

Механические передачи вращательного движения

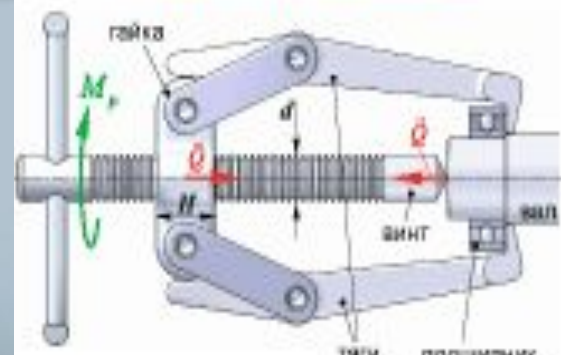
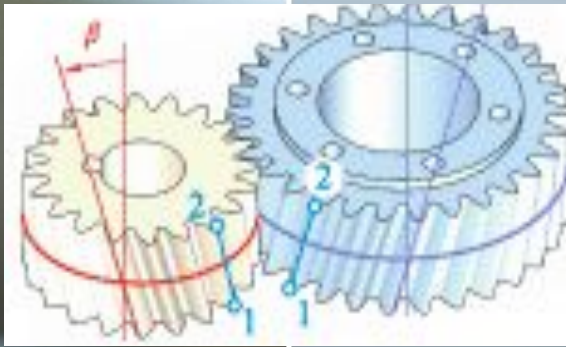


Цель занятия:

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

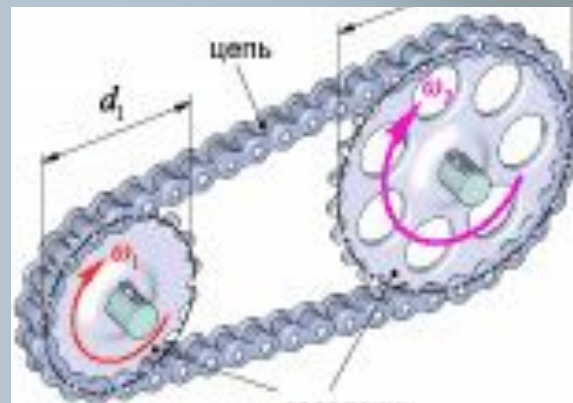
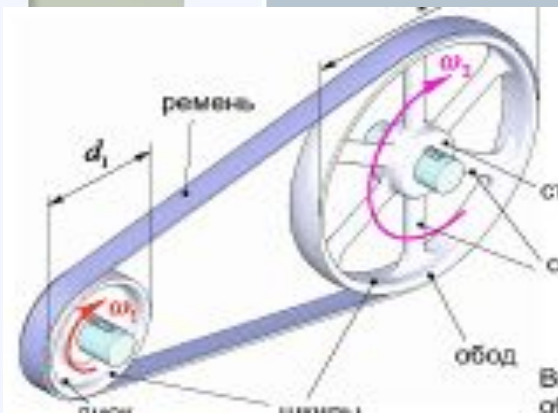
Механическими передачами, или просто передачами называют механизмы, передающие работу двигателя исполнительному органу машины

Типы механических передач:



зубчатые (цилиндрические, конические)

винтовые (винтовые, червячные, гипоидные)

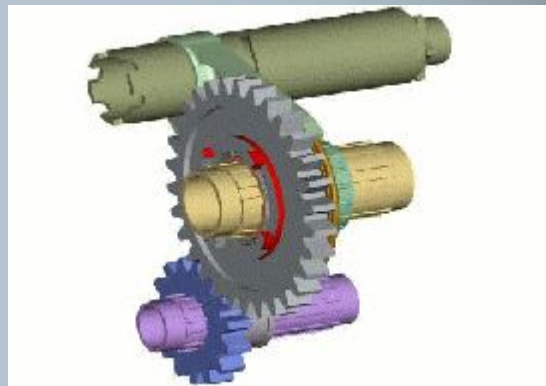


с гибкими элементами (ременные, цепные)

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 ω_1 ведущего и ω_2 ведомого валов, рад/с или

Частота вращения n_1 , ведущего и n_2 ведомого валов, об/мин (мин⁻¹).

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 $\omega_1 > \omega_2$.

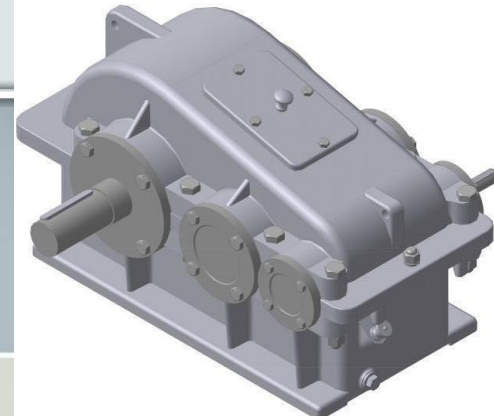
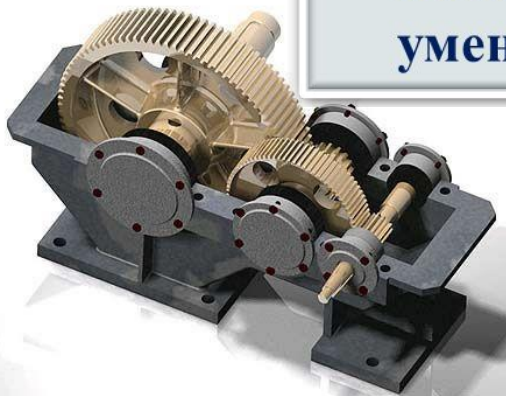
Назначение такой передачи – уменьшить число оборотов на ведомом звене по сравнению с ведущим.

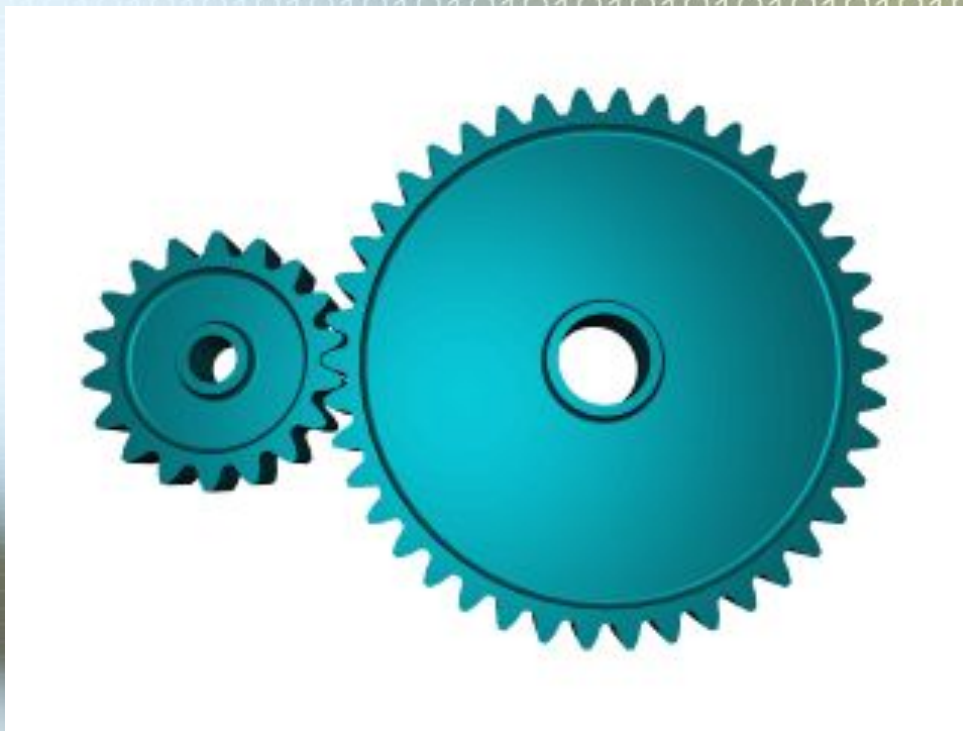
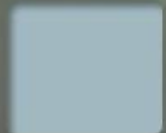
Мультипликация $U_{1-2} < 1$ при $\omega_1 < \omega_2$.

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

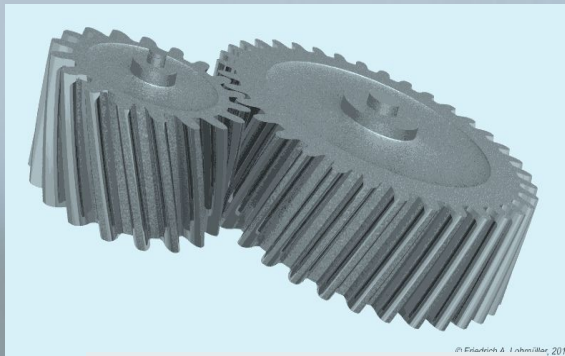
С внутренним зацеплением

По взаимному расположению осей колес

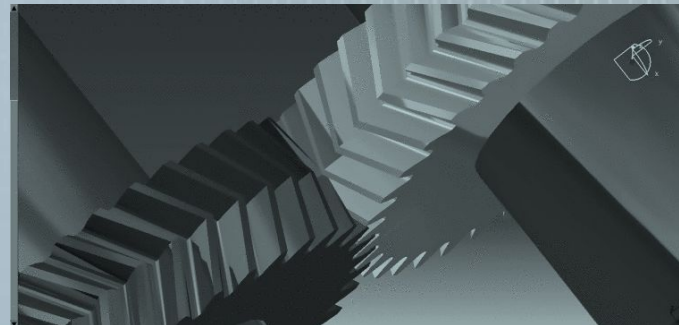
С параллельными осями:



цилиндрические
прямозубые



цилиндрические
косозубые



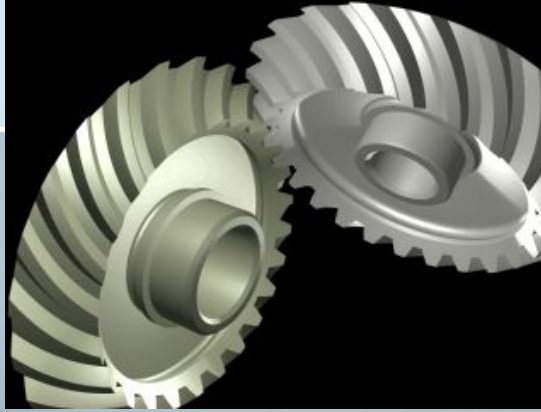
цилиндрические
шевронные

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.

Гипоидная передача вид винтовой зубчатой передачи, со скрещивающимися осями 90° . Данный тип передачи характеризуется повышенной нагрузочной способностью, плавностью хода и бесшумностью работы.

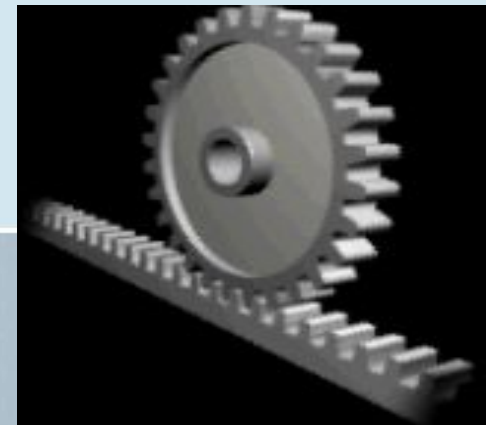
Со скрещивающимися осями:



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.

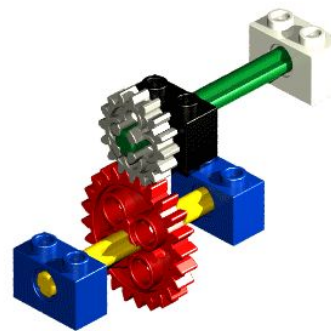
По окружной скорости:

тихоходные $v_{\max} = 3...4 м/с$;

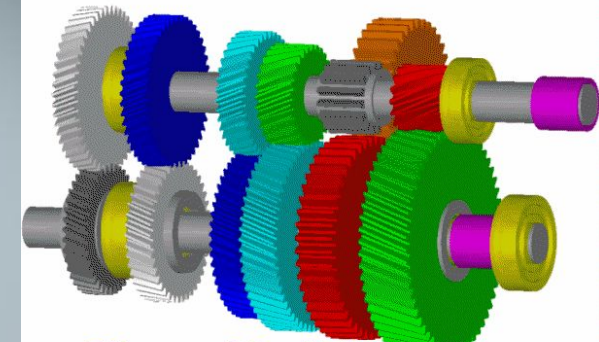
для средних скоростей $4 м/с \leq v \leq 15 м/с$;

быстроходные $v \geq 15 м/с$;

По числу ступеней:



одноступенчатые



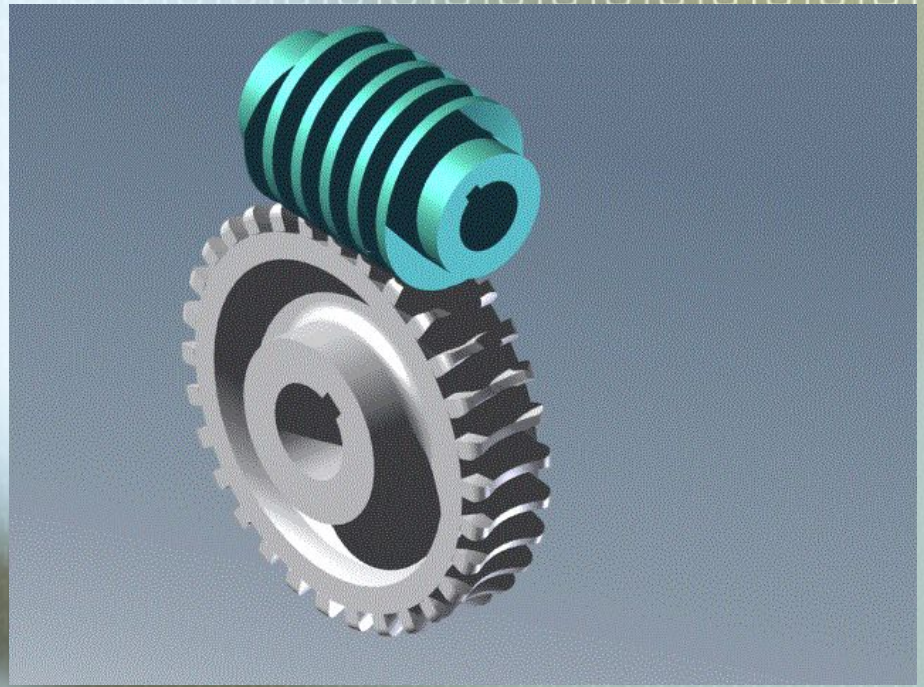
многоступенчатые

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

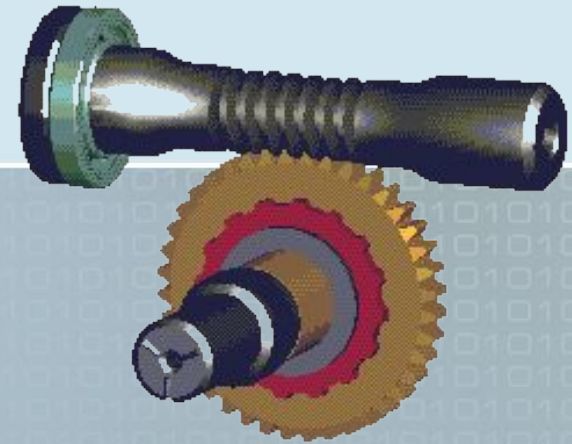
- сложность передачи движения на значительные расстояния;
- ограниченность передаточного числа;
- шум при больших скоростях;
- высокие требования к точности изготовления;
- необходимость в смазке;
- потребность специального оборудования для нарезания зубьев.



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° . 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;

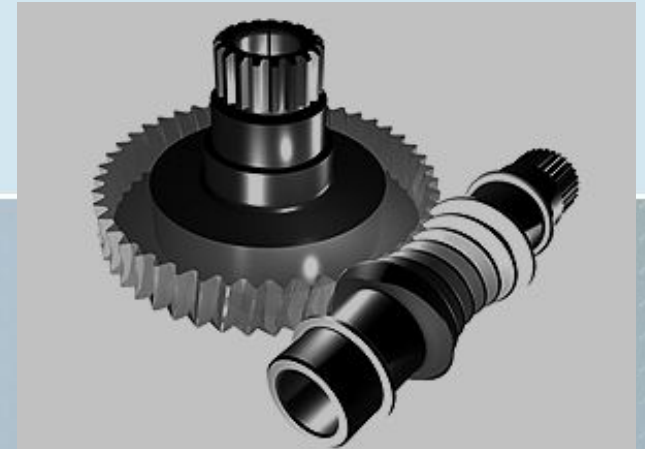
эвольвентный червяк — цилиндрический червяк, с профилем витка эвольвенты;

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.

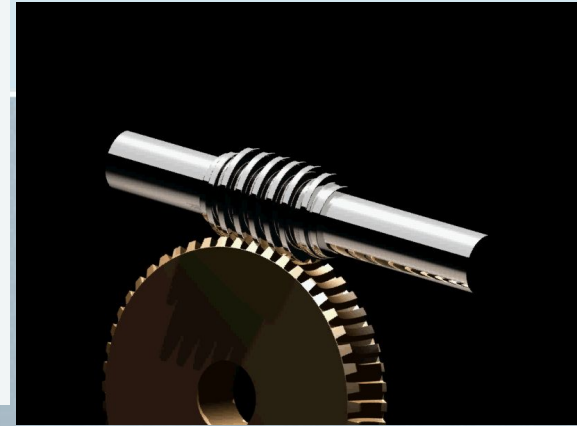
По направлению линии витка червяка:

с левым направлением червяка;

с правым направлением червяка.

Достоинства червячных передач:

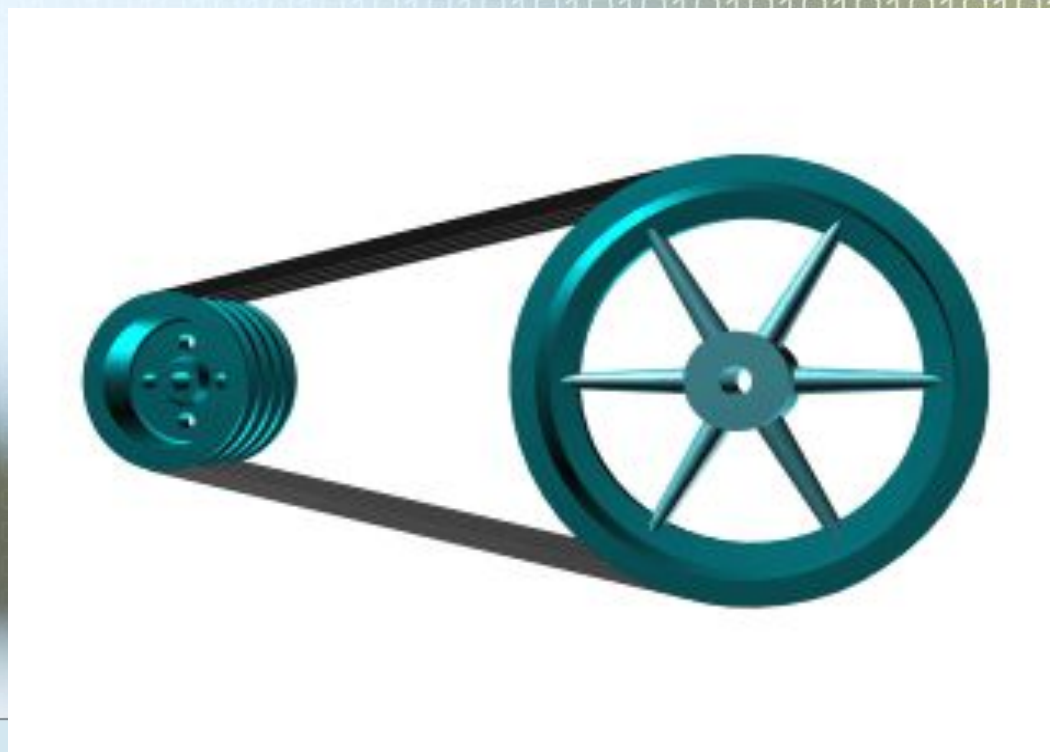
- большие передаточные отношения;
- плавность и бесшумность работы;
- высокая кинематическая точность;
- возможность выполнения самоторможения передачи;
- компактность и сравнительно небольшая масса конструкции передачи.



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.

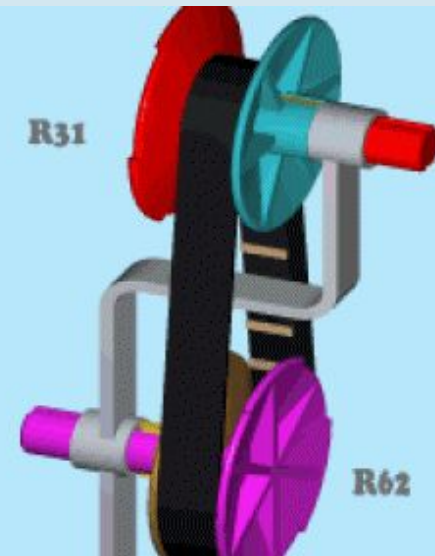
Материалы в червячной передаче должны обладать повышенной износостойкостью и пониженной склонностью к заеданию. Обычно это разнородные материалы. Для снижения износа применяют специальные антифрикционные пары материалов: червяк — сталь, венец червячного колеса — бронза (реже — латунь, чугун)



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

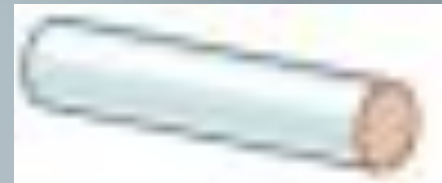
По форме поперечного сечения:

Плоскоременные - с прямоугольным профилем поперечного сечения ремня;

Клиноременные - с трапециевидным профилем поперечного сечения ремня;

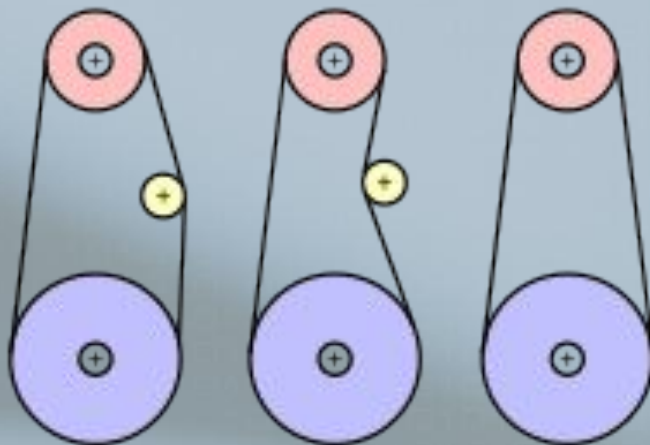
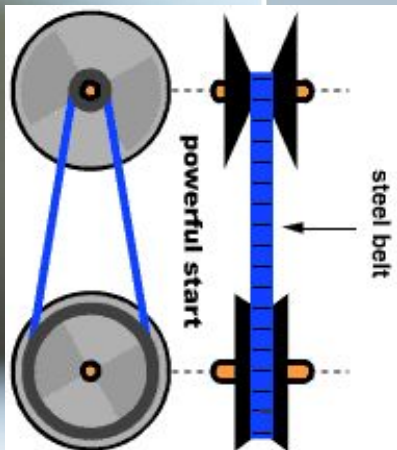
Поли клиноременные - с плоскими ремнями, имеющим продольные клиновые выступы ребра на внутренней поверхности ремня;

Круглоременные - с круглым профилем поперечного сечения ремня;

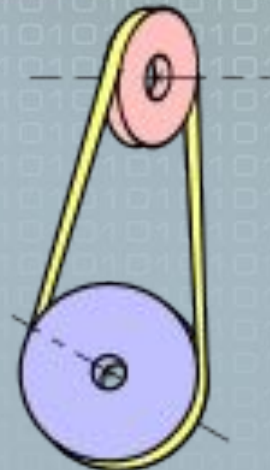


По взаимному расположению осей валов

С параллельными осями:

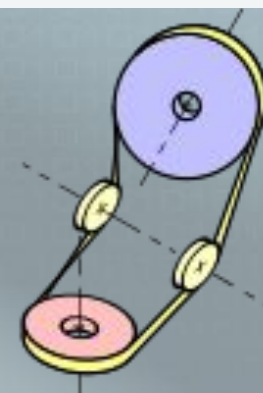
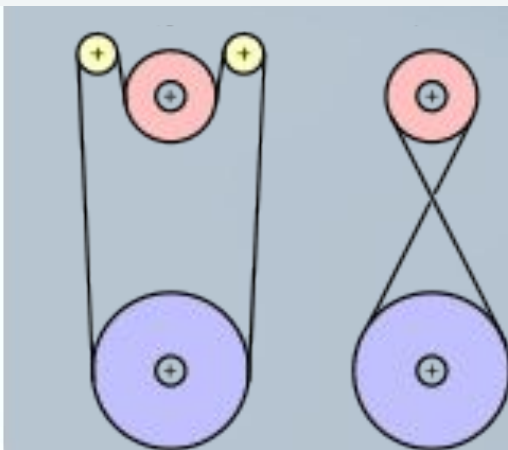


Со скрещивающимися осями:



открытые - вращением шкивов в одном направлении;

