Применяются на строительно-монтажных, транспортных и складских работах, для перемещения грузов по вертикали и передачи их из одной точки площади цеха ,обслуживаемой машиной, в другую.

Грузоподъемные машины подразделяют на четыре основные группы:

- грузоподъемные устройства для подъема грузов (рычаги, домкраты, полиспасты, лебедки и тали)
- краны
- подъемники , перемещающие груз в кабине, на платформе или в скипе, движущемся по направляющим ( лифты, строительные и скиповые подъемники , фуникулеры, эскалаторы)
- погрузчики

По назначению ГПМ относят к двум группам:

- общего назначения - для подъема и перемещения различных грузов
- специальные - для производства специальных видов работ

### 1.1.1 Основные характеристики грузоподъемных машин

К основным характеристикам грузоподъемных машин относятся

- грузоподъемность
- скорость движения отдельных механизмов
- пролет
- режим работы
- высота подъема грузозахватного органа
- вылет стрелы
- производительность

**Грузоподъемность Q (Т)** –масса максимально допустимого груза на подъем, которого рассчитана машина. Значения грузоподъемности предусмотрены ГОСТ 1575-81 от 0,01 до 1250т в зависимости от типа ГПМ

**Скорость движения отдельных механизмов** выбирается в зависимости от технологического процесса , в котором используется данная ГПМ

Для мостовых кранов – 25…80 м/мин

Скорость передвижения моста – 100…120 м/мин, скорость передвижения тележек крана- 35…50 м/мин

**Пролет**- расстояние по горизонтали между рельсами кранового пути

**Режим работы** – характеристика изменения и длительности нагрузки крана, влияющие на работоспособность

**Производительность** – количество продукции (суммарная масса груза), перемещаемая в единицу времени. Зависит от конструкции и типа крана

**Мощность (кВт**) – суммарная мощность электродвигателей всех механизмов

**Вылет стрелы** – расстояние по горизонтали от оси вращения поворотной части до оси грузозахватного органа

## 1.1.2 Грузоподъемные устройства для подъема груза

## 1.1.2.1 Домкрат

Это простое переносное устройство, применяемое при ремонтных и монтажных работах для подъема груза на небольшую высоту (до 400 мм )

## Классификация домкратов

### а) По конструкции:

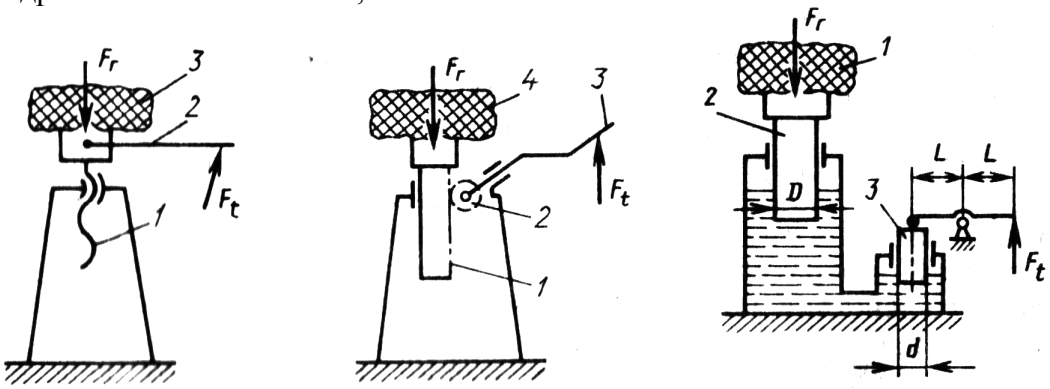
- винтовые
- реечные
-гидравлические

### б) По типу привода:

- с ручным
- с машинным

### Грузоподъемность домкратов:

- реечный 3,5…10 т, собственный вес 19…62кг
- винтовой 5 … 20т, собственный вес 10,8…54кг
- гидравлические 10…200т , собственный вес 6…200кг

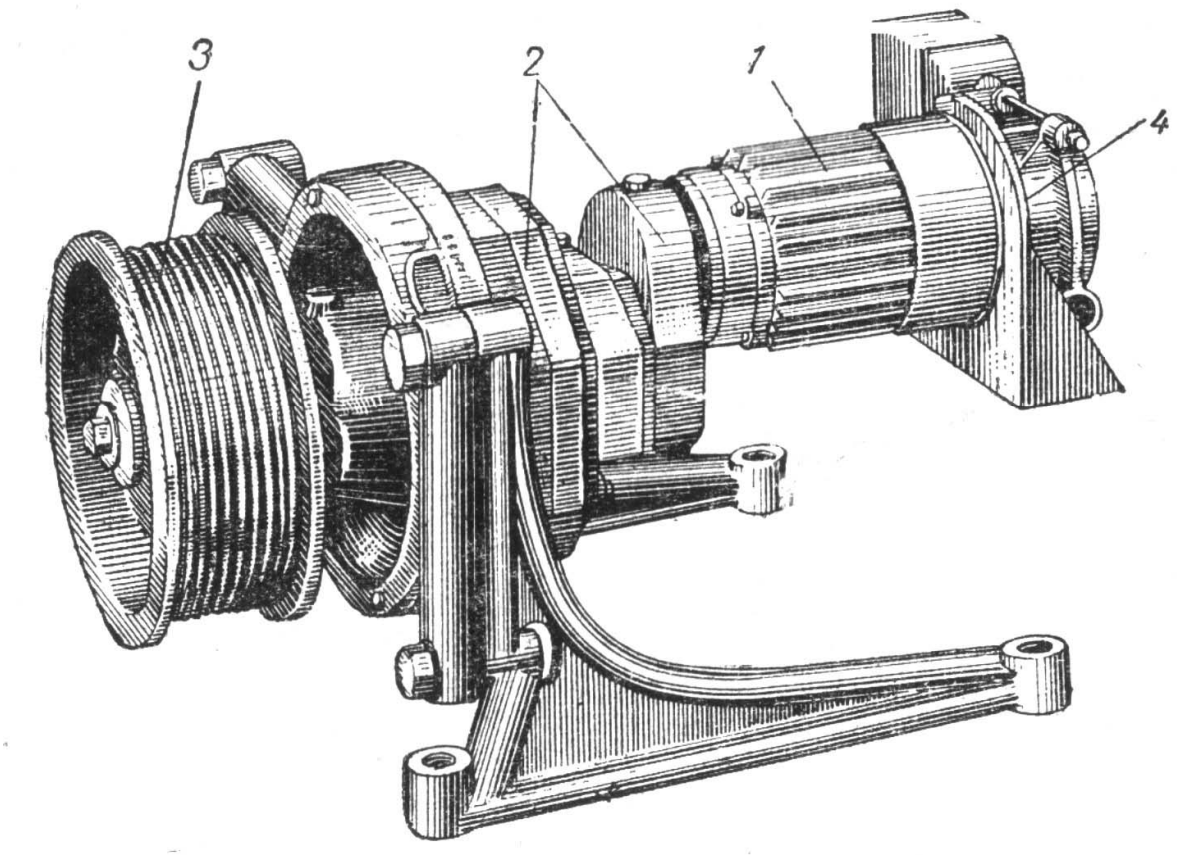



а) б) в)

а) винтовой
б) реечный
в) гидравлический

**Рисунок 1 - Схемы домкратов**

## 1.1.2.2 Лебедка




1- эл. двигатель
2- редуктор
3- барабан для каната
4- тормозное устройство

**Рисунок 2 Лебедка с электроприводом**

Это устройство для подъема, опускания и подтягивания груза

## Классификация лебедок

а) По типу привода
- с ручным
- с машинным

б) По тяговому элементу
- цепные
- канатные

в) по типу установки
- стационарные
- передвижные

Тяговое усилие лебедок - до 80 кН

### 1.1.2.3 Таль

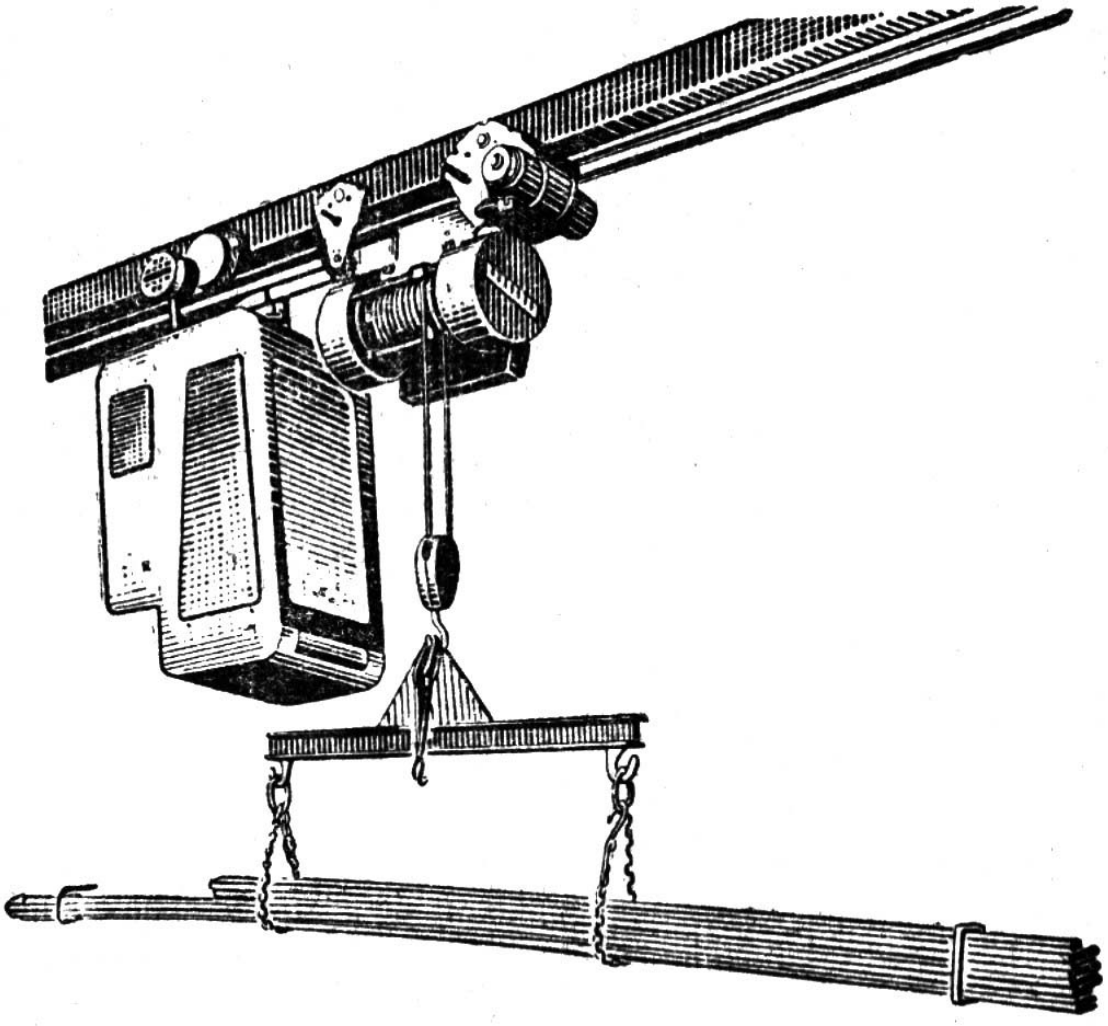


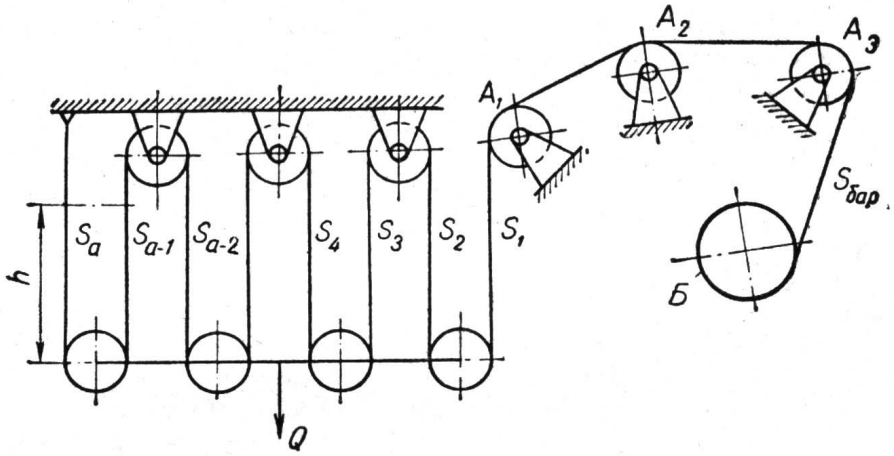
**Рисунок 3 Электроталь с управлением из кабины**

Это устройство для внутрицехового и межцехового транспортирования грузов, обслуживания поточных и автоматических линий, отдельных станков и т. д.

Это особо компактная лебедка с ручным, электро или пневмоприводом

Грузоподъемность до 5т

### 1.1.2.4 Полиспаст




S- ветви каната ; А- обводные блоки; Б- барабан; 1- неподвижные блоки; 2- подвижные блоки

**Рисунок 4 Развернутая схема полиспаста**

Это система подвижных и неподвижных блоков, соединенных канатом, употребляемая для выигрыша в силе. Применяется для изменения направления действия силы при подъеме и перемещении грузов, как самостоятельный узел или вместе с лебедкой. Их применение позволяет применять канаты меньшего диаметра.

Позиция 1 – неподвижный блок с фиксированной осью

Позиция 2 – подвижный блок, ось которого перемещается в пространстве

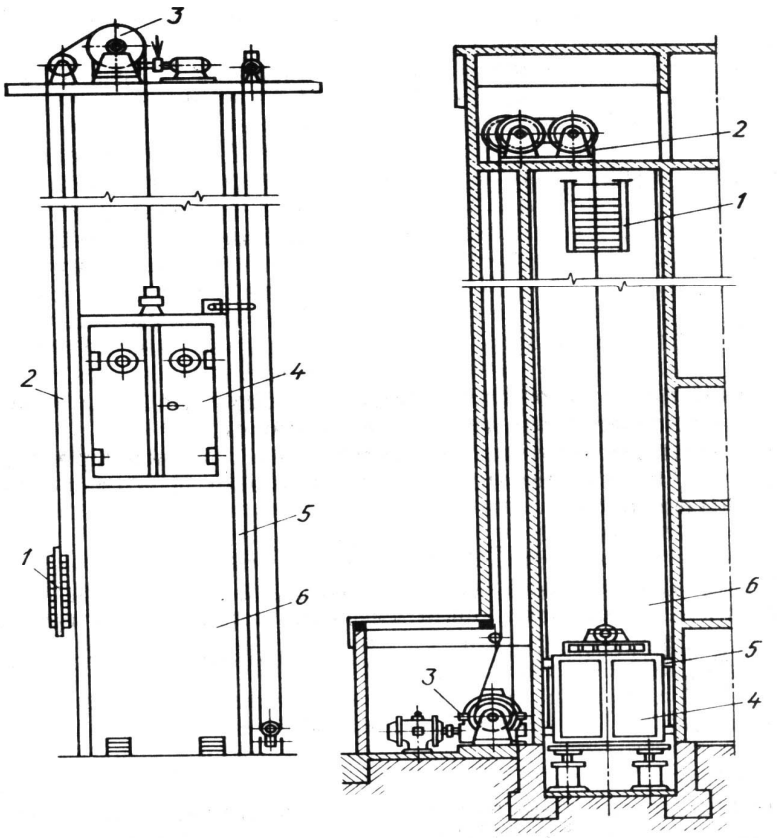
### 1.1.3 Подъемники

Это грузоподъемные механизмы для подъема грузов и людей в специальных грузонесущих устройствах ( кабины, клети, платформы и т. п.), движущиеся по жестким направляющим

К ним относятся:

- лифты
- скиповые подъемники
- строительные подъемники
- фуникулеры
- эскалаторы

#### 1.1.3.1 Лифты




1- противовес
2- канат
3- механизм подъема
4- кабина
5- направляющие для кабины
6- шахта

**Рисунок 5 Лифты**

Это подъемники, перемещающие грузы только по вертикали в ограниченной шахте
Различают лифты:
- пассажирские (обычные и скоростные)
- больничные (для транспортирования больных на каталках)
- грузовые (с проводником и без него)

Грузоподъемность:
- для пассажирских лифтов 140…700 кГ
- для грузовых лифтов до 10т

