

## **УДК 621.833.4**

# **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПЕРЕДАЧИ РЕЙКА-ШЕСТЕРНЯ НА ОСНОВЕ ЦИКЛОИДНОГО ЗАЦЕПЛЕНИЯ**

Вадим Романович Тупикин

*Студент 5 курса, специалитет*

*кафедра «Металлорежущие станки»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана*

*Научный руководитель: С.К.Руднев*

*Старший преподаватель кафедры «Металлорежущие станки»*

## **Введение**

В большинстве реечных механизмов происходит превращение вращения в поступательное движение. При проектировании оборудования, конструкторам приходится делать сложные расчеты эвольвенты зуба и расстояния от средней линии рейки до оси шестерни. Им на помощь приходят готовые таблицы с нормализованными деталями. Это упрощает процессы расчета, поскольку в большинстве случаