

Зубчатые передачи

Принцип действия зубчатой передачи основан на зацеплении пары зубчатых колес.

По расположению осей валов различают передачи:

1. *с параллельными осями (которые выполняют с цилиндрическими колесами внешнего или внутреннего зацепления);*
2. *с пересекающимися осями (конические колеса);*
3. *с перекрещивающимися осями (цилиндрические винтовые, конические гипоидные).*

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

Пара зубчатых колёс имеющих одинаковое число зубьев — в этом случае ведущее зубчатое колесо называется шестернёй, а ведомое — колесом.

Зубчатые передачи

Основные преимущества зубчатых передач:

- высокая нагрузочная способность и, как следствие, малые габариты;
- большая долговечность и надежность работы (например, для редукторов общего назначения установлен ресурс $\sim 30\,000$ ч);
- высокий КПД;
- постоянство передаточного отношения (отсутствие проскальзывания);
- возможность применения в широком диапазоне скоростей (до 150 м/с), мощностей (до десятков тысяч кВт).

ОСИ КОЛЕС ПАРАЛЛЕЛЬНЫ



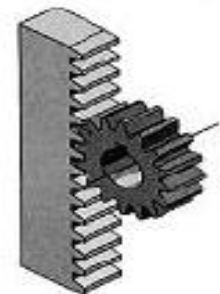
ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ
ПРЯМОЗУБЫМИ
КОЛЕСАМИ



КОСОЗУБЫМИ
КОЛЕСАМИ



ВНУТРЕННЕЕ
ЗАЦЕПЛЕНИЕ



РЕЕЧНАЯ

ОСИ КОЛЕС ПЕРЕСЕКАЮТСЯ



КОНИЧЕСКИЕ
ПРЯМОЗУБЫМИ КОЛЕСАМИ



КРИВОЗУБЫМИ КОЛЕСАМИ



ЦИЛИНДРО - КОНИЧЕСКАЯ

ОСИ КОЛЕС СКРЕЩИВАЮТСЯ



ВИНТОВАЯ

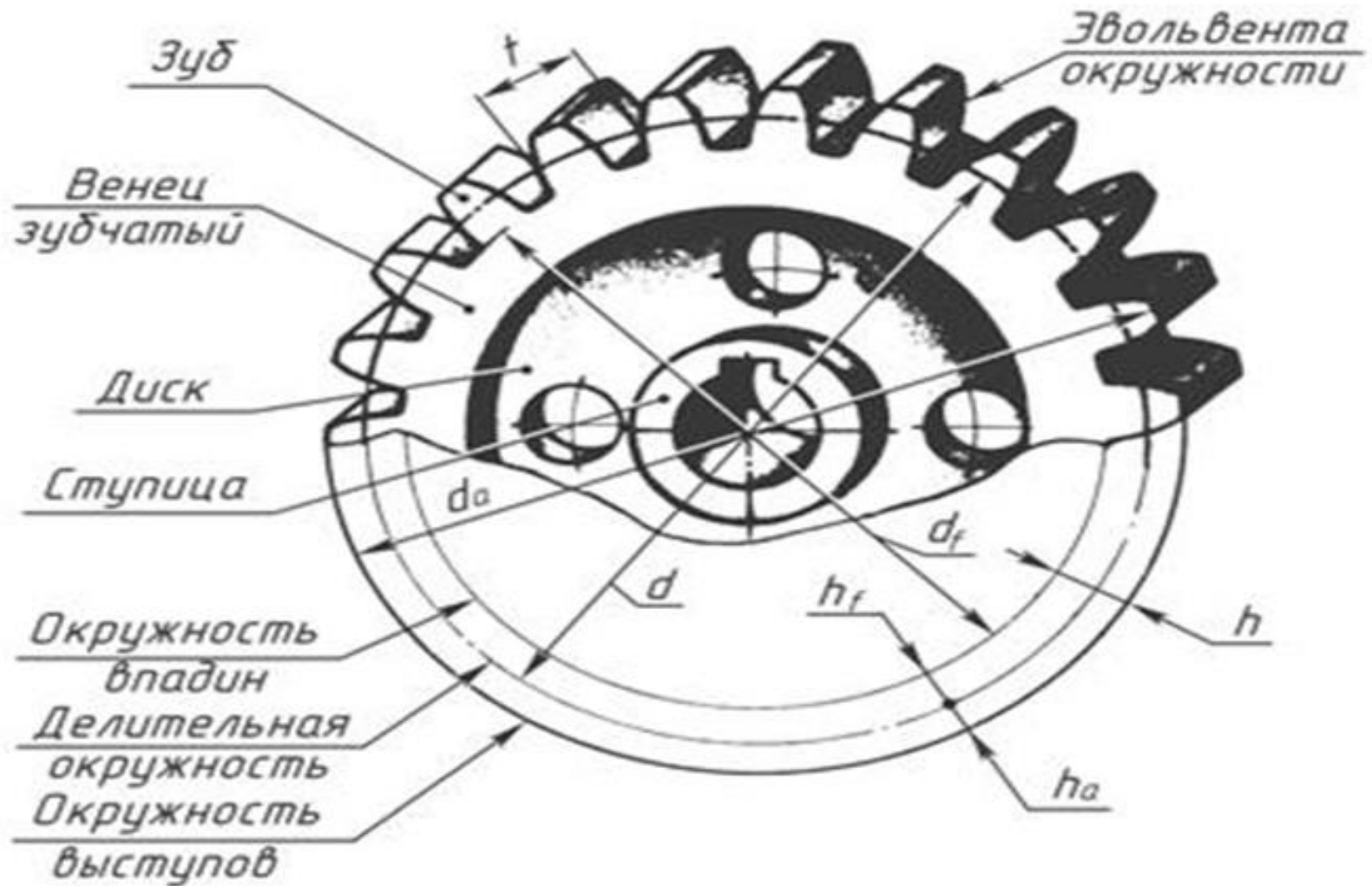


ЧЕРВЯЧНАЯ



ГИПОИДНАЯ

Основные параметры



Основные параметры

Зуб – выступ на звене для передачи движения посредством взаимодействия с выступами на другом зубчатом звене.

Обод (зубчатый венец) – часть зубчатого колеса, на котором расположены зубья.

Ступица – часть зубчатого колеса, предназначенная для соединения колеса с валом или осью.

Диск – часть зубчатого колеса, соединяющая обод со ступицей.

Окружность впадин - это окружность, проходящая по очертаниям впадин, т. е. ограничивающая впадины колеса со стороны тела колеса.

Делительная окружность - окружность зубчатого колеса, на которой шаг и угол зацепления изделия соответственно равны теоретическому шагу и углу зацепления инструмента. Она является базой для измерения зубчатого колеса.

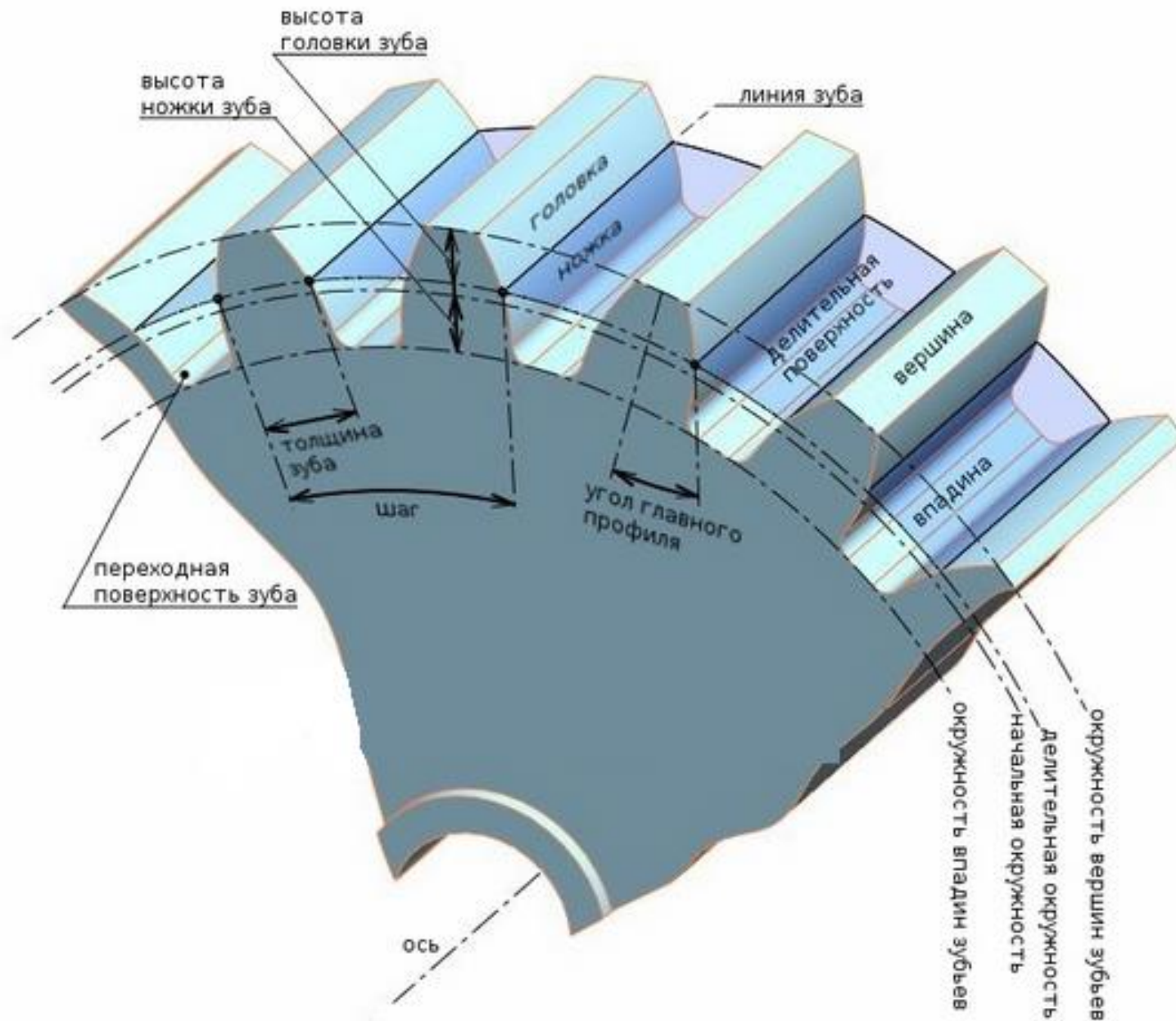
Окружность выступов - это окружность, проходящая по выступам зубьев, т. е. ограничивающая вершины головок зубьев колеса.

Эвольвента окружности - траектория любой точки прямой линии, перекатываемой по окружности без скольжения.

Основные параметры

Модуль	m	ГОСТ-2185-66: 1- ряд: 1; 1,25; 1,6; 2,0; 2,5; 3,15; 4,0; 5,0; 6,3; 8; 10. 2 - ряд: 1,12; 1,4; 1,8; 2,24; 2,8; 3,55; 4,5; 5,6; 7,1; 9; 11,2.
Число зубьев	Z	Целое положительное число
Шаг	p	$p = \frac{\pi d}{z} = \pi m$
Начальный диаметр	d	$d = mZ$
Межосевое расстояние	a	$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = m \cdot \frac{Z_1 + Z_2}{2}$
Высота головки зуба	h_a	$h_a = m$
Высота ножки зуба	h_f	$h_f = 1,25m$
Диаметр выступов	d_a	$d_a = d + 2m$
Диаметр впадин	d_f	$d_f = d - 2,5m$
Передаточное отношение	i	$i = \frac{\omega_A}{\omega_B} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{z_A}{z_B}$

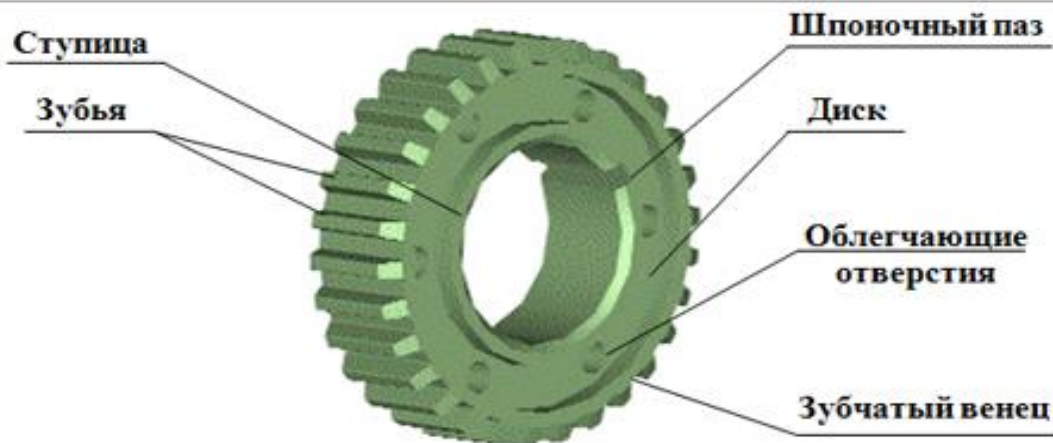
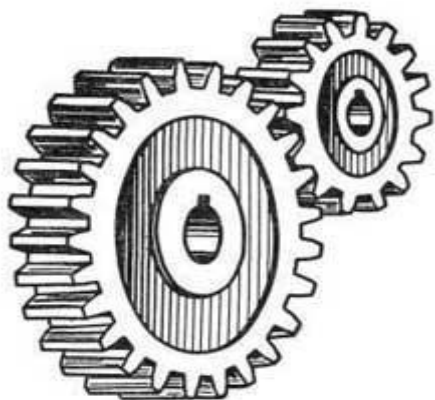
Основные параметры



Прямозубые колёса

Прямозубые колёса — самый распространённый вид зубчатых колёс.

Зубья расположены в радиальных плоскостях, а линия контакта зубьев обеих шестерён параллельна оси вращения. При этом оси обеих шестерён также должны располагаться строго параллельно. Прямозубые колеса имеют наименьшую стоимость, но, в то же время, предельный крутящий момент таких колес ниже, чем косозубых и шевронных.

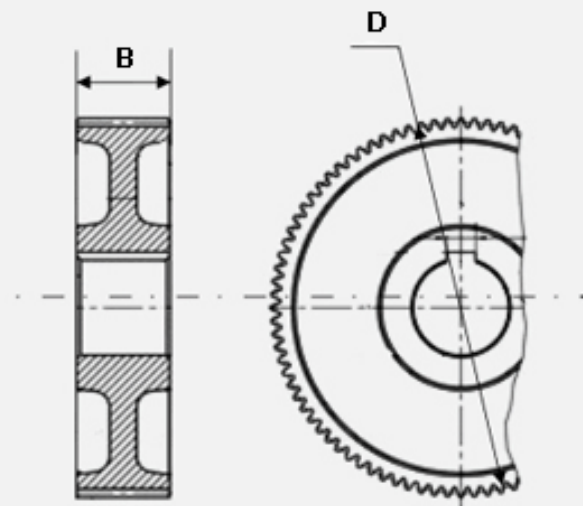


Косозубые колёса

Косозубые колёса являются усовершенствованным вариантом прямозубых. Их зубья располагаются под углом к оси вращения, а по форме образуют часть спирали.



Колесо зубчатое (шестерня)
(эскиз)



D - диаметр
В - ширина

Косозубые колёса

Достоинства:

- зацепление таких колёс происходит плавнее, чем у прямозубых, и с меньшим шумом.
- площадь контакта увеличена по сравнению с прямозубой передачей, таким образом, предельный крутящий момент, передаваемый зубчатой парой, тоже больше.

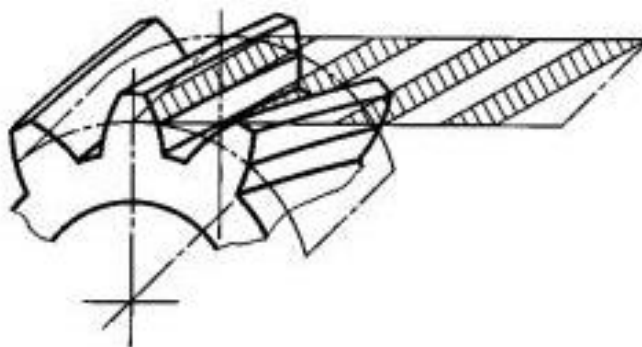
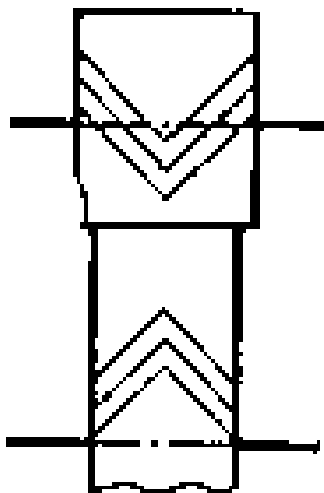
Недостатками косозубых колёс можно считать следующие факторы:

- при работе косозубого колеса возникает механическая сила, направленная вдоль оси, что вызывает необходимость применения для установки вала упорных подшипников;
- увеличение площади трения зубьев (что вызывает дополнительные потери мощности на нагрев), которое компенсируется применением специальных смазок.

В целом, косозубые колёса применяются в механизмах, требующих передачи большого крутящего момента на высоких скоростях, либо имеющих жёсткие ограничения по шумности.

Шевронные колеса

Зубья таких колёс изготавливаются в виде буквы «V» (либо они получаются стыковкой двух косозубых колёс со встречным расположением зубьев). Передачи, основанные на таких зубчатых колёсах, обычно называют «шевронными».



Шевронные колеса

Шевронные колёса решают проблему осевой силы.

Осевые силы обеих половин такого колеса взаимно компенсируются, поэтому отпадает необходимость в установке валов на упорные подшипники.

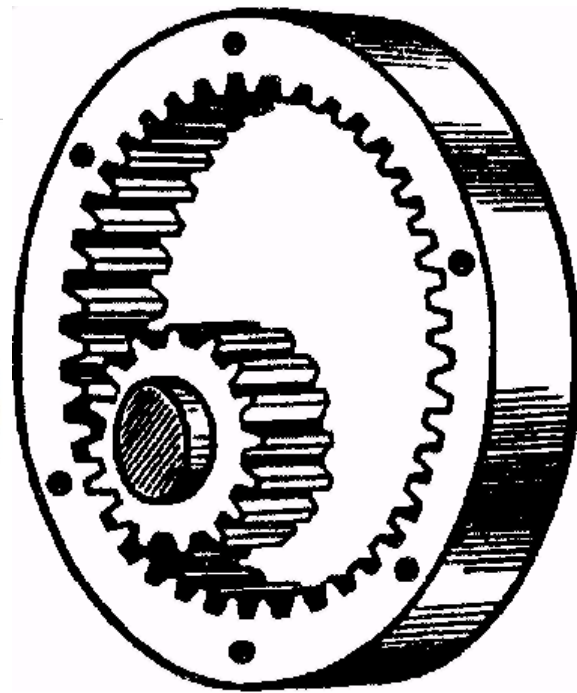
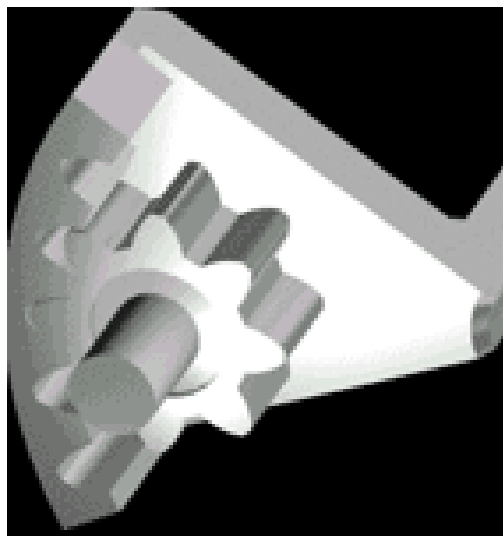
При этом передача является самоустанавливающейся в осевом направлении, по причине чего в редукторах с шевронными колесами один из валов устанавливают на плавающих опорах (как правило — на подшипниках с короткими цилиндрическими роликами).



