

Общие сведения о зубчатых передачах. Характеристики, классификация и область применения зубчатых передач. Основы теории зубчатого зацепления. Зацепление двух эвольвентных колес.

В зубчатой передаче движение передается с помощью зацепления пары зубчатых колес (рис.1, *а—в*).

Меньшее зубчатое колесо принято называть *шестерней*, большее — *колесом*. Термин «зубчатое колесо» относят как к шестерне, так и к колесу.

Параметрам шестерни приписывают индекс 1, колеса — индекс 2.

Зубчатые передачи — самый распространенный вид механических передач, так как они могут надежно передавать мощности от долей до десятков тысяч киловатт (например, в приводе прокатных

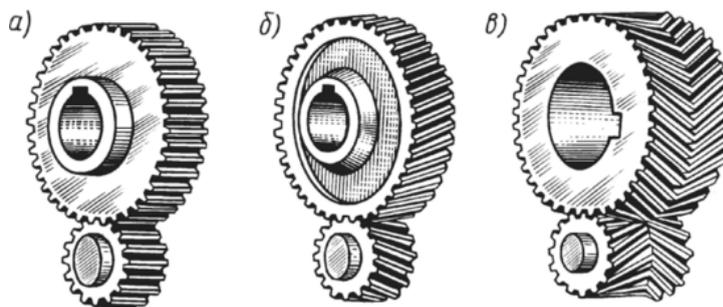


Рис.1. Цилиндрические зубчатые передачи внешнего зацепления станов) при окружных скоростях до 275 м/с (например, в приводе винта вертолета).

Зубчатые передачи широко применяют во всех отраслях машиностроения и приборостроения.

Достоинства зубчатых передач:

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

Недостатки:

- 1. Относительно высокие требования к точности изготовления и монтажа.
- 2. Шум при больших скоростях, который обусловлен ошибками изготовления профиля и шага зубьев.
- 3. Высокая жесткость, не дающая возможность компенсировать динамические нагрузки.

Классификация[^]

1. В зависимости от взаимного расположения геометрических осей валов зубчатые передачи бывают:

цилиндрические — при параллельных осях (см. рис. 1, *а—в*);

конические — при пересекающихся осях (рис. 2, *а, б*)

винтовые — при перекрещивающихся осях (рис. 3). Винтовые зубчатые передачи имеют повышенное скольжение в зацеплении и низкую нагрузочную способность, поэтому применяются ограниченно.

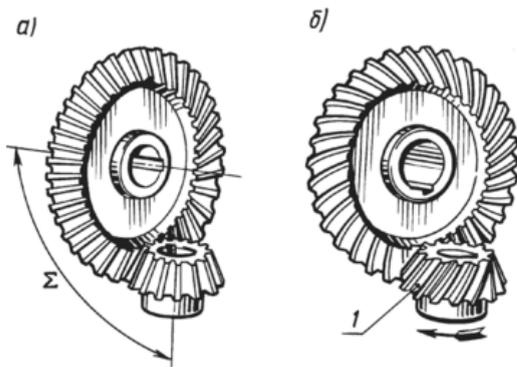


Рис. 2. Конические зубчатые передачи: *а* — прямозубая; *б* — с круговым зубом

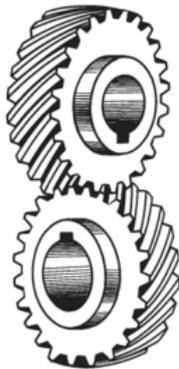


Рис. 3. Винтовая зубчатая передача

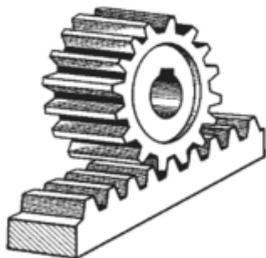


Рис. 4. Реечная передача

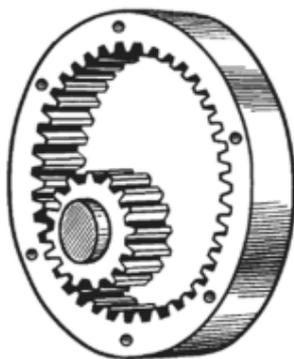


Рис.5. Цилиндрическая прямозубая передача внутреннего зацепления

Для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот применяют реечную передачу (рис.4), которая является частным случаем цилиндрической зубчатой передачи. Рейку рассматривают как зубчатое колесо, диаметр которого увеличен до бесконечности.

Наибольшее распространение имеют цилиндрические зубчатые передачи как наиболее надежные и малогабаритные, более простые в изготовлении и эксплуатации.

2. В зависимости от вида и расположения зубьев на ободке колес различают (см. рис. 1) передачи: прямозубые (а), косозубые (б), шевронные (в) и с круговыми зубьями (см. рис. 2, б).

3. В зависимости от формы профиля зуба передачи бывают: эвольвентные, с зацеплением Новикова и циклоидальные.

Преимущественное применение имеет эвольвентное зацепление, которое было предложено в России Л. Эйлером еще в 1760 г.

В 1954 г. также в России М.Л. Новиков предложил принципиально новое зацепление, в котором профиль зуба очерчен дугами окружностей (см. рис. б). Это зацепление возможно лишь для косозубых передач.

В настоящее время в приборах и часах сохранилось циклоидальное зацепление.

4. В зависимости от взаимного расположения колес зубчатые передачи бывают внешнего (см. рис.1) и внутреннего (рис.5) зацепления.

5. В зависимости от конструктивного исполнения различают закрытые и открытые зубчатые передачи.

В закрытых передачах колеса помещены в пыле- и влагонепроницаемые корпуса (картеры) и работают в масляной ванне (зубчатое колесо погружают в масло на глубину до $1/3$ радиуса).

В открытых передачах зубья колес работают всухую или при периодическом смазывании пластичным смазочным материалом (мазями) и не защищены от воздействия внешней среды.

6. В зависимости от числа ступеней зубчатые передачи бывают одно- и многоступенчатые (см. рис. 7).

7. В зависимости от относительного характера движения осей зубчатых колес различают рядовые зубчатые передачи (см. рис.1, оси зубчатых колес неподвижны) и планетарные (см. рис. 8, оси сателлитов 2 вращаются относительно центральной оси).

Основы теории зубчатого зацепления

Профили зубьев пары колес должны быть сопряженными, т. е. заданному профилю зуба одного колеса должен соответствовать вполне определенный профиль зуба другого колеса.

Чтобы обеспечить постоянство передаточного числа, профили зубьев нужно очертить такими кривыми, которые удовлетворяли бы требованиям основной теоремы зацепления.

Основная теорема зацепления. Для доказательства теоремы рассмотрим пару сопряженных зубьев в зацеплении (рис. 9).

Профили зубьев шестерни и колеса касаются в точке S, называемой точкой зацепления.

Из множества кривых, удовлетворяющих требованиям основной теоремы зацепления, практическое применение в современном машиностроении получила эвольвента окружности, которая:

- а) позволяет сравнительно просто и точно получить профиль зуба в процессе нарезания;
- б) без нарушения правильности зацепления допускает некоторое изменение межосевого расстояния a_w , которое может появиться в результате неточностей изготовления и сборки, деформаций деталей передачи при работе;
- в) обеспечивает высокую точность и долговечность зубьев, малые скорости скольжения точек контакта на поверхностях зацепляющихся зубьев и высокий КПД.

Эвольвента окружности (рис.9). Эвольвентой окружности называют плоскую кривую переменной кривизны, которую описывает точка S прямой NN , перекатываемой без скольжения по окружности радиусом r_b . Эту окружность называют эволютой или *основной окружностью*, а перекатываемую прямую NN — *производящей прямой*.

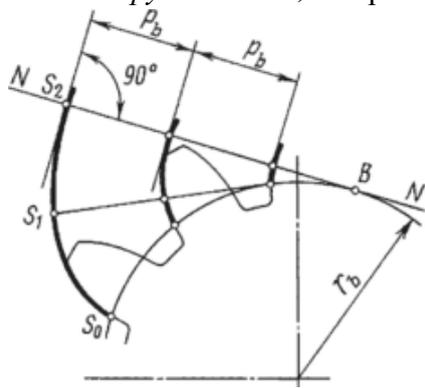


Рис. 9. Схема образования эвольвенты

Характер эвольвентного зубчатого зацепления определяется *свойствами эвольвенты* (см. рис. 9):

1. Производящая прямая NN является одновременно касательной к основной окружности и нормалью ко всем производимым ею эвольвентам.
2. Две эвольвенты одной и той же основной окружности *эквидистанты* (т. е. расстояние между эвольвентами в направлении нормали везде одинаковое).
3. С увеличением радиуса r_b основной окружности эвольвента становится более полой и при $r_b \rightarrow \infty$ обращается в прямую.
4. Радиус кривизны эвольвенты в точке S_2 равен длине дуги S_0B основной окружности. Центр кривизны эвольвенты в данной точке находится на основной окружности.