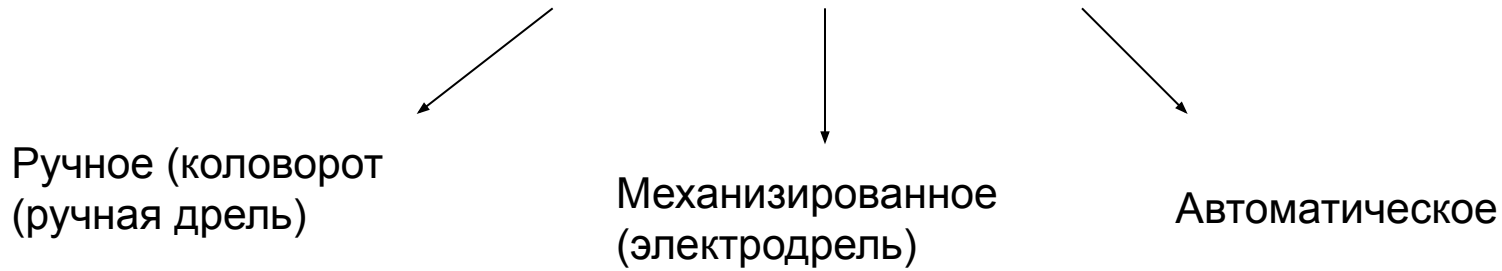


Техническое устройство – это изделие машиностроения или приборостроения для преобразования, добычи, перемещения, контроля объектов или управления ими.



двигательный передаточный исполнительный

механизмы

Машина

Энергетические

компрессоры, генераторы,
гидротурбины

Рабочие

Технологические (металлорежущие
станки, контрольно-сортировочные
автоматы, кузнечно-прессовое
оборудование)

Транспортные
(подъемные краны,
конвейеры, робокары)

Электронные
(ЭВМ, компьютеры)

Механизм –

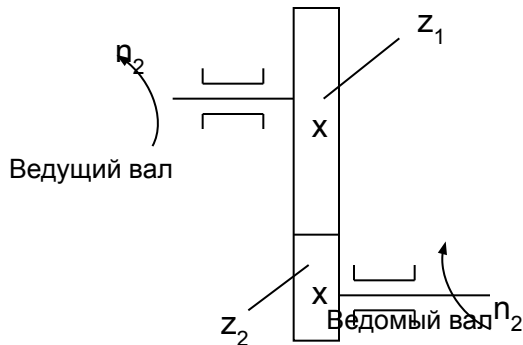
это внутреннее устройство машины, приводящее ее в действие

Детали – составная часть, изготовлена без применения сборки (вал, шестерня, болт, гайка, винт вертолета)

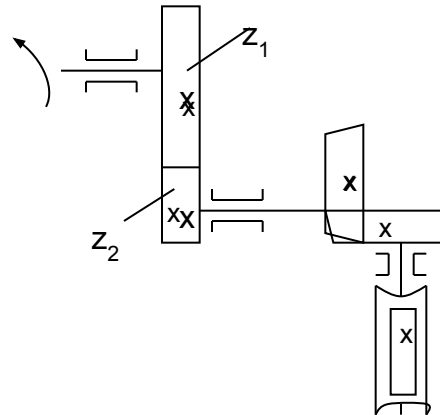
Узлы – совокупность совместно работающих деталей, т.е. обособленные единицы (муфты, редукторы, шарикоподшипники)

Общего назначения (болты, гайки, шпильки, зубчатые колеса, шпонки, подшипники качения, муфты, шайбы, редукторы)

Специального назначения – в ограниченном числе типов машин (турбинное колесо, винт вертолета)

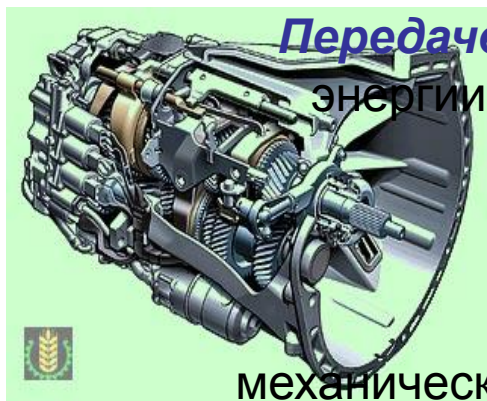


Кинематическая цепь из пары зубчатых колес



Кинематическая цепь – из конической, цилиндрической и червячной пар

Механические передачи.



Передачей называется устройство, предназначенное для передачи энергии из одной точки пространства в другую, расположенную на некотором расстоянии от первой.

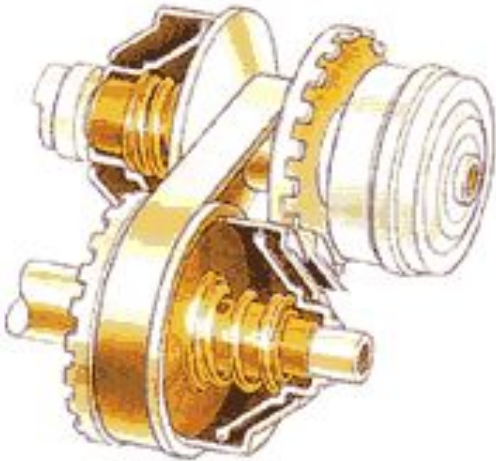
В зависимости от вида передаваемой энергии

передачи

механические, электрические, гидравлические, пневматические и

Механической передачей называют устройство (механизм, агрегат), предназначенное для передачи энергии механического движения, как правило, с преобразованием его кинематических и силовых параметров, а иногда и самого вида движения (вращательного в поступательное или сложное и т. п.).

Функции механических передач



- 1. Понижение (или повышение) частоты вращения от вала двигателя к валу исполнительного элемента.**
- 2. Изменение направления потока мощности.**
- 3. Регулирование частоты вращения ведомого вала**
- 4. Преобразование одного вида движения в другой (вращательного в поступательное, равномерного в прерывистое и т. д.).**
- 5. Реверсирование движения - изменение направления вращения выходного вала машины в ту или иную сторону в зависимости от функциональной необходимости**
- 6. Распределение энергии двигателя между несколькими исполнительными элементами машины.**

Классификация механических передач

В зависимости от принципа действия

передачи зацеплением
(зубчатые, червячные, цепные)

передачи трением
(фрикционные, ременные)

- передачи с непосредственным контактом передающих звеньев
- передачи с гибкой связью (цепь, ремень) между передающими звеньями

Классификация механических передач

1. По способу передачи движения от входного вала к выходному:

1.1. Передачи зацеплением

1.1.1. с непосредственным контактом тел вращения - зубчатые, червячные, винтовые;

1.1.2. с гибкой связью - цепные, зубчато-ременные.

