



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.

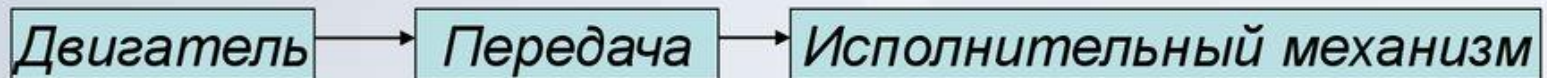
Деталь - это часть машины, изготовленная без применения сборочных операций.

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, η

p_2, n_2, T_2

p – мощность, n – частота вращения,

T – крутящий момент, u – передаточное отношение,

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

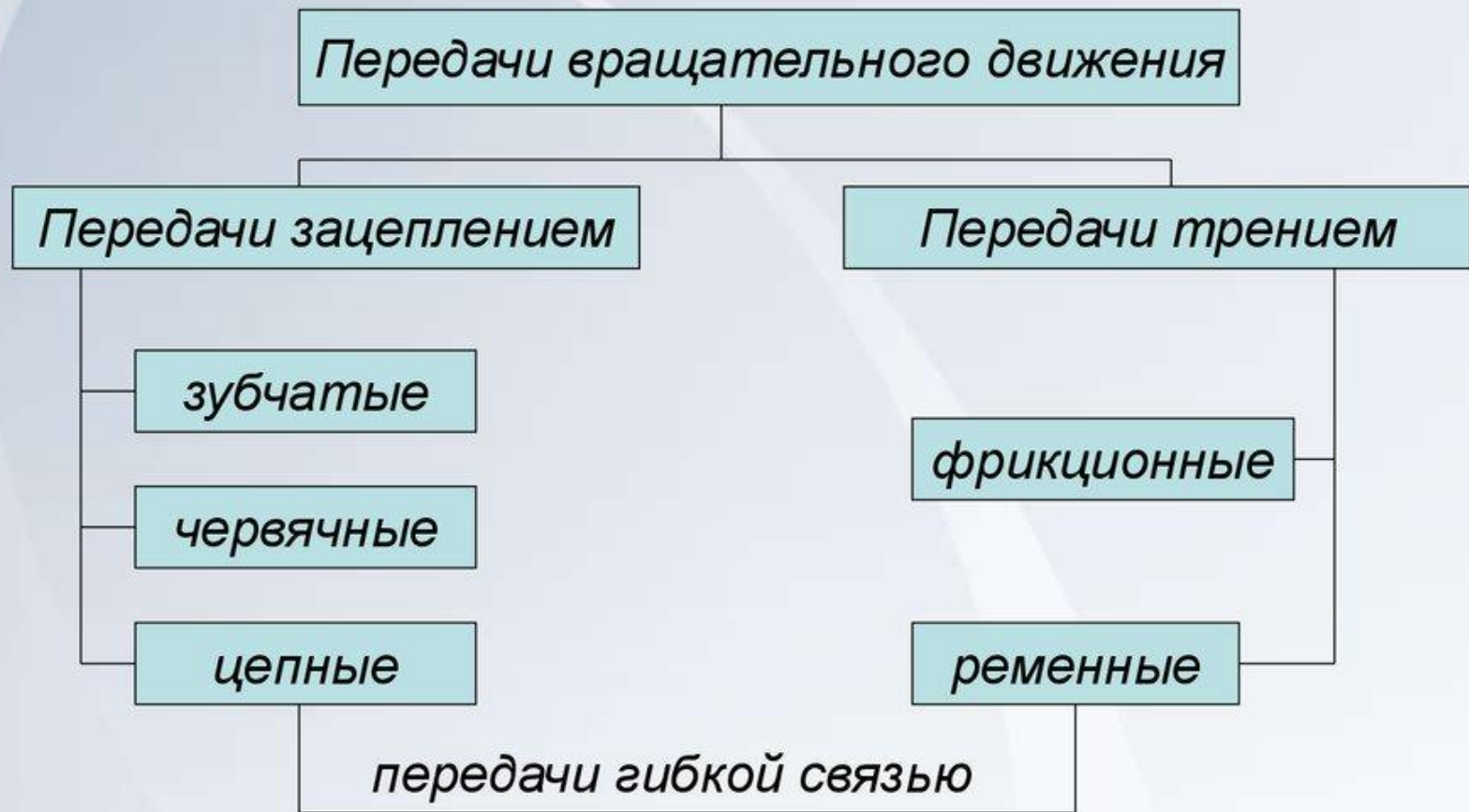
Второй способ оценки прочности это расчет по коэффициентам запаса прочности.

Максимальные напряжения σ_{\max} и τ_{\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.