Скорость перемещений кабины лифтов 0,15…1 м/с, в высотных зданиях – до 3,5 м/с

### 1.1.3.2 Скиповые подъемники

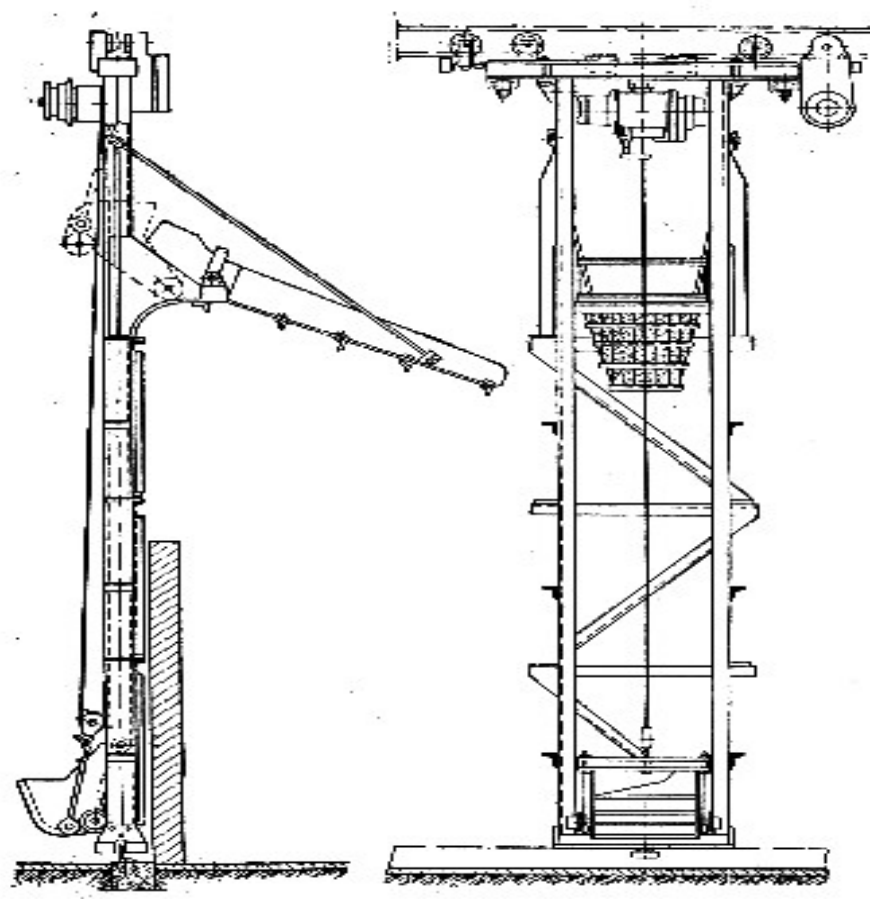
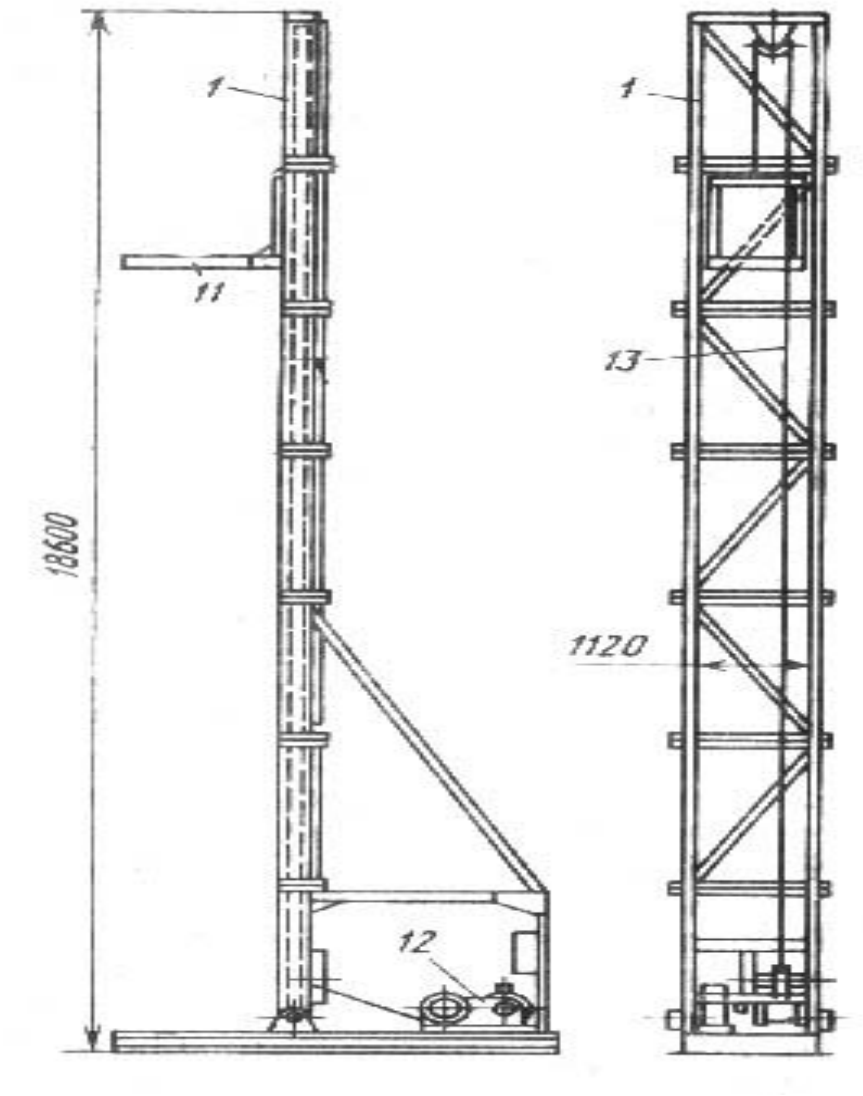


Рисунок 6 Схема скипового подъемника для стружки

Это подъемники для перемещения сыпучих грузов в скипах – специальных ковшах. Применяются для загрузки печей, вагонов, автомашин и других работ

### 1.1.3.3 Строительные подъемники




1- направляющая
11- площадка
12- привод
13- канат

**Рисунок 7 Подъемник строительный**

Устанавливаются при строительстве какого-либо сооружения для подъема и опускания строительных материалов в кабине или на платформе, перемещающейся по вертикальным направляющим

### 1.1.3.4 Фуникулеры

Подъемник для перемещения людей или грузов в вагонах по крутым склонам ( до 35 ) по рельсам с канатной тягой. Обычно это два вагона – один движется вверх, другой вниз и уравновешивают друг друга.

### 1.1.3.5 Эскалаторы

Подъемники для перемещения людей в станциях метро на специальных платформах-ступенях, движущихся по наклонному рельсовому пути.

## 1.1.4 Погрузчики

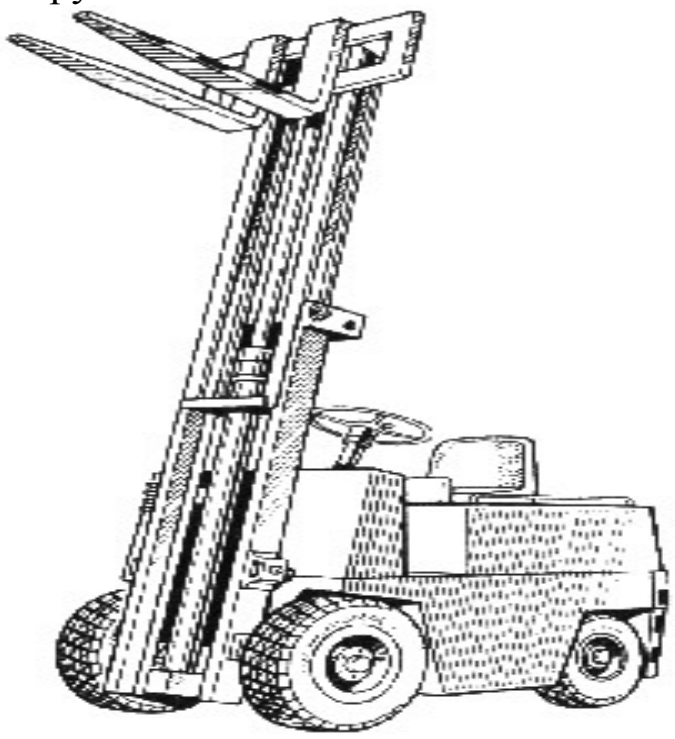


Рисунок 8 Электропогрузчик с вилочным захватом

Подъемно-транспортная машина для внутрицехового и межцехового транспортирования грузов , для погрузочно-разгрузочных работ на складах, железных дорогах, портах.

Они выполняют захватывания, вертикальное и горизонтальное груза и укладывание его на транспортные средства или в штабель.

Их выпускают с двигателями внутреннего сгорания или с электроприводом, питающимся от аккумуляторной батареи.

Грузоподъемность до 5 т.

## 1.1.5 Краны грузоподъемные

Это грузоподъемные механизмы циклического действия для подъема и перемещения груза, удерживаемого грузозахватными устройствами.

### По конструктивному признаку бывают:

- мостового типа
- стрелового типа

### По виду грузозахватного устройства:

- крюковые
-клещевые
- магнитные
- грейферные

и т. д.

По виду привода:

- с ручным
- с машинным ( электро-, гидро-, пневмопривод)

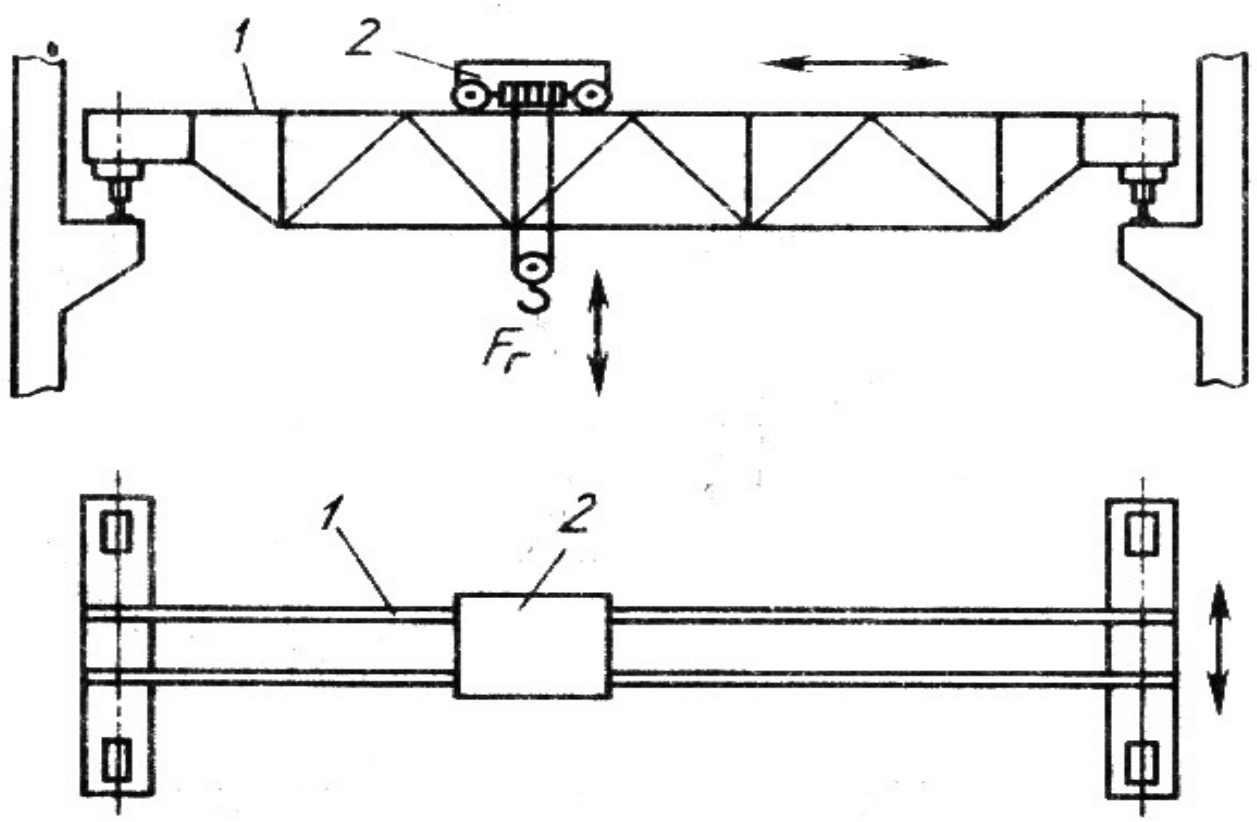
По степени поворота стрелы:

- неповоротные
- полноповоротные
- неполноповоротные

По способу опирания ходовой части на рельсовый путь

- опорного типа, опирающиеся на путь сверху
- подвесного типа , перемещающиеся по нижним полкам рельсов

### 1.1.5.1 Краны мостового типа




1- главные балки моста
2- передвижная тележка с механизмом подъема груза

**Рисунок 9 Схема мостового крана**

К ним относятся: мостовые общего назначения, козловые, полукозловые, настенные передвижные, консольные краны, краны-штабелеры.

Мостовые краны общего назначения – это мост, перемещающийся по крановым путям на ходовых колесах, которые установлены на концевых балках. По мосту поз.1 в поперечном направлении перемещается крановая тележка поз.2 с механизмом подъема груза.

Кран перемещается по путям, расположенным в верхней части цеха. Управляется кран из кабины или подвесными кнопочными пультами.

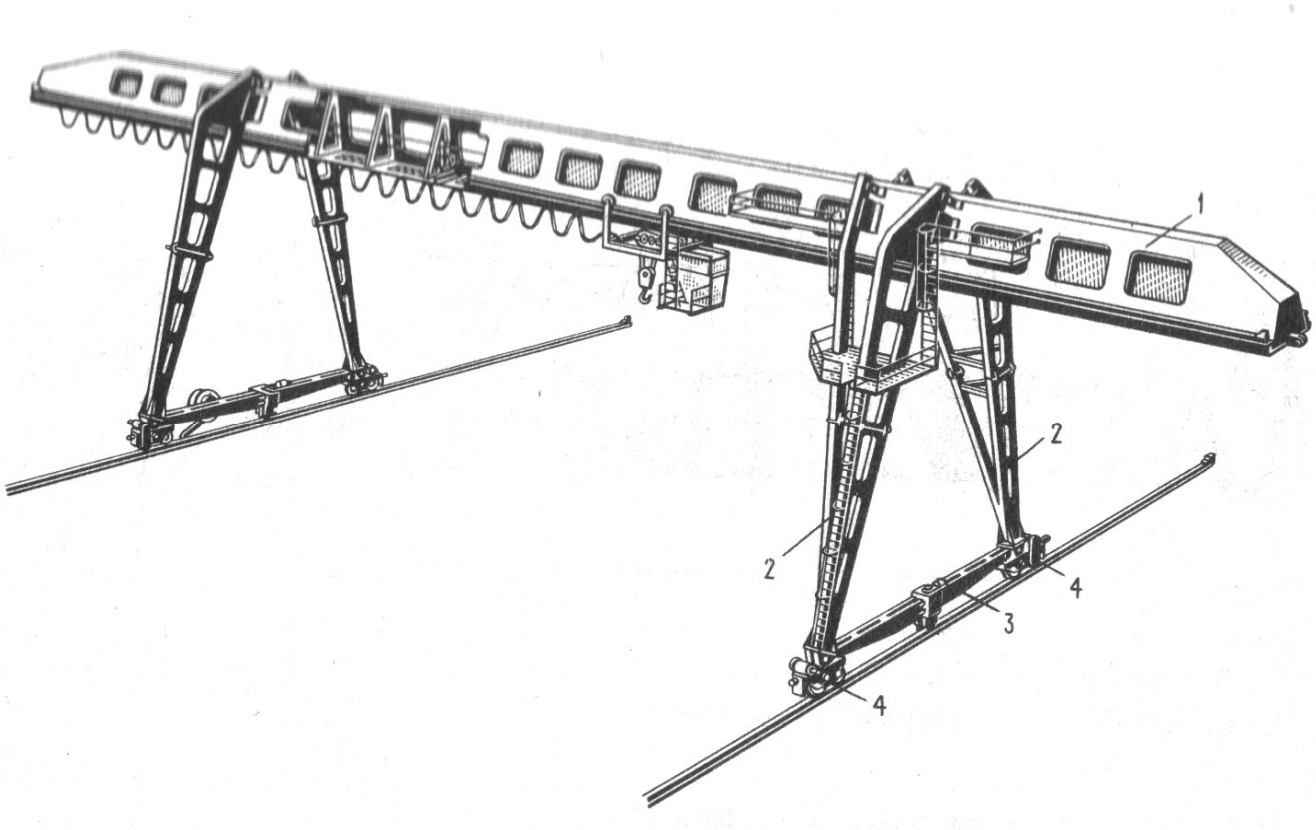
## Основные характеристики кранов:

- грузоподъемность
- пролет крана
- скорость рабочих движений
- режим работы

Грузоподъемность 5…300т

Козловые краны имеют мост, опирающийся на крановый путь двумя опорными стойками. Применяются для работы на складах для загрузки-выгрузки транспорта.

Грузоподъемность 200…800т




1- мост 3- балка
2- стойки 4- балансирные тележки

**Рисунок 10 Кран козловой**

Краны полукозловые – это краны, мост которых опирается с одной стороны непосредственно на крановый путь, а с другой – на опорную стойку.

Настенные передвижные консольные краны. Эти краны перемещаются по рельсам, закрепленным на стене цеха и применяют для передачи изделий с одной операции на другую.

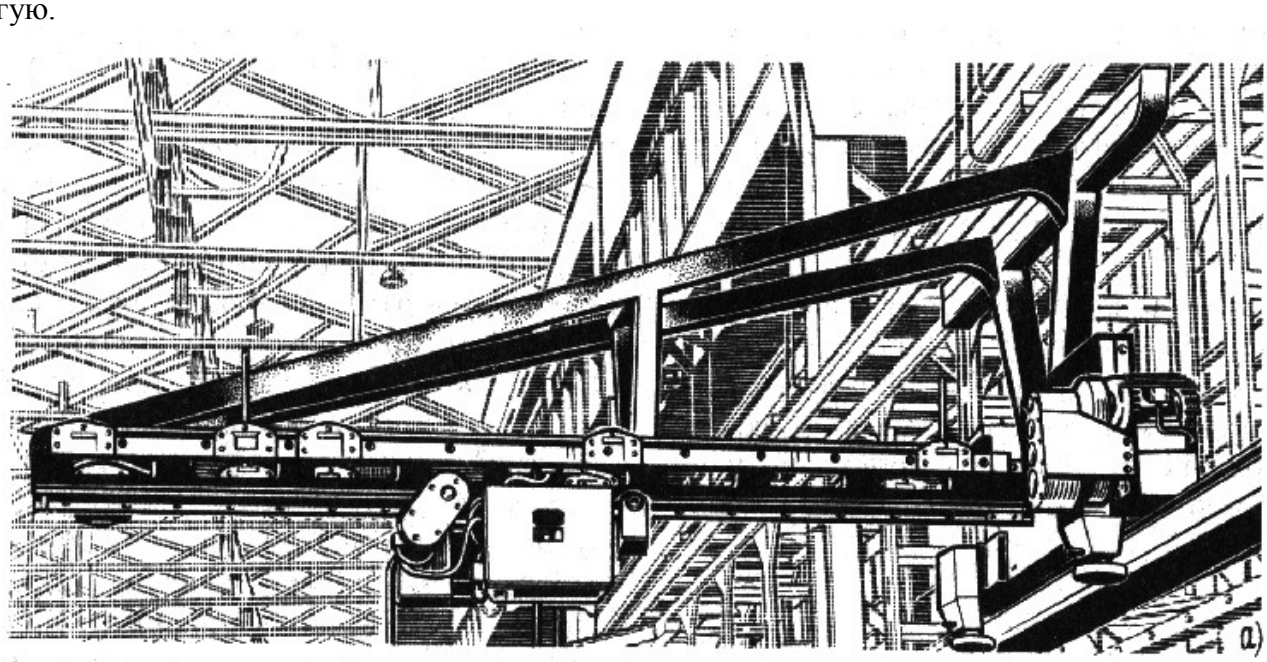
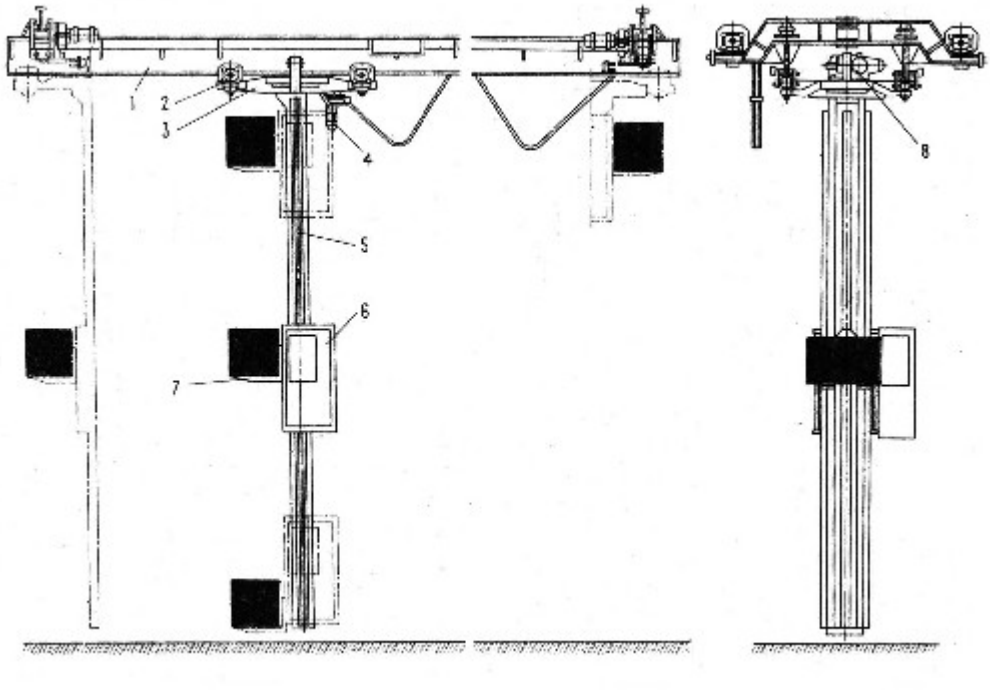


**Рисунок 11 Настенный передвижной консольный кран**

Краны-штабелеры.




1- мост
2- подвесные тележки
3- грузовая тележка
4- механизм поворота
5- колонна
6- кабина управления
7- грузоподъемное устройство
8- механизм подъема

**Рисунок 12 Кран-штабелер подвесного типа**

Применяют для обслуживания складских помещений, снабженных стеллажами высотой до 25м

Могут быть опорного и подвесного типов.

Грузоподъемность до 30т

Состоит из моста поз.1, по которому перемещается грузовая тележка поз.3, связанная с четырехкатковыми подвесными тележками поз.2. На грузовой тележке установлена поворотная платформа с механизмом подъема поз.8 и механизмом поворота поз.4. К платформе крепится колонна поз.5, на которой закрепляется рама для восприятия нагрузки. По колонне передвигается грузоподъемное устройство поз.7 и кабина управления поз.6. Грузоподъемное устройство имеет вилочные захваты для удержания груза.

### 1.1.5.2 Краны стрелового типа

Краны, у которых грузоподъемное устройство подвешено к стреле или грузовой тележке. Они могут быть стационарные, установленные на фундамент и передвижные на гусеничном ходу или автомобильные краны.

Грузоподъемность 4…16т

К ним относятся:

Железнодорожные краны – смонтированы на платформе и передвигаются по железнодорожным путям.

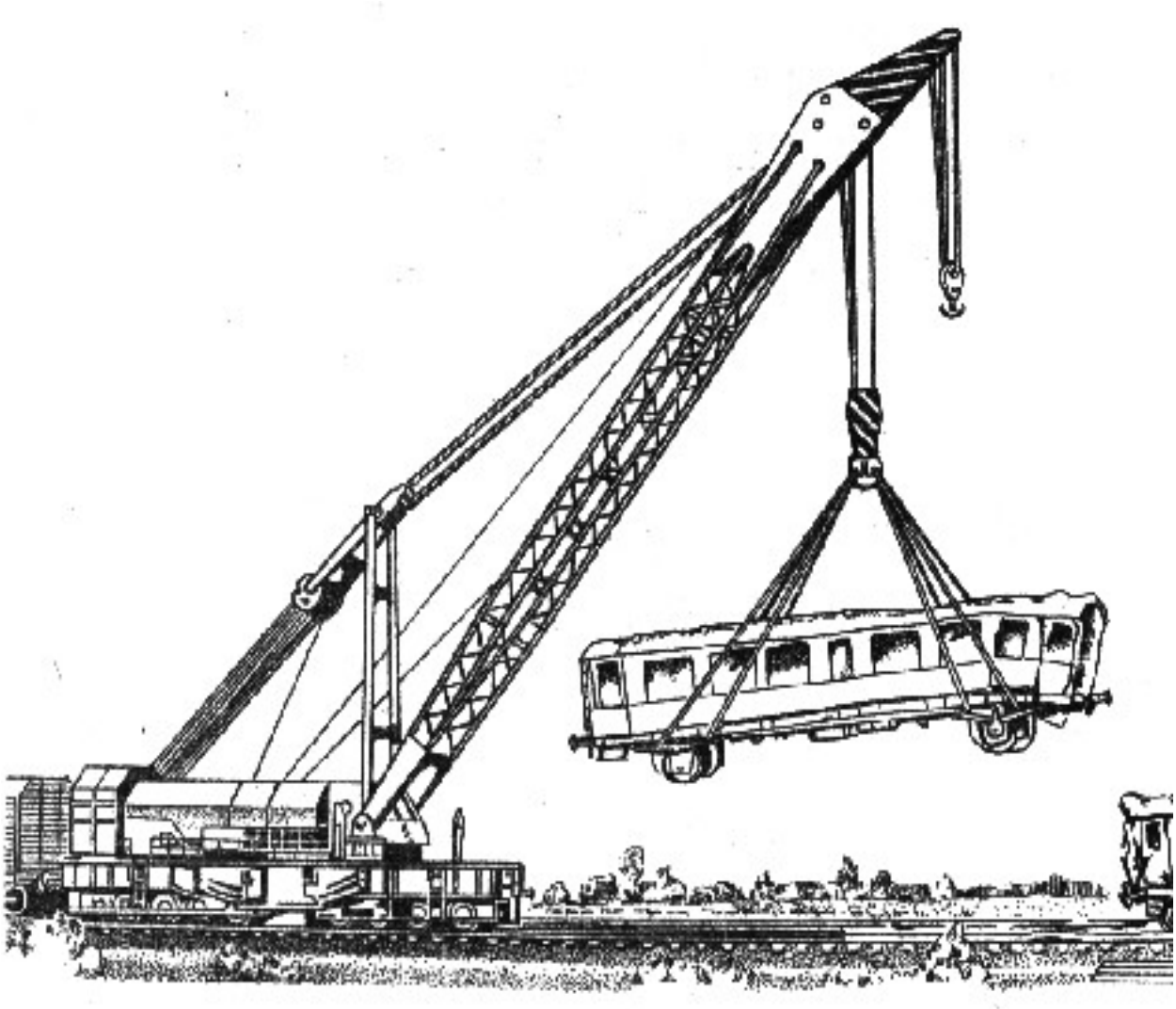


**Рисунок 13 Кран железнодорожный**

Грузоподъемность до 250т

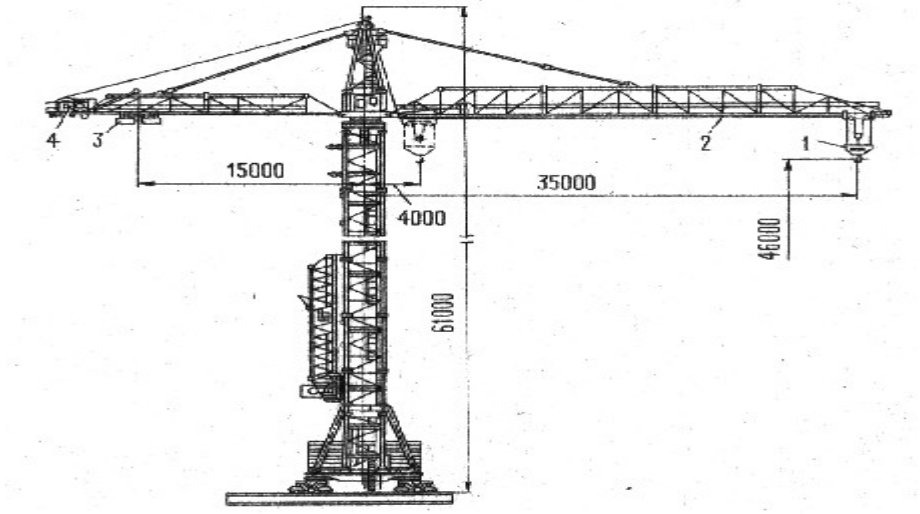
Используются для погрузки-разгрузки грузов на железных дорогах

Башенные – строительные краны для строительных и монтажных работ. Вылет стрелы 4…35м. Кран снабжается противовесом для обеспечения устойчивости против опрокидывания.

Грузоподъемность 10…25т

Скорость опускания ( подъема) груза 17…100 м/мин.

Частота вращения стрелы 0,6 об/мин




1- крюковая подвеска
2- горизонтальная стрела
3- передвижной противовес
4- механизм подъема

**Рисунок 14 Башенный монтажный кран**

Портальные краны применяются погрузки и выгрузки штучных и насыпных грузов в морских и речных портах.

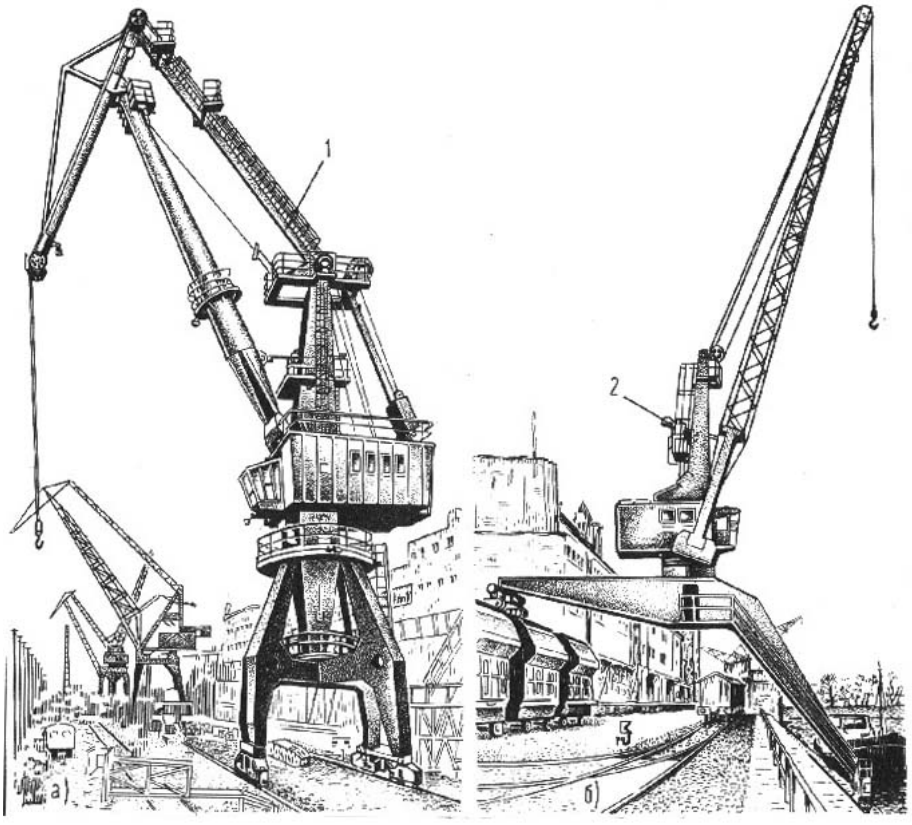



**Рисунок 15 Портальные краны**

1- стрела; 2- поворотная часть со стрелой, противовесом, механизмом подъема, поворота и изменения вылета стрелы

## 1.1.5.3 Виды расчетов грузоподъемных машин. Техника безопасности

Грузоподъемные машины рассчитывают в три этапа:

- определяют производительность
- проводят силовой расчет
- рассчитывают прочность деталей машин

Расчет производительности позволяет определить количество груза, перемещаемого машиной в единицу времени

$$Q = (3600 / t) \times M ,$$

Где M – масса груза, т

t - продолжительность одного цикла, сек

$$Q = N \times M = ( 3600/ t) \times M,$$

где N - число рабочих циклов машины за 1 час

При силовом расчете определяют мощности двигателей всех механизмов при пусках, торможениях и номинальном режиме работы.

Расчет на прочность позволяет определить размеры деталей, выбрать материал и определить допускаемые напряжения.

Расчет выполняют с учетом срока службы машины. Желаемый срок – 15…25 лет.

В расчет входят:

- определение опрокидывающего момента
- определение постоянной нагрузки от собственного веса
- нагрузки от веса груза
- инерционные нагрузки при разгоне, торможении
- определение ветровой нагрузки
- скручивающей нагрузки
- расчет на жесткость
- расчет на прогиб

определение вылета стрелы ( у стреловых кранов )

- определение устойчивости крана, для чего выбирают и рассчитывают противовес

Металлоконструкции грузоподъемных машин выполняют сварными и клепаными из стальных листов и стального фасонного проката из стали марки Ст 3кп ГОСТ 380-81.

Для облегчения конструкции применяют стали 10ХГС, 10ХС.

## 1.2 Грузозахватные приспособления

Служат для захватывания перемещаемых грузов.

К ним относятся: захваты крюковые, петли, захваты специальные, захваты ковшовые, захваты электромагнитные, бадьи, грейферы.

### 1.2.1 Крюки

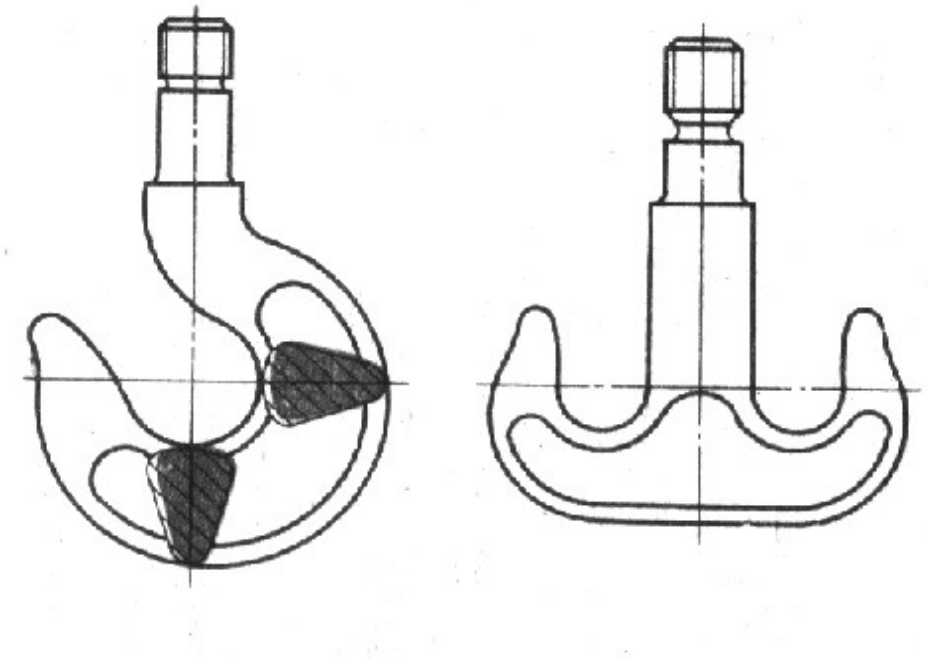


Рисунок 16 Крюки грузовые

Это наиболее универсальное грузозахватное устройство в ГПМ. Крепление груза осуществляется канатными или цепными стропами, форма и размеры которых стандартизованы.

Они бывают однорогие, двурогие, кованые, штампованные из стали 20 и пластинчатые из листовой стали Ст3.

Литые - опасны из-за образования внутренних дефектов металла при отливе. Используются редко.

Пластинчатые набирают из отдельных пластин, что обеспечивает, превышающей его грузоподъемность на 25% в течении 10 минут.

Крюки соединяют с тросом при помощи крюковой подвески ( нормальной длины или укороченной ).