Передача с внутренним зацеплением

При жёстких ограничениях на габариты, в планетарных механизмах, в шестерённых насосах с внутренним зацеплением, в приводе башни танка, применяют колёса с зубчатым венцом, нарезанным с внутренней стороны.

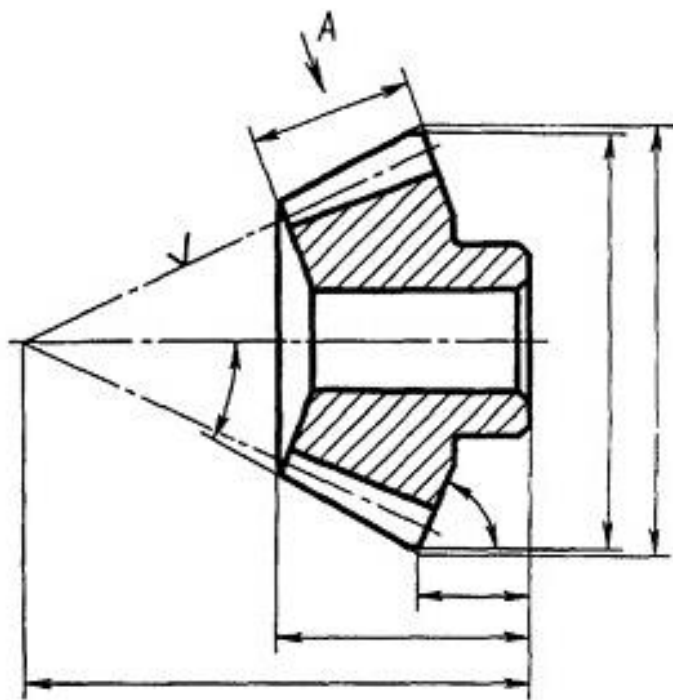
Вращение ведущего и ведомого колеса совершается в одну сторону. В такой передаче меньше потери на трение, то есть выше КПД.



Конические зубчатые колёса

Различают виды конических колёс, отличающихся по форме линий зубьев: с прямыми, тангенциальными, круговыми и криволинейными зубьями.

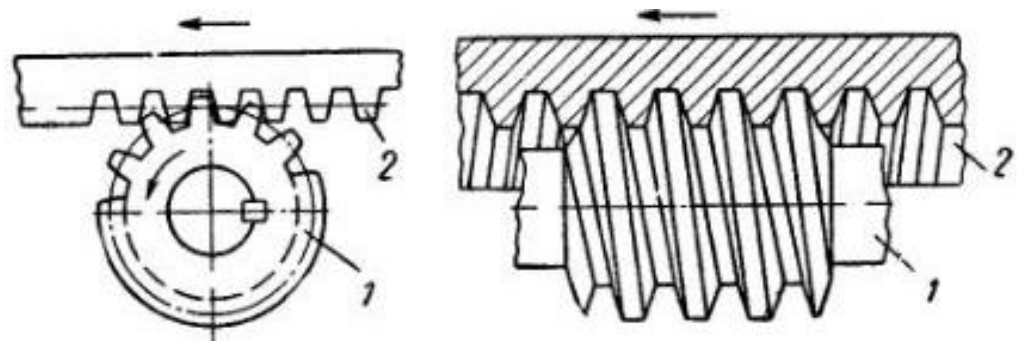
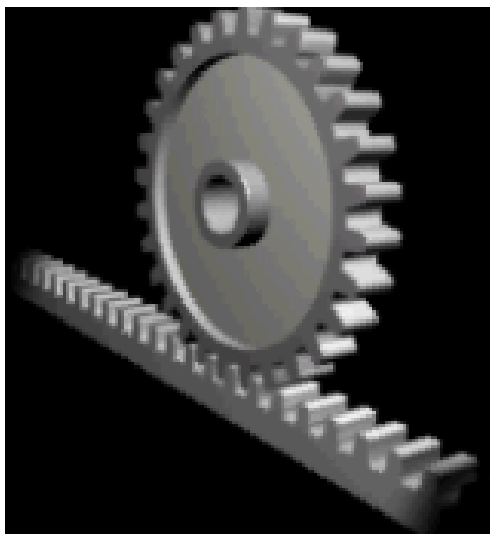
Конические колёса с прямым зубом, например, применяются в автомобильных дифференциалах, используемых для передачи момента от двигателя к колёсам.