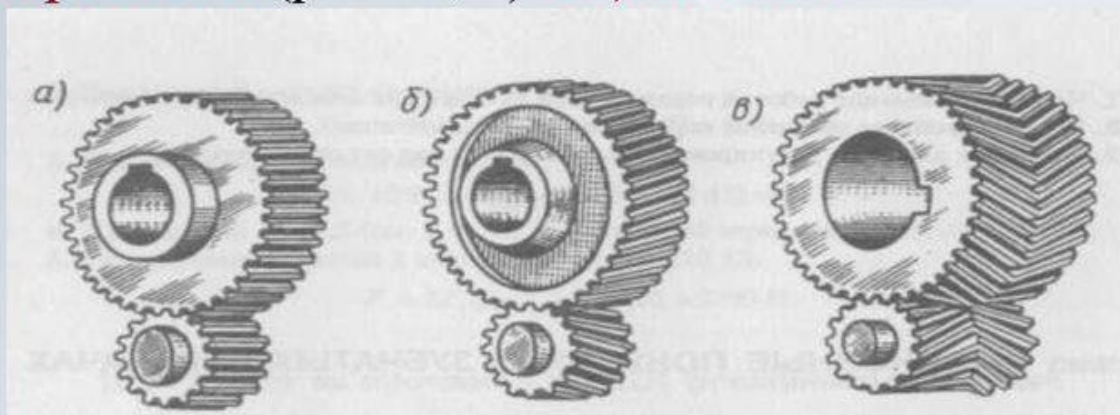


Рис.1

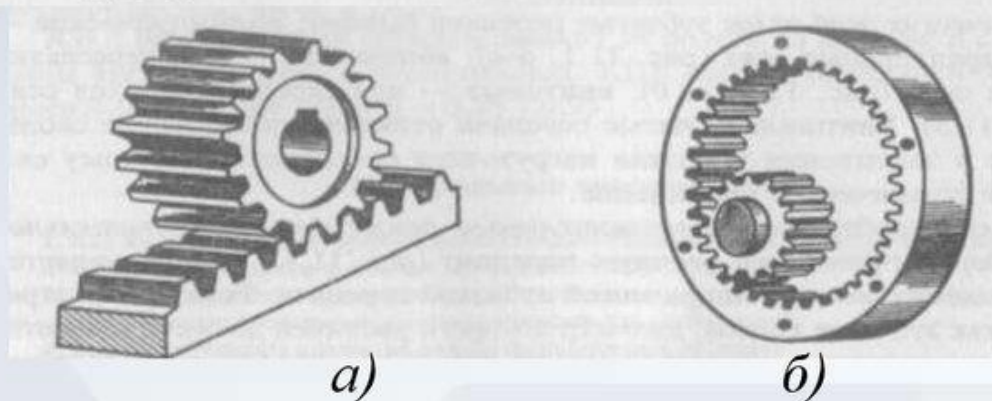
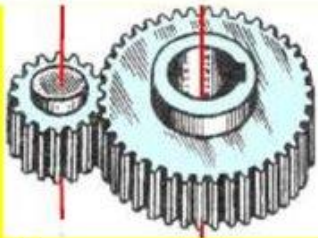
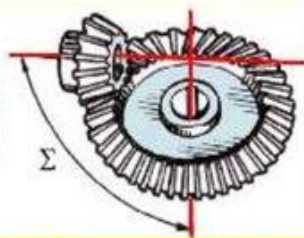


Рис.2

Классификация зубчатых передач



Цилиндрическая



Коническая



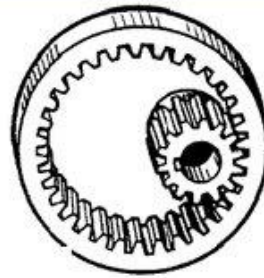
Винтовая



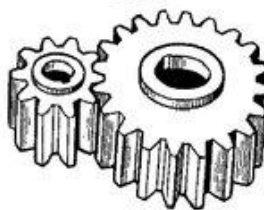
Закрытая



Открытая



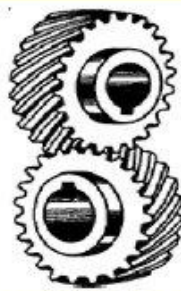
Внешнего и внутреннего зацепления



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

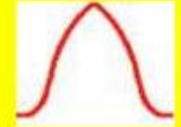
по изменению частоты вращения валов:

по форме поверхности

по окружной скорости

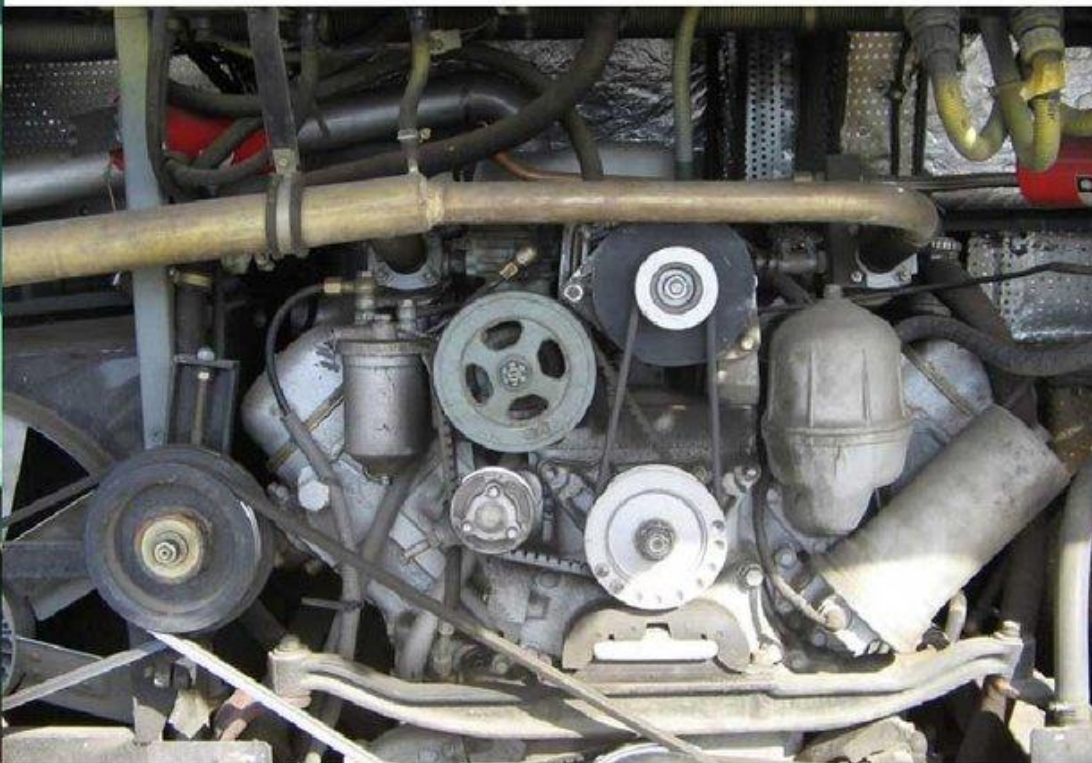
по расположению зубьев

по форме профиля зуба:



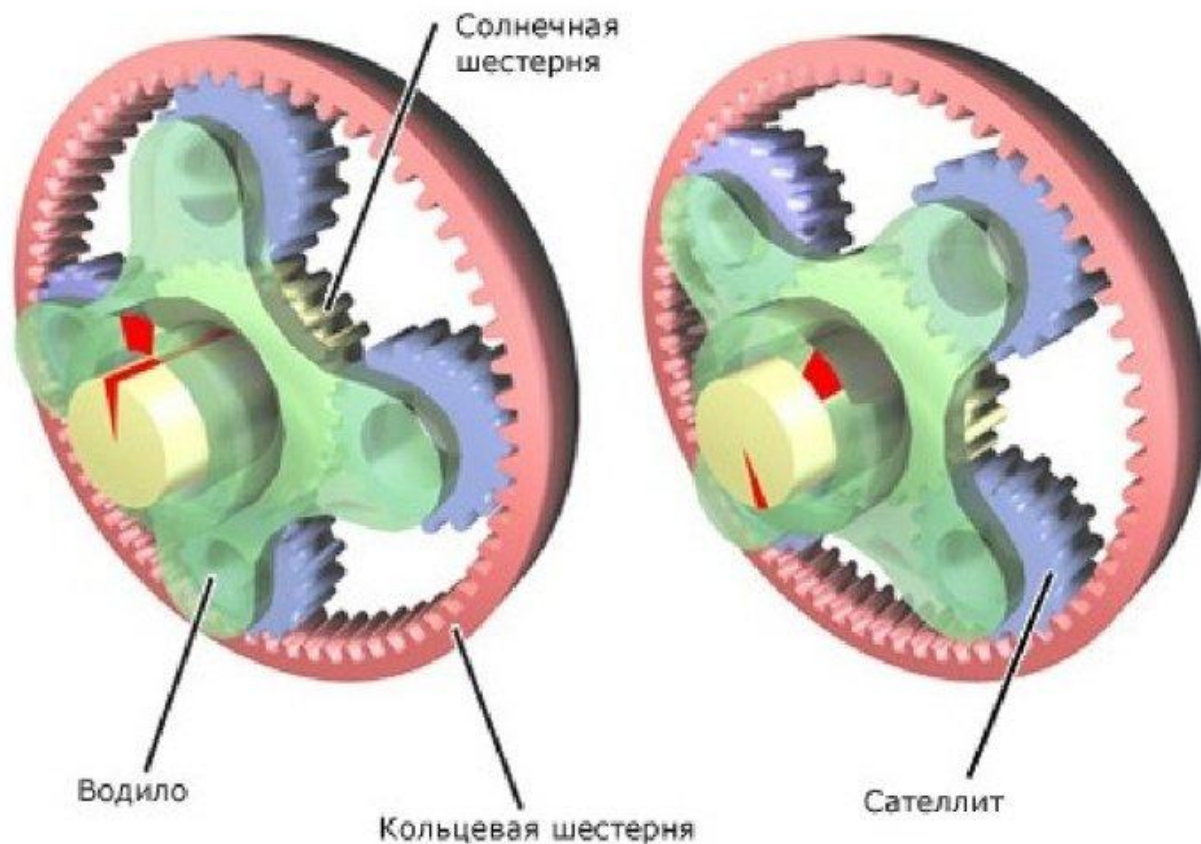
Эвольвентные, круговые, циклоидальные

Примеры зубчатых передач



Шестерня
колесо





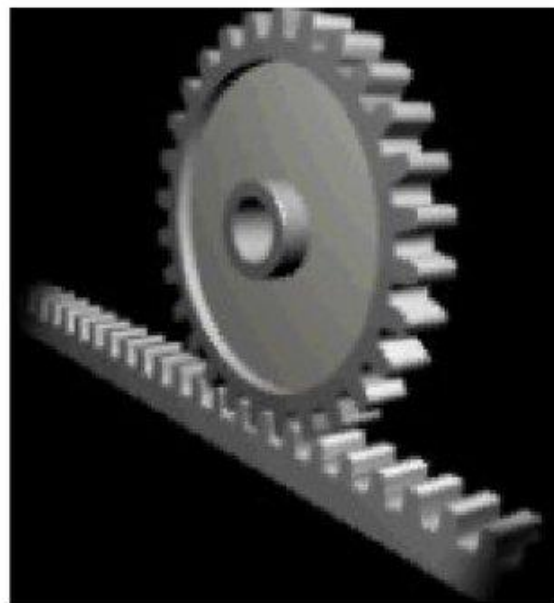
Когда передача работает в режиме повышения частоты, двигатель вращает водило. Выходной вал передачи при этом соединён с солнечной шестернёй, в это время кольцевая шестерня зафиксирована.