## 1.2.2 Петли

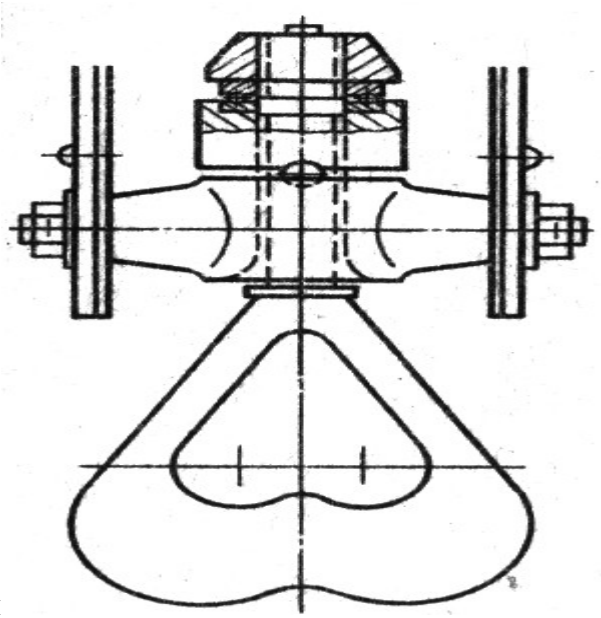


**Рисунок 17 Петли**

Их форма и размеры не стандартизованы, поэтому их обязательно рассчитывают на прочность, как жесткую раму. Проверяют на растяжение, изгиб и сжатие.

Бывают цельнокованые и составные. В эксплуатации менее удобны, чем крюки, т.к. требуют продевания строп через отверстие в петле.

## 1.2.3 Захваты:

Клещевые

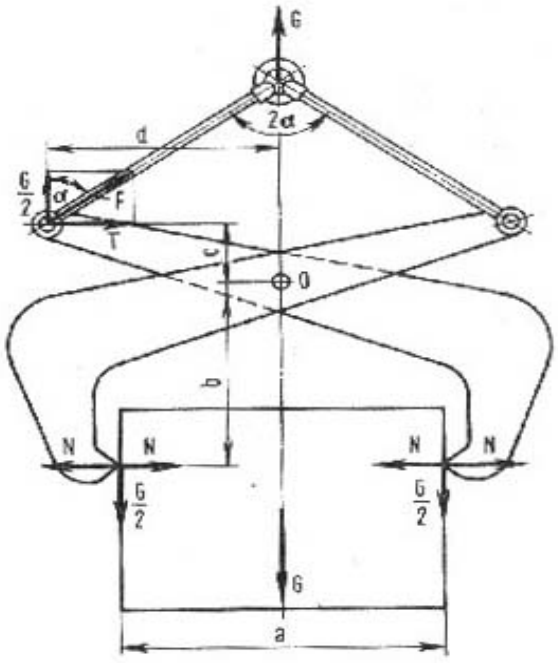



Рисунок 18 Схема клещевого захвата

Применяются для сокращения времени на строповку. Подразделяются на:

-полуавтоматические – обеспечивают автоматический захват груза при его ручном освобождении

- автоматические – захват и освобождение груза осуществляется без участия рабочего.

# Эксцентриковые

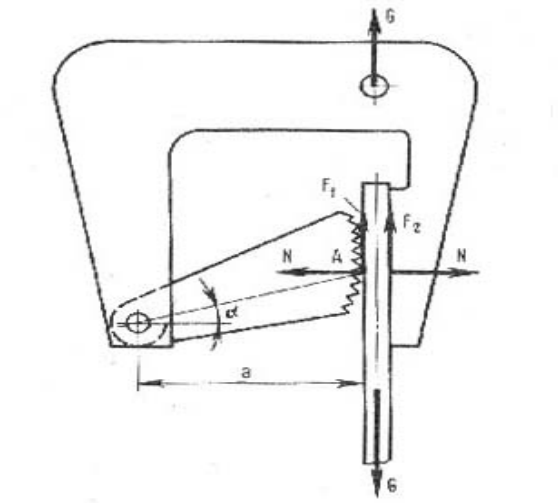



**Рисунок 19 Схема эксцентрикового захвата**

применяют для перемещения листовых материалов в вертикальном положении. В момент строповки груза эксцентрик поз.1 прижимают к поверхности листа, а затем под действием сил тяжести и трения эксцентрик прижимает лист к упору поз.2.

## 1.2.4 Ковши, бадьи, грейферы

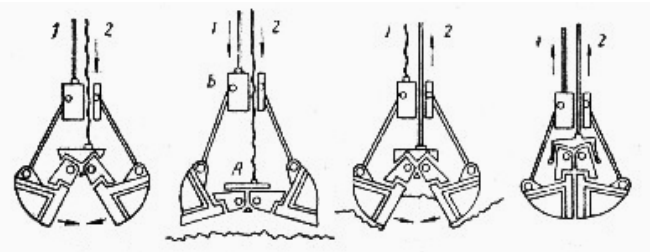
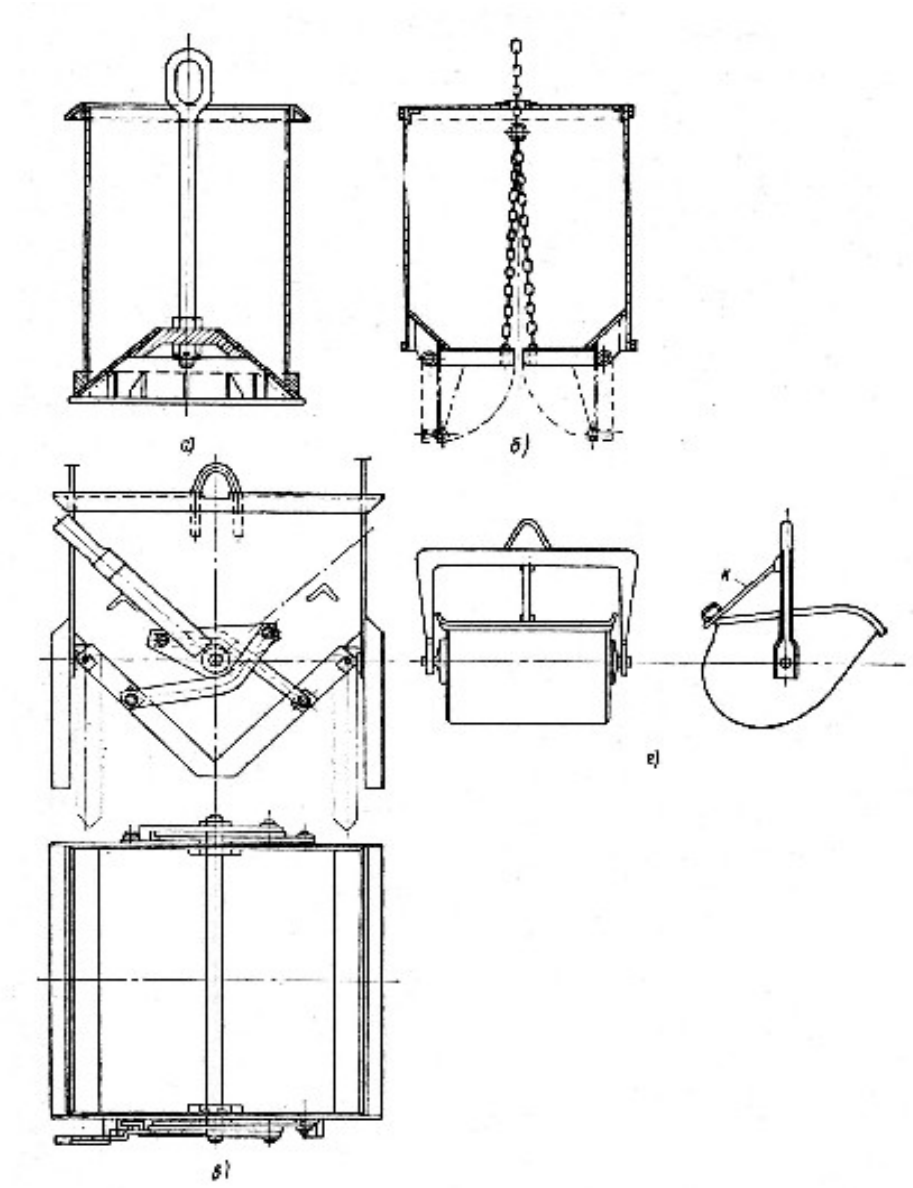


**Рисунок 20 Грейфер**



**а) с опускающимся дном б) и в) с раскрывающимся дном**
**г) опрокидывающийся**

**Рисунок 21 Ковши для сыпучих грузов**

Применяются для перемещения сыпучих грузов.
Разгрузка осуществляется раскрытием створок грейфера или переворачиванием ковша.

## 1.2.5 Электромагниты подъемные

Применяются для переноса стальных и чугунных грузов. Их подвешивают к крюку крана при помощи каната или цепей , с помощью гибкого кабеля подключают к источнику питания постоянного тока.

## 1.2.6 Захваты вакуумные

Применяются для транспортирования листовых материалов разного вида и различной шероховатости ( бетон, картон, пластмасса, дерево и т. п.).

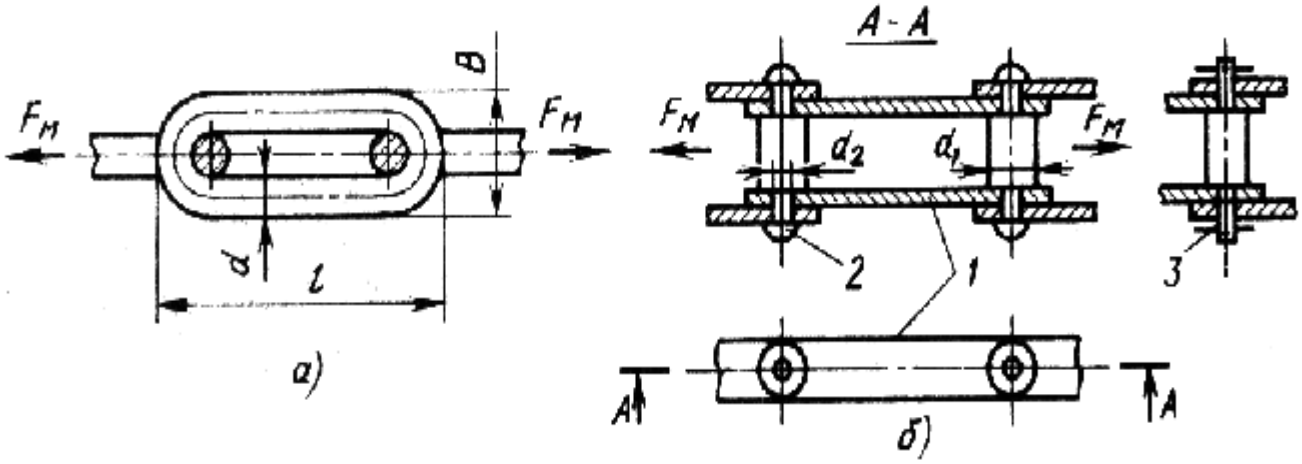
# 1.3 Элементы грузоподъемных машин и механизмов

## 1.3.1 Гибкие тяговые элементы

### 1.3.1.1 Цепи

Цепь – гибкое изделие, состоящее из соединенных шарнирно отдельных жестких звеньев.
По конструкции и способу изготовления делятся :
- СВАРНЫЕ
- ПЛАСТИНЧАТЫЕ
- СПЕЦИАЛЬНЫЕ

Сварные




**а) сварная круглозвенная** **б) пластинчатая**

**Рисунок 22 Цепи**

цепи состоят из овальных взаимно перпендикулярных звеньев, что обеспечивает ей гибкость и подвижность.

Изготавливают из стальных прутков марок Ст2, Ст3, сталь 10.

После изготовления испытывают на растяжение под нагрузкой, равной половине разрушающей.

Пластинчатые цепи выполняют из пластин, соединенных валиками ( подобие велосипедной цепи ).

Пластины и валики изготавливают из сталей 40, 45, 50 с последующей термообработкой.

### 1.3.1.2 Канаты

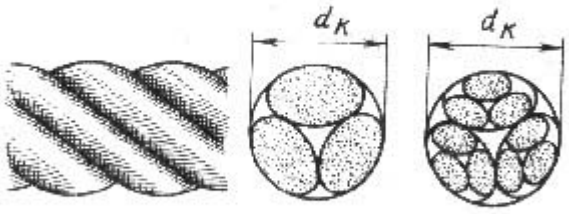



**Рисунок 23 Пеньковые канаты**

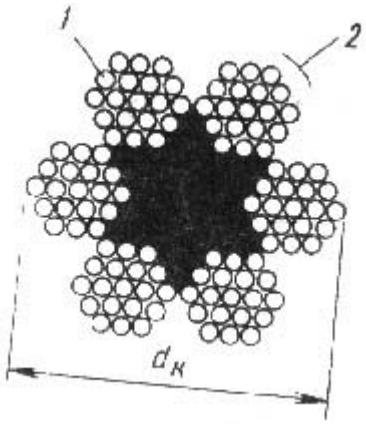



**Рисунок 24 Сечение стального проволочного каната**
**1- проволока 2- прядь**

Применяются для обвязывания грузов и крепления их к крюку механизма подъема.

Изготавливают: пеньковые, хлопчатобумажные, из искусственного волокна, стальные.

Наиболее применимы стальные: из стальной оцинкованной проволоки диаметром 0,2…3мм, полученной волочением из специальной высокоуглеродистой канатной стали марки 1 ГОСТ 7372-79, перевитой между собой, образуя элемент каната.

Для уменьшения износа канат покрывают защитным смазочным материалом.

## Классификация стальных канатов

### - По конструкции

а) одинарной свивки ( без сердечника )
б) двойной свивки
в) тройной свивки

### -По виду материала сердечника

а) с органическим сердечником ( пенька ) или из искусственных материалов ( нейлон, капрон)
б) с металлическим сердечником

### -По способу свивки

а) раскручивающиеся
б) нераскручивающиеся

### -По направлению свивки

а) правого
б) левого направления

### - По виду покрытий поверхности проволочек

а) без покрытия
б) с тонким слоем цинкового покрытия
в) со средней толщиной покрытия
г) с толстым слоем покрытия

Канаты используют для строповки перемещаемых грузов

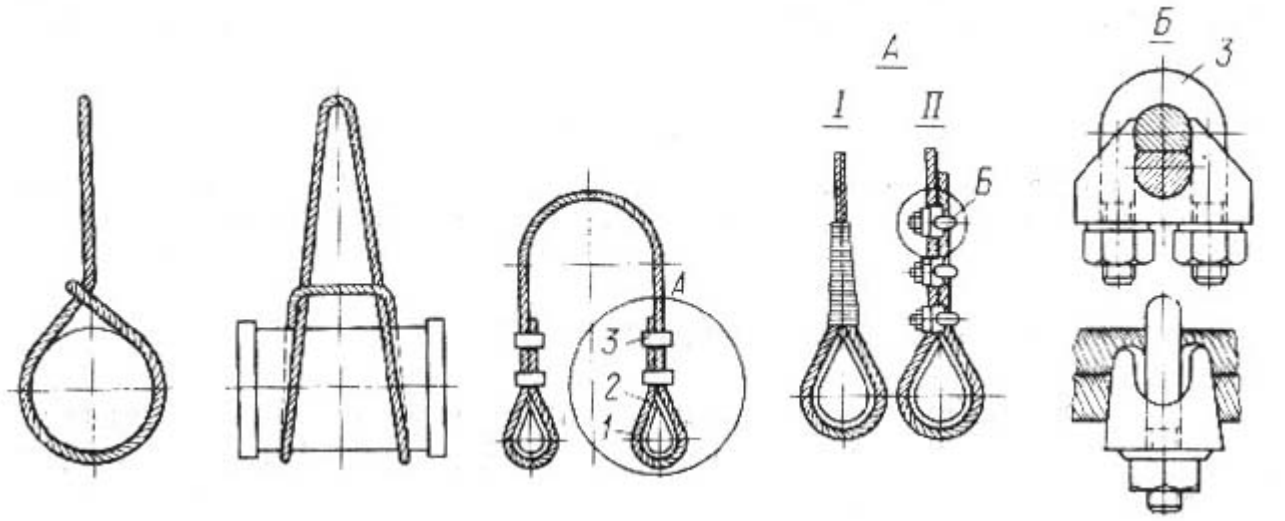



**Рисунок 25 Канатные стропы**

Свободные концы каната крепят с помощью коуша поз.2 «заплеткой» или винтовыми зажимами поз.3, поз.1- канат

## Расчет стальных проволочных канатов

Канаты выбирают по ГОСТ 7668-80, ГОСТ 2688-80 и Правилам Госгортехнадзора в зависимости от назначения, конструкции, диаметра, условий эксплуатации и разрывного усилия (кН).

Диаметр каната выбирают по ГОСТ на канаты в соответствии с рассчитанным разрывным усилием Р ( кН )

$$P > F \times k, \quad кН$$

где ,
Р – разрывное усилие каната в целом, кН
F - максимальное рабочее усилие ветви каната ( тяговое усилие ), кН
k – коэффициент запаса прочности, выбирается по данным Правил Госгортехнадзора

## Задача

**Рассчитать и выбрать стальной канат для лебедки с тяговым усилием F = 125 кН**

Решение:

**1 Предварительно задаемся диаметром каната d к = 30мм**

Тогда находим k с учетом диаметра барабана лебедки Дл = 800мм

**k = Дл/dк**

k = 800/30 = 26,7

**по таблицам Правил Госгортехнадзора** принимаем k > 3 и определяем расчетное разрывное усилие **Р** каната

**P > F x k**

P > 125 x 3 = 375 кН

**2 По сортаменту канатов ГОСТ 7668-80 выбираем канат**, разрывное усилие которого Р=396кН, dк = 27мм

396кН > 375 кН

**3 При этом k = Дл/dк = 800/ 27 = 29,6**
т.е. канат выбран верно

## 1.3.2 Рабочие единицы грузоподъемных машин

К рабочим единицам грузоподъемных машин относятся детали и узлы, воспринимающие усилия от гибких элементов: блоки, звездочки, барабаны, тормозные устройства, остановы.

