

# **Механические передачи вращательного движения**

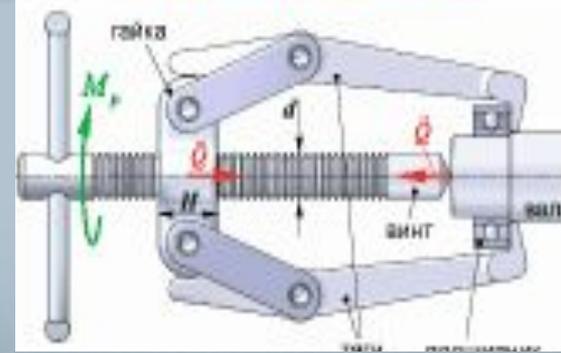
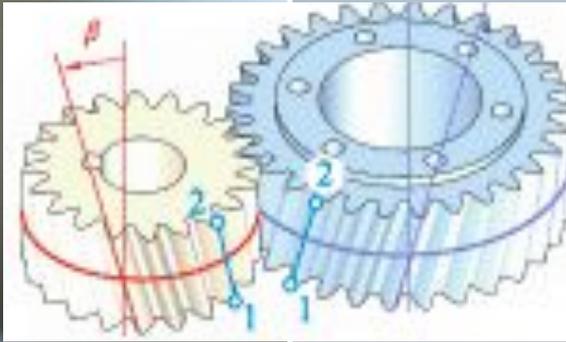


## **Цель занятия:**

- Изучить общие принципы устройства различных видов передач;**
- Научиться классифицировать механические передачи по назначению и принципу действия.**

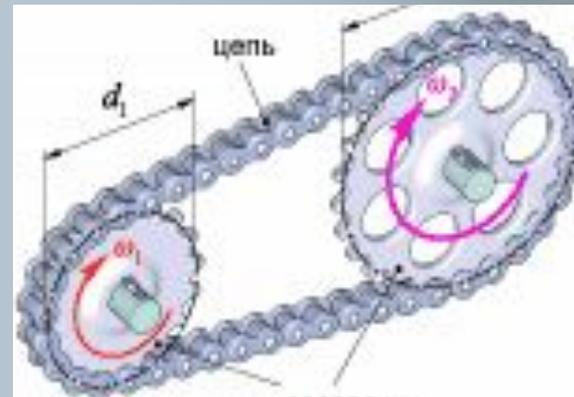
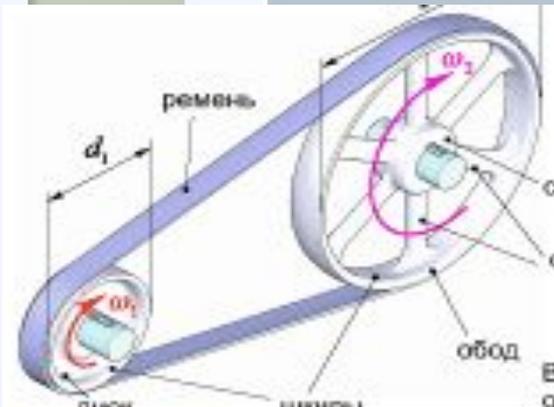
**Механическими передачами**, или просто передачами называют механизмы, передающие работу двигателя исполнительному органу машины

**Типы механических передач:**



зубчатые (цилиндрические, конические)

винтовые (винтовые, червячные, гипоидные)

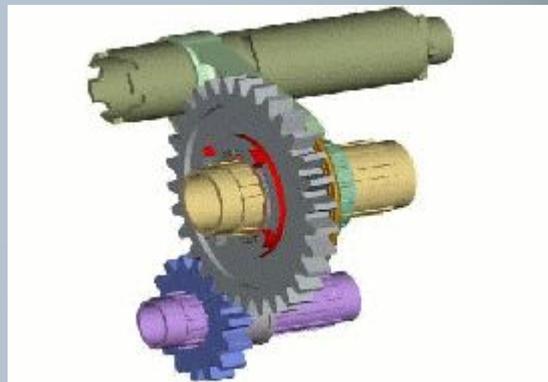


с гибкими элементами (ременные, цепные)

фрикционные

## **Передачи могут выполнять следующие функции:**

- **Понижать и повышать угловые скорости, соответственно повышая или понижая вращающие моменты;**
- **Преобразовывать один вид движения в другой (вращательное в возвратно-поступательное, равномерное и прерывистое и т.д.);**
- **Регулировать угловые скорости рабочего органа машины;**
- **Реверсировать движение (прямой и обратный ход);**
- **Распределять работу двигателя между несколькими исполнительными органами машины.**



# Классификация механических передач

## По принципу передачи движения:

### Передачи трением

Фрикционные

Ременные

### Передачи зацеплением

Зубчатые

Цепные

Червячные

Передачи винт-гайка

## По способу соединения деталей:

### Передачи с гибкой связью

Ременные

Цепные

### Передачи с непосредственным контактом тел вращения

Зубчатые

Фрикционные

Червячные

Передачи винт-гайка

# Кинематические и силовые соотношения в передачах

В каждой передаче различают два основных вала:  
**ведущий** (входной) и **ведомый** (выходной).

**Ведущее звено** – звено, которое приносит энергию в передачу (ведущий вал, ведущее колесо).

**Ведомое звено** – вал или колесо, воспринимающее усилие от ведущего звена.

**Степень передачи** – два колеса сопряжено работающих между собой с непосредственным сопряжением или с промежуточным звеном.

В машиностроении принято обозначать угловые и окружные скорости, частоту вращения, диаметры вращающихся деталей **ведущих валов** индексами **нечетных цифр**, **ведомых** — **четными**.

## Основные характеристики передач

**Мощность**  $P_1$  на ведущем и  $P_2$  ведомом валах, кВт;

**Угловая скорость**  $\omega_1$  ведущего и  $\omega_2$  ведомого валов, рад/с или

**Частота вращения**  $n_1$ , ведущего и  $n_2$  ведомого валов, об/мин (мин<sup>-1</sup>).

Эти характеристики минимально необходимы и достаточны для выполнения проектировочного расчёта любой передачи.