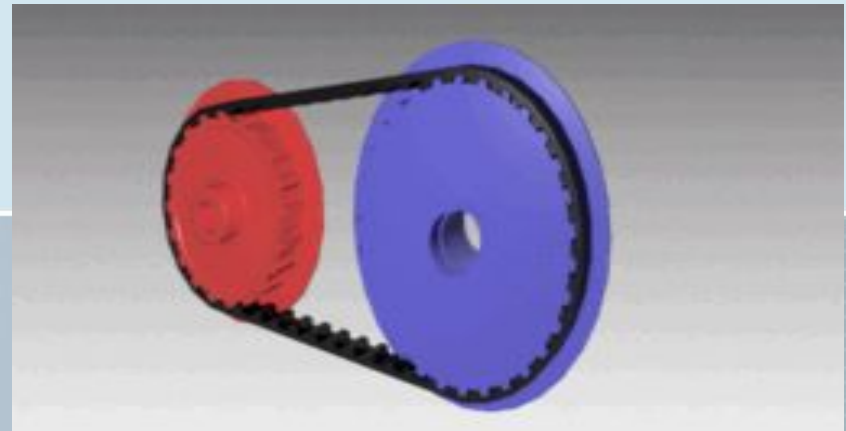
полуперекрестные;



угловые;

перекрестные - вращением шкивов в противоположных направлениях;

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

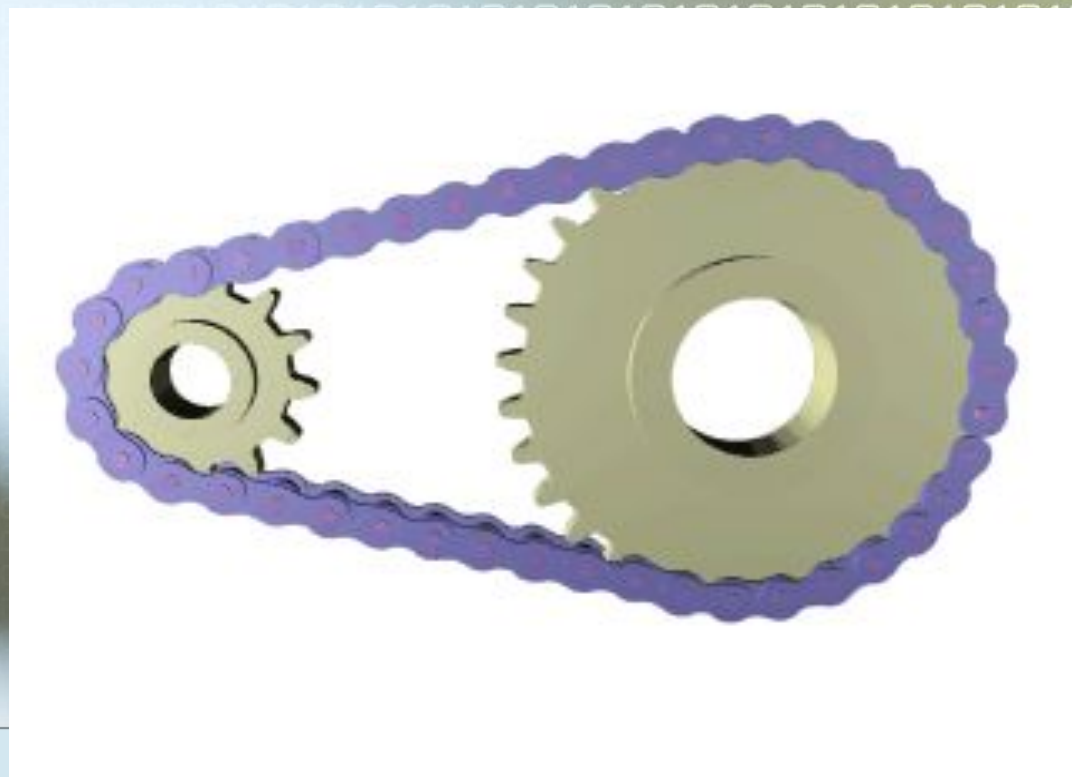


Достоинства ременных передач:

- 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.