1.3.2.1 Блоки и звездочки служат для изменения направления движения и передачи крутящего момента от вала гибкому элементу.

На ободе блока выполняют желобок для размещения каната.

Звездочки должны передавать крутящий момент цепи, ее диаметр с числом зубьев z зависит от шага цепи.

**D = t / sin (180/z)**

Блоки и звездочки изготавливают литыми или из проката (сталь марок Ст4, Ст5).

### 1.3.2.2 Барабаны

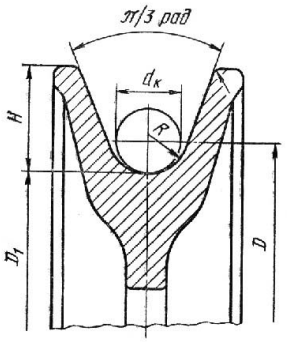
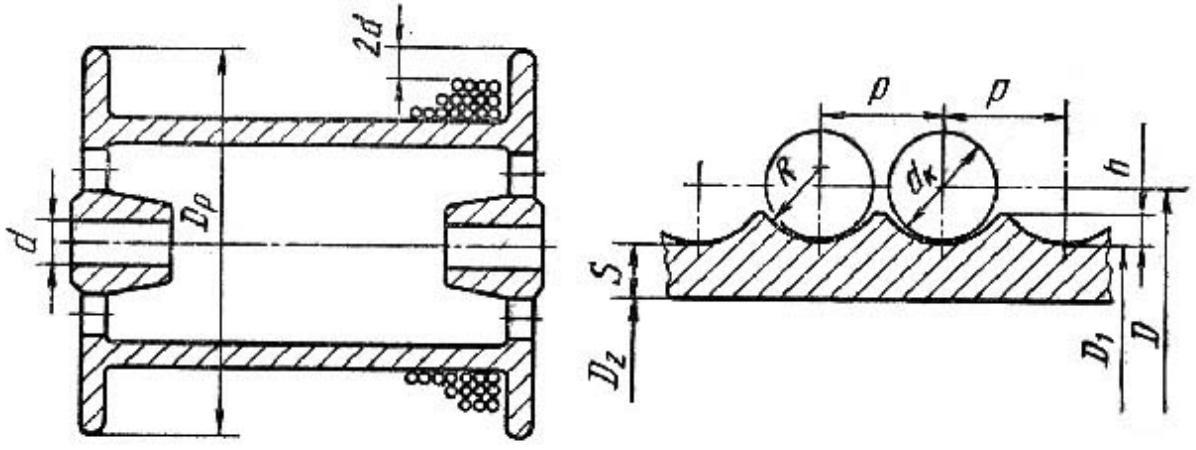



**Рисунок 26 Канатный блок**




**а) гладкий** **б) нарезной**

**Рисунок 27 Барабан**

Служат для навивки каната и преобразуют крутящий момент на валу в тяговое усилие в канате. Выполняют литыми или сварными из сталей 35Л, 55Л ГОСТ 977-75 или чугуна СЧ15, СЧ18, СЧ24.

## 1.3.2.3 Устройства тормозные

Служат для замедления скорости движения механизмов и их останова.

### Классификация:

а) По конструкции

- колодочные - рабочим элементом является колодки, трущиеся по наружной поверхности барабана
- ленточные – с рабочим элементом в виде дисков

б) По назначению

- стопорные – останавливают механизм в конце движения
- регуляторные –ограничивают скорость движения в заданных пределах

в) По принципу действия

- автоматические – срабатывают при выключении привода движения
- управляемые – включаются рукояткой

Должны быть:

- просты по конструкции
- технологичны
- удобны
- ремонтопригодны
- надежны
- иметь большой срок службы

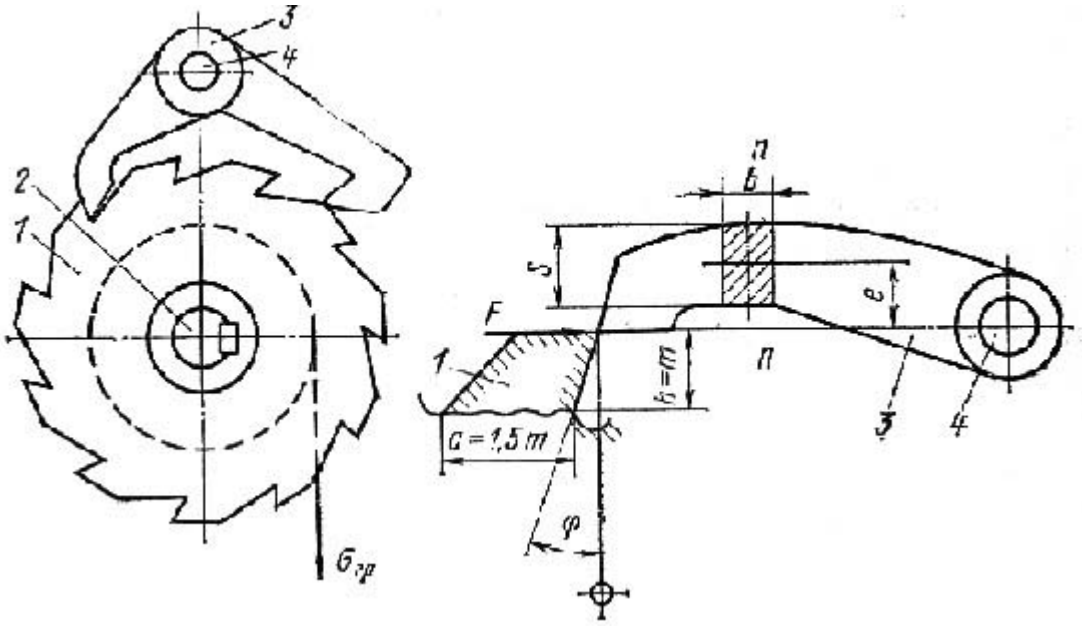
## 1.3.2.3 Остановы

Это устройства, предназначенные для удержания груза в подвешенном состоянии. Они являются сборочной единицей тормозных устройств

. По конструкции выполняются:

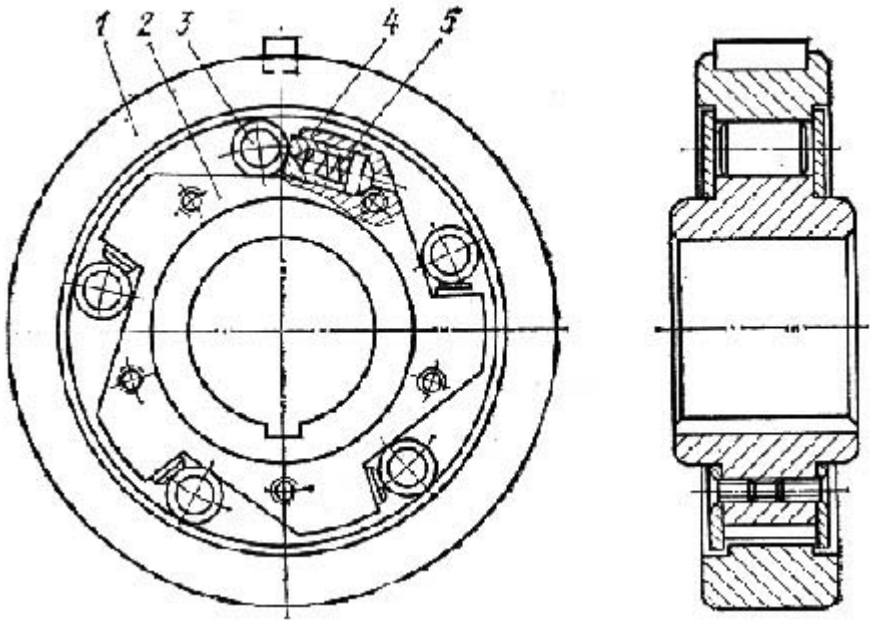
- Храповые. При останове механизма собачка входит во впадину между зубьев храпового колеса (рис.28)
- Фрикционные. Ролики поз.3 при торможении входят в узкую часть паза втулки поз.2 при вращении ее в противоположную сторону корпуса поз.1.

Более быстрое заклинивание обеспечивают пружины поз.5 и штифт поз.4 Устройства, предназначенные для удержания груза в подвешенном состоянии. Они являются сборочной единицей тормозных устройств (рис.28,в).




**а) Схема храпового останова б) его расчетная схема**

**1- храповое колесо 2- вал 3- собачка 4- ось**




**в) роликовый останов**

**Рисунок 28 Остановы**

## .1.4 Приводы ГПМ

В зависимости от типа, назначения и характера работ ГПМ имеют ручной и машинный привод

Машинный – электромеханический, гидравлический, пневматический и комбинированный. Наиболее распространен электромеханический.

1.4.1 Ручной привод принимают в машинах малой грузоподъемности, с с малыми скоростями передвижения.

В качестве приводного элемента применяют рукоятки или тяговые колеса ( цепной блок со сварной цепью )

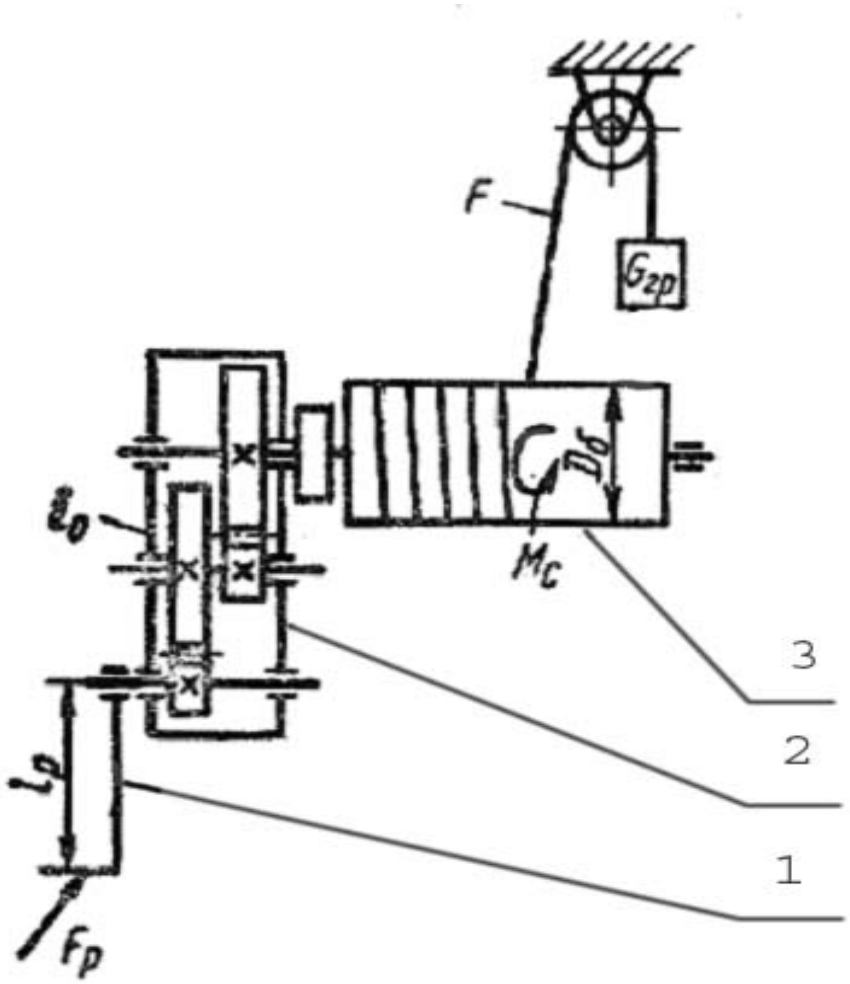



**Рисунок 29 Схема механизма с ручным приводом**

На барабан поз.3 наматывается канат с подвешенным к нему грузом. Барабан вращается рукояткой поз.1 через редуктор поз.2

### 1.4.2 Электропривод

Состоит из электродвигателя, аппаратуры для его управления и редуктора.

В ГПМ применяются специальные крановые двигатели постоянного тока серии Д, общепромышленные - серии 2П и двигатели переменного тока с фазовым ротором серий MTF и MTA. Наиболее применимы двигатели постоянного тока, которые позволяют регулировать скорость и имеют большое число включений.

Требования к двигателям:

- не должны нагреваться
- должны обеспечивать разгон механизмов ГПМ при малой мощности

### 1.4.3 Гидропривод

Энергоносителем является жидкость, которая насосом подается в силовой гидроцилиндр, а скорость перемещения поршня регулируется дросселем.

Гидроцилиндр – это гидродвигатель с возвратно-поступательным движением подвижных звеньев одно- и двустороннего действмя.

Гидропривод имеет ряд преимуществ:

- большая перегрузочная способность
- бесступенчатое регулирование скорости перемещений
- возможность дистанционного управления
- малые размеры при большой мощности

Преимущества:

- высокий к.п.д.
- возможность дистанционного управления
- малые габариты и масса при высокой мощности
- бесступенчатое регулирование скоростей
- автоматизация процесса

Недостатки:

- сложность конструкции
- наличие уплотнений из-за утечки жидкости
- ухудшение работы при низких температурах

### 1.4.4 Пневмопривод

Широкого применения не нашел. Используется в подъемниках и мелких кранах с малой высотой подъема и для работы во взрывоопасной среде, где нельзя применять электропривод.

Рабочей средой является сжатый воздух, вырабатываемый компрессором.

Подобен гидроприводу.

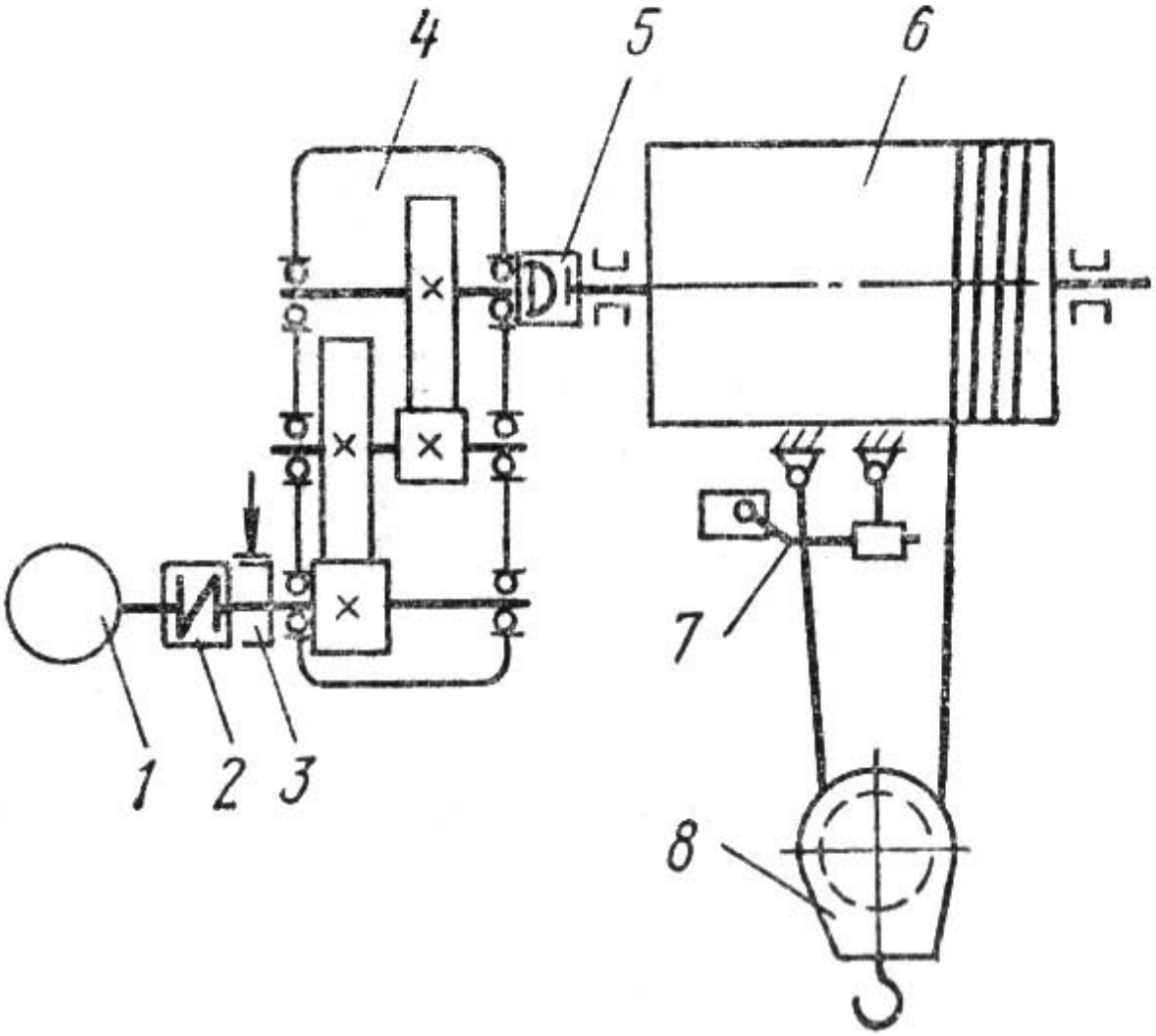
Преимущества:

- простота конструкции и эксплуатации
- плавность работы
- удобство и легкость управления
- надежность
- простота регулирования скорости перемещений

Недостатки:

- наличие трубопровода
- низкий к.п.д.
- утечки воздуха

### 1.4.5 Механизм подъема груза



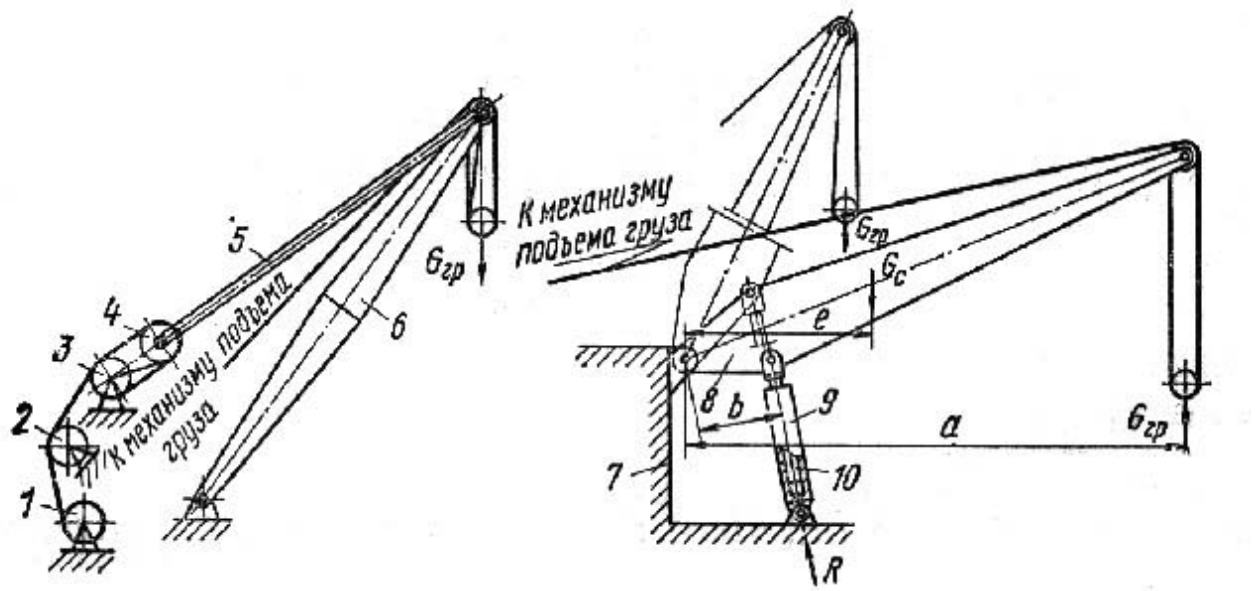

1 – электродвигатель
2 – муфта
3 – тормоз
4 – редуктор
5 – муфта
6 – барабан
7 – ограничитель
8 – крюк

**Рисунок 30 Схема механизма подъема груза**

Этот механизм является основным механизмом ГПМ для перемещения груза в вертикальном направлении.

Движение от электродвигателя передается через редуктор барабану, который наматывает и разматывает канат с крюком.

## 1.4.6 Механизм изменения вылета стрелы




**а) стрелоподдерживающей полиспастной системой** **б) с силовым гидроцилиндром**

**Рисунок 31 Схема механизма вылета стрелы**

Применяется у стреловых кранов. Изменение вылета ( угла наклона ) стрелы осуществляется винтовыми, реечными, шатунно-кривошипными, канатными и гидравлическими механизмами. Наиболее применимы канатный и гидравлический.

Канатный подобен механизму подъема груза. Отличие в том, что рабочим органом является полиспаст, связанный тягами с оголовком стрелы крана.

На кранах с гидроприводом изменение вылета стрелы осуществляется при помощи гидропривода.

## 1.4.7 Механизмы передвижения

Это устройства для передвижения крана или тележки по горизонтальному или наклонному пути.

Механизмы передвижения подразделяются на два вида:

- с приводными колесами
- с канатной или цепной тягой

### 1.4.7.1 Механизмы передвижения с приводными колесами

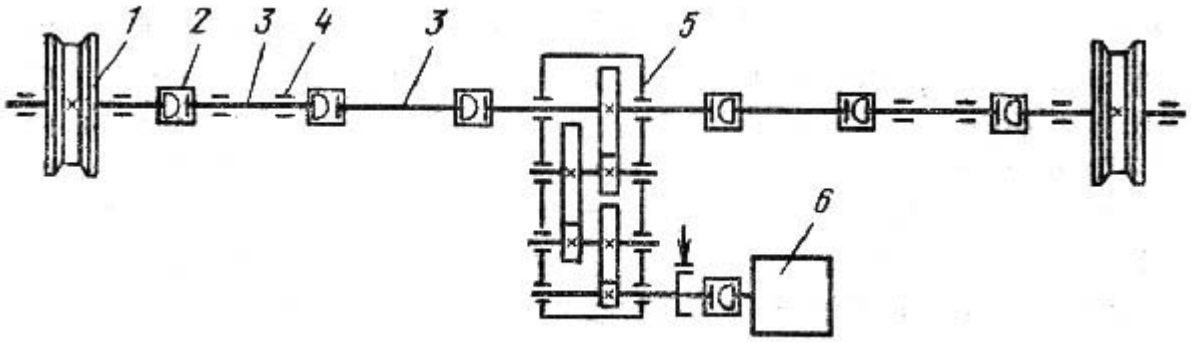
Краны и тележки опираются на ходовые колеса. Колеса, соединенные с приводом называются приводными ( ведущими ). А остальные – холостые (ведомые).

По конструкции различают механизмы:

- с тихоходными
- со среднеходными
- с быстроходными трансмиссионными валвми

Трансмиссионный вал – вал, выполненный из отдельных секций, соединенных муфтами и установленных в подшипники

Тихоходный механизм.




1- ходовые колеса 2- муфта 3- трансмиссионный вал 4- опора вала 5- редуктор
6- электродвигатель

**Рисунок 32 Схема механизма с тихоходным трансмиссионным валом**

Это механизм, у которого привод расположен в средней части моста и состоит из электродвигателя, муфт и редуктора. Выходной вал редуктора связан через муфту с трансмиссионным валом, а он соединен через муфты с валом приводных колес. Трансмиссионный вал имеет ту же частоту вращения, что и ходовые колеса.

Быстроходный механизм.

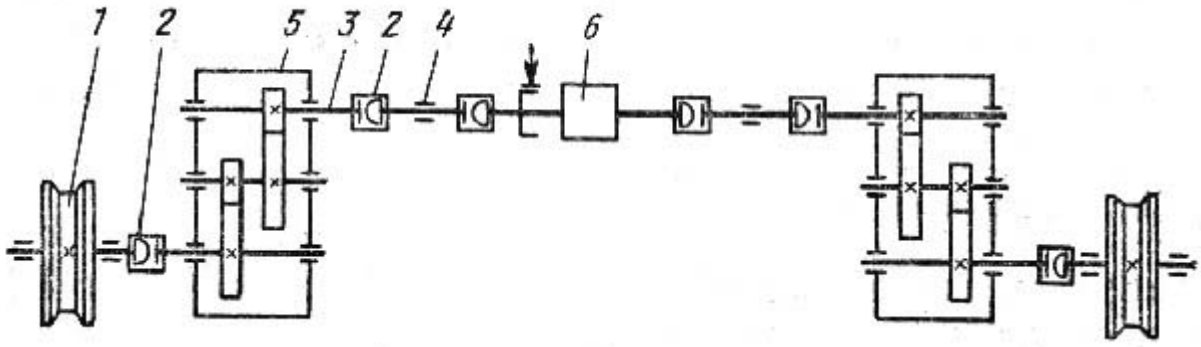



**Рисунок 33 Схема механизма с быстроходным трансмиссионным валом**

Механизм, у которого трансмиссионный вал связан с валом электродвигателя и имеет частоту вращения, равную частоте вращения электродвигателя. А для передачи вращения на колеса применяют два одинаковые редукторы с заданным передаточным числом. Выходной вал редуктора соединен через муфту с валом ходовых колес.

### 1.4.7.2 Механизм передвижения с раздельным приводом

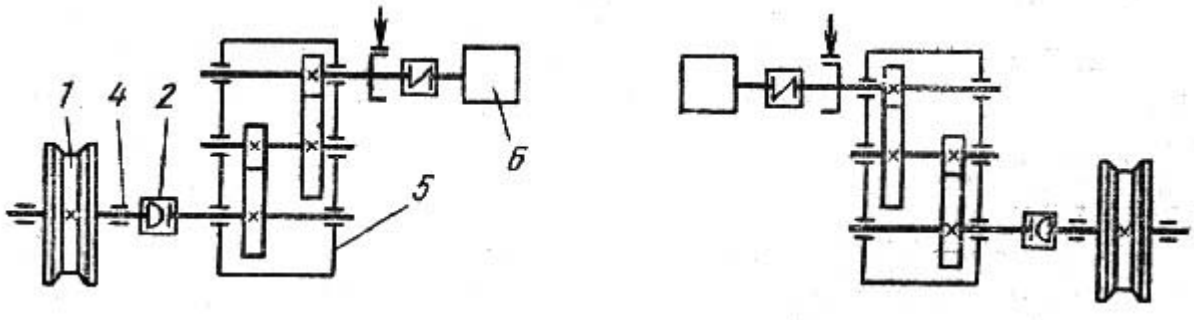



**Рисунок 34 Схема механизма с раздельным приводом**

Наличие двух редукторов и длинных трансмиссионных валов усложняет и удорожает конструкцию механизма. Поэтому более часто применяют механизмы с раздельным приводом, которые не имеют трансмиссионного вала. Каждая концевая балка моста приводится в действие

отдельным приводом, т.е. этот механизм имеет два электродвигателя, два тормозных устройства, два редуктора.

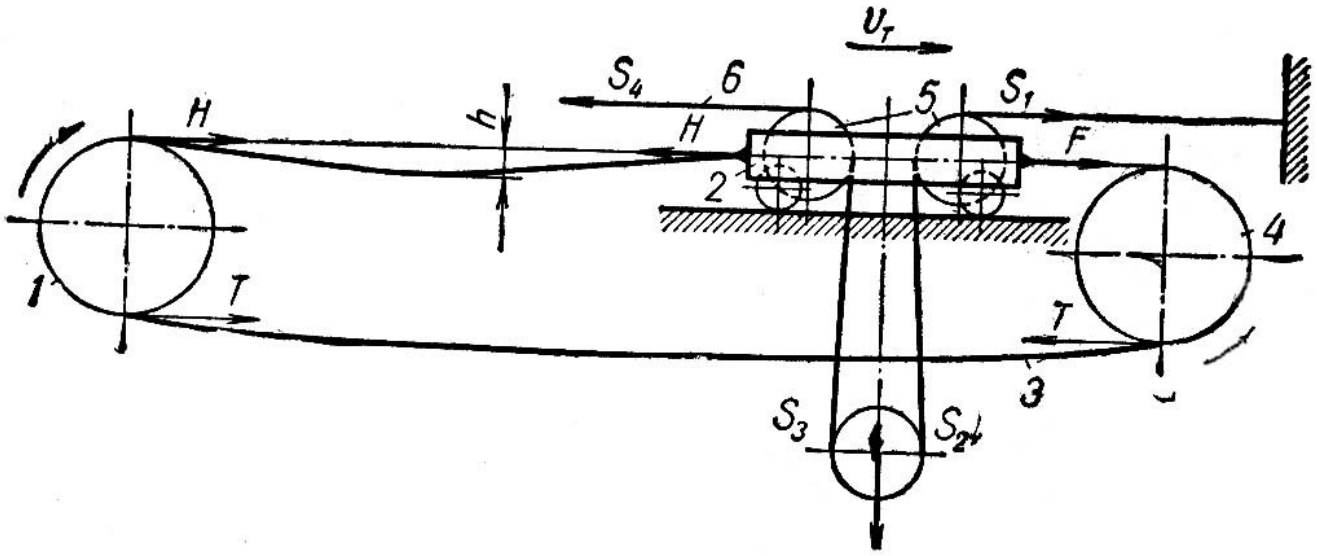
Применяют их для кранов с пролетом более 16 метров.

Скорость движения обеих балок моста выравнивается автоматически и нагрузка перераспределяется между двигателями за счет жесткости металлоконструкции моста и сил сцепления колес с рельсами.

### Ходовые колеса

Служат для перемещения крана по рельсовым путям и ограничивают сход крана с кранового пути. Выполняются из сталей 75 и 65Г ГОСТ 4543-71 или чугунные цельнокатаные или штампованные. Колеса имеют один или два боковых выступа для направления движения колеса по рельсовому пути. Поверхность катания ( обод ) колеса может быть цилиндрической или конической с уклоном 1:20.Твердость поверхности катания не менее 350 НВ. Колеса без бокового выступа применяются с направляющими роликами. Количество колес зависит от грузоподъемности и пролета крана. У кранов небольшой грузоподъемности применяются четыре ходовых колеса. У кранов с большой грузоподъемностью количество колес увеличивается и их устанавливают попарно.

## 1.4.7.3 Механизм передвижения с гибкой тягой




**1- барабан 2- тележка 3- канат 4- обводной блок 5- блоки подъемного механизма 6- канат механизма подъема**

**Рисунок 35 Схема механизма с гибкой тягой**

Этот механизм может перемещать тележку по наклонному пути.

При передвижении тележки поз.2 барабан поз.1 вращается. При этом одна ветвь каната поз.3 сматывается с барабана, другая – наматывается. Тележка перемещается в зависимости от направления вращения барабана. На рисунке направление вращения барабана соответствует передвижению тележки вправо. При движении тележки канат поз.6 механизма подъема перемещается по блокам поз.5, а подвешенный груз перемещается вместе с тележкой. Для плавности перемещения тележки ось обводного блока поз.4 подпружинена.

# 2 Транспортирующие машины непрерывного действия

Это конвейеры, предназначенные для перемещения насыпных и штучных грузов непрерывным потоком

Основной характеристикой этих машин является производительность

Они подразделяются в две группы:

- с гибким тяговым элементом
- без гибкого тягового элемента

## 2.1 Транспортирующие машины с гибким тяговым элементом

К этой группе относятся ленточные и цепные конвейеры для транспортирования грузов по горизонтальным и наклонным трассам и элеваторы для транспортирования грузов в вертикальном и направлении и по крутонаклонным трассам.

### 2.1.1 Ленточные конвейеры

Эти конвейеры являются наиболее распространенными транспортирующими машинами непрерывного действия

**Основные достоинства:**

- высокая производительность ( 30…40 тысяч тонн в час)
- простота конструкции
- малый расход энергии
- высокие скорости перемещения грузов

**Недостатки**:

- низкая долговечность ленты

Классификация ленточных транспортеров

- По конструкции и назначению

а) общего назначения

б) специальные

-По конструкции полотна

а) основного типа – когда лента является и грузонесущим и тяговым элементом

б) лента является грузонесущим элементом, тяговым – два каната или две цепи

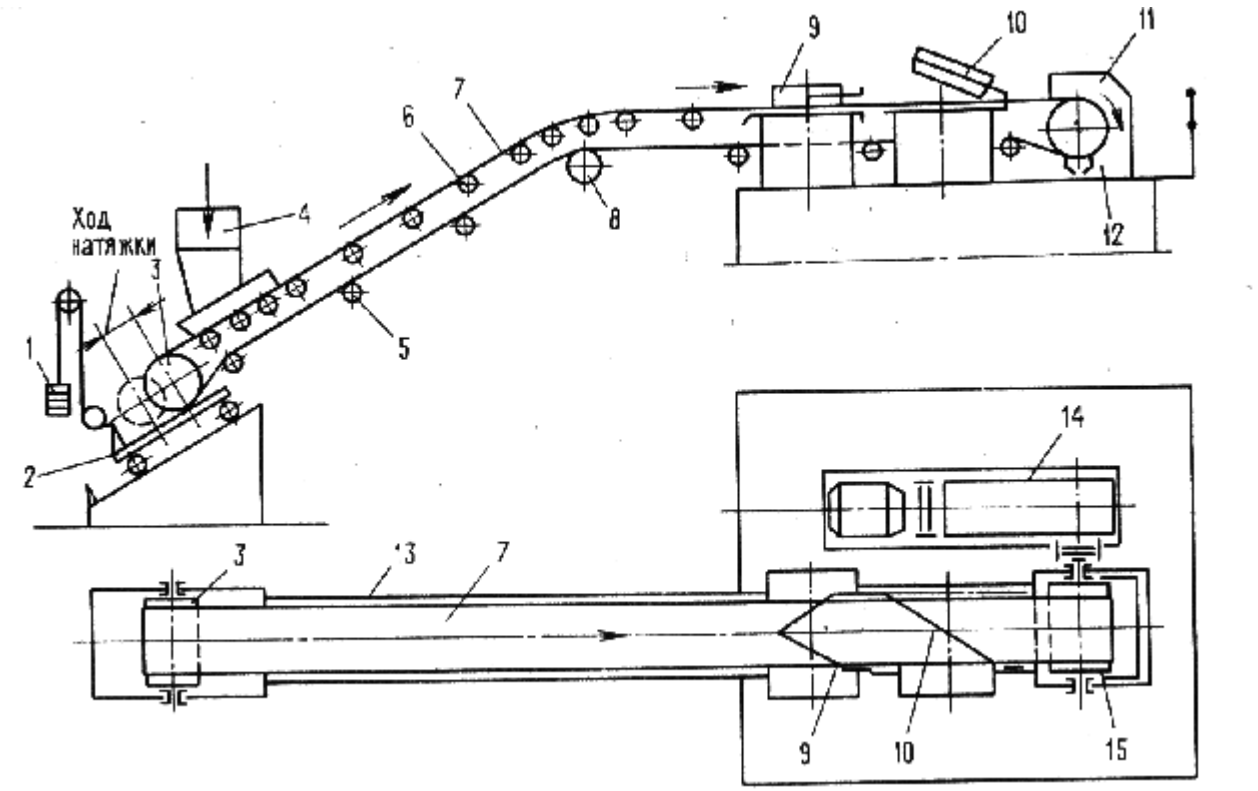
- По профилю трассы

а) с горизонтальным расположением

б) с наклонным расположением

в) комбинированные

## Устройство ленточного конвейера




1- натяжной груз; 2- натяжное устройство; 3- натяжной барабан; 4- загрузочное устройство; 5, 6 – роликоопоры; 7- тяговый элемент (лента) ; 8- отклоняющий барабан ; 9- 10- разгрузочные устройства; 11- разгрузочный желоб; 12- устройство очистки ленты; 13- металлоконструкция; 14- приводное устройство конвейера; 15- приводной барабан

**Рисунок 36 Схема ленточного конвейера**

Лента может быть резинотросовая, резинотканевая, стальная.