## Кинематические характеристики передач

Основной кинематической характеристикой всех передач является передаточное отношение

**Передаточное отношение** – отношение угловых скоростей ведущего и ведомого звена, то есть:

$$U_{1-2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

Различают две разновидности передачи по передаточному отношению:

**Редуцирование**  $U_{1-2} > 1$  при  $\omega_1 > \omega_2$  .

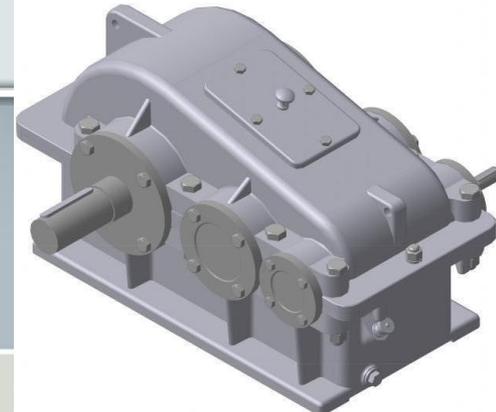
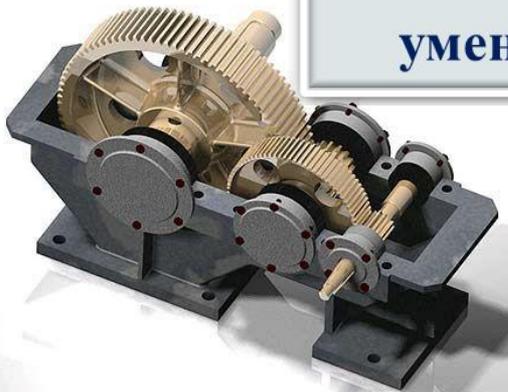
Назначение такой передачи – уменьшить число оборотов на ведомом звене по сравнению с ведущим.

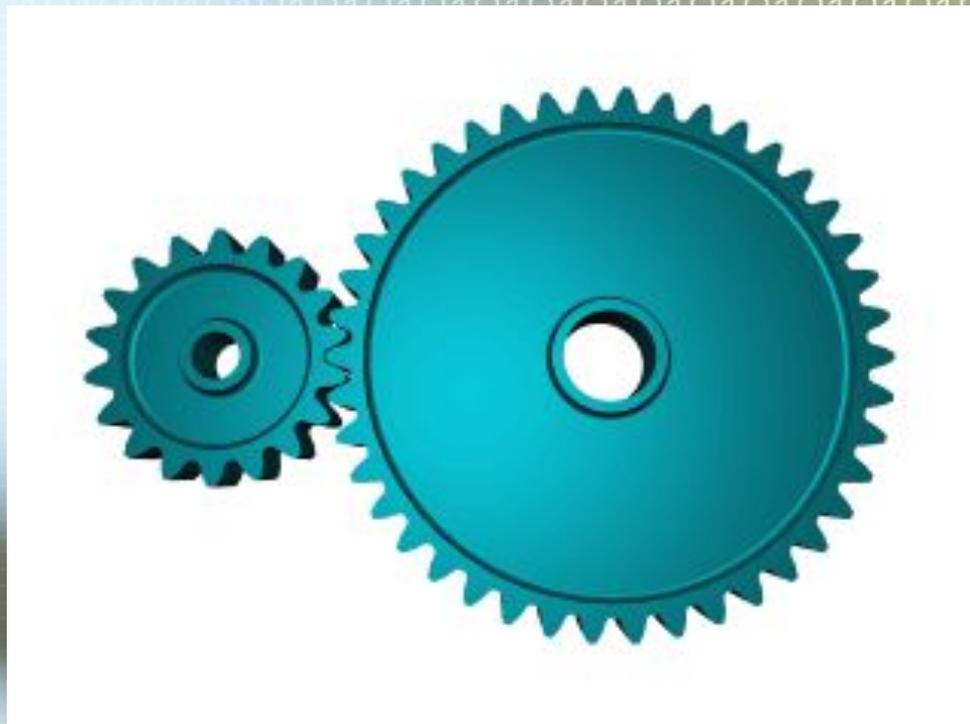
**Мультипликация**  $U_{1-2} < 1$  при  $\omega_1 < \omega_2$  .

Назначение такой передачи - увеличить число оборотов на ведомом звене, по сравнению с ведущим.

В зависимости от соотношения параметров входного и выходного валов передачи разделяют на:

- *редукторы* (понижающие передачи) — от входного вала к выходному уменьшают частоту вращения и увеличивают крутящий момент;
- *мультипликаторы* (повышающие передачи) — от входного вала к выходному увеличивают частоту вращения и уменьшают крутящий момент.





# Зубчатые передачи

# Зубчатые передачи

**Зубчатая передача** — это механизм передающее вращательное движения от одного вала к другому с помощью зубьев.

Зубчатое колесо передачи с меньшим числом зубьев называется *шестернёй*, второе колесо с большим числом зубьев называется *колесом*.

## Классификация зубчатых передач

### По виду зацепления:



С внешним зацеплением



© Friedrich A. Lohmüller, 2010

С внутренним зацеплением

## По взаимному расположению осей колес

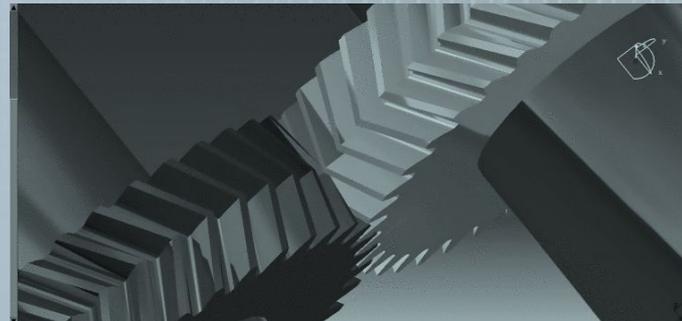
### С параллельными осями:



цилиндрические  
прямозубые



цилиндрические  
косозубые



цилиндрические  
шевронные

**Цилиндрические зубчатые передачи** - отличаются надёжностью и имеют высокий ресурс эксплуатации. Обычно применяются при особо сложных режимах работы, для передачи и преобразования больших мощностей.