1.2. Фрикционные передачи:

1.2.1. с непосредственным контактом тел вращения – фрикционные;

1.2.2. с гибкой связью – ременные

2. По взаимному расположению валов в пространстве:

2.1. с параллельными осями валов - зубчатые с цилиндрическими колесами, фрикционные с цилиндрическими роликами, цепные;

2.2. с пересекающимися осями валов - зубчатые и фрикционные конические, фрикционные лобовые;

2.3. с перекрещивающимися осями - зубчатые - винтовые и гипоидные, червячные, лобовые фрикционные со смещением ролика

3. По характеру изменения угловой скорости выходного вала по отношению к входному: редуцирующие (*понижающие*) и мультиплицирующие (*повышающие*)

4. По характеру изменения передаточного отношения (числа): передачи с постоянным (*неизменным*) передаточным отношением и передачи с переменным (изменяемым или по величине, или по направлению или и то и другое вместе) передаточным отношением

5. По подвижности осей и валов: передачи с неподвижными осями валов - рядовые (*коробки скоростей, редукторы*), передачи с подвижными осями валов (*планетарные передачи, вариаторы с поворотными роликами*)

6. По количеству ступеней преобразования движения: одно-, двух-, трех- и многоступенчатые

7. По конструктивному оформлению: закрытые и открытые (*безкорпусные*)

Зубчатые передачи

В зубчатой передаче движение передается с помощью зацепления пары зубчатых колес. Меньшее зубчатое колесо принято называть шестерней, большое – колесом. Термин «зубчатое колесо» относится как к шестерне, так к большому колесу. При написании расчетных формул и указании параметров передачи шестерне присваивают индекс 1 , колесу – индекс 2 , например: d_1, d_2, n_1, n_2 .

Зубчатые передачи являются самым распространенным видом механических передач, поскольку они могут надежно передавать мощности от долей до десятков тысяч киловатт при окружных скоростях до 275 м/с. По этой причине они широко применяются во всех отраслях машиностроения и приборостроения.

Достоинства зубчатых передач

1. Высокая надежность работы в широком диапазоне нагрузок и скоростей;
2. Малые габариты;
3. Большой ресурс;
4. Высокий КПД;
5. Сравнительно малые нагрузки на валы и подшипники;
6. Постоянство передаточного числа;
7. Простота обслуживания;

Недостатки зубчатых передач

1. Относительно высокие требования к точности изготовления и монтажа;
2. Шум при больших скоростях, обусловленный неточностями изготовления профиля и шага зубьев;
3. Высокая жесткость, не дающая возможность компенсировать динамические нагрузки, что часто приводит к разрушению передачи или элементов конструкции (для примера – ременная или фрикционная передача при внезапных динамических нагрузках могут пробуксовывать).

1. В зависимости от взаимного расположения осей

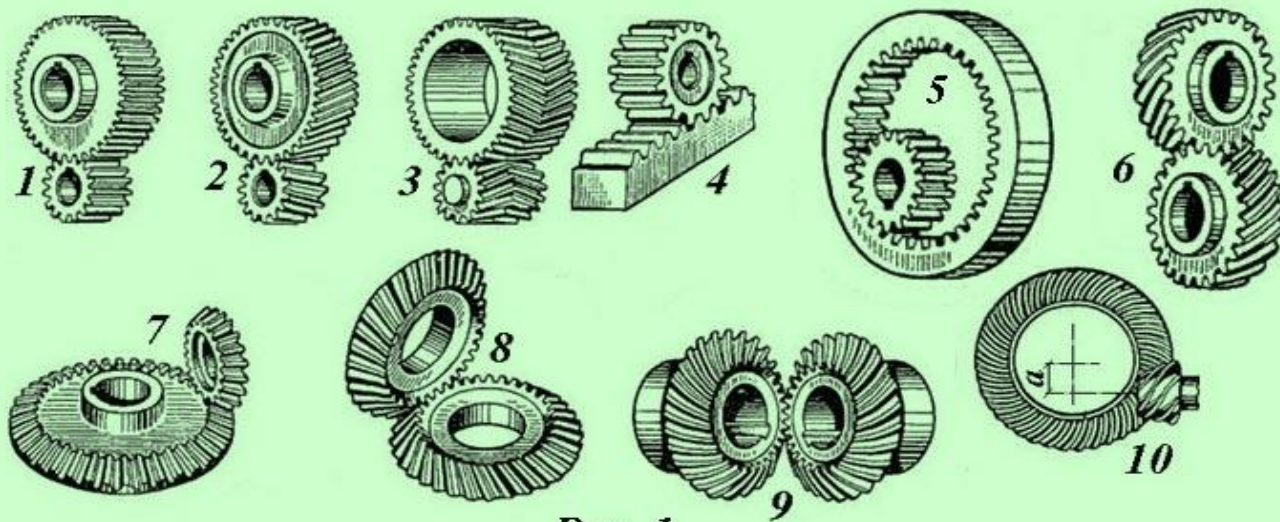
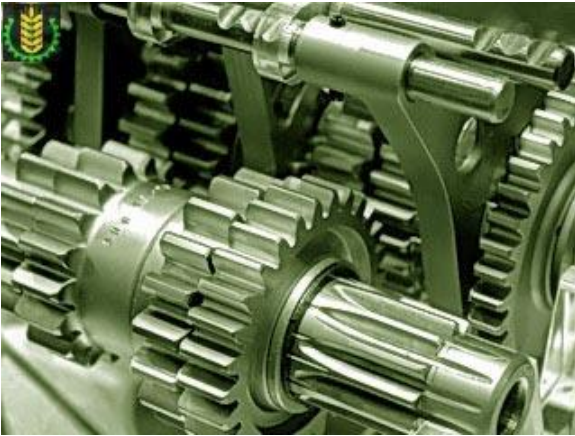


Рис. 1

- 1 - цилиндрическая прямозубая передача;
- 2 - цилиндрическая косозубая передача;
- 3 - шевронная передача;
- 4 - реечная передача;
- 5 - цилиндрическая передача с внутренним зацеплением;
- 6 - винтовая передача;
- 7 - коническая прямозубая передача;
- 8 - коническая косозубая передача;
- 9 - коническая передача со спиралевидными зубьями;
- 10 - гипоидная передача.

2. В зависимости от вида передаваемого движения

В зависимости от расположения зубьев на ободке колес



В зависимости от формы профиля зубьев

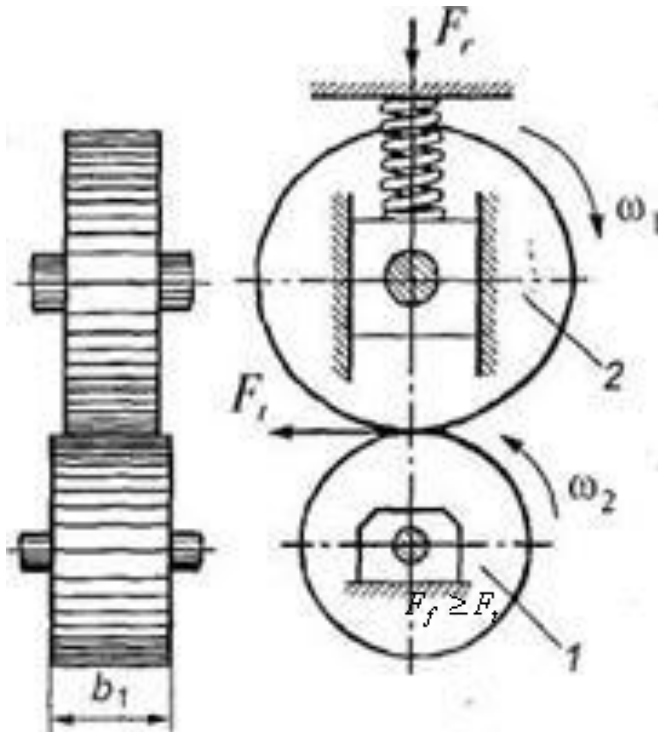
В зависимости от взаимного положения зубчатых колес

В зависимости от конструктивного исполнения

В зависимости от числа ступеней

В зависимости от относительного характера движения

Фрикционные передачи



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

Рис. Цилиндрическая фрикционная передача:

1 — ведущий каток; 2 — ведомый каток

Условие работоспособности передачи:

$$F_f \geq F_t$$

Фрикционные передачи классифицируют

1. По назначению:

- с нерегулируемым передаточным числом (рис1-3);
- с бесступенчатым (плавным) регулированием передаточного числа (вариаторы).

2.. По взаимному расположению осей валов:

- цилиндрические или конусные с параллельными осями (рис.1,2);
- конические с пересекающимися осями (рис.3).

3. В зависимости от условий работы:

- открытые (работают всухую);
- закрытые (работают в масляной ванне).

4. По принципу действия:

- нереверсивные (рис.1-3);
- реверсивные.

5. Различают также передачи с постоянным или автоматическим регулируемым прижатием катков, с промежуточным (паразитным) фрикционным элементом или без него

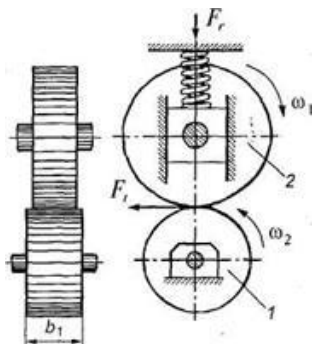


Рис.1 Цилиндрическая фрикционная передача

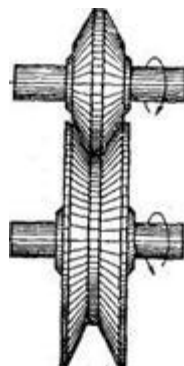


Рис.2. Цилиндрическая фрикционная передача с катками клинчатой формы

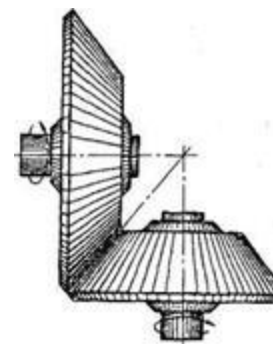


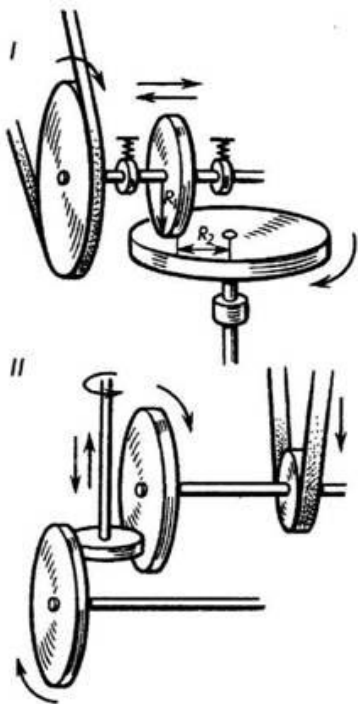
Рис3. Коническая фрикционная передача

Вариаторы

Вариаторы — передачи, посредством которых можно плавно, бесступенчато изменять передаточное число. По форме тел вращения вариаторы бывают лобовые, конусные, торовые и др.

Лобовые вариаторы

(рис.)

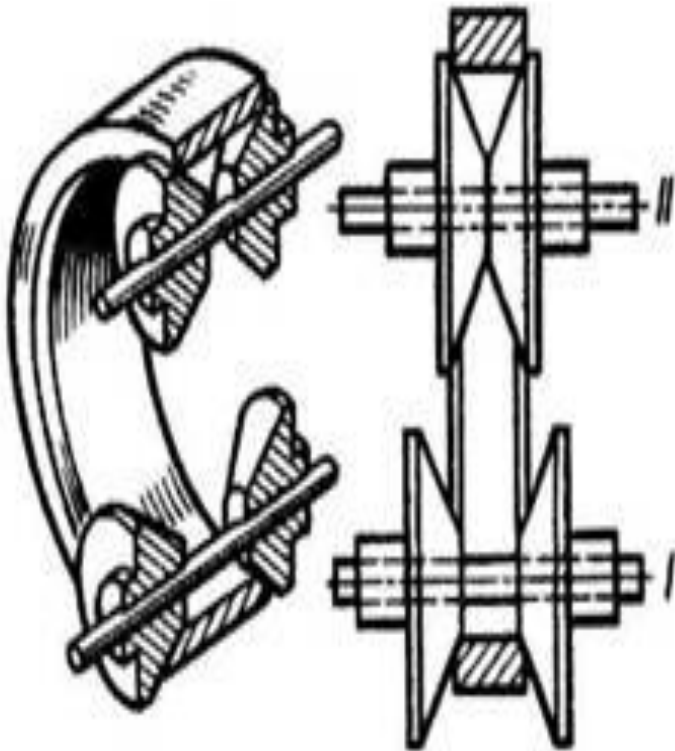


Лобовые вариаторы применяются в винтовых прессах и приборах. В наиболее простом из них (I) ведущий ролик катится по торцовой поверхности большого диска и передает ему вращение. Движение можно передавать и в обратном направлении — от диска к ролику. Для регулирования скорости вращения ролик передвигают вдоль диска. Передаточное отношение в таких вариаторах равно $i = R_1/R_2$, где: R_1 и R_2 — радиусы колес.

В более сложном плоском вариаторе (II) между двумя большими дисками вращается передвижной ролик. Один диск ведущий, другой — ведомый. Ролик служит промежуточным звеном, передающим вращение. При регулировании скорости ролик перемещают вдоль обоих дисков, причем, приближаясь к центру одного из них, он в то же самое время удаляется от центра другого. Поэтому изменение передаточного отношения и плавное регулирование скоростей вращения производится быстрее и в более широких пределах, чем в вариаторе с одним диском.

Вариаторы с раздвижными конусами

(рис)



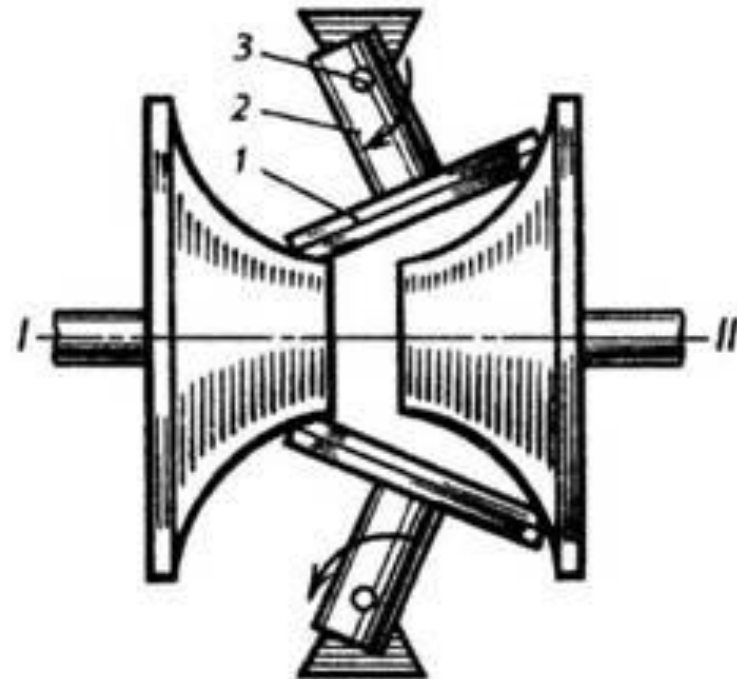
Вариаторы с раздвижными конусами (рис) имеют ограниченное применение в машиностроении. Конические диски насажены на два параллельных вала I и II. Между дисками зажато стальное кольцо, которое передает движение от ведущего вала к ведомому. Изменение передаточного числа осуществляется сближением одной пары конусов и раздвижением другой.

На рис. представлены торовые вариаторы. На валах I и II насажены два диска, имеющие сферические рабочие поверхности.

Вращение от ведущего диска I к ведомому II передаются посредством двух промежуточных роликов 1, свободно сидящих на осях 2. Изменение передаточного числа осуществляется одновременным поворотом этих осей вокруг шарниров 3. Торовые вариаторы требуют довольно высокой точности изготовления.

Торовые вариаторы

(рис.)



Достоинства фрикционных передач:

- простота конструкции и обслуживания;
- плавность передачи движения и регулирования скорости и бесшумность работы;
- большие кинематические возможности (преобразование вращательного движения в поступательное, бесступенчатое изменение скорости, возможность реверсирования на ходу, включение и выключение передачи на ходу без остановки);
- за счет возможностей пробуксовки передача обладает предохранительными свойствами. Однако после пробуксовки передача, как правило, резко ухудшает свои качества - появляются лыски на катках, неравномерно срабатываются фрикционные поверхности и т.д. Поэтому использовать пробуксовку как предохранительное средство не рекомендуется;
- отсутствие мёртвого хода при реверсе передачи;
- равномерность вращения, что удобно для приборов;
- возможность бесступенчатого регулирования передаточного числа, причем на ходу, без остановки передачи.

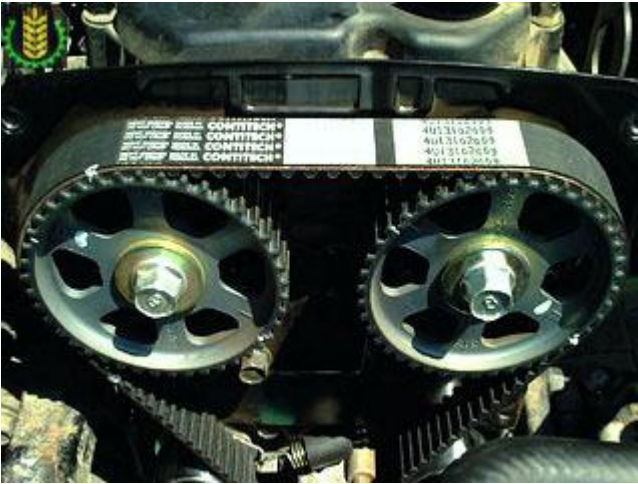
Недостатки фрикционных передач:

- непостоянство передаточного числа из-за проскальзывания;
- незначительная передаваемая мощность (открытые передачи - до 10-20 кВт; закрытые - до 200-300 кВт);
- для открытых передач сравнительно низкий КПД;
- большое и неравномерное изнашивание катков при буксовании;
- необходимость применения опор валов специальной конструкции с прижимными устройствами (это делает передачу громоздкой);
- для силовых открытых передач незначительная окружная скорость (7 - 10 м/с);
- большие нагрузки на валы и подшипники от прижимной силы что увеличивает их размеры и делает передачу громоздкой. Этот недостаток ограничивает величину передаваемой мощности;
- большие потери на трение.

