



## Основные понятия и определения

- Детали машин и основы конструирования является первым расчетно-конструкторским курсом, в котором изучают основы расчета и конструирования машин и механизмов.
- Любая машина состоит из деталей.
- *Деталь* – это часть машины, изготавливаемая без применения сборочных операций. Детали зачастую объединяют в узлы.
- *Узел* – это комплекс совместно работающих деталей. Сложные узлы могут включать несколько простых узлов. Например, редуктор включает подшипники качения, валы с насаженными на них зубчатыми колесами и т. д.



## ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

**Детали машин и основы конструирования** – раздел механики, в котором рассматриваются основы расчета и конструирования деталей и узлов общего назначения

**Механизм** - искусственно созданная система тел, предназначенная для преобразования движения одного из них или нескольких в требуемые движения других тел.

**Машина** - механизм или сочетание механизмов, которые служат для облегчения или замены труда человека и повышения его производительности.

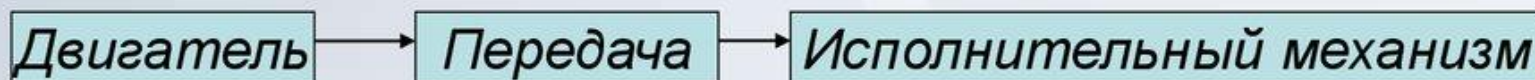
**Деталь** - это часть машины, изготовленная без применения сборочных операций.

**Узел** - крупная сборочная единица, имеющая вполне определенное функциональное назначение.



## Общее определение

- *Передачей* называется устройство, передающее энергию на расстояние, обычно с преобразованием скоростей и крутящих моментов. Передачу устанавливают между двигателем и исполнительным механизмом



$p_1, n_1, T_1$

$u, \eta$

$p_2, n_2, T_2$

$p$  – мощность,  $n$  – частота вращения,

$T$  – крутящий момент,  $u$  – передаточное отношение,

$\eta$  – КПД



# Основные функции механических передач

- *согласование угловых скоростей двигателя и исполнительного органа машины*
- *преобразование крутящих моментов*
- *преобразование вида движения (вращательного в поступательное и наоборот)*
- *регулирование скорости движения исполнительного органа машины при постоянной скорости вала двигателя*

# Основные критерии работоспособности, надежности и расчета деталей машин



**Работоспособность** это такое состояние машины, при котором она может выполнять заданные функции в пределах технических требований

критерии  
работоспособности  
и машин :

прочность;

жесткость;

устойчивость;

износостойкость;

виброустойчивость;

теплостойкость.

**Прочность** это способность детали сопротивляться разрушению.

Прочность оценивается по **допускаемым напряжениям и по коэффициентам запаса прочности.**

Условие прочности рассчитываемой детали выражается неравенством

$$\sigma \leq [\sigma] \text{ или } \tau \leq [\tau],$$

где:  $\sigma$  и  $[\sigma]$  – соответственно рабочее и допускаемое нормальные напряжения;  
 $\tau$  и  $[\tau]$  – рабочее и допускаемое касательные напряжения.

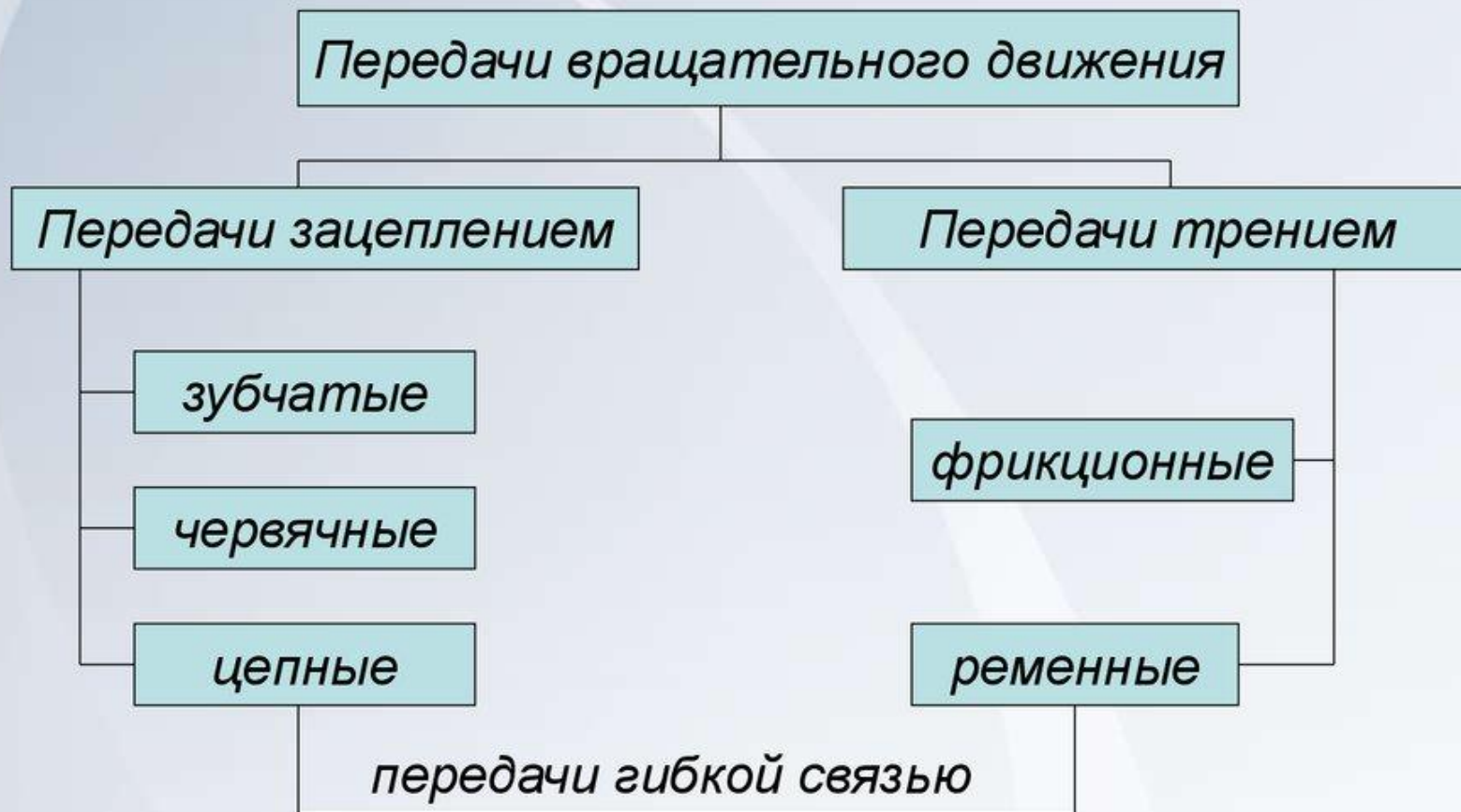
Второй способ оценки прочности это расчет по коэффициентам запаса прочности.

Максимальные напряжения  $\sigma_{\max}$  и  $\tau_{\max}$  при статических нагрузках определяют по формулам:

$$\sigma_{\max} = \sigma_{\text{пред}}/[n], \tau_{\max} = \tau_{\text{пред}}/[n],$$



# Классификация механических передач





## **ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ**

### ***Детали и узлы общего назначения :***

- 1) соединительные детали;
- 2) механические передачи;
- 3) детали, обслуживающие передачи.

### ***Соединения:***

- неразъемные - заклепочные, сварные, клеевые; с натягом;
- разъемные – резьбовые; шпоночные; шлицевые.

### ***Передачи:***

- передачи зацеплением (зубчатые, червячные, цепные)
- передачи трением (ременные, фрикционные).

### ***Детали, обслуживающие передачи:***

- валы
- подшипники
- муфты





## Общие сведения

Механические устройства, применяемые для передачи энергии от источника к потребителю с изменением угловой скорости или вида движения, называют **механическими передачами**

### Классификация механических передач:

*По способу передачи движения :*

- 1) трением (фрикционные, ременные);
- 2) передачи зацеплением (зубчатые, червячные, винтовые, цепные)

*По способу соединения звеньев передачи :*

- 1) передачи непосредственного контакта (зубчатые, червячные, винтовые, фрикционные);
- 2) передачи гибкой связью (ременные, цепные).

# Основные части машины

## 2. Передаточный механизм



ременный



зубчатый



цепной



винтовой



реечный



кривошипно-шатунный



## Основные кинематические и энергетические зависимости

Кинематической характеристикой передачи является *передаточное отношение*, равное отношению угловой скорости ведущего звена к угловой скорости ведомого звена

$$u = \omega_1 / \omega_2.$$

С учетом связи между угловой скоростью и частотой вращения  $\omega = \pi n / 30$  запишем  $u = n_1 / n_2$ .

При  $u > 1$  угловая скорость ведомого звена меньше угловой скорости ведущего звена и передача называется *понижающей*. Если  $u < 1$ , то передача называется *повышающей*.

Агрегат с одной или несколькими понижающими передачами называется *редуктором*, агрегат с повышающей передачей – *мультипликатором*.



## ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

### Достоинства зубчатых передач

- возможность передачи практически любых мощностей (до 50000 кВт и более) при весьма широком диапазоне окружных скоростей (до 30...150 м/с);
- постоянство передаточного отношения;
- компактность, надежность и высокую усталостную прочность передачи;
- высокий КПД (95-98 %) при высокой точности изготовления и монтажа, низкой шероховатости рабочей поверхности зубьев, жидкой смазке и передаче полной мощности;
- простоту обслуживания и ухода;
- сравнительно небольшие силы давления на валы и их опоры;
- возможность изготовления из самых разнообразных материалов, металлических и неметаллических.



## ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ

### Недостатки зубчатых передач

- ограниченность передаточного отношения;
- является источником вибрации и шума, особенно при низком качестве изготовления и монтажа и значительных скоростях;
- при больших перегрузках возможна поломка деталей;
- относительная сложность изготовления высокоточных зубчатых колес.



# Типы передач

- *Цилиндрические зубчатые передачи* применяются для передачи вращения между валами с параллельными осями. Различают передачи *внешнего* (рис. 1) и *внутреннего* (рис. 2, б) зацепления.

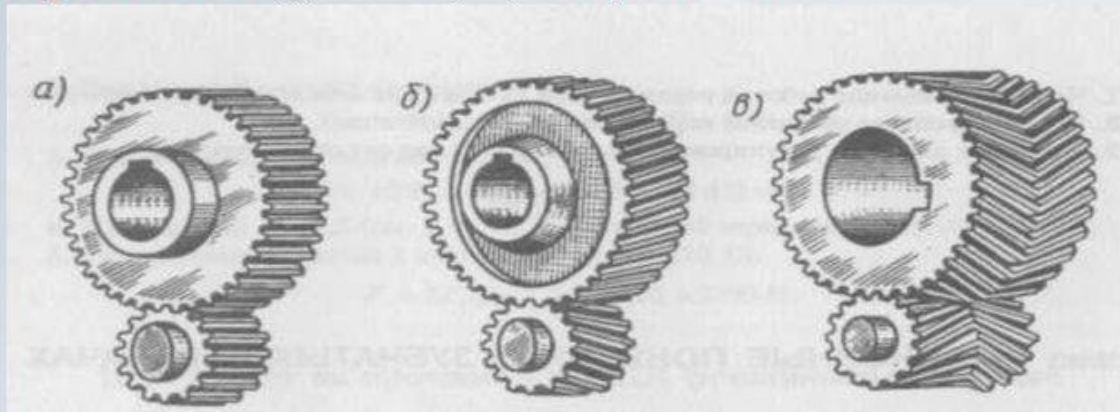


Рис.1

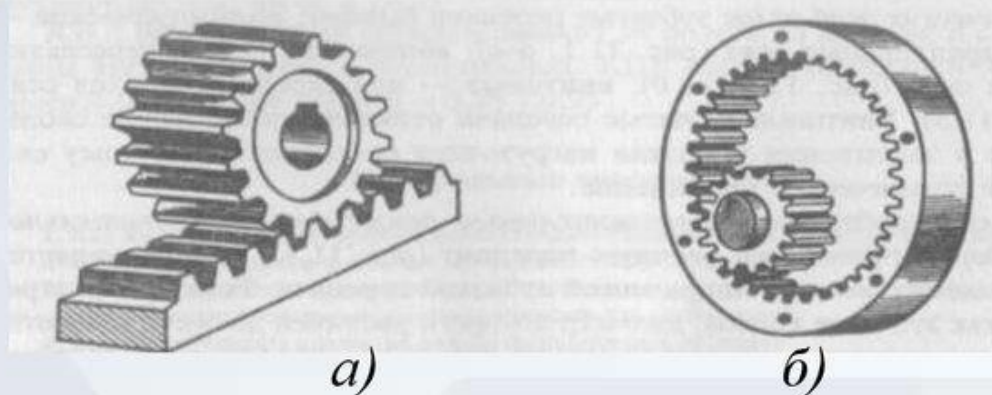
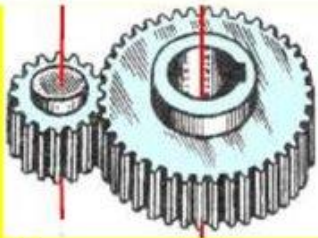
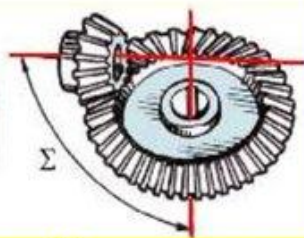


Рис.2

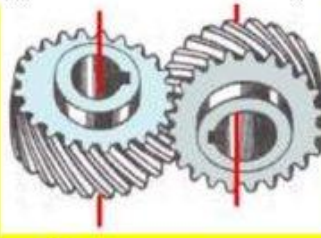
# Классификация зубчатых передач



Цилиндрическая



Коническая



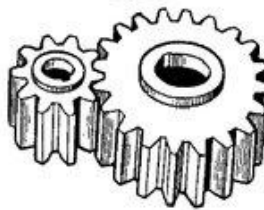
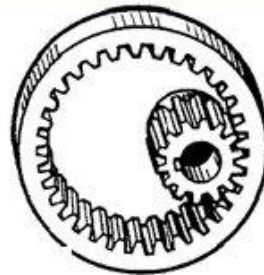
Винтовая



Закрытая



Открытая



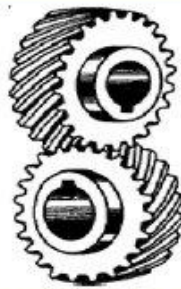
Внешнего и внутреннего зацепления



Одноступенчатая



Многоступенчатая



Прямозубые и косозубые, с криволинейным зубом

Зубчатые передачи отличаются по многим признакам

по расположению осей валов

по условиям работы:

по числу ступеней

по взаимному расположению колес

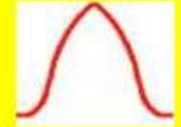
по изменению частоты вращения валов:

по форме поверхности

по окружной скорости

по расположению зубьев

по форме профиля зуба:



Эвольвентные, круговые, циклоидальные

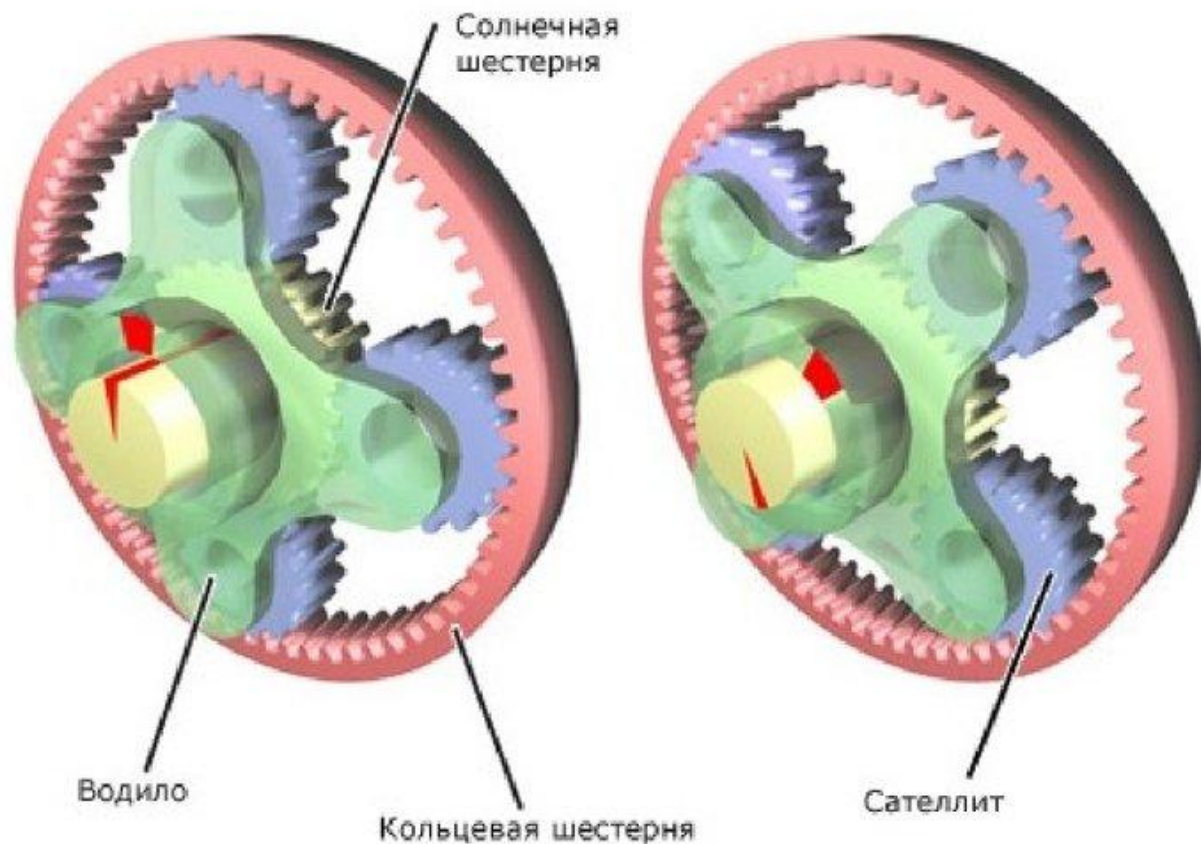
# Примеры зубчатых передач



Шестерня  
колесо







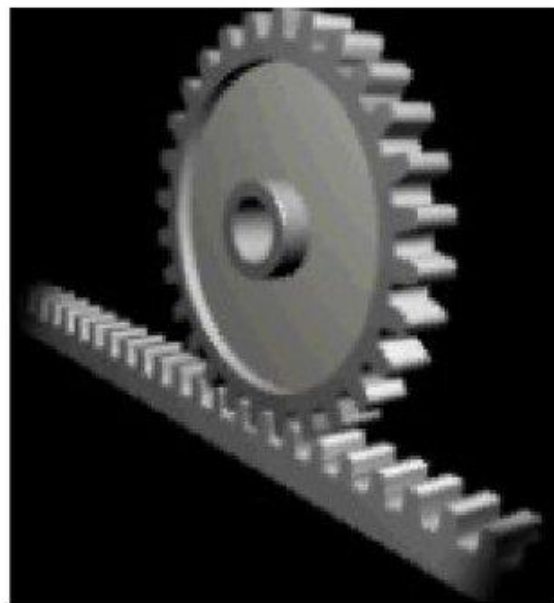
Когда передача работает в режиме повышения частоты, двигатель вращает водило. Выходной вал передачи при этом соединён с солнечной шестернёй, в это время кольцевая шестерня зафиксирована.

Если кольцевую шестерню отпустить и в это время при помощи фрикциона её зафиксировать относительно водила, передача получится прямой.

Передача получается понижающей в том случае, когда движок приводит в действие солнечную шестерню, и при этом водило зафиксировано. Мощность при этом снимается с кольцевой шестерни.

# Реечная передача

- Это один из видов цилиндрической зубчатой передачи, радиус делительной окружности рейки равен бесконечности. применяется для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот.



# ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

## Классификация

По форме внешней поверхности червяка

- с цилиндрическим червяком
- с глобоидным червяком

По форме профиля резьбы червяка

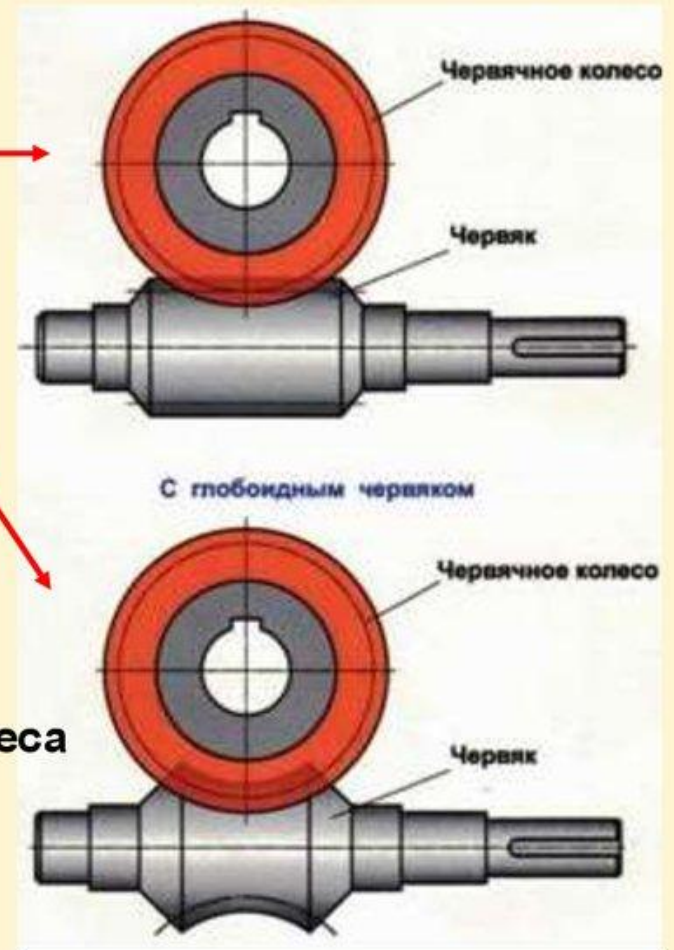
- архимедов червяк
- конволютный червяк
- эвольвентный червяк

По направлению линии витка червяка

- с правым
- с левым направлением нарезки

По расположению червяка относительно колеса

- с нижним
- с боковым
- с верхним расположением червяка



# Примеры червячной передачи

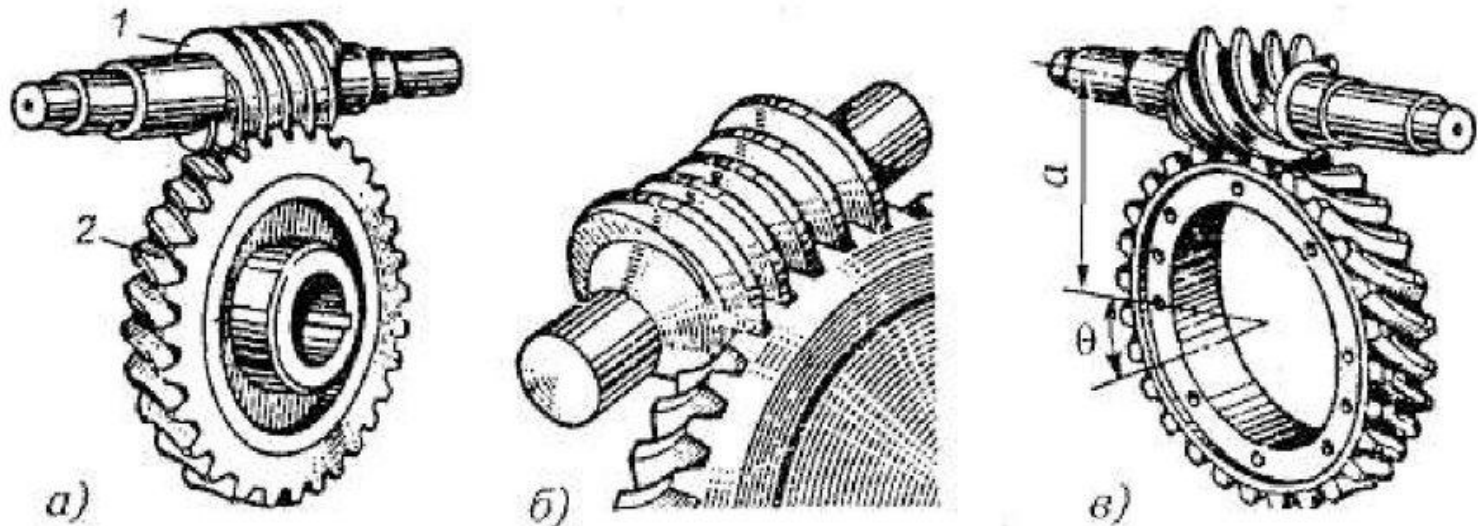


Рис. Червячные передачи: а, в - цилиндрические, б – глобоидная.  
1 - червяк; 2 - червячное колесо



## ЧЕРВЯЧНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

### Достоинства и недостатки,

#### *Достоинства передачи:*

- 1) плавность и бесшумность работы;
- 2) компактность и сравнительно небольшая масса;
- 3) возможность большого редуцирования;
- 4) возможность самоторможения;
- 5) большая кинематическая точность.

#### *Недостатки:*

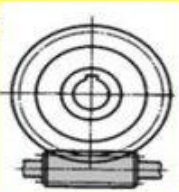
- 1) сравнительно низкий КПД;
- 2) повышенный износ и склонность к заеданию;
- 3) применение для колес дорогих антифрикционных материалов;
- 4) повышенные требования к точности сборки.

# Основные определения и классификация червячных передач.

Червячные передачи относят к передачам зацеплением. Их применяют для передачи вращательного движения между валами, угол скрещивания осей которых составляет  $\Theta = 90^\circ$ . В большинстве случаев ведущим является червяк, т. е. короткий винт с трапецеидальной или близкой к ней нарезкой. Червячная передача – это зубчато-винтовая передача, движение в которой осуществляют по принципу винтовой пары.

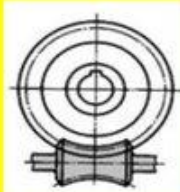
В зависимости от формы

ВН



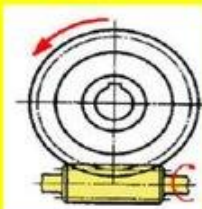
с цилиндрическим червяком

поверхности червяка, передачи бывают:



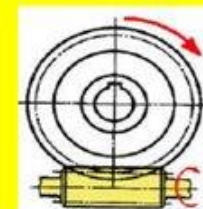
с глобидным червяком

В зависимости от направления линии



с правым направлением линии витка

витка червячные передачи бывают:



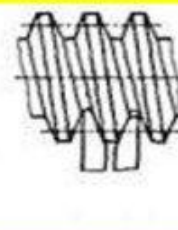
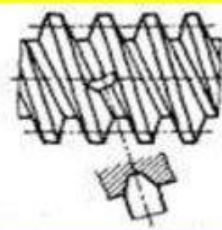
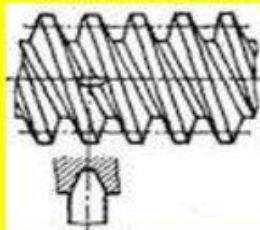
с левым направлением линии витка

В зависимости от расположения червяка относительно колеса

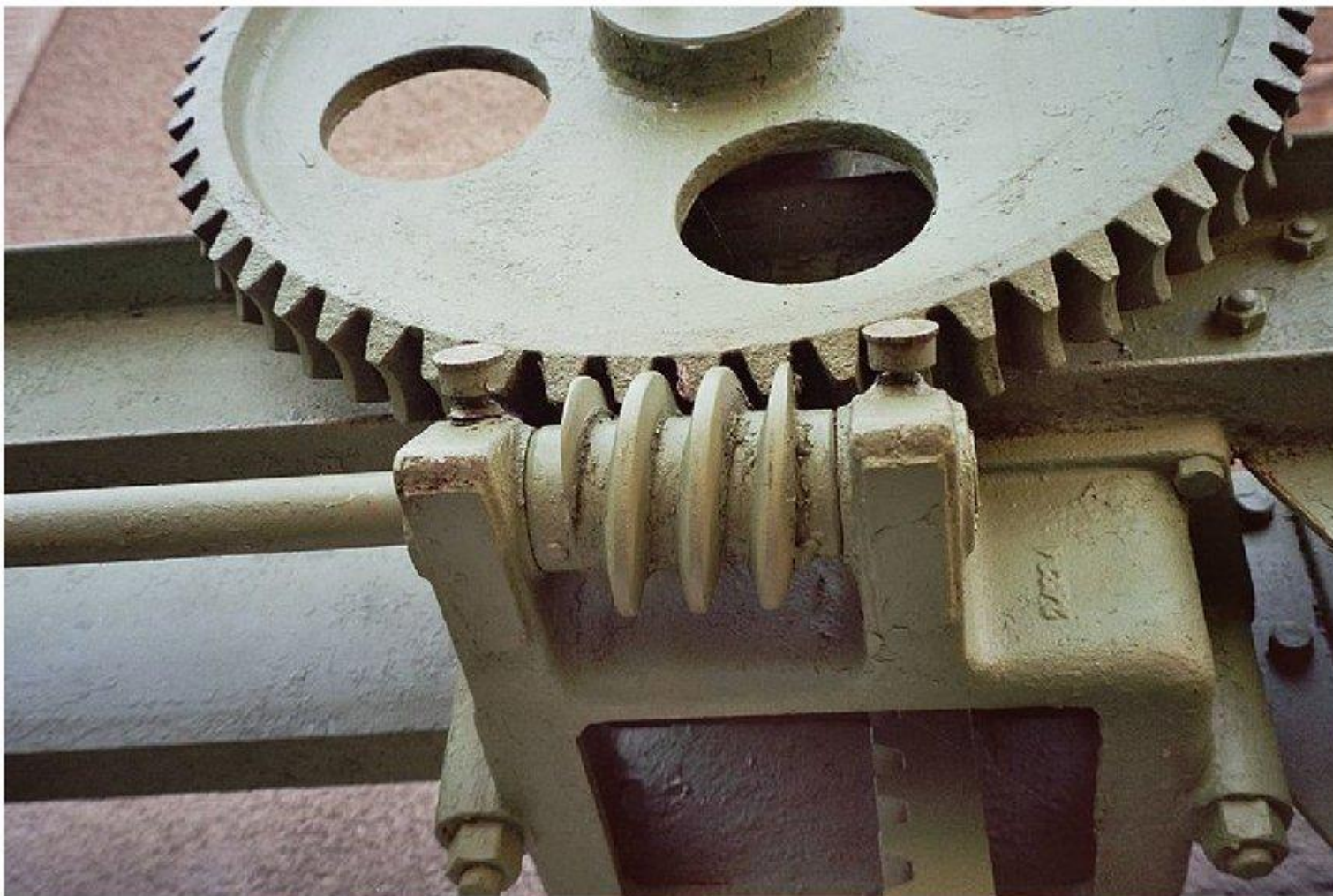


с нижним расположением червяка с верхним расположением червяка с боковым расположением червяка