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

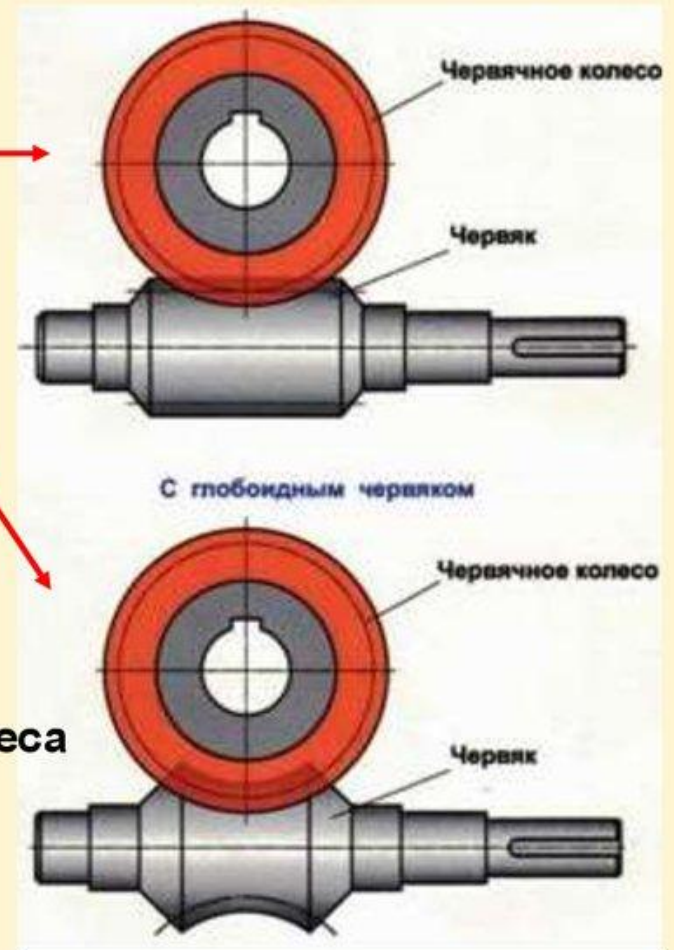
- архимедов червяк
- конволютный червяк
- эвольвентный червяк

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

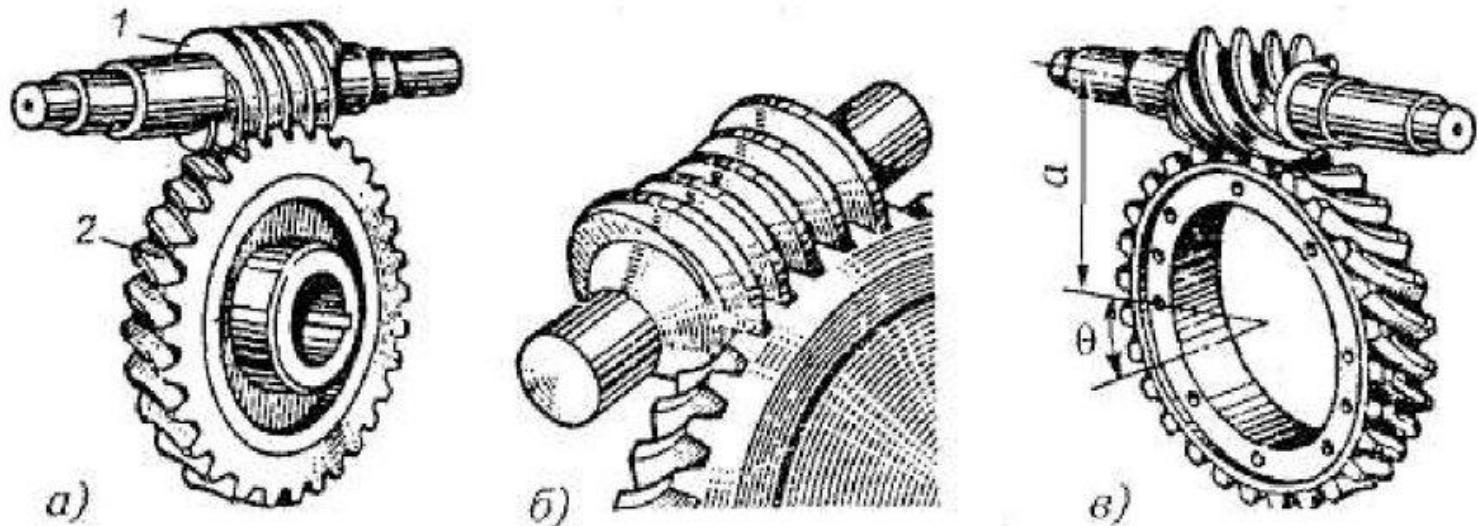


Рис. Червячные передачи: а, в - цилиндрические, б – глобоидная.
1 - червяк; 2 - червячное колесо



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:

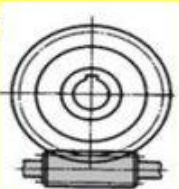
- 1) сравнительно низкий КПД;
- 2) повышенный износ и склонность к заеданию;
- 3) применение для колес дорогих антифрикционных материалов;
- 4) повышенные требования к точности сборки.