### Требования к ленте

Должна обладать:

- высокой прочностью
- высокой эластичностью
- износостойкостью
- не должна расслаиваться

## Барабаны

Различают приводные, концевые, натяжные и отклоняющие (изменяют направление движения ленты). Чем больше диаметр барабана, тем меньше изгиб ленты и больше ее срок службы. Барабаны изготавливают литыми из стали Ст3. Диаметр барабана зависит от толщины ленты

$$\mathbf{ДБ = ( 125…150 ) x Z},$$

Где

$Д_Б$ – диаметр барабана,

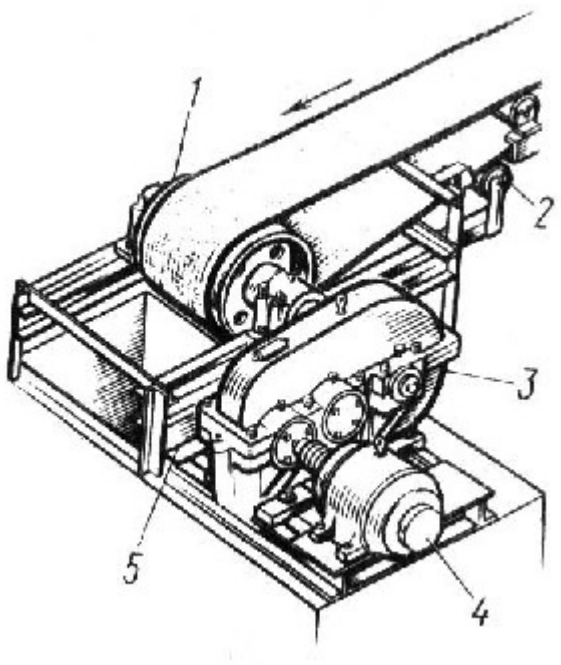
$Z$ - толщина ленты

Полученное значение диаметра барабана округляют до ближайшего стандартного размера барабана по ГОСТ 22644-77. Длину барабана выбирают на 100 мм больше ширины ленты

## Поддерживающие ролики

Служат для предотвращения провисания ленты под действием груза и собственного веса . Диаметр и длину роликов выбирают в зависимости от ширины, толщины ленты, скорости ее движения, вида груза и его размеров

## Приводное устройство конвейера



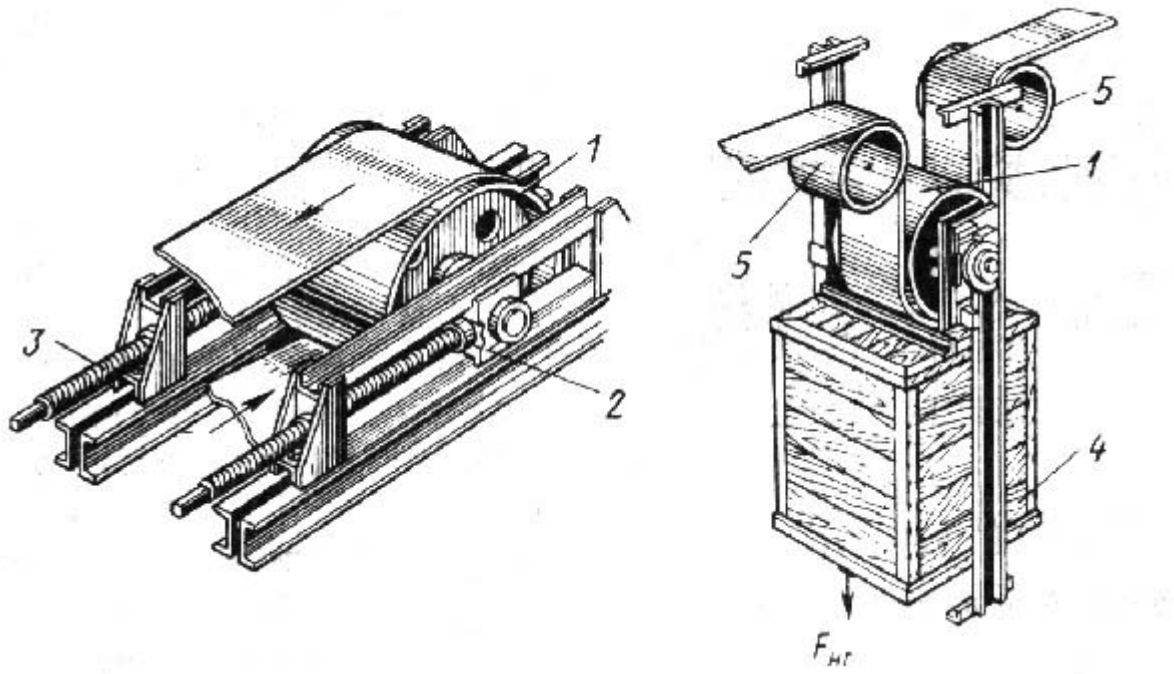

1- приводной барабан; 2- отклоняющий барабан; 3- редуктор; 4- двигатель; 5- рама

**Рисунок 37** Приводное устройство конвейера

Состоит из приводного барабана и механизмов, передающих движение от электродвигателя к барабану.

Лента приводится в движение в результате сил сцепления и сил трения между лентой и барабаном

Натяжные устройства необходимо для обеспечения сцепления ленты с барабаном и устранения ее провисания. Они подразделяются на механические и грузовые автоматического действия




**а) винтовое** **б) грузовое**

**Рисунок 38 Натяжное устройство**

**1- натяжной барабан; 2-,3- винт; 4- груз; 5- отклоняющие барабаны**

## 2.1.2 Цепные конвейеры

В цепных конвейерах тяговым элементом служат цепи: пластинчатые втулочно-роликовые, втулочно-катковые, вильчатые и разборные.

Для транспортирования грузов на цепи крепят дополнительные устройства: пластины, скребки, ковши и т.п., от которых конвейеры получают свои названия – пластинчатые, скребковые и др.

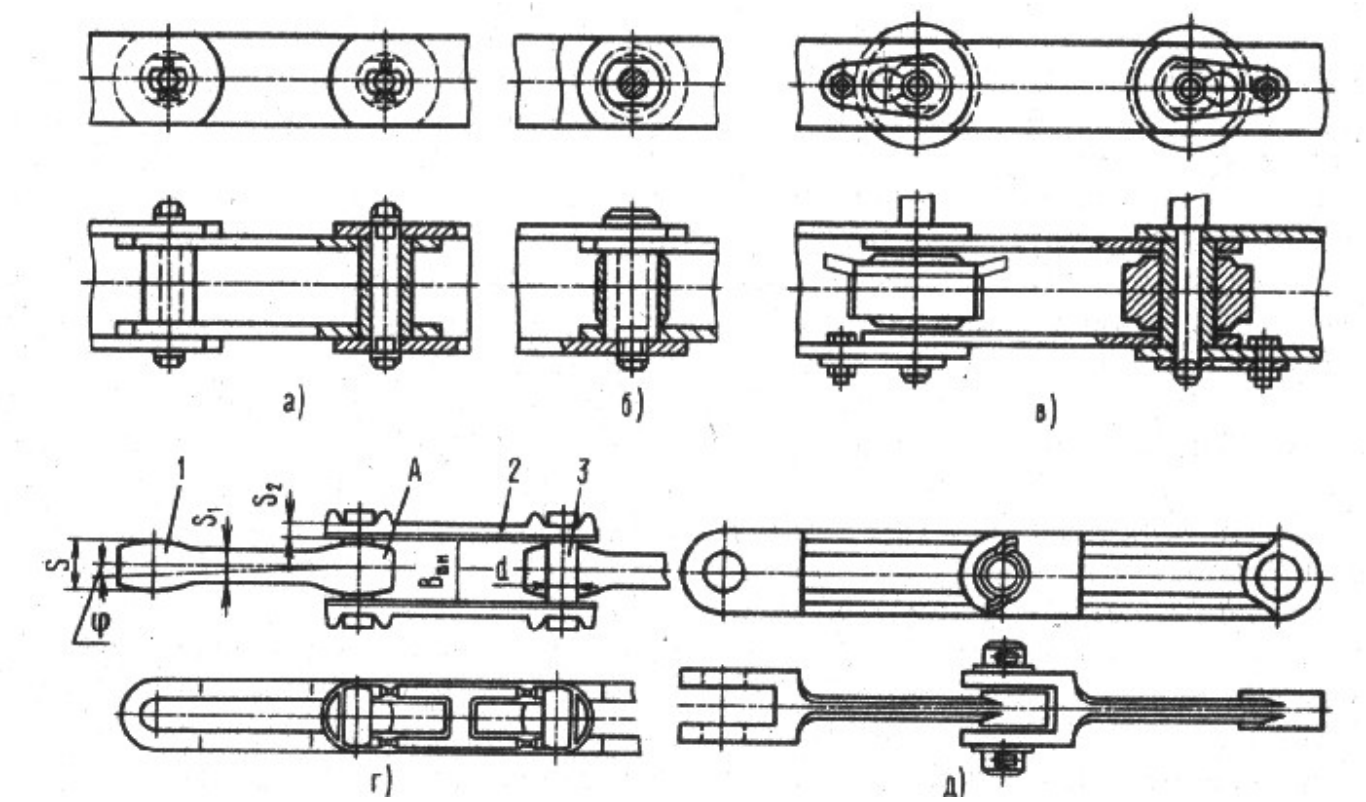



**Рисунок 39 Конвейерные цепи**

**а) безроликовая; б) роликовая; в) роликовая скатками; г) разборная; д) вильчатая**

**1- внутреннее звено; 2- наружное звено; 3- ролик**

Пластинчатые цепи являются наиболее распространенными. Элементы цепи изготавливают из качественных углеродистых или легированных сталей. Нагрузку передают катки или ролики.

Разборные цепи изготавливают с возможностью поворота в двух взаимноперпендикулярных плоскостях. Скосы внутренних звеньев позволяют поворачиваться относительно друг друга на угол 3…7.

Применяют в конвейерах с пространственными трассами напольной и подвесной конструкции

Достоинства:

- малая масса
- большие тяговые усилия
- простота изготовления
- малая стоимость

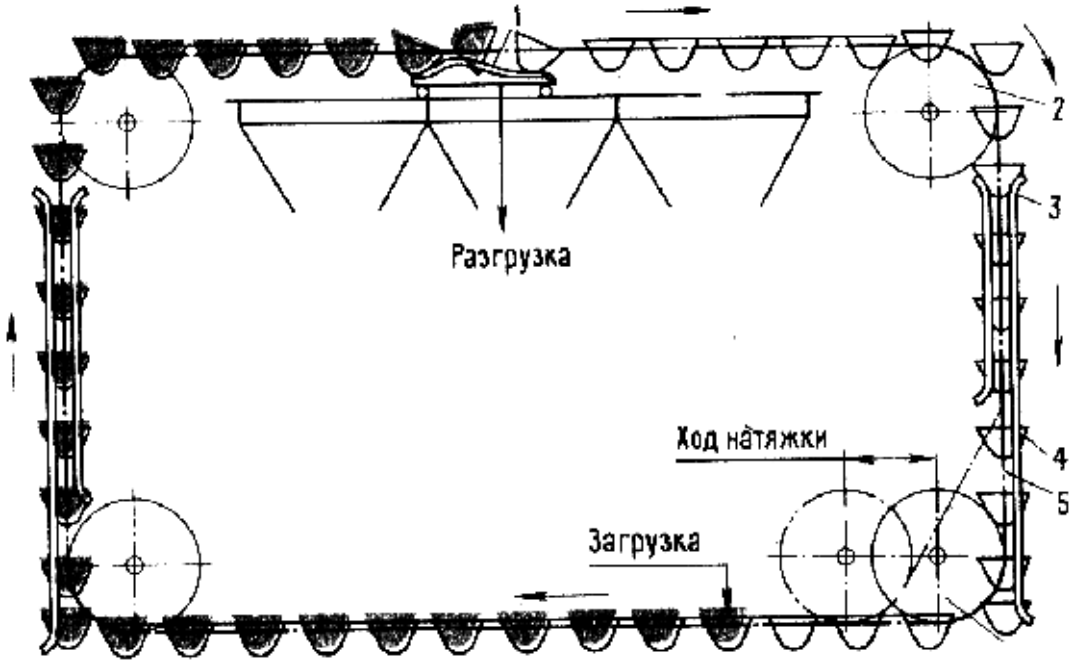
Вильчатые цепи имеют литые или штампованные звенья в форме вилки, соединенные валиками. Применяются в сборочных цехах на сборочных конвейерах.

## Разновидности цепных конвейеров

### Ковшовые цепные конвейеры

На две тяговые цепи шарнирно подвешивают ковши с центром тяжести ниже оси подвеса, что обеспечивает устойчивость ковша при движении и автоматическое возвращение его в исходное положение при опрокидывании при разгрузке. Они применяются для перемещения грузов по горизонтальным и вертикальным направлениям.

Недостатком является большая масса ходовой части, высокая стоимость, небольшие скорости движения (0,15…0,4 м/с).




1- разгрузочное устройство; 2- приводная звездочка; 3- направляющие; 4- ковши; 5- тяговая цепь

**Рисунок 40 Ковшовый конвейер**

### Пластинчатые цепные конвейеры

Предназначены для подачи насыпных и штучных грузов непрерывным потоком. К пластинчатым цепям крепят специальные лотки частично перекрывающие друг друга, создавая непрерывное полотно. Скорость движения конвейера – 0,05…0,6 м/с

**Недостатки:**

- большая масса ходовой части
- высокая стоимость
- сложность конструкции

Могут быть плоские без бортов и с бортами для увеличения производительности.

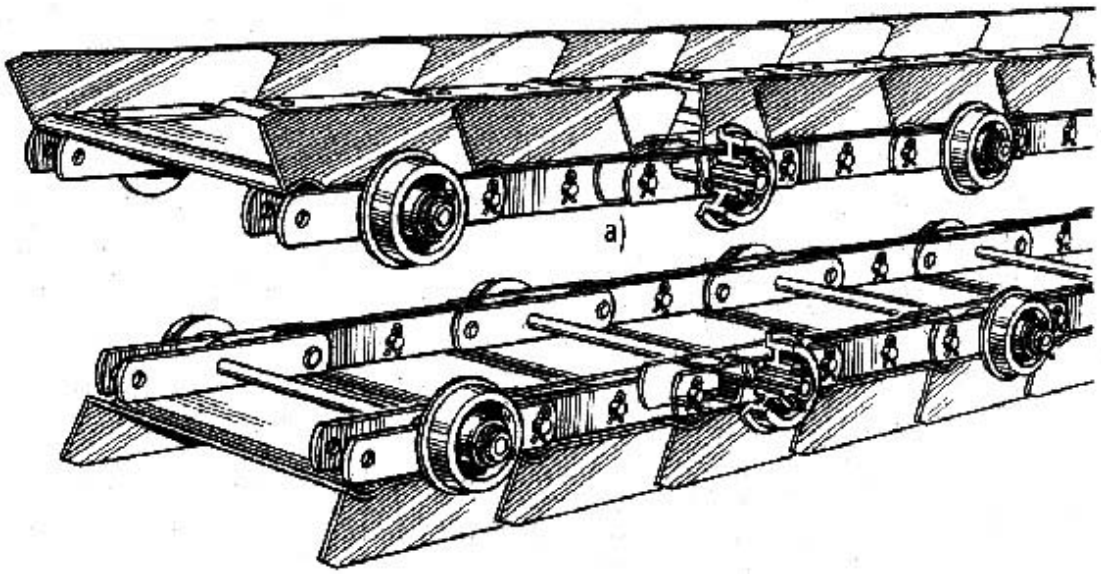



**Рисунок 41 Пластинчатый цепной конвейер с бортами**

## Скребковые конвейеры

Груз перемещается по неподвижному желобу волочением при помощи скребков, закрепленных на движущейся цепи. Скорость перемещения конвейера – 0,2…1 м/с

Недостатки:

- измельчают груз
- износ желоба
- трудность транспортирования липкого груза
- большой расход энергии