В зависимости от формы винтовой поверхности резьбы цилиндрического червяка передачи бывают с:



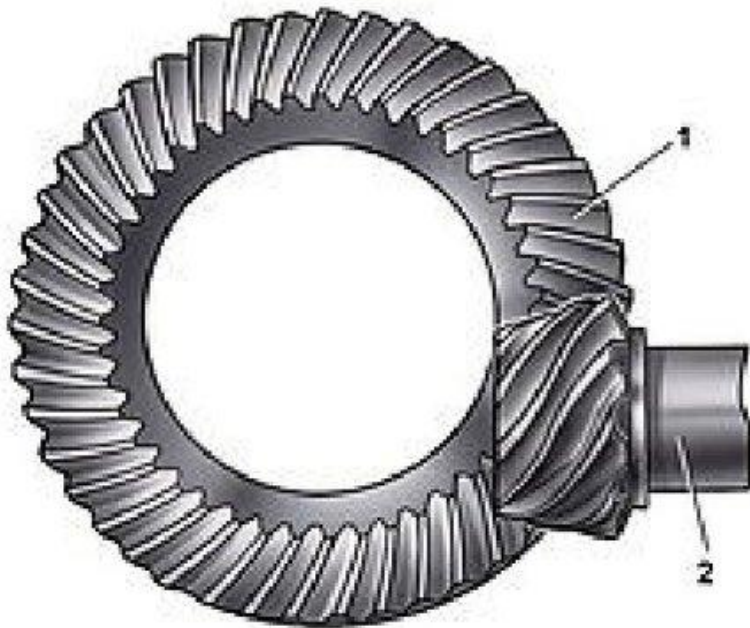
архимедовым, конволютным и эвольвентным червяком



Червячная самотормозящая передача в механизме управления воротами



# Примеры гипоидных передач



Гипоидная передача:  
1—ведомая шестерня,  
2—ведущая шестерня



Мост с гипоидной передачей  
и дифференциалом

## РЕДУКТОРЫ

**Редукторы** - это механизмы, состоящие из передач зацеплением с постоянным передаточным отношением, заключенные в корпус и предназначенные для понижения угловой скорости

### Признаки классификации редукторов :

**Тип** редуктора:

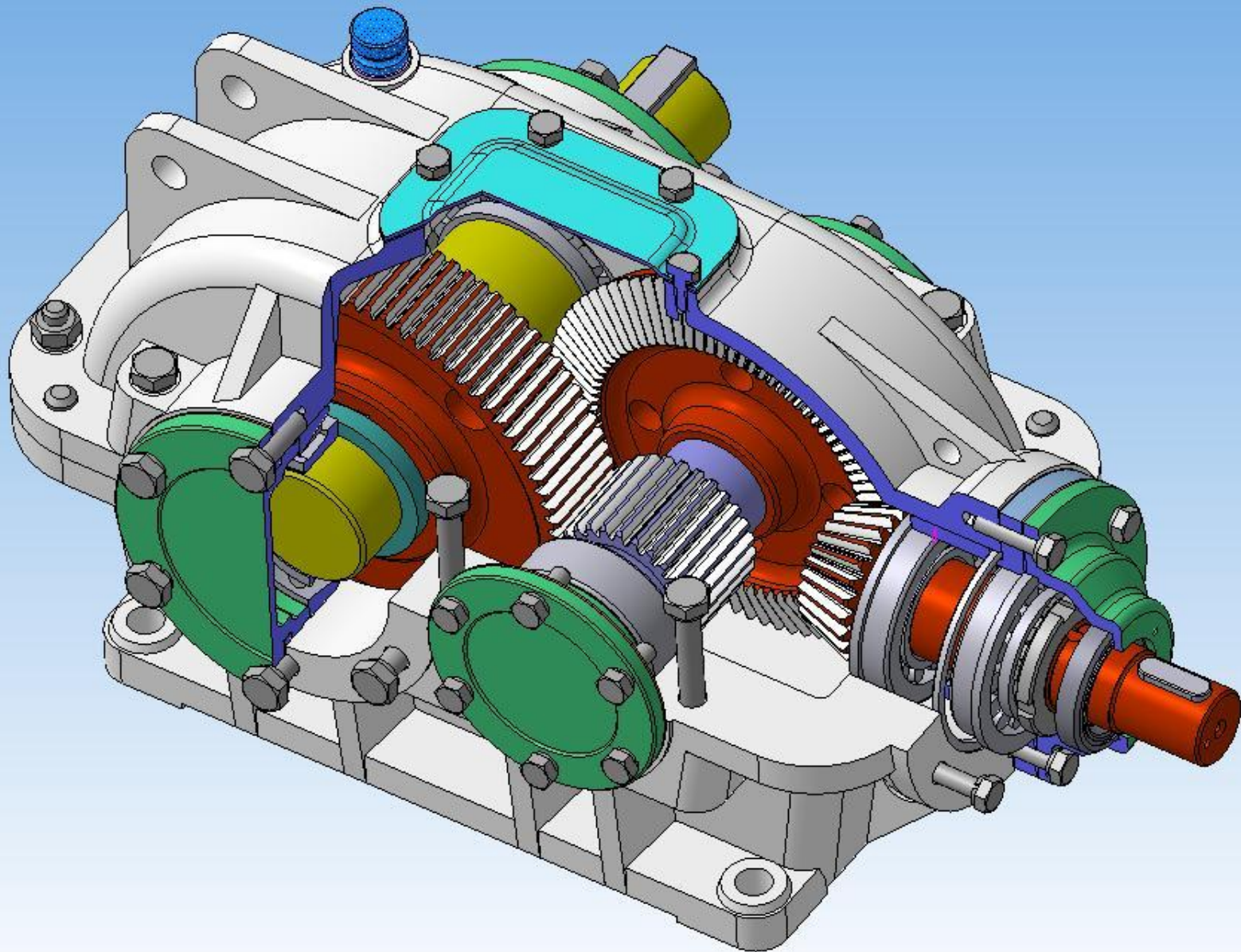
Ц - цилиндрический,  
 К - конический,  
 Ч - червячный,  
 П - планетарный,  
 Г - глобоидный  
 Ш -, широкий  
 У - узкий  
 С - соосный  
 М - мотор-редуктор