Применение.

Фрикционные передачи с нерегулируемым передаточным числом в машиностроении применяются сравнительно редко, например, во фрикционных прессах, молотах, лебедках, буровой технике и т.п.). В качестве силовых передач они громоздки и малонадежны. Эти передачи применяются преимущественно в приборах, где требуется плавность и бесшумность работы (магнитофоны, проигрыватели, спидометры и т. п.). Они уступают зубчатым передачам в несущей способности. Зато фрикционные передачи с бесступенчатым регулированием скорости – вариаторы – широко применяются в различных машинах, например, в металлорежущих станках, в текстильных и транспортирующих машинах и т. д. Зубчатые передачи не позволяют такого регулирования. На практике широко применяют реверсивные фрикционные передачи винтовых прессов, передачи колесо — рельс и колесо — дорожное полотно самоходного транспорта. Фрикционные передачи предназначены для мощностей, не превышающих 20 кВт, окружная скорость катков допускается до 25 м/с.

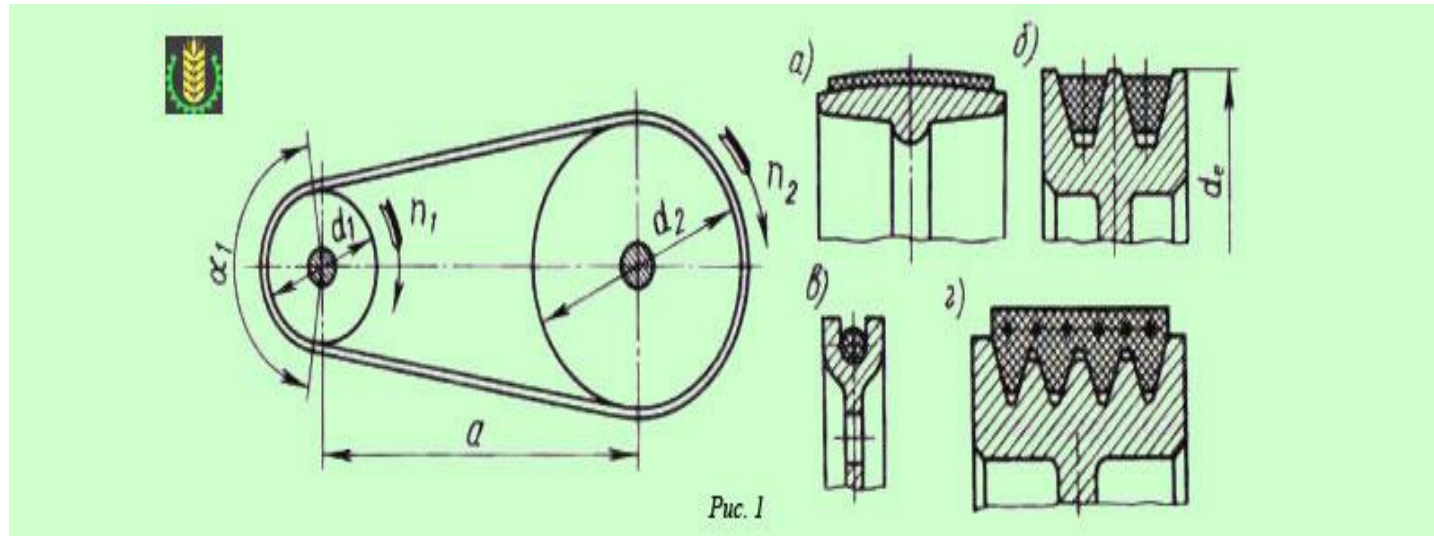
Ременные передачи



Ременные передачи относятся к передачам трением (фрикционным), у которых передача мощности осуществляется за счет сил трения, возникающих между ведущим, ведомым и промежуточным звеном – упругим ремнем (*гибкой связью*). Ведущее и ведомое звено обычно называют шкивами. Этот тип передач обычно применяется для соединения валов, расположенных на значительном расстоянии друг от друга

Классификация ременных передач

1. По форме поперечного сечения ремня



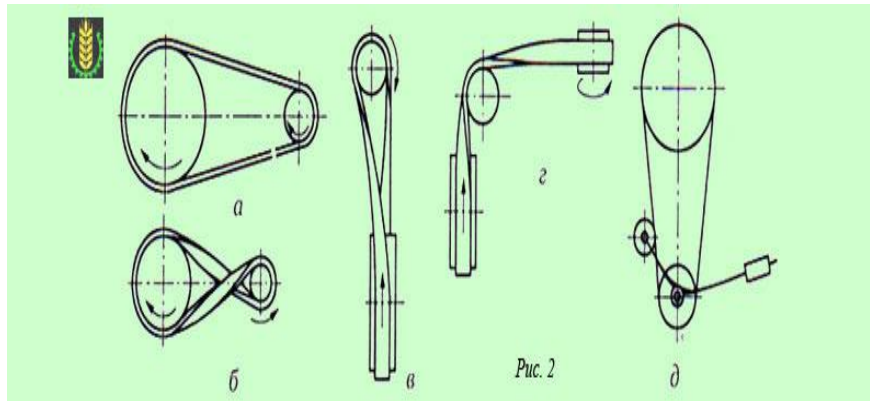
плоскоременные (поперечное сечение ремня имеет форму плоского вытянутого прямоугольника, рис. 1а);

круглоременные (поперечное сечение ремня имеет форму, рис. 1в);

клиноременные (поперечное сечение ремня в форме трапеции, рис. 1б);

поликлиноременные (ремень снаружи имеет плоскую поверхность, а внутренняя, взаимодействующая со шкивами, поверхность ремня снабжена продольными гребнями, выполненными в поперечном сечении в форме трапеции, рис. 1г);

2. По взаимному расположению валов и ремня



3. По числу и виду шкивов, применяемых в передаче: с одношкивными валами; с двухшкивным валом, один из шкивов которого холостой; с валами, несущими ступенчатые шкивы для изменения передаточного числа (для ступенчатой регулировки скорости ведомого вала).

4. По количеству валов, охватываемых одним ремнем: двухвальная, трех-, четырех- и многовальная передача.

5. По наличию вспомогательных роликов: без вспомогательных роликов, с натяжными роликами (рис. 2д); с направляющими роликами (рис. 2г).