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.

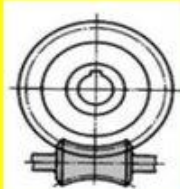
В зависимости от формы

ВН



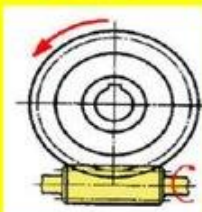
с цилиндрическим червяком

поверхности червяка, передачи бывают:



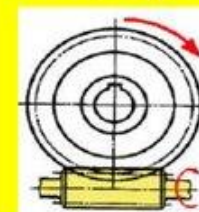
с глобидным червяком

В зависимости от направления линии



с правым направлением линии витка

витка червячные передачи бывают:



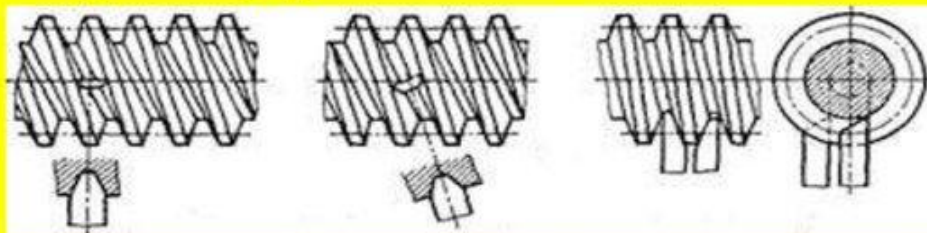
с левым направлением линии витка

В зависимости от расположения червяка относительно колеса

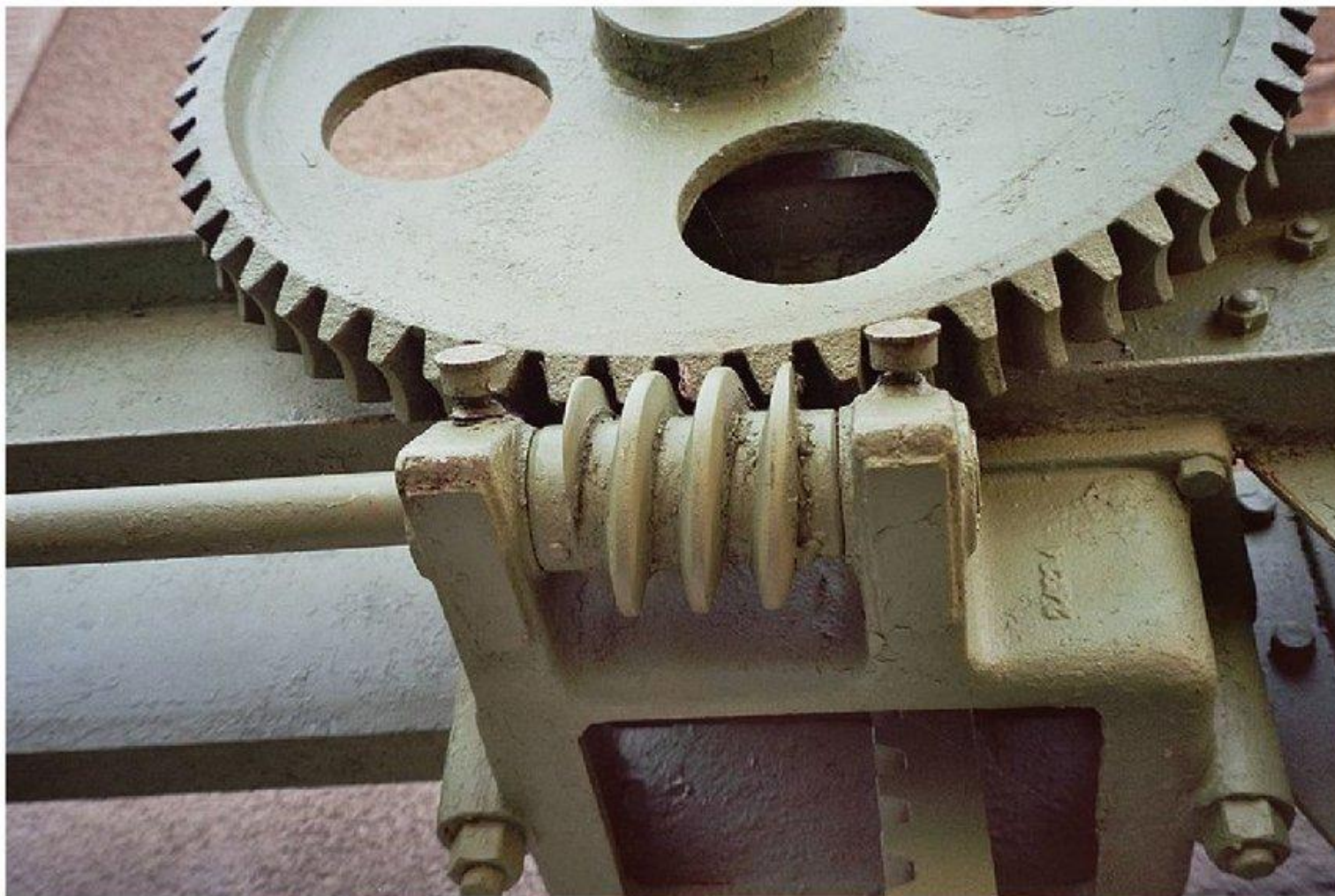


с нижним расположением червяка с верхним расположением червяка с боковым расположением червяка

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

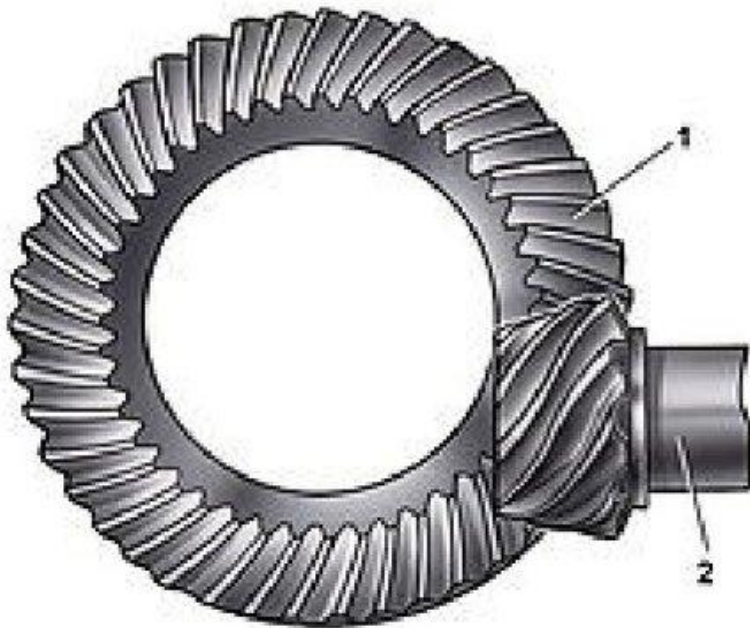


архимедовым, конволютным и эвольвентным червяком



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

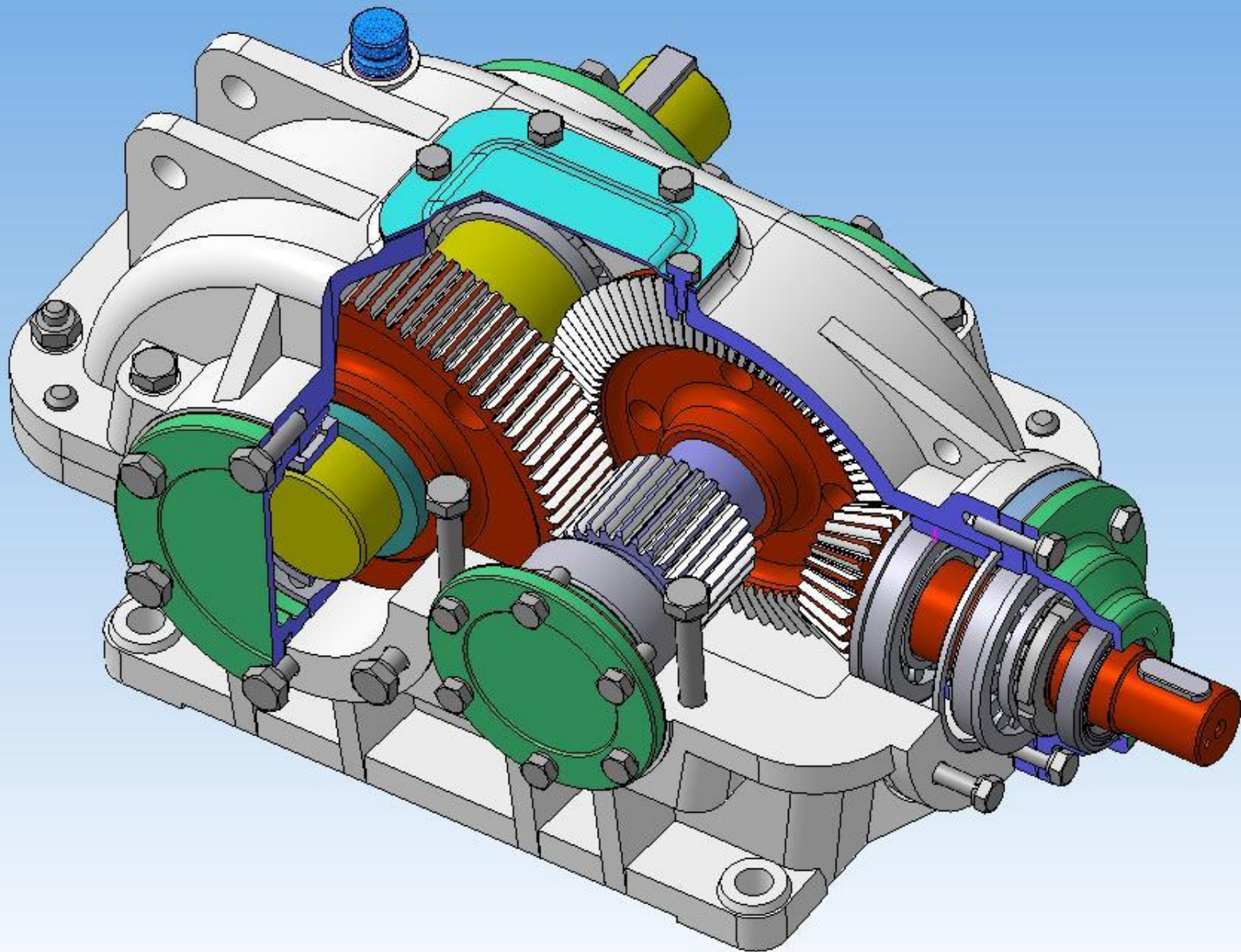
определяют
 типом и главными
 параметрами тихоходной
 ступени (a_w, d_{ae2})