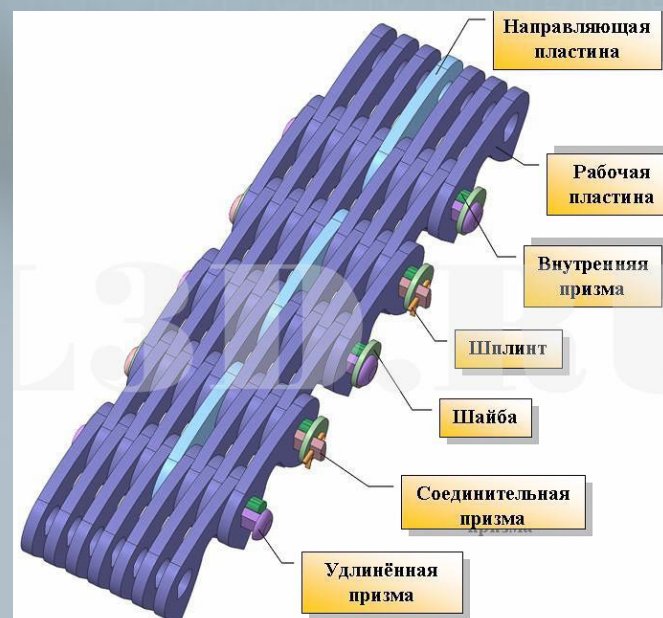
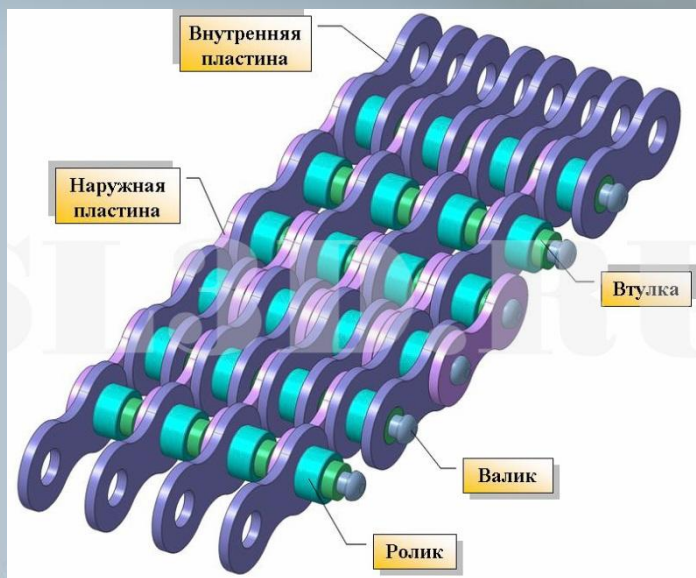


По типу цепей:

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

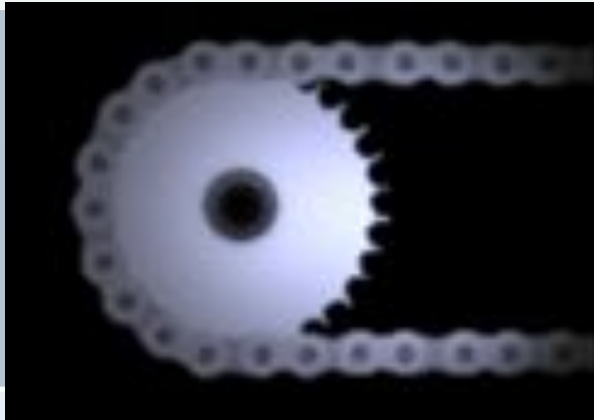
специальные - многозвенные

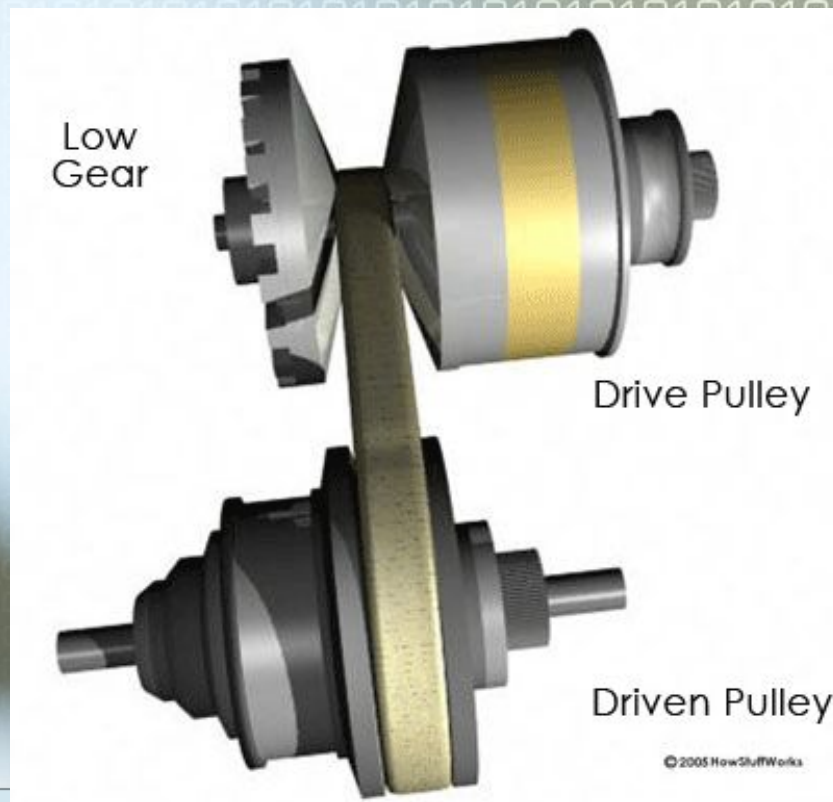
Достоинства цепных передач:

- возможность передачи на большие расстояния;
- меньшая нагрузка на валы и их опоры;
- передача большой мощности (до 4000кВт);
- возможность передачи движения одной цепью несколькими звездочкам;
- сравнительно высокий КПД ($\eta=0,95\dots0,98$);

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.