**Типоразмер** редуктора определяют типом и главными параметрами тихоходной ступени ( $a_w, d_{ae2}$ )

**Исполнение** редуктора определяют передаточным числом, вариантом сборки и формой концевых участков валов

**Обозначение редуктора:**







## РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

По виду ремня различают  
ременные передачи:

круглоремённые

плоскоремённые

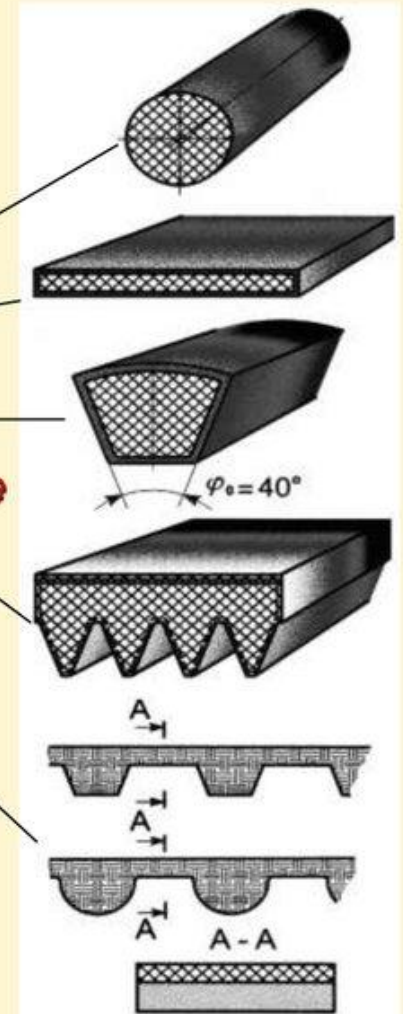
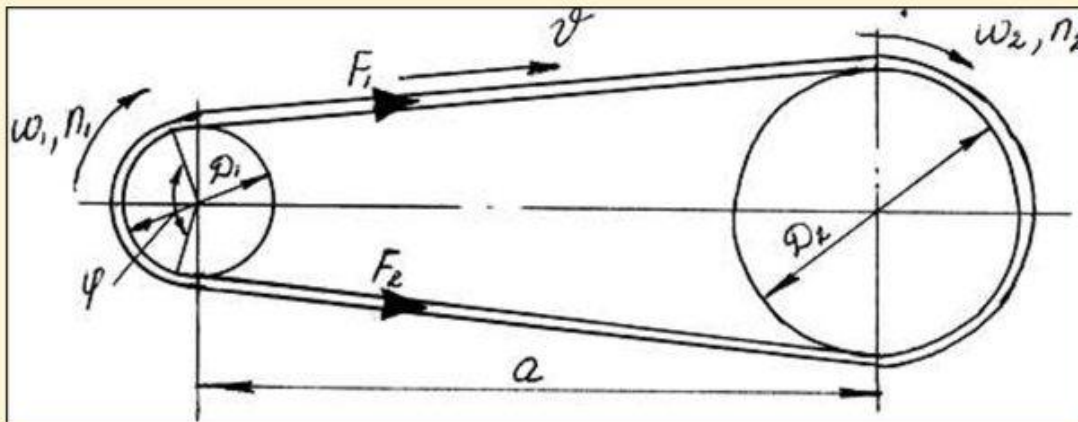
клиноремённые