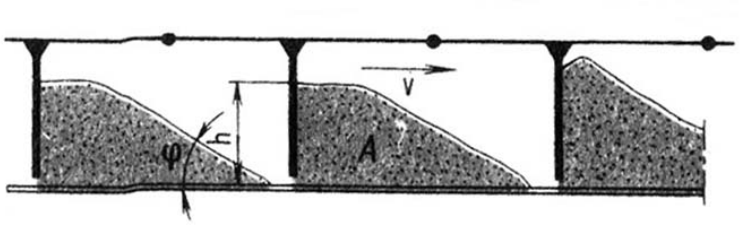


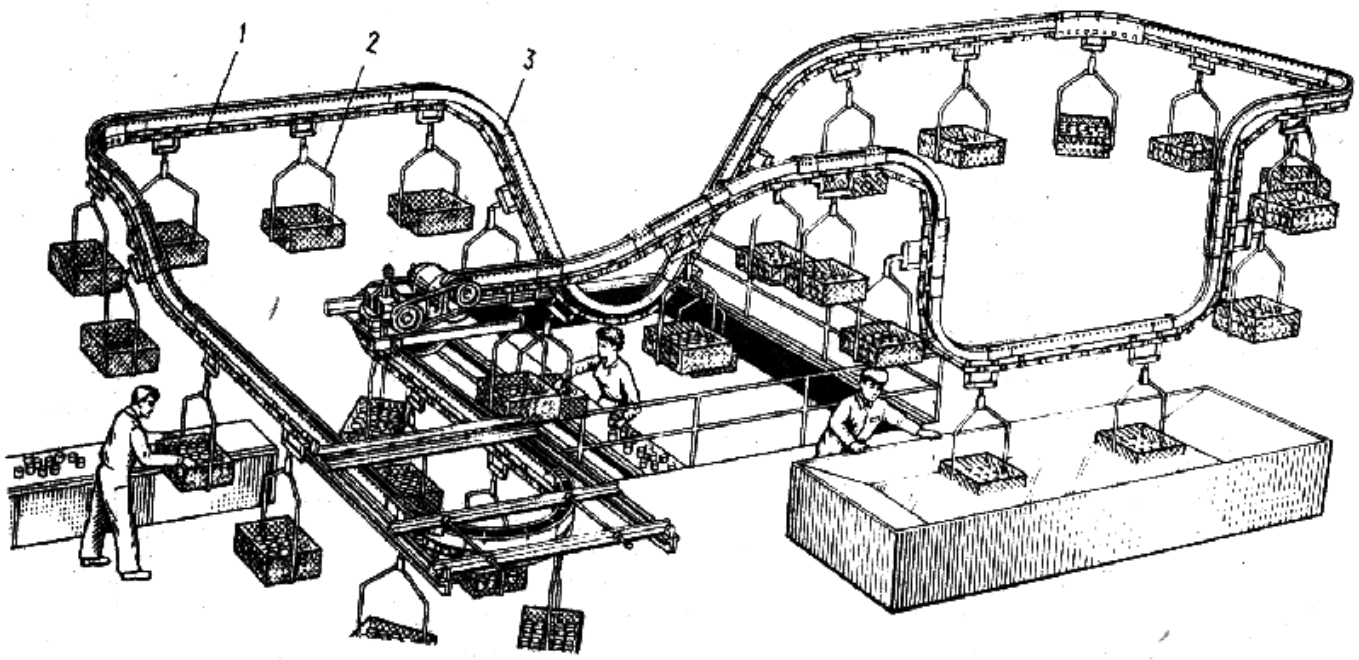

**Рисунок 42 Схема скребкового конвейера**

## Тележечные конвейеры

Цепи этих конвейеров соединяют с тележками, перемещающимися по рельсам на катках. Применяются на сборочных конвейерах

## Подвесные цепные конвейеры

Применяются для передачи деталей с операции на операцию. Цепь конвейера при помощи кареток движется по подвесному пути. Его гибкость и большая протяженность позволяют обслуживать полный производственный цикл (окрасочная камера). Длина конвейера – 500…600м. Масса перемещаемого груза до 2000кГ ( 2т ). Скорость движения – 0,1…45 м/мин.




1- тяговый элемент (цепь); 2- подвеска; 3- подвесной путь

**Рисунок 43 Подвесной конвейер**

## Эскалаторы

Являются специальным видом цепных конвейеров, предназначенного для транспортирования пассажиров в станциях метро и современных торговых центрах.

Это наклонные конвейеры, у которых несущим элементом являются ступени, закрепленные с обеих сторон в цепях.

Скорость движения – 0,5…1 м/с. Угол наклона до 30 градусов.

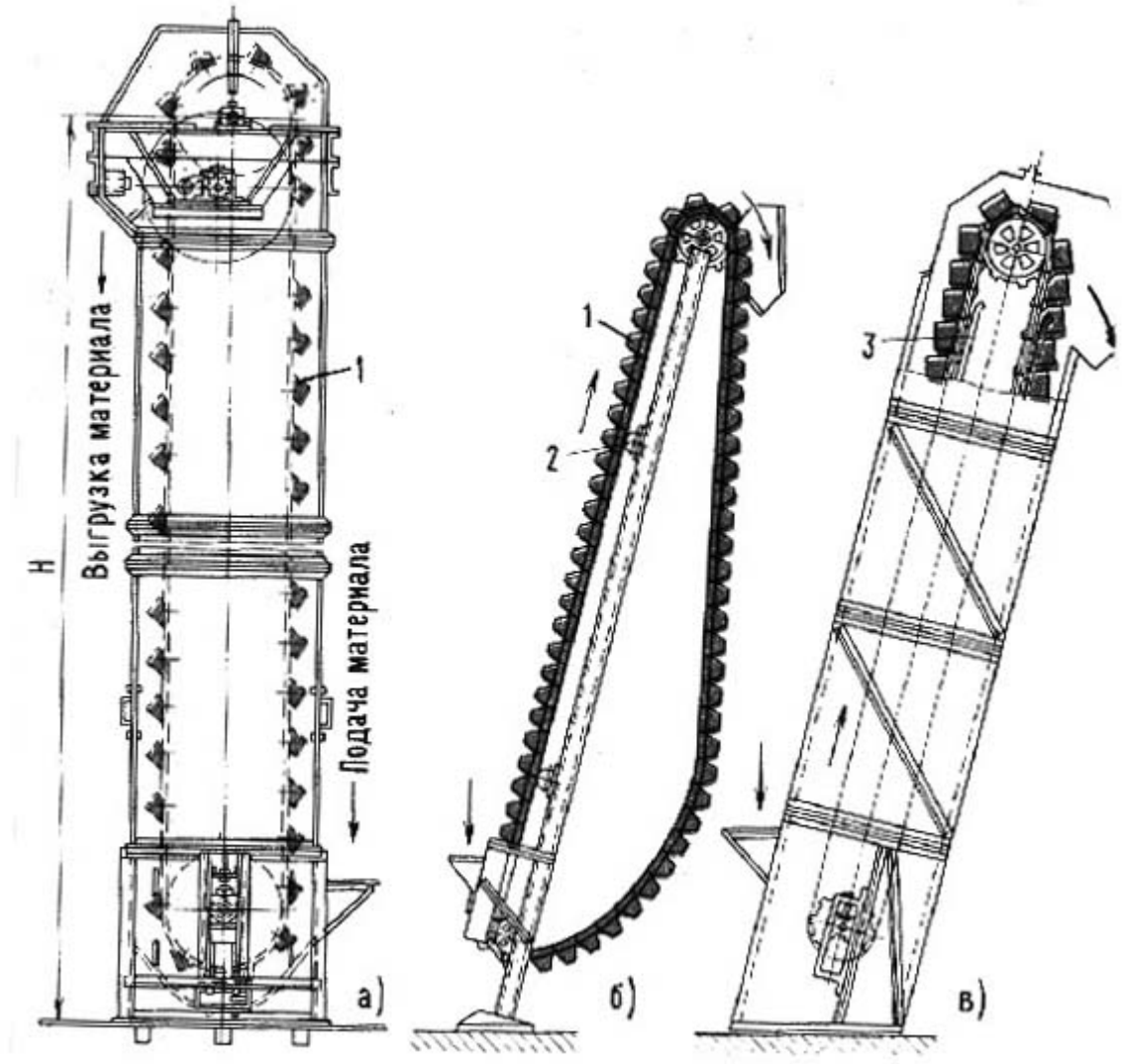
Ширина полотна – 600…1000 мм. К рабочему полотну предъявляются особые требования по прочности и износостойкости.

## Элеваторы

Конвейеры для перемещения груза в ковшах, жестко связанных с тяговым элементом в вертикальном и крутонаклонном направлении. Загрузка ковшей осуществляется загрузочным устройством, выгрузка - аналогично ковшовым конвейерам.

Подают груз на высоту до 60 м.

Производительность до 500 м3/час.




а) вертикальные;  б), в)  наклонные

1- ковши;  2- опорные ролики;  3- направляющие пути

**Рисунок 44  Ковшовые элеваторы**

## 2.2 Транспортирующие машины без тягового элемента

К этой группе относятся гравитационные устройства, вибрационные конвейеры, транспортирующие трубы, винтовые конвейеры, пневматические и гидравлические устройства и т.п.

## Гравитационные устройства

Груз под собственной силой тяжести скатывается по наклонному желобу, трубе. Угол наклона составляет не менее 5…10 градусов. Скорость движения зависит от угла наклона. Часто на поверхности желоба крепят катки для увеличения скорости движения груза и производительности.

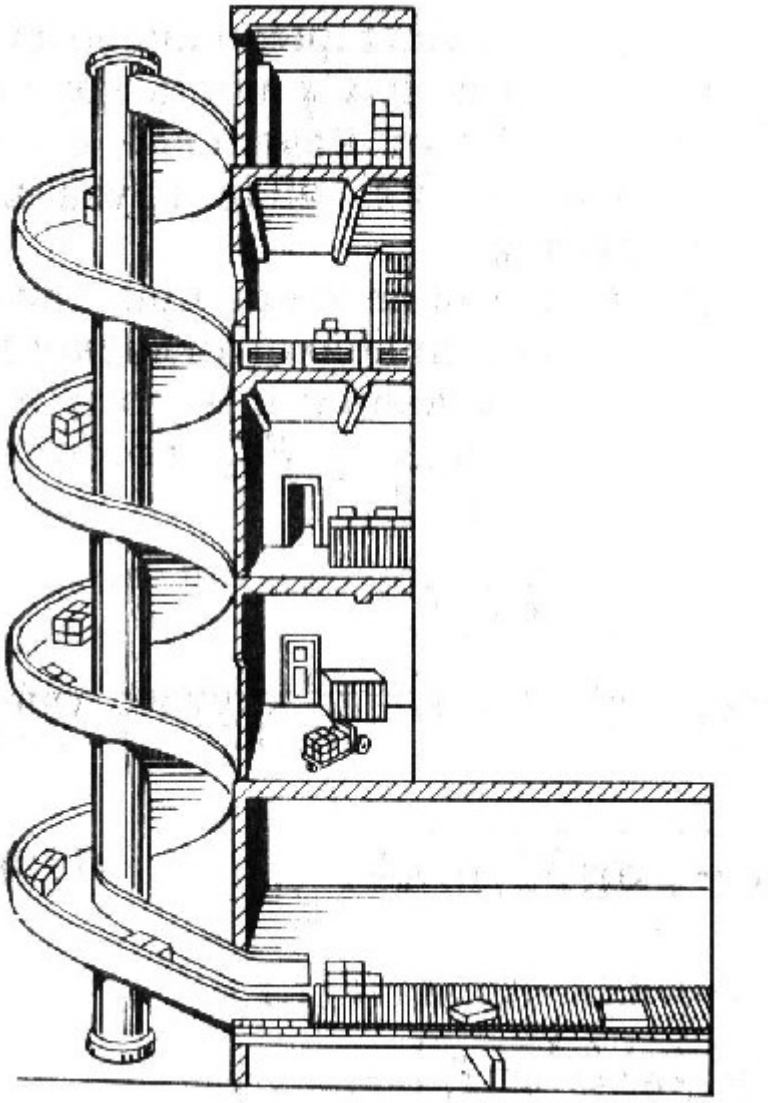


**Рисунок 45 Винтовой гравитационный спуск**

## Вибрационные конвейеры

Применяются для транспортирования всех видов сыпучих грузов, кроме липких, на небольшие расстояния.

Состоит из желоба, подвешенного при помощи упругих элементов к неподвижной раме.

Под действием специального вибратора желоб совершает колебания, подбрасывая и перемещая груз.

При перемещении груза вверх имеет низкую производительность.

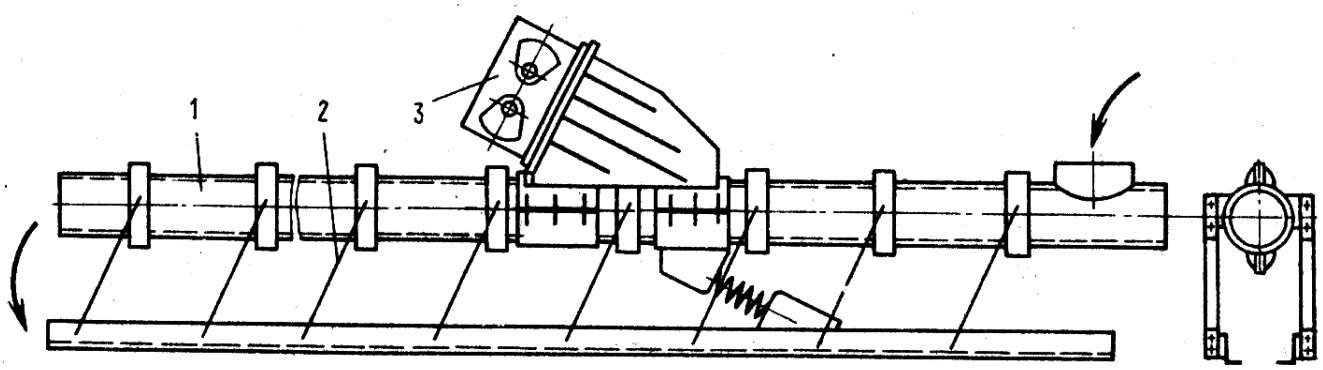



**Рисунок 46 Схема вибрационного конвейера**
**1- желоб; 2- упругие элементы; 3- привод вибровозбудителя**

## Винтовые конвейеры

Перемещение груза осуществляется вращающимся валом с лопастями, расположенными по спирали.

Применяются для перемещения пылящихся грузов (торф, мел, уголь, соль ) по наклонным и вертикальным направлениям.

Длина конвейера до 40 м.

Производительность в два раза больше ленточного ( 2…150 м3/час )

Изготавливают сварной конструкции из листовой стали толщиной 2…8 мм

## Пневматический транспорт

Груз перемещается по трубопроводам под действием разности давлений воздуха в начале и конце трубопровода, создаваемой нагнетательными или вакуумными насосами.

Применяются для порошковых, мелковолокнистых и зернистых материалов.

Их действие основано на сообщении грузу скорости движущимся потоком воздуха (пылесос).

Характеризуются высокой производительностью – 400 т/час и дальностью транспортирования - до 100 м

## Гидравлический транспорт

При этом груз перемещается в смеси с водой.

Смесь груза с водой называется пульпой.

Существуют две схемы транспортирования:

- самотечная - по желобам с уклоном
- напорная - насосом по горизонтали и вверх.

Гидротранспорт применяется при добыче полезных ископаемых

### Достоинства:

- возможность транспортирования на большие расстояния
- простота конструкции
- полная автоматизация

### Недостатки:

- износ трубопровода
- расход электроэнергии
- определенный габарит груза

# 3 Техника безопасности при эксплуатации подъемно-транспортных машин

Правила изготовления и эксплуатации грузоподъемных машин (кранов, подъемников, эскалаторов) регламентируется государственным законодательством и осуществляется Госгортехнадзором, который контролирует заводы-изготовители и потребители для обеспечения техники безопасности и устранения причин травматизма.

Каждое подъемно-транспортное средство имеет заводской паспорт и инструкцию по эксплуатации.

При приемке машин в эксплуатацию назначается комиссия, которая составляет акт приема, присваивает номер и регистрирует в специальной книге.

Работу на машине, уход, наблюдение за ней, текущий ремонт поручают квалифицированным рабочим.

Безопасная эксплуатация обеспечивается правилами:

- через каждые 10 суток работы машину осматривают и проверяют работу всех механизмов
- через каждые 12 месяцев независимо от того работала или бездействовала машина производят частичное техническое освидетельствование с составлением акта и отметкой в журнале осмотра без испытаний
- аналогичное мероприятие проводят и после капитального ремонта
- срок периодических испытаний грузоподъемных машин:

для подъема грузов – один раз в три года

для подъема людей - один раз в год

- испытания проводят при наибольшем прогибе ферм мостовых кранов и при номинальной устойчивости стреловых кранов, затем поднимают груз в 1,25 раза тяжелее рабочего груза на высоту 200…300 мм
- при испытании машин для подъема людей вес груза в 1,5 раза тяжелее рабочего груза, удерживают груз в течении 10 минут.

Стальные канаты (тросы) подвергаются тщательному осмотру и отбраковываются по предельно допустимому обрыву проволок, что предусмотрено нормами.

Машины непрерывного транспорта

- рабочий, обслуживающий машину должен пройти инструктаж по технике безопасности
- каждая машина должна использоваться строго по назначению
- машина не должна перегружаться
- не включать неисправную машину
- не ремонтировать машину при ее работе
- все вращающиеся части должны иметь съемные ограждения
- для обслуживания машины должны быть предусмотрены проходы и площадки (ширина прохода не менее 0,8…1 м)
- токопроводящие части должны быть заземлены
- тяговые и ведущие элементы машин (цепи, канаты, ленты) должны ежедневно осматриваться для выявления повреждений, износа, провисаний и др.

# Литература

1 Дьячков В.К. «Машины непрерывного транспорта».М. «Машгиз»,1961
2 Богорад А.А. « Грузоподъемные и транспортные машины».М «Металлургия», 1989
3 Додонов Б.П., Лифанов В.А. «Грузоподъемные и транспортные устройства» М. «Машиностроение», 1990
4 Александров М.П. «Подъемно-транспортные машины» М. «Машиностроение»,1994
5 Александров М.П. « Подъемно-транспортные машины» М. «Высшая школа», 1965
6 **Соколов С.А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин** Политехника, 2005
7 Грузоподъемные машины, Учебник для вузов, Александров М.П., 2000.