Исполнение редуктора

определяют
 передаточным числом,
 вариантом сборки и
 формой концевых
 участков валов

Обозначение редуктора:





РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

По виду ремня различают
ременные передачи:

круглоремённые

плоскоремённые

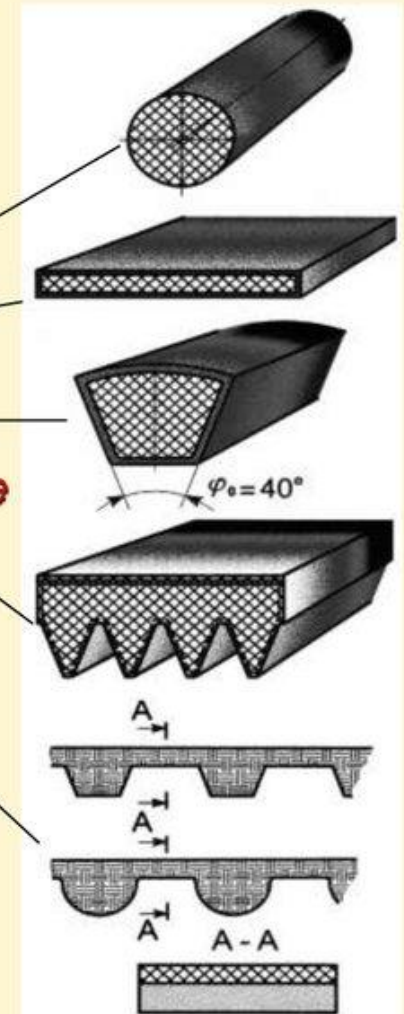
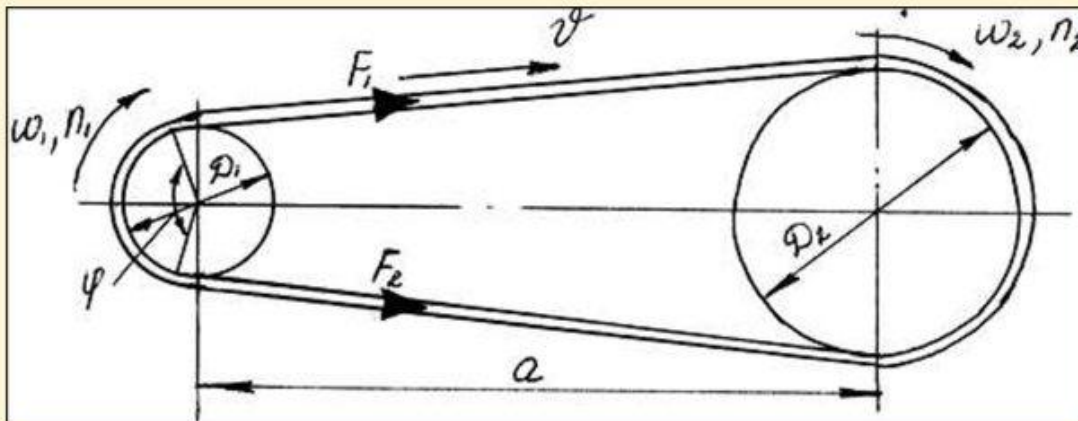
клиноремённые