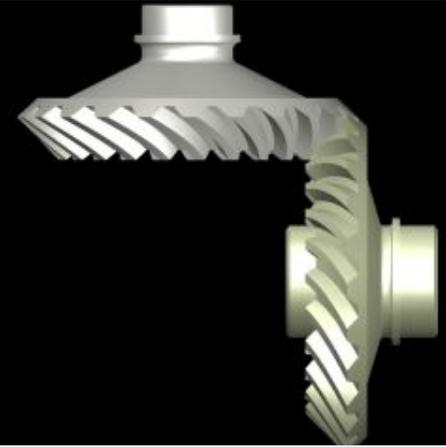
## С пересекающимися осями:



конические прямозубые



конические косозубые



конические гипойдные

**Конические зубчатые передачи** в отличие от цилиндрических имеют пересекающиеся оси входных и выходных валов. Применяются если необходимо изменить направление кинетической передачи. Конические передачи более сложны в изготовлении и монтаже, чем цилиндрические.

**Гипойдная передача** вид винтовой зубчатой передачи, со скрещивающимися осями  $90^\circ$ . Данный тип передачи характеризуется повышенной нагрузочной способностью, плавностью хода и бесшумностью работы.

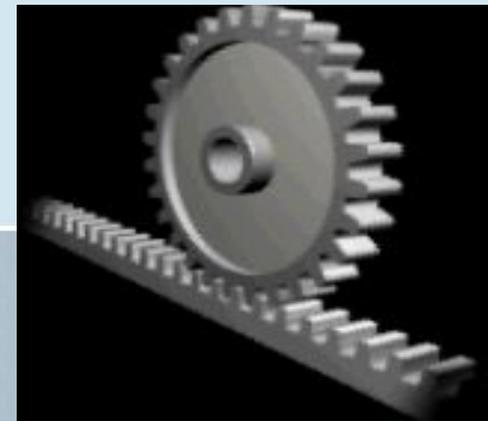
## Со скрещивающимися осями:



винтовые, гипойдные

## По конструктивному оформлению:

*реечная передача* (служит для преобразования вращательного движения в поступательное)



*открытые передачи* – не имеют защитного корпуса работающие без смазки или периодически смазываемые консистентными смазками.

*закрытые передачи* – установленные в закрытом корпусе и обеспеченные постоянной смазкой из масляной ванны.

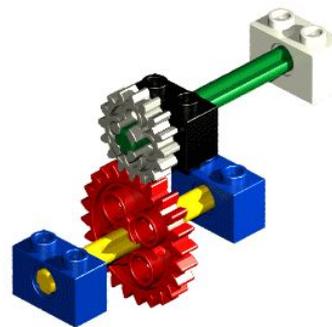
## По окружной скорости:

тихоходные  $v_{\max} = 3 \dots 4 \text{ м/с}$ ;

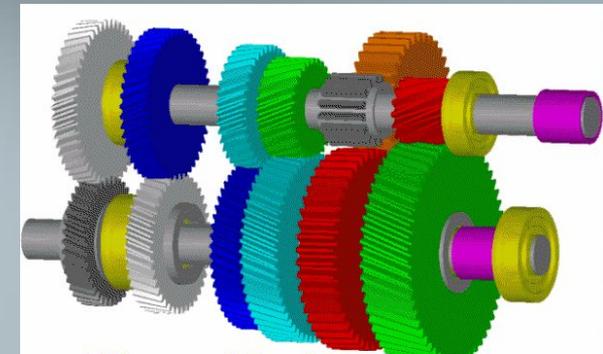
для средних скоростей  $4 \text{ м/с} \leq v \leq 15 \text{ м/с}$ ;

быстроходные  $v \geq 15 \text{ м/с}$ ;

## По числу ступеней:



одноступенчатые



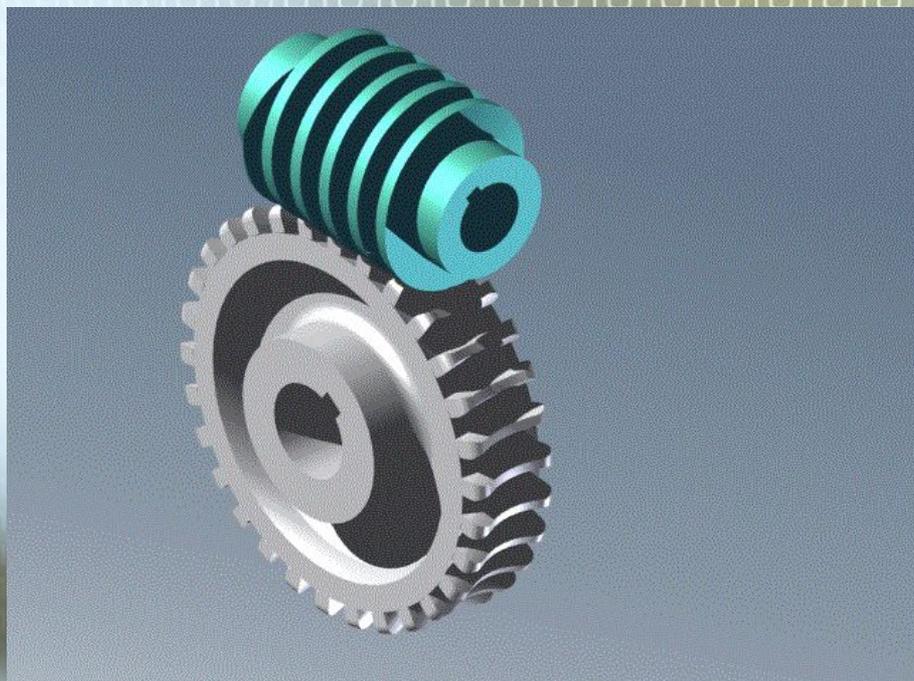
многоступенчатые

## **Достоинства зубчатых передач**

- компактность передачи;
- возможность передавать большие мощности при сравнительно малых скоростях (*50000 кВт* и более);
- большие скорости вращения;
- постоянство передаточного отношения;
- высокий КПД ( $\eta=0,97...0,99$ );
- высокая нагрузочная способность;
- малые нагрузки на валы и их опоры;
- изготовление из металлических и неметаллических передач.

