

Лекция № 6

Планетарные передачи.

Область применения и классификация планетарных передач. Кинематика и геометрические параметры передачи. Проверка условий соосности, соседства и сборки. Силы в зацеплении и КПД передачи, особенности ее расчета.

Планетарными передачами называют механические передачи, имеющие колеса с перемещающимися геометрическими осями (рис. 6.1).

Ведущим в планетарной передаче может быть либо центральное колесо Z_1 , либо водило H . Наиболее распространенная простейшая однорядная планетарная передача состоит из центрального колеса Z_1 с наружными зубьями (солнечное колесо), неподвижного центрального колеса Z_3 с внутренними зубьями и водила H , на котором закреплены оси планетарных колес или сателлитов Z_2 .

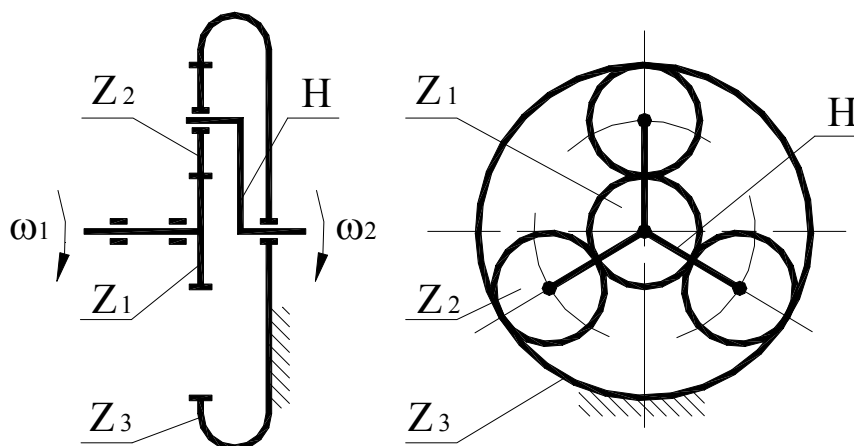


Рис. 6.1. Планетарная передача

Сателлиты обкатываются по центральным колесам и вращаются вокруг своих осей, т.е. совершают движение, подобное движению планет. Водило вместе с сателлитами вращается вокруг центральной оси.

Если в планетарной передаче сделать подвижными все звенья, т.е. оба колеса и водило, то такую передачу называют дифференциалом. При помощи дифференциала одно движение можно разложить на два или два сложить в одно.

ДОСТОИНСТВА, НЕДОСТАТКИ И ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНЕТАРНЫХ ПЕРЕДАЧ

Достоинства:

1. Малые габариты и масса (передача вписывается в размеры корончатого колеса). Это объясняется тем, что мощность передается по нескольким потокам, численно равным числу сателлитов, поэтому нагрузка на зубья в каждом зацеплении уменьшается в несколько раз.

2. Благодаря соосности ведущих и ведомых валов эти передачи удобны для компоновки машин.

3. Планетарные передачи работают с меньшим шумом, чем обычные зубчатые, что связано с меньшими размерами колес и замыканием сил в механизме. При симметричном расположении сателлитов силы в передаче взаимно уравновешиваются.

4. Малые нагрузки на опоры, что упрощает конструкцию опор и снижает потери в них.

5. Планетарный принцип передачи движения позволяет получить большие передаточные отношения при небольшом числе зубчатых колес и малых габаритах.

Недостатки:

1. Повышенные требования к точности изготовления и монтажа передачи.

2. Снижение КПД передачи с ростом передаточного отношения.

Применение:

Планетарную передачу применяют как:

а) редуктор в силовых передачах и приборах;

б) коробку перемены передач, передаточное отношение в которой изменяется путем поочередного торможения различных звеньев (например, водила или одного из колес);

в) дифференциал в автомобилях, тракторах, станках, приборах. Особенно эффективно применение планетарных передач, совмещенных с электродвигателем.

Существует большое количество типов планетарных передач. Выбор типа передачи определяется ее назначением. Наиболее широко в машиностроении применяется однорядная планетарная передача (см. рис. 5.1). Эта передача имеет минимальные габариты. Применяется в силовых и вспомогательных приводах. Максимальный КПД $\eta = 0.96-0.99$ при $u = 1.28-12.5$.

Для получения больших передаточных отношений в силовых приводах применяют многоступенчатые планетарные передачи, представляющие собой последовательное соединение однорядных планетарных передач.

. ПЕРЕДАТОЧНОЕ ОТНОШЕНИЕ

При определении передаточного отношения используют метод остановки водила (метод Виллиса). По этому методу всей планетарной передаче мысленно сообщается дополнительное вращение с угловой скоростью водила ω_H , но в обратном направлении. При этом водило как бы останавливается, а закрепленное колесо освобождается. Получается так называемый обращенный механизм, представляющий собой обычную непланетарную передачу, в которой геометрические оси всех колес неподвижны.

Сателлиты при этом становятся промежуточными (паразитными) колесами, которые не влияют на величину передаточного отношения механизма.

Рассмотрим планетарную передачу, изображенную на рис. 5.1, при передаче движения от колеса Z_1 к водилу H . Для обращенного механизма

$$u' = \frac{\omega_1 - \omega_H}{\omega_3 - \omega_H} = -\frac{Z_1}{Z_3},$$

где $\omega_1 - \omega_H$ и $\omega_3 - \omega_H$ – соответственно угловые скорости колес 1 и 3 относительно водила H; Z_1 и Z_3 – соответственно числа зубьев колес 1 и 3.

Здесь существенное значение имеет знак передаточного отношения. Принято передаточное отношение считать положительным, если в обращенном механизме ведущее и ведомое звенья вращаются в одну сторону, и отрицательным – если в разные стороны. В рассматриваемом обращенном механизме колеса 1 и 3 вращаются в разные стороны.

Для реальной планетарной передачи, у которой в большинстве случаев колесо 3 закреплено неподвижно, колесо 1 является ведущим, а водило H – ведомым, из формулы (5.1) при $\omega_3 = 0$ получим

$$u' = \frac{\omega_1 - \omega_H}{-\omega_H} = -\frac{Z_1}{Z_3}, \text{ или } u = \frac{\omega_1}{\omega_H} = 1 - \frac{Z_1}{Z_3}.$$

Для других видов планетарных передач передаточное отношение определяется таким же методом.

РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ

Расчет на прочность зубьев планетарных передач ведут по формулам обыкновенных зубчатых передач. Расчет выполняют для каждого зацепления. Например, в передаче, изображенной на рис. 5.1, необходимо рассчитать внешнее зацепление колес Z_1 и Z_2 и внутреннее – колес Z_2 и Z_3 . Так как модули и силы в этих зацеплениях одинаковы, а внутреннее зацепление по своим свойствам прочнее внешнего, то при одинаковых материалах колес достаточно рассчитать только внешнее зацепление.

Выбор числа зубьев колес зависит не только от передаточного отношения u , но и от условия собираемости передачи. По этому условию сумма зубьев центральных колес ($Z_1 + Z_3$) должна быть кратной числу сателлитов C (обычно $C = 3-5$).

В планетарных передачах применяются не только цилиндрические, но и конические колеса. Зубья могут быть прямые и косые.