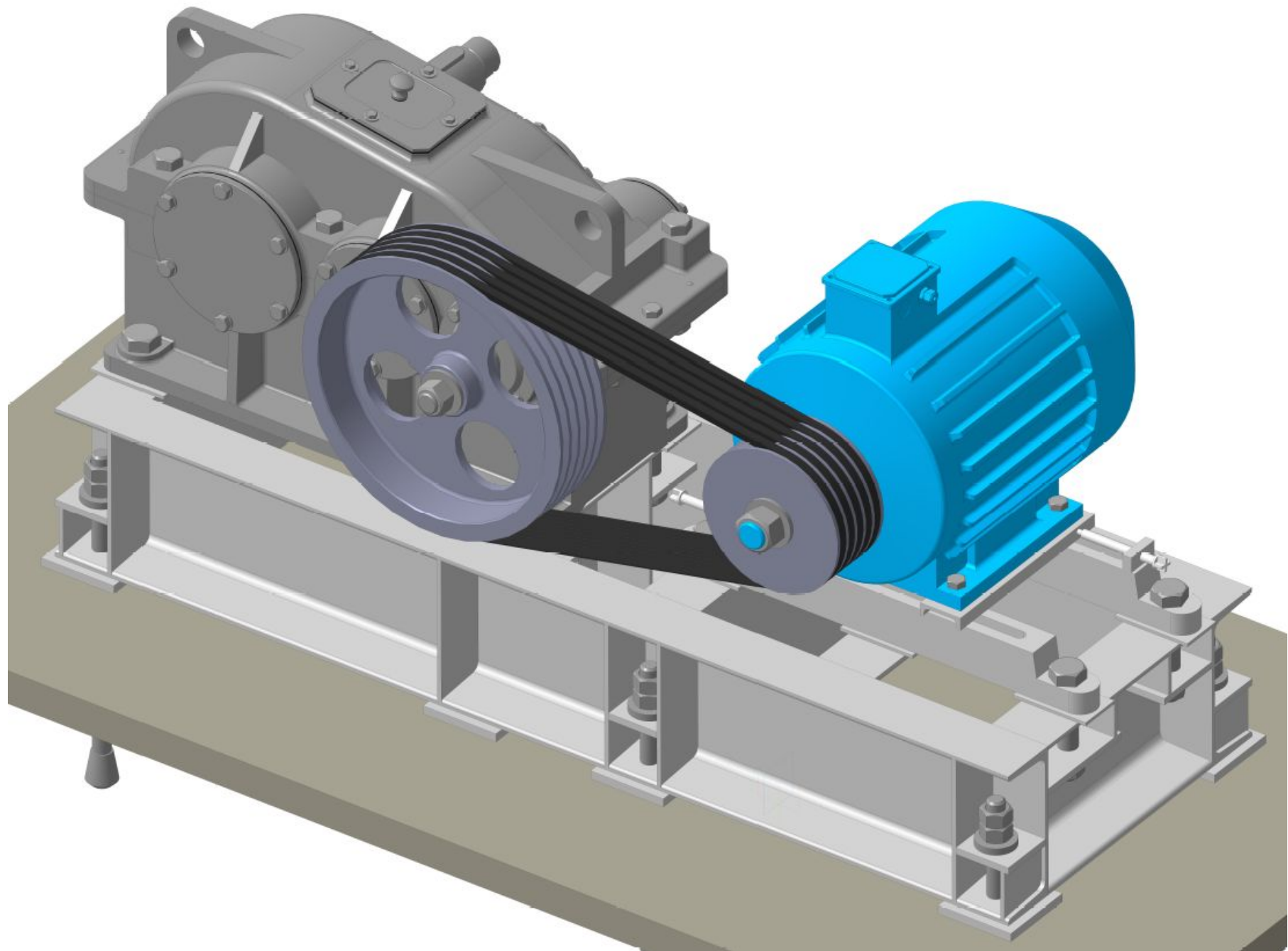
поликлиноремённые

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

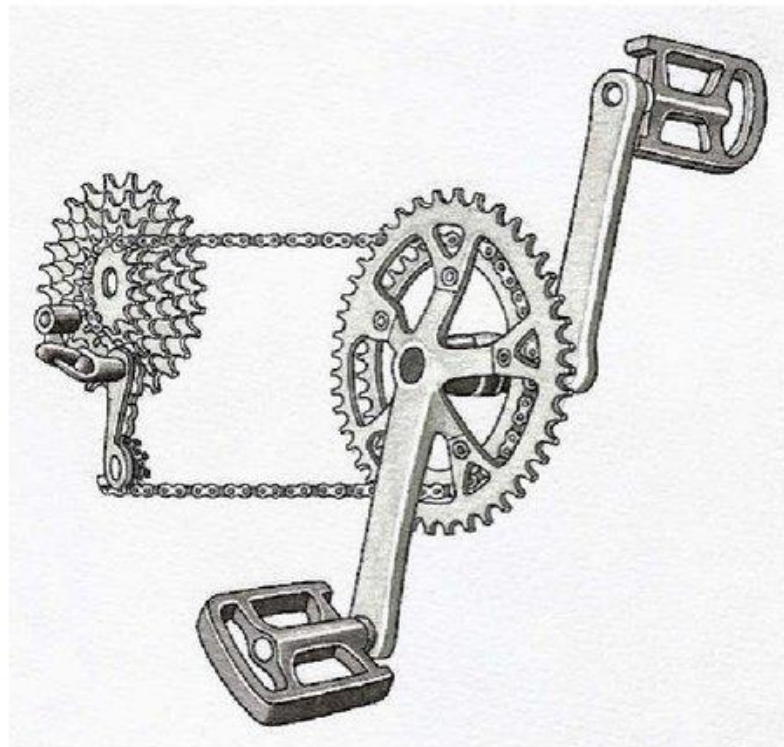
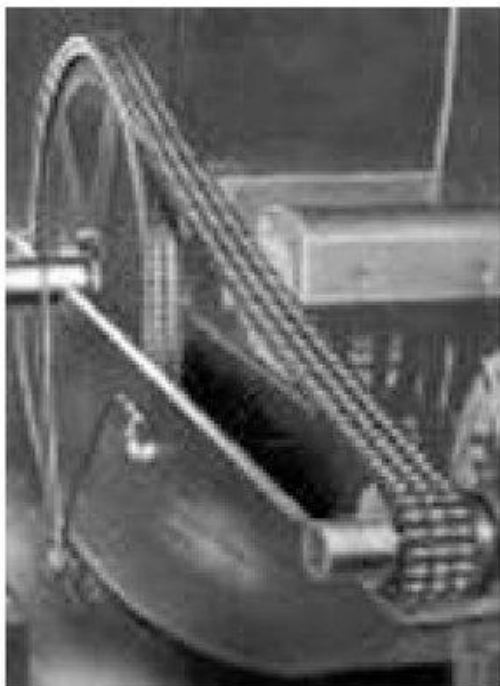
Достоинства:

- 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.