## **Недостатки зубчатых передач**

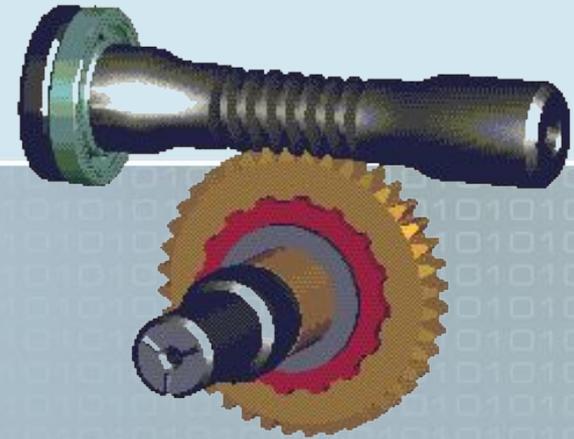
- сложность передачи движения на значительные расстояния;
- ограниченность передаточного числа;
- шум при больших скоростях;
- высокие требования к точности изготовления;
- необходимость в смазке;
- потребность специального оборудования для нарезания зубьев.



# Червячные передачи

# Червячные передачи

**Червячная передача** — механизм для передачи вращения посредством винта (червяка) и сопряженного с ним червячного колеса оси которых скрещиваются под углом  $90^\circ$ . Ведущим звеном является *червяк*, ведомым — *червячное колесо*.



## Классификация червячных передач

### По форме профиля витка:

*архимедов червяк* — цилиндрический червяк, с профилем витка архимедовой спиралью. Этот червяк подобен винту с трапецеидальной резьбой;

*эвольвентный червяк* — цилиндрический червяк, с профилем витка эвольвенты;

*конволютный червяк* — это цилиндрический червяк, с торцовым профилем витка удлиненной или укороченной эвольвентой.

**По форме червяка:**



**с цилиндрическим червяком**



**с глобидным червяком**

**По расположению червяка относительно колеса:**

- с верхним расположением червяка;
- с нижним расположением червяка;
- с боковым расположением червяка.

**По количеству захода витка:**

*однозаходный червяк* – это червяк, с одним заходом витка;

*многозаходный червяк* – это червяк, с двумя или тремя заходами витков.

**По направлению линии витка червяка:**

с левым направлением червяка;

с правым направлением червяка.

## Достоинства червячных передач:

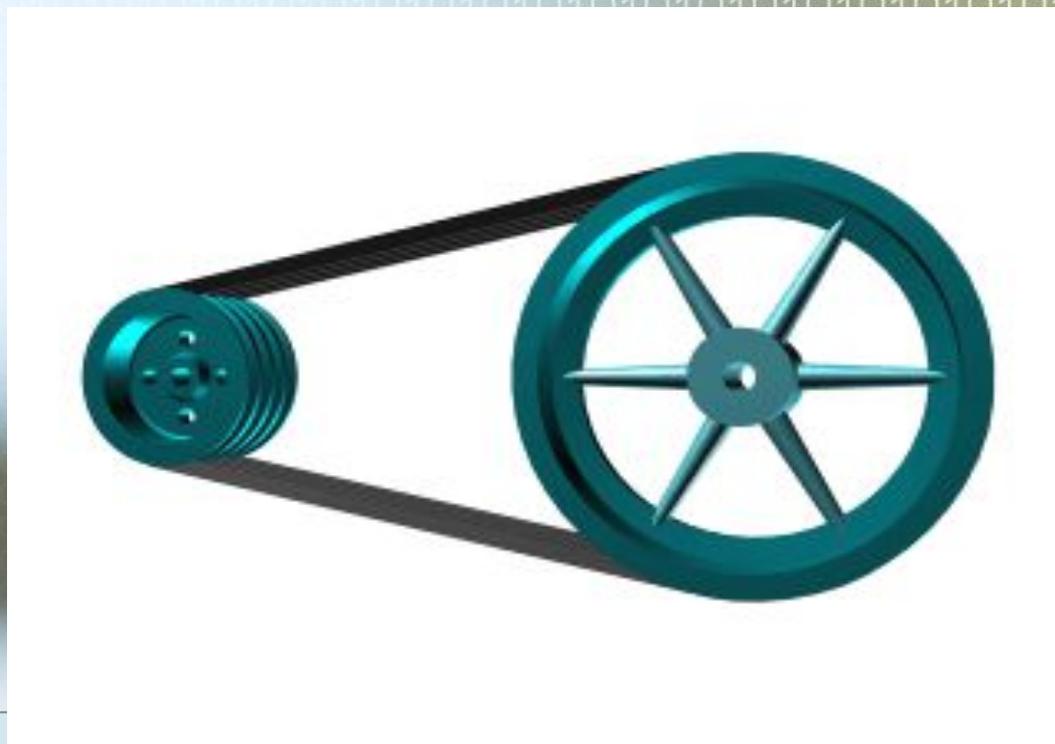
- большие передаточные отношения;
- плавность и бесшумность работы;
- высокая кинематическая точность;
- возможность выполнения самоторможения передачи;
- компактность и сравнительно небольшая масса конструкции передачи.



## Недостатки червячных передач:

- низкий КПД ( $\eta=0,7...0,85$ );
- высокий износ, заедание;
- использование дорогих антифрикционных материалов;
- высокие требования к точности сборки;
- небольшие передаваемые мощности (до  $50...100$  кВт);
- сильный нагрев передачи при длительной работе.

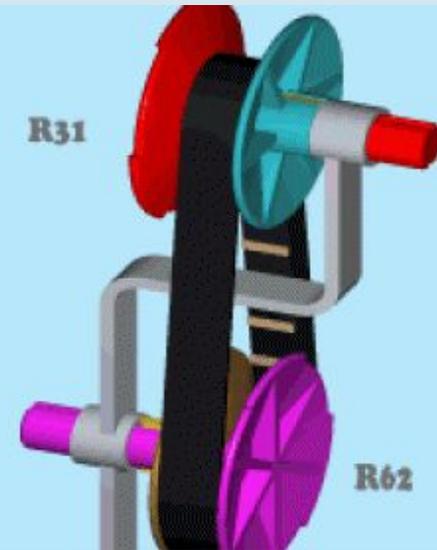
**Материалы в червячной передаче** должны обладать повышенной износостойкостью и пониженной склонностью к заеданию. Обычно это разнородные материалы. Для снижения износа применяют специальные антифрикционные пары материалов: червяк — сталь, венец червячного колеса — бронза (реже — латунь, чугун)



# Ременные передачи

# Ременные передачи

**Ременная передача** — механизм для передачи вращения осуществляемая гибкой связью посредством трения между ремнем и шкивом. Ременная передача состоит из двух шкивов, закреплённых на валах, и ремня, охватывающего эти шкивы.



## Классификация ременных передач

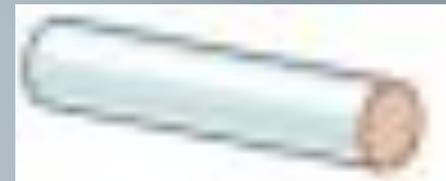
**По форме поперечного сечения:**

**Плоскоременные** - с прямоугольным профилем поперечного сечения ремня;

**Клиноременные** - с трапециевидным профилем поперечного сечения ремня;

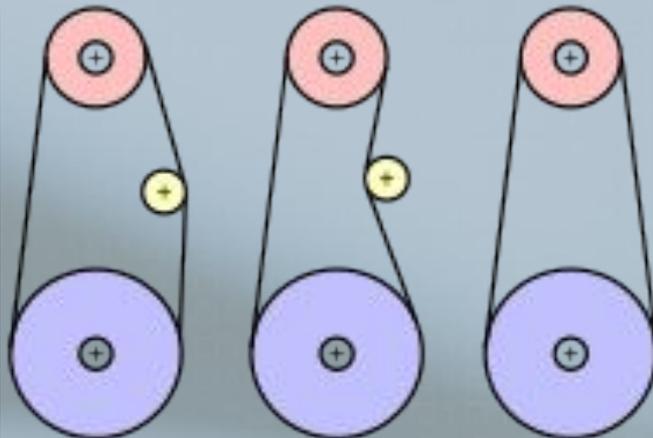
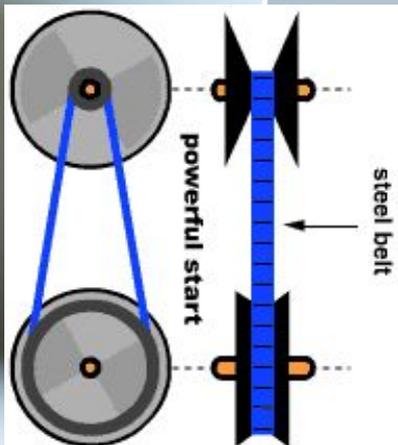
**Поли клиноременные** - с плоскими ремнями, имеющим продольные клиновые выступы ребра на внутренней поверхности ремня;

**Круглоременные** - с круглым профилем поперечного сечения ремня;

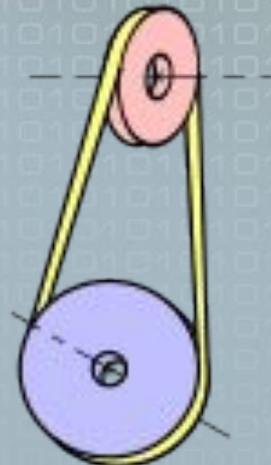


## По взаимному расположению осей валов

С параллельными осями:

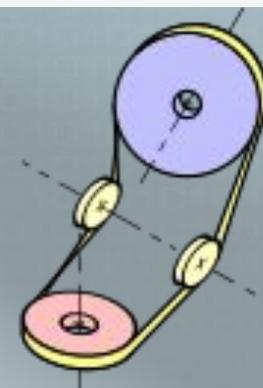
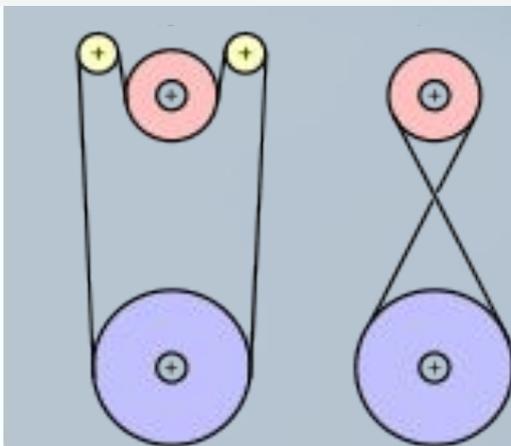


Со скрещивающимися осями:



*открытые* - вращением шкивов в одном направлении;

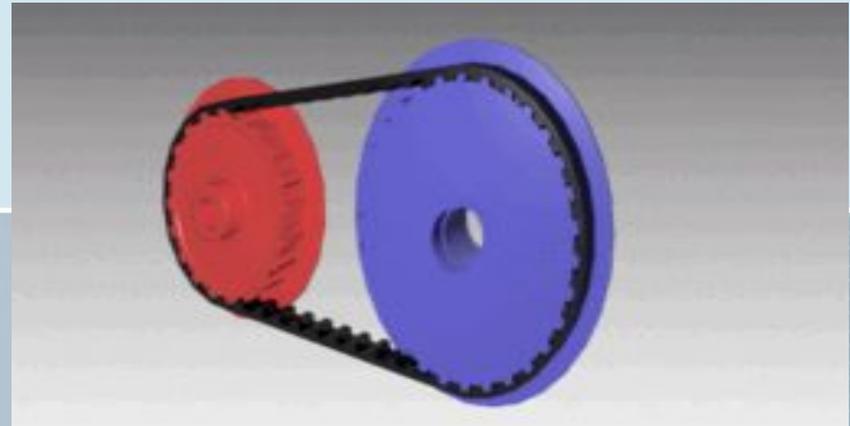
*полуперекрестные;*



*угловые;*

*перекрестные* - вращением шкивов в противоположных направлениях;

Передачи с *зубчатыми ремнями* обеспечивают постоянство передаточного отношения и хорошую тяговую способность.

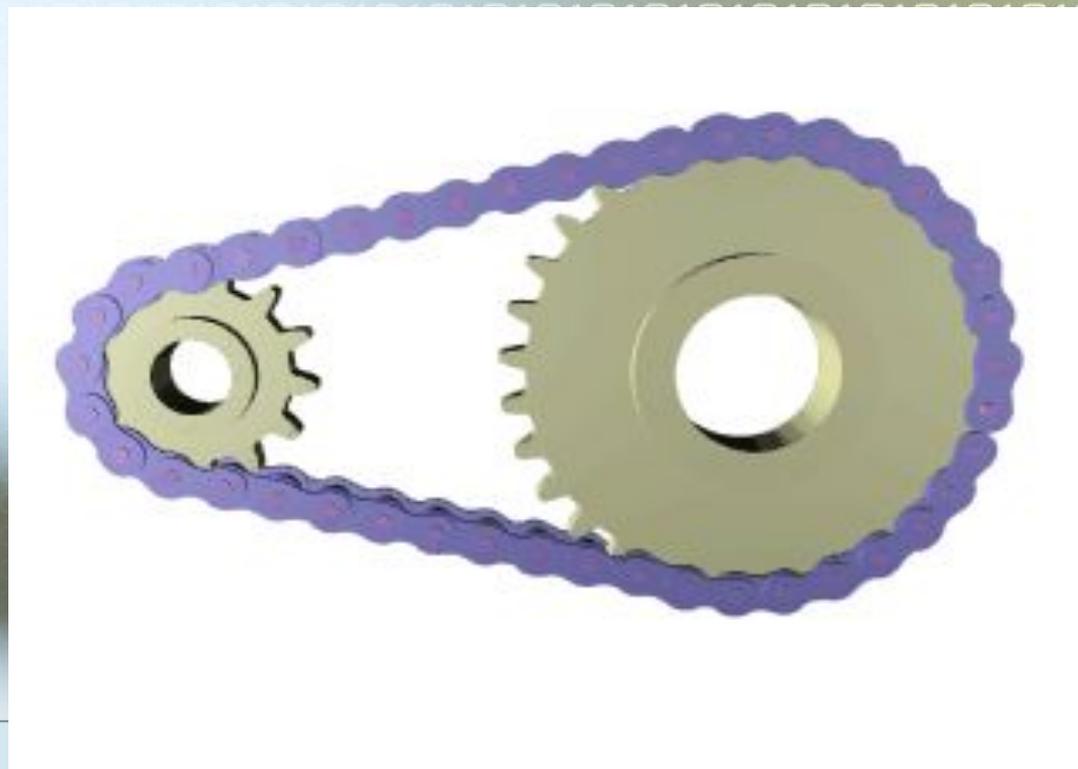


### **Достоинства ременных передач:**

- возможность передачи движения на значительные расстояния;
- плавность и бесшумность работы;
- защита механизмов от колебаний нагрузки вследствие упругости ремня;
- защита механизмов от перегрузки за счёт возможного проскальзывания ремня;
- простота конструкции и эксплуатации (не требует смазки).

### **Недостатки ременных передач:**

- повышенные габариты;
- непостоянство передаточного отношения вследствие проскальзывания ремня;
- повышенная нагрузка на валы и их опоры, связанная с большим предварительным натяжением ремня;
- низкая долговечность ремней (1000-5000 часов).



# Цепные передачи

# Цепные передачи

**Цепная передача** — это передача механической энергии между параллельными валами, осуществляемая с помощью двух звездочек охватывающей их цепи. Состоит из ведущей и ведомой звездочки и цепи.

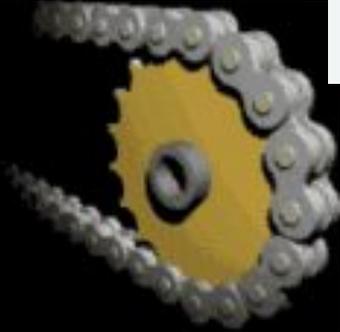
## Классификация цепных передач

**По характеру выполняемой работы :**

**Грузовые** - применяются погрузочно-разгрузочных механизмах для погрузки груза при скоростях  $0,25...0,5$  м/с.

**Тяговые** – применяемые при скоростях  $2...4$  м/с для перевозки груза (транспортеры, элеваторы, эскалаторы).

**Приводные** – применяемые при постоянных скоростях для передачи энергии.

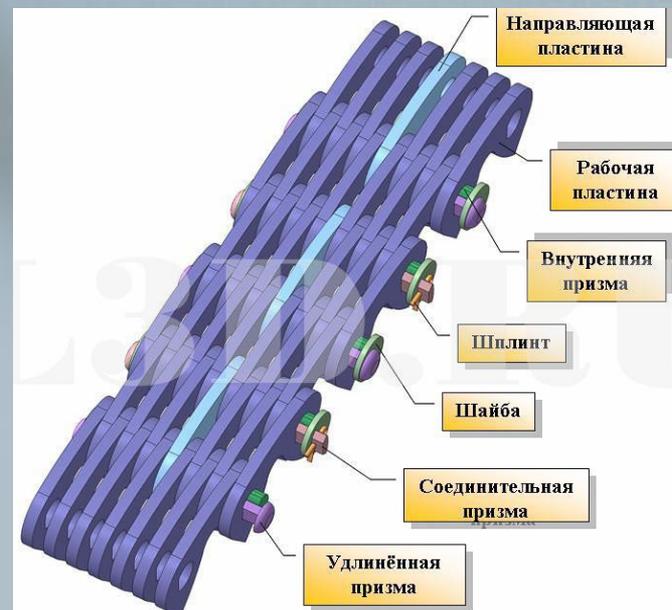
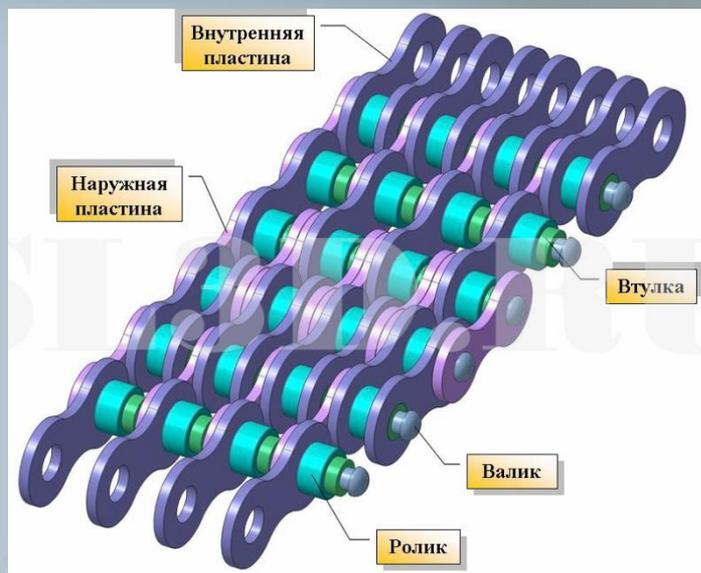