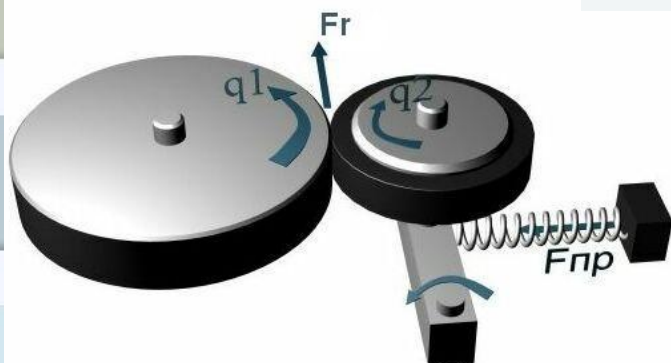
Классификация фрикционных передач

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.**

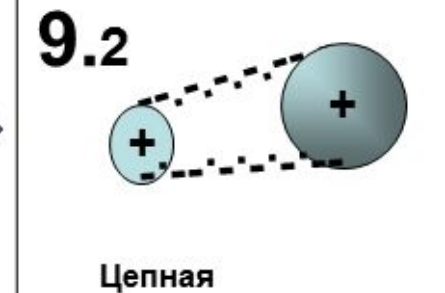
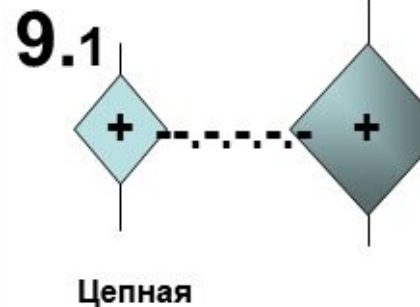
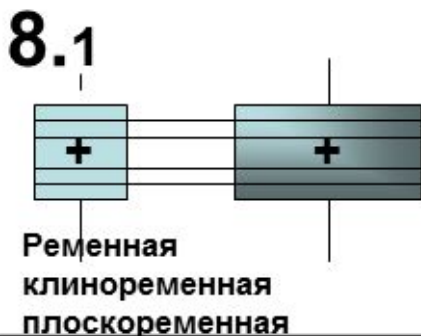
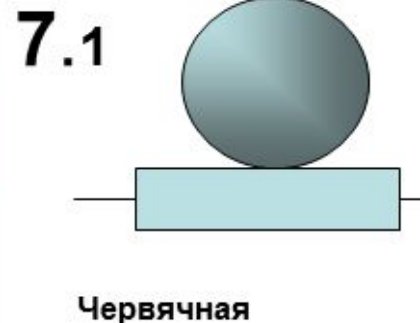
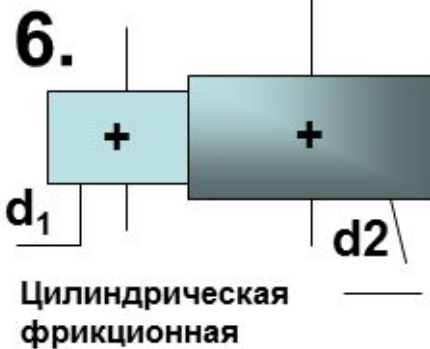
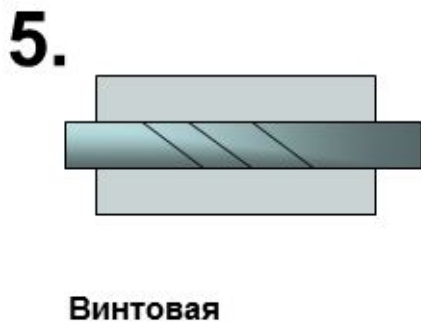
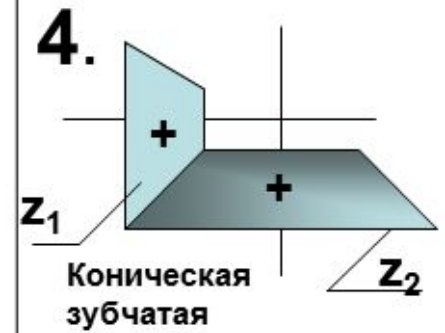
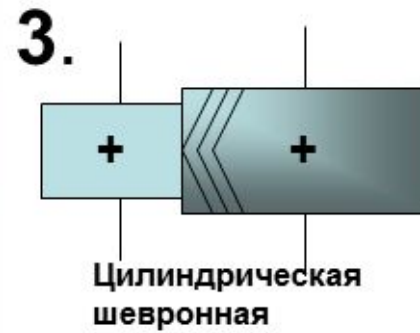
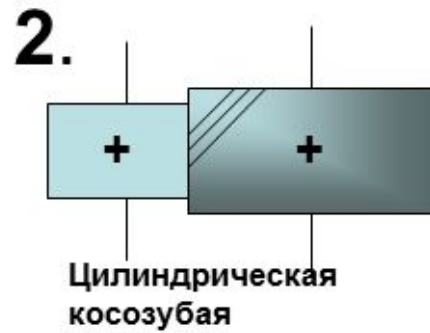
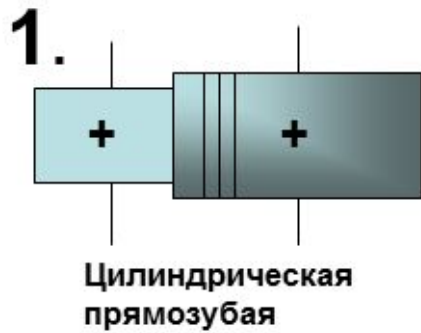
Достоинства фрикционных передач:

- 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.