с параллельными геометрическими осями валов и ремнем, охватывающим шкивы в одном направлении – **открытая передача** (шкивы вращаются в одном направлении, рис. 2а); с параллельными валами и ремнем, охватывающим шкивы в противоположных направлениях – **перекрестная передача** (шкивы вращаются во встречных направлениях, рис. 2б); оси валов перекрещиваются под некоторым углом (чаще всего 90° , рис. 2в) – **полуперекрестная передача**; валы передачи пересекаются, при этом изменение направления потока передаваемой мощности осуществляется посредством промежуточного шкива или ролика – **угловая передача** (рис. 2г).

Достоинства ременных передач

К достоинствам ременных передач относятся следующие их свойства:

Простота конструкции, малая стоимость изготовления и эксплуатации.

Возможность передачи мощности на значительное расстояние.

Возможность работы с высокими частотами вращения.

Плавность и малый шум в работе вследствие эластичности ремня.

Смягчение вибрации и толчков благодаря упругости ремня.

Предохранение механизмов от перегрузок и ударов за счет возможности ремня проскальзывать (*к передачам с зубчатым ремнем это свойство не относится*).

Электроизолирующая способность ремня используется для предохранения ведомой части машин с электроприводом от появления опасных напряжений и токов.

Недостатки ременных передач

Основные недостатки ременных передач:

Большие габаритные размеры (*в особенности при передаче значительных мощностей*).

Малая долговечность ремня, особенно в быстроходных передачах.

Большая нагрузка на валы и подшипники опор из-за натяжения ремня (*этот недостаток менее выражен у зубчатоременных передач*).

Необходимость применения устройств натяжения ремня, усложняющих конструкцию передачи.

Чувствительность нагрузочной способности к загрязнению звеньев и влажности воздуха.

Непостоянное передаточное число вследствие неизбежного упругого скольжения ремня.

Область применения ременных передач

Ременные передачи применяют в большинстве случаев для передачи движения от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания, когда по конструктивным соображениям межосевое расстояние должно быть достаточно большим, а передаточное число может быть не строго постоянным (*конвейеры, приводы станков, дорожных и сельскохозяйственных машин и т. п.*). Передачи зубчатым ремнем можно применять и в приводах, требующих постоянного значения передаточного числа.

Мощность, передаваемая ременной передачей, обычно до 50 кВт , но может достигать 2000 кВт и даже более. Скорость ремня $v = 5 \dots 50 \text{ м/сек}$, а в высокоскоростных передачах – до 100 м/сек и выше.

После зубчатой передачи ременная – наиболее распространенная из всех механических передач. Часто она используется в сочетании с





Цепные передачи

Цепная передача относится к передачам зацеплением с гибкой связью. Мощность в цепной передаче посредством многозвенной шарнирной цепи передается от ведущей к ведомой звездочке, размещенных на параллельных валах.

Классификация цепных передач

Цепные передачи классифицируют по типу применяемой цепи. В настоящее время применяют роликовые, втулочные и зубчатые цепи, которые, в свою очередь, могут быть однорядными и многорядными

В роликовых и втулочных цепях зацепление звеньев со звездочкой осуществляется через ролик или втулку, при этом долговечность цепи возрастает, но возрастает ее масса и стоимость.

Зубчатые цепи набирают из пластин, при этом большое значение на эксплуатационные качества цепи имеет конструкция шарнира. В конструкцию входит направляющая пластина, предотвращающая сползание цепи со звездочки.

По сравнению со втулочными зубчатые цепи работают более плавно, обеспечивают большую кинематическую точность (*плавность хода передачи*), могут передавать бóльшую мощность, имеют высокий *КПД*, но их масса и стоимость значительно выше.

В зависимости от типа применяемой цепи зависит конструкция звездочек цепной передачи. Звездочки для втулочной и роликовой цепи представлена на *рис. 2* слева, звездочка для зубчатой цепи – справа.

Достоинства цепных передач

По сравнению с зубчатыми передачами:

Преимущество цепных передач в сравнении с зубчатыми заключается в том, что они способны передавать движение между валами при значительных межосевых расстояниях (до 8 м).

По сравнению с ременными передачами:

По сравнению с ременными передачами (*передачами трением*) цепные передачи (*передачи зацеплением*) выгодно отличаются компактностью, способностью передавать большие мощности при одинаковых размерах, постоянством передаточного числа и меньшей требовательностью к предварительному натяжению цепи (*иногда предварительный натяг для цепных передач не применяется*).

Кроме того, цепные передачи устойчиво работают при малых межосевых расстояниях между звездочками, тогда как ременная передача может пробуксовывать при малых углах обхвата шкива ремнем.

К достоинствам цепных передач можно отнести высокий *КПД* и безотказность при работе в условиях частых пусков и торможений.

Недостатки цепных передач

1. Значительный шум и вибрация при работе вследствие удара звена цепи о зуб звездочки при входе в зацепление, особенно при малых числах зубьев и большом шаге (*этот недостаток ограничивает применение цепных передач при больших скоростях*).