## По типу цепей:

**Роликовые цепи** – состоят из внешних и внутренних пластин и ролика свободно вращающегося на втулке;

**Втулочные цепи** – отличающиеся от роликовых отсутствием ролика;

**Зубчатые цепи** – имеют пластины зубчатого профиля, состоят внутренних и внешних призм, шайбы и шлица.



**По способу регулирования цепи:**



**с натяжной звездочкой**



**с натяжным устройством**

**По конструктивному исполнению:**

**закрыты**

**открытые**

**По количеству рядов:**

**однорядные**

**многорядные**



**По расположению звездочек:**

**горизонтальные**

**вертикальные**

**наклонные**

**По количеству ведомых звездочек:**

**нормальные - двухзвенные**

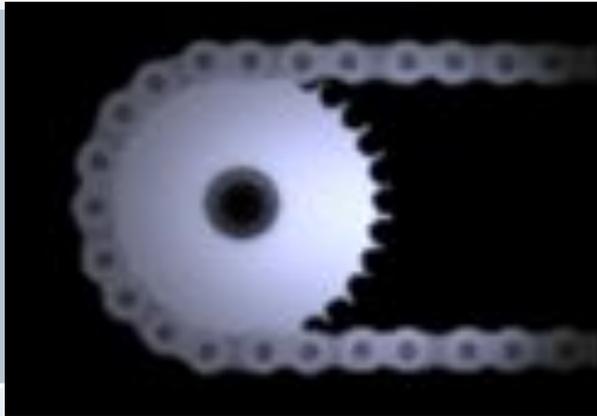
**специальные - многозвенные**

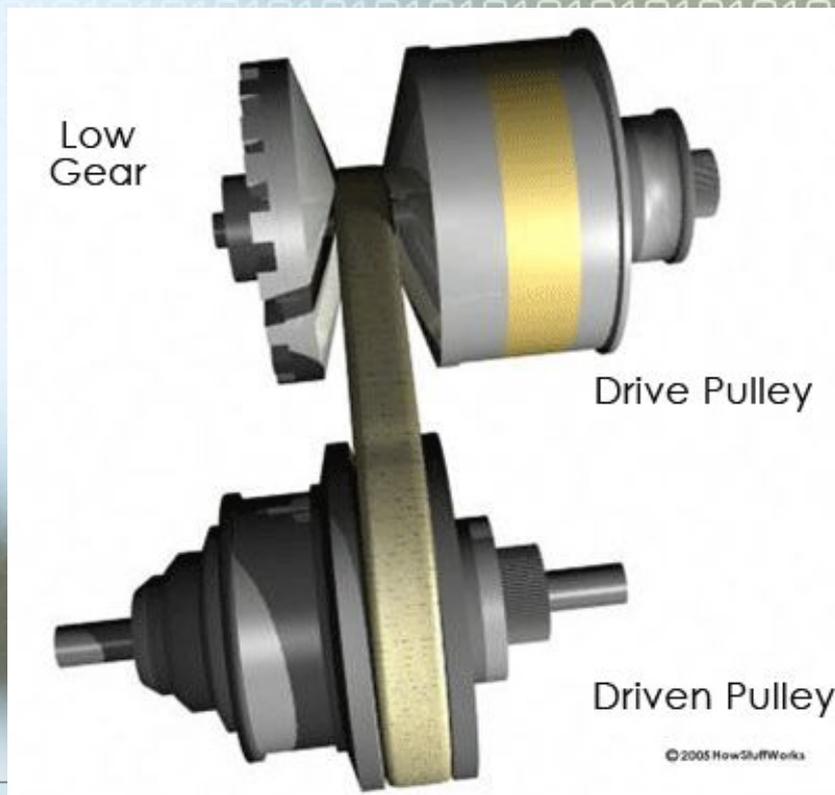
### **Достоинства цепных передач:**

- возможность передачи на большие расстояния;
- меньшая нагрузка на валы и их опоры;
- передача большой мощности (до 4000кВт);
- возможность передачи движения одной цепью нескольким звездочкам;
- сравнительно высокий КПД ( $\eta=0,95...0,98$ );

### **Недостатки цепных передач:**

- износ шарниров цепи;
- шум и дополнительные динамические нагрузки;
- необходимость обеспечения смазки.





# Фрикционные передачи

**Фрикционная передача** — механическая передача, служащая для передачи вращательного движения между валами с помощью сил трения, возникающих между катками, цилиндрами или конусами, насаженными на валы и прижимаемыми один к другому.

Простейшая фрикционная передача состоит из двух колёс – катков, одно из которых закреплено на ведущем валу, а другое – на ведомом.