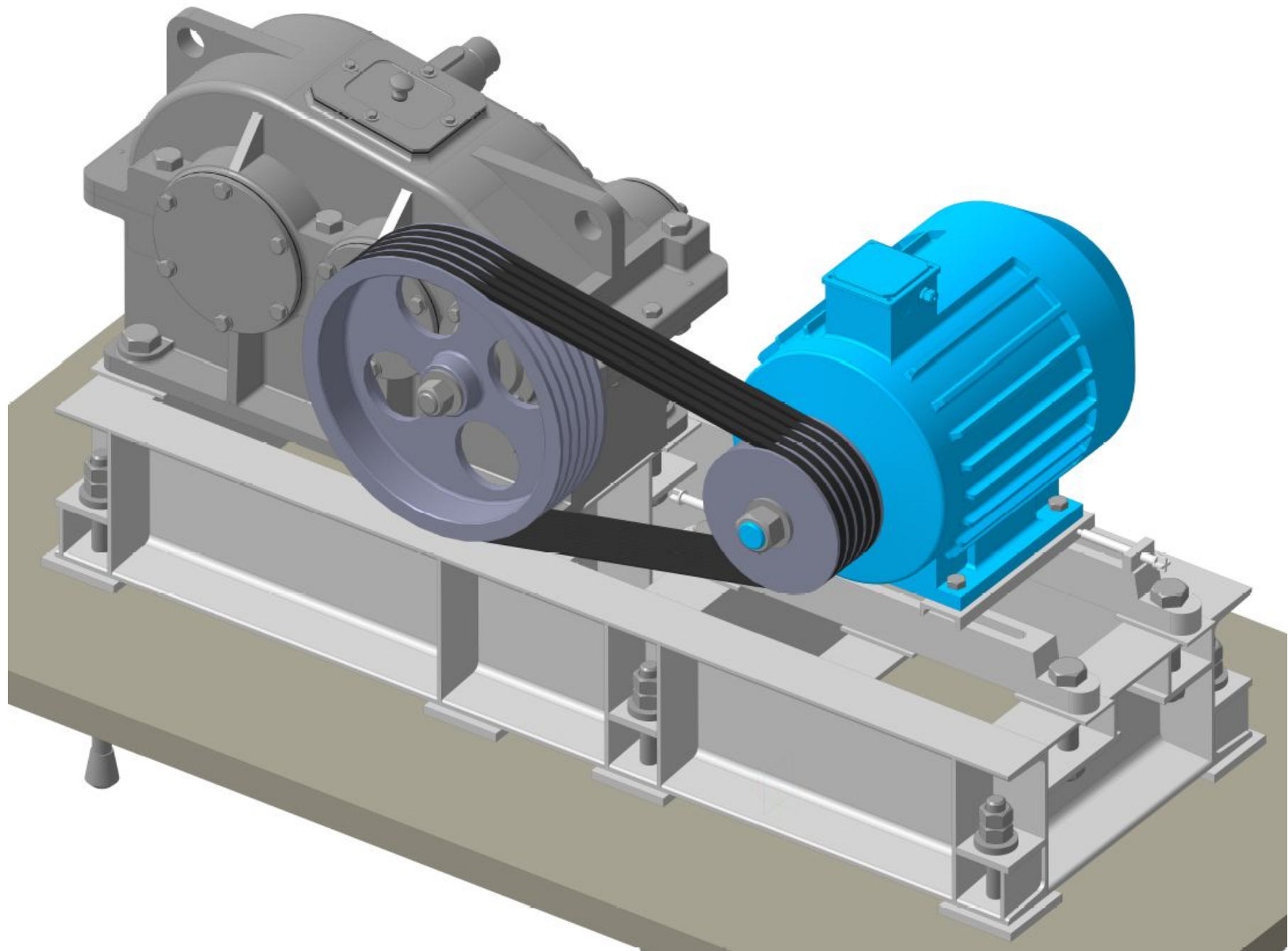
поликлиноремённые

зубчатые

Передаточное  
отношение ременных  
передач:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1 - \varepsilon)}$$







## РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

### Достоинства ременных передач

- ❖ 1) возможность передачи энергии на значительные расстояния: (6...5 м);
- ❖ 2) простота и низкая стоимость конструкции;
- ❖ 3) плавность и бесшумность хода, способность смягчать удары и предохранять от перегрузок при буксовании;
- ❖ 4) возможность работы в широком диапазоне скоростей (до 100 м/с) и мощностей (от долей киловатта до сотен киловатт)
- ❖ 5) простота обслуживания и ухода;
- ❖ 6) относительно высокий КПД: 0,91...0,98;



## РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

### Недостатки:

- ❖ 1) непостоянство передаточного отношения вследствие упругого скольжения, меняющегося в зависимости от нагрузки;
- ❖ 2) относительно большие габариты передачи и невысокая долговечность ремня (особенно в быстроходных передачах);
- ❖ 3) вытягивание ремня в процессе эксплуатации передачи приводит к необходимости установки дополнительных устройств (натяжной ролик);
- ❖ 4) большие нагрузки на валы и их опоры (подшипники).



## ЦЕПНЫЕ ПЕРЕДАЧИ

### Преимущества, недостатки, области применения

#### Достоинства:

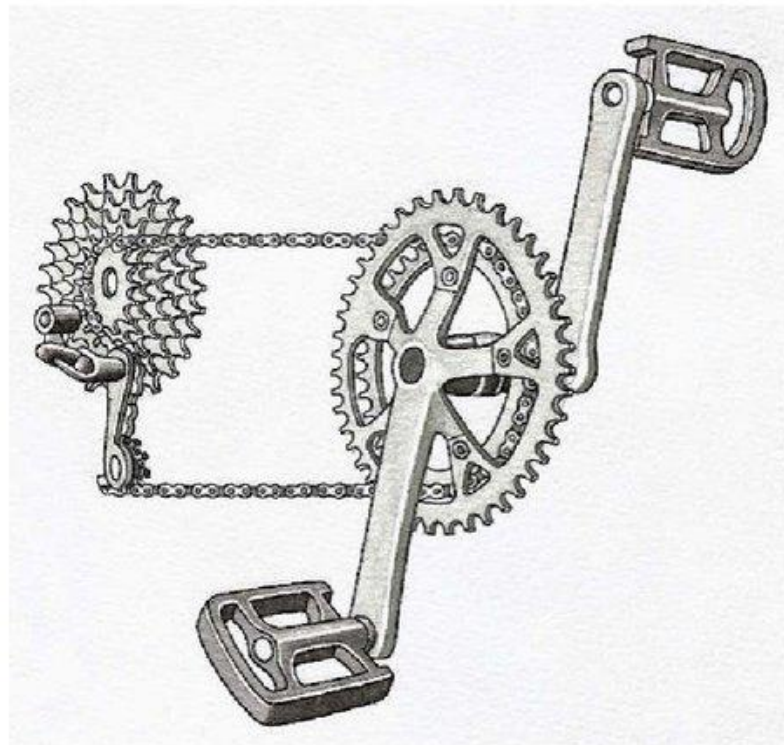
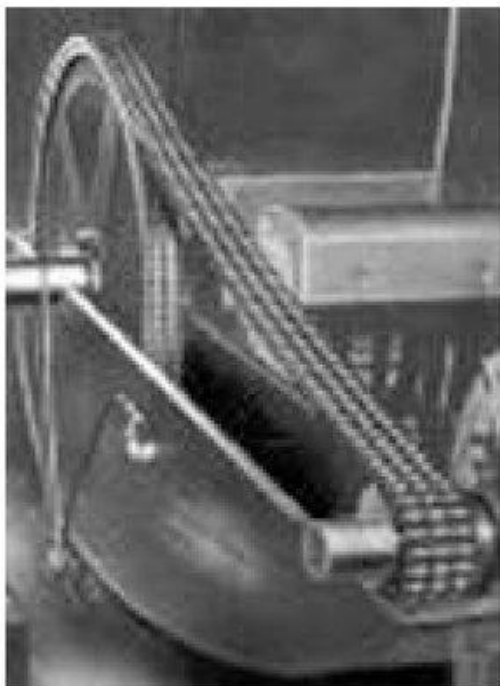
- 1) могут передавать движение на значительные расстояния (до 8 м);
- 2) более компактны (по сравнению с ременными),
- 3) могут передавать большие мощности до до 100 кВт;
- 4) меньшие силы, действующие на валы значительно;
- 5) отсутствует проскальзывание;
- 6) могут передавать движение одной цепью нескольким звездочкам

#### Недостатки:

- 1) значительный шум вследствие удара звена цепи при входе в зацепление.
- 2) сравнительно быстрый износ шарниров цепи (затруднителен подвод смазки);
- 3) удлинение цепи из-за износа шарниров, что требует применения натяжных устройств



# Примеры цепных передач



# ФРИКЦИОННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

- Передачи, работа которых основана на использовании сил трения, возникающих между рабочими поверхностями двух прижатых друг к другу тел вращения, называют **фрикционными передачами**.
- Для нормальной работы передачи необходимо, чтобы сила трения  $F_{тр}$  была больше окружной силы  $F_t$ , определяющей заданный вращающий момент:
- $F_t < F_{тр}$ .
- Нарушение условия приводит к буксованию и быстрому износу катков.