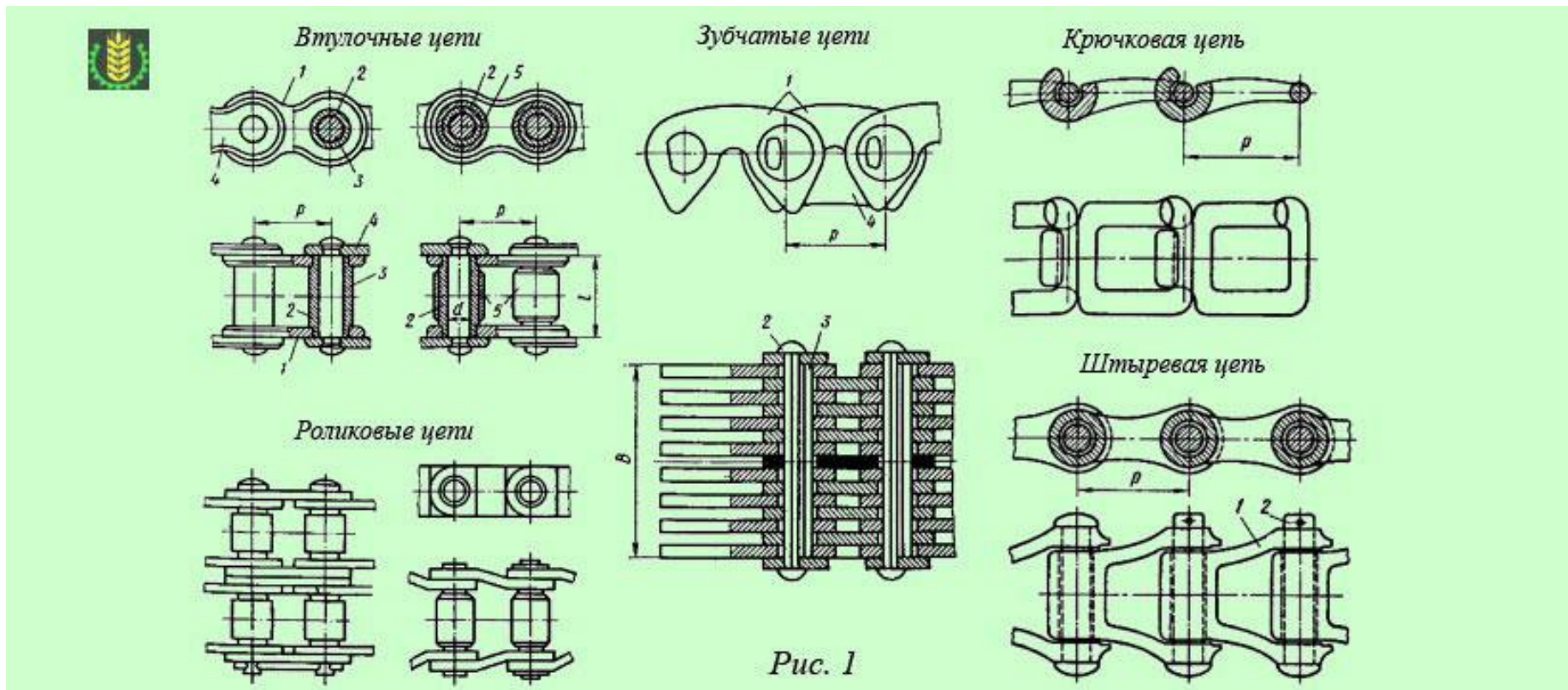
2. Сравнительно быстрое изнашивание шарниров цепи, необходимость применения системы смазывания и установки в закрытых корпусах.

3. Удлинение цепи вследствие износа шарниров и сход ее со звездочек, что требует применения натяжных устройств.

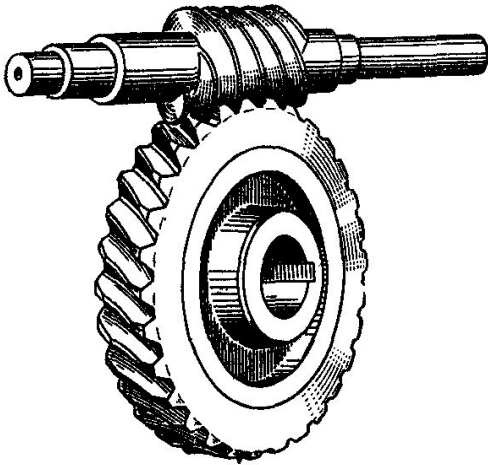
4. По сравнению с зубчатыми передачами цепные передают движение менее плавно и равномерно

Приводные цепи

Приводная цепь – главный элемент цепной передачи – состоит из соединенных шарнирами отдельных звеньев. Помимо приводных бывают **тяговые** и **грузовые цепи**, которые в этом разделе не рассмотрены



ЧЕРВЯЧНАЯ ПЕРЕДАЧА



Червячная передача (Слайд1) относится к передачам зацепления с перекрещивающимися осями валов. Угол перекрещивания обычно равен 90° . Возможны и другие углы, отличные от 90° , однако такие передачи применяют редко.

Движение в червячных передачах преобразуется по принципу винтовой пары или по принципу наклонной плоскости