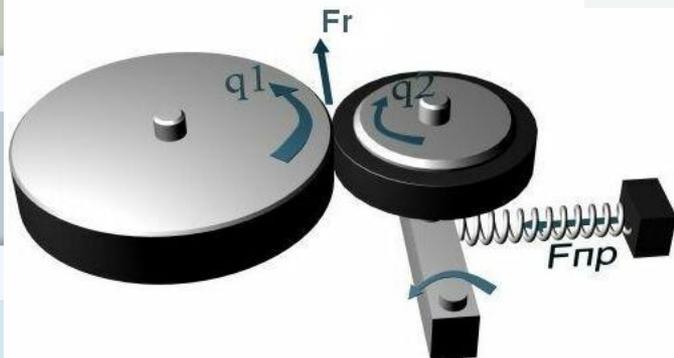
## Классификация фрикционных передач

**По возможности передаточного отношения:**

нерегулируемые;

регулируемые (фрикционный вариатор);

**По расположению валов:**



с параллельными валами;



с пересекающимися валами;

## По характеру контакта:



**с внешним контактом;**



**с внутренним контактом;**

## По форме контактирующих тел:

**цилиндрические;  
конические;  
сферические;  
плоские.**

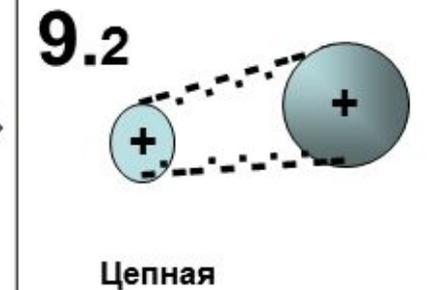
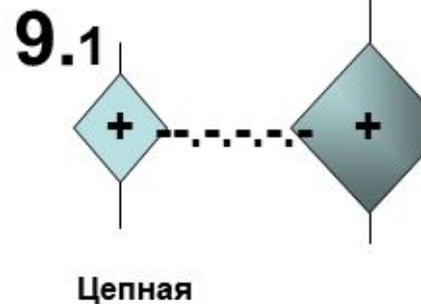
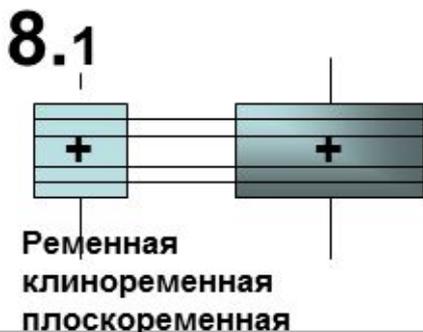
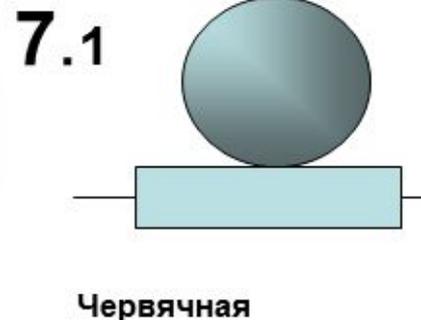
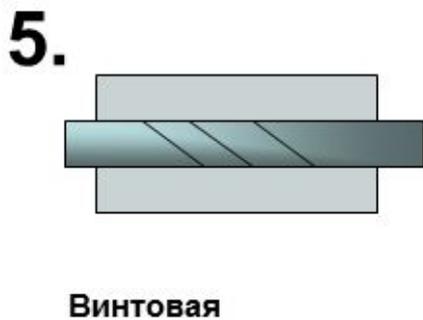
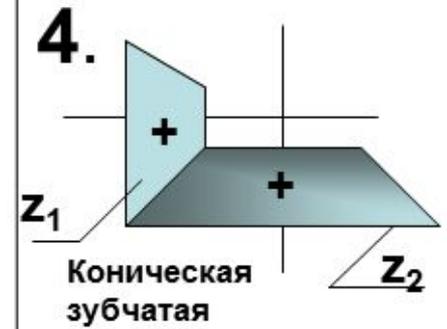
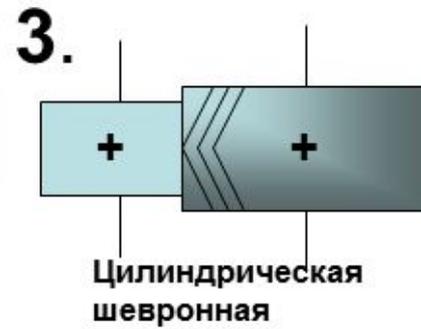
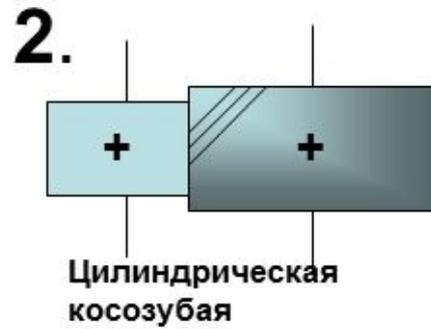
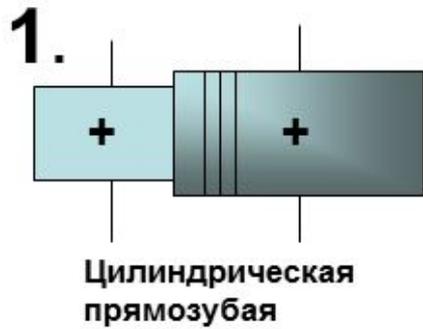
### **Достоинства фрикционных передач:**

- плавность и бесшумность работы;
- простота конструкции, низкая стоимость;
- точность передачи движения;
- возможность изменения скорости ведомого звена без остановки ведущего;

### **Недостатки фрикционных передач:**

- передача небольших мощностей (*до 20 кВт*);
- низкий КПД ( $\eta = 0,85 \dots 0,9$ );
- невозможность получения точных передаточных отношений;
- большие нагрузки на опоры;
- повышенный износ;
- необходимость специальных нажимных устройств.

# Кинематические схемы механических передач





# Домашнее задание

Эрдеди. А.А. «Детали машин», - М.: «Академия». 64-68 стр.  
Мовнин. М.С., Израелит. А.Б., Рубашкин. А.Г. «  
технической механики», 193-196 стр.