Реечная передача

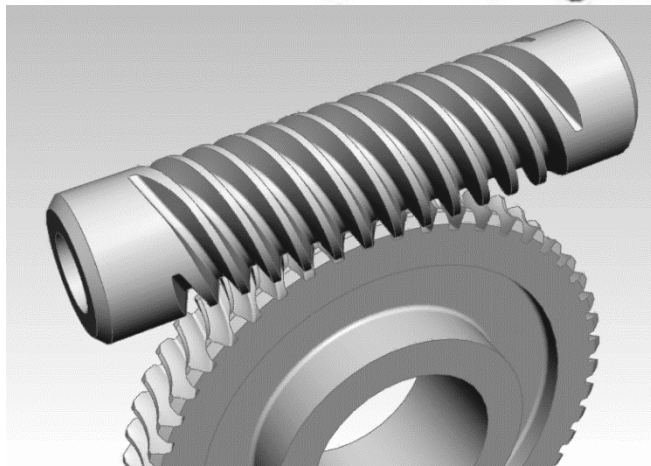
Зубчатая передача рейка-шестерня - частный случай зубчатой передачи, широко используемой в станках и механизмах для передачи вращательного движения и преобразования угловых скоростей и крутящего момента в линейное перемещение.

Зубчато-реечная передача как элемент трансмиссии служит для преобразования вращательного движения (например, вала мотор-редуктора) в поступательное, реже наоборот.

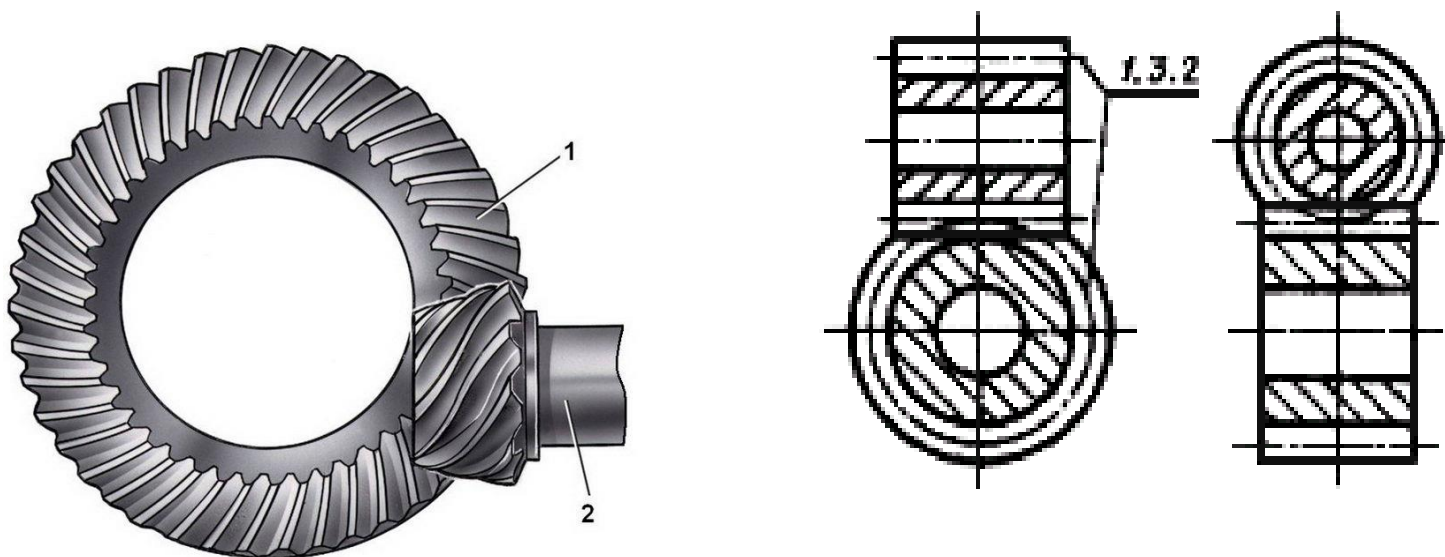


Червячная передача с четырёхзаходным червяком

Червячная передача (зубчато-винтовая передача) — механическая передача, осуществляющаяся зацеплением червяка и сопряжённого с ним червячного колеса. Передача предназначена для существенного увеличения крутящего момента и, соответственно, уменьшения угловой скорости. Ведущим звеном является червяк.



Гипоидная зубчатая передача

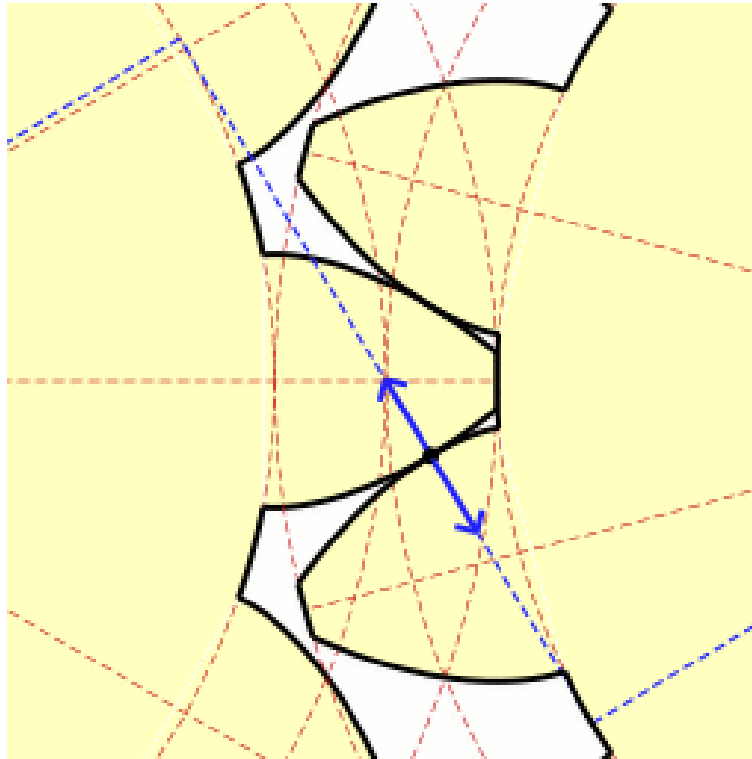


Гипоидная передача: 1—ведомая шестерня, 2—ведущая шестерня

Гипоидная передача (гиперболоидная) — вид винтовой зубчатой передачи, осуществляемой коническими колёсами (с косыми или криволинейными зубьями) со скрещивающимися осями (обычно 90°).

Гипоидная передача имеет смещение по оси между большим и малым зубчатыми колесами. Данный тип передачи характеризуется повышенной нагрузочной способностью, плавностью хода и бесшумностью работы.

В настоящее время наибольшее распространение получили эвольвентные передачи.



Движение точки соприкосновения зубьев с эвольвентным профилем;
слева — ведущее, справа — ведомое колесо