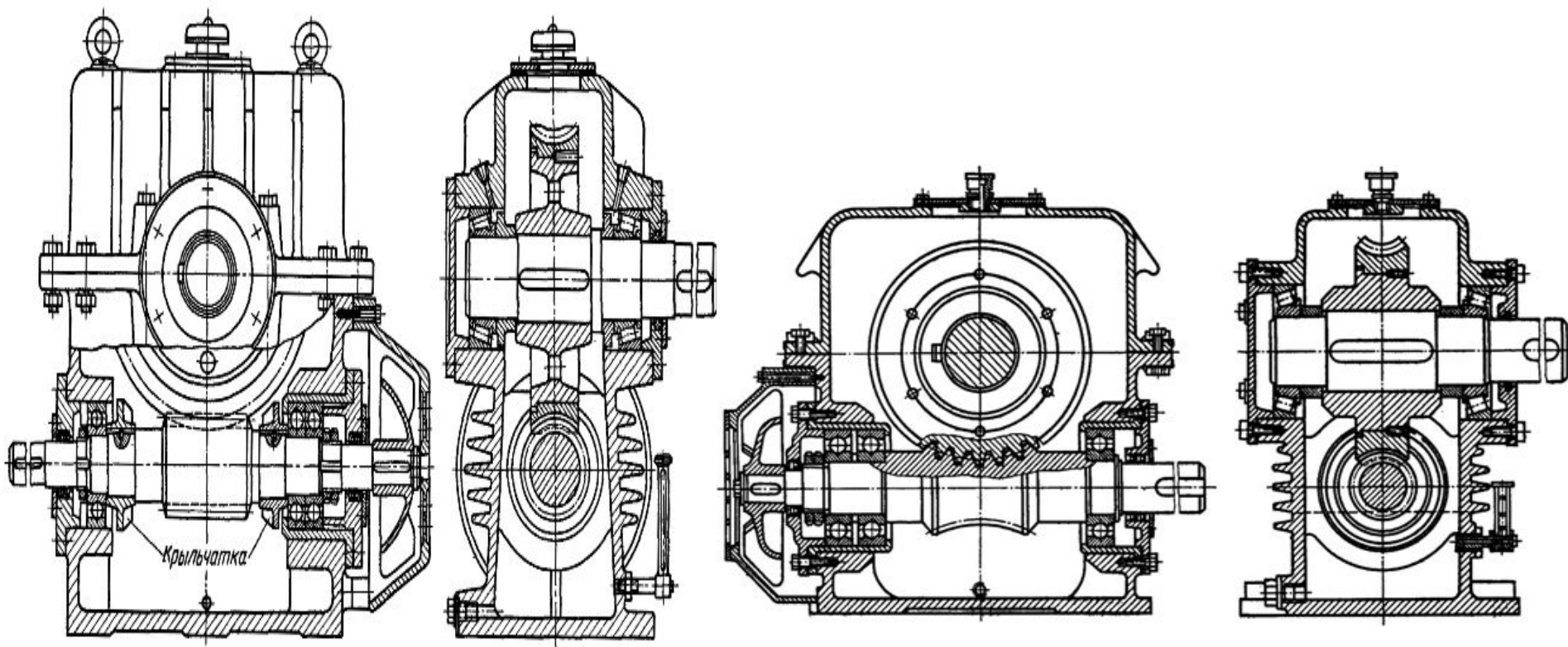
Применение червячных передач

Червячные передачи широко применяют в транспортных и подъемно–транспортных машинах при небольших и средних мощностях (*механизм подъема лифта, лебедки, тали, трансмиссии транспортных машин и др.*), а также с целью получения малых и точных перемещений (*делительные устройства станков, механизмы настройки, регулировки и др.*).

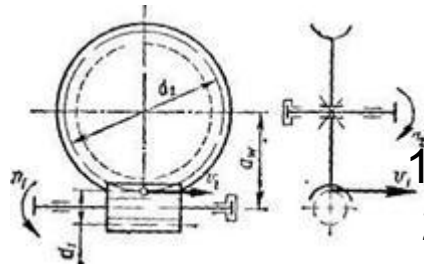
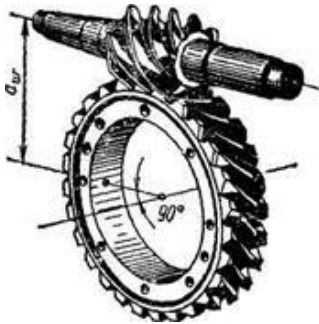
Применение червячных передач для передачи мощности более 200 кВт считается неэкономичным из-за сравнительно низкого *КПД* и необходимости в эффективном охлаждении червячной пары.

Вследствие отмеченных недостатков нерационально применять червячные передачи в условиях непрерывного действия при мощностях более 30 кВт . При работе в повторно–кратковременных режимах они могут оказаться эффективными и при больших мощностях

Различают два основных вида червячных передач: цилиндрические, или просто червячные, передачи (с цилиндрическими червяками) (рис. 2) и глобоидные (с глобоидными червяками) (рис. 3)



Червячные передачи



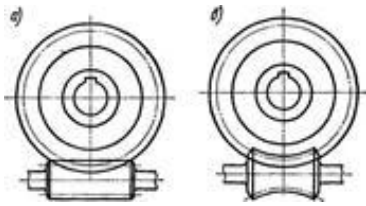
Достоинства:

1. Плавность и бесшумность работы.
2. Компактность и сравнительно небольшая масса конструкции.
3. Возможность большого редуцирования, т. е. получения больших передаточных чисел (в отдельных случаях в несилowych передачах до 1000).
4. Возможность получения самотормозящей передачи, т. е. допускающей передачу движения только от червяка к колесу. Самоторможение червячной передачи позволяет выполнить механизм без тормозного устройства, препятствующего обратному вращению колеса.

Недостатки:

1. Сравнительно низкий К. П. Д. вследствие скольжения витков червяка по зубьям колеса.
2. Значительное выделение теплоты в зоне зацепления червяка с колесом.
3. Необходимость применения для венцов червячных колес дефицитных антифрикционных материалов.
4. Повышенный износ и склонность к заеданию.

Классификация червячных передач



В зависимости от формы внешней поверхности червяка передачи бывают с цилиндрическим (Рис. 1, а, б) или с глобидным (Рис. 1, в) червяком

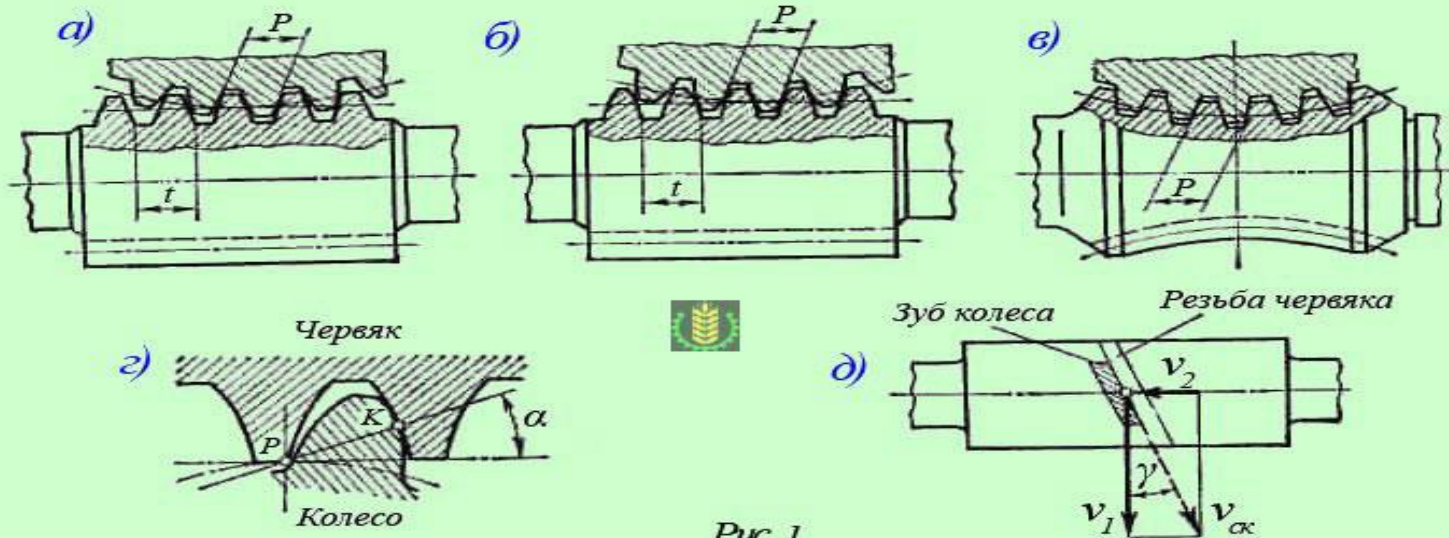


Рис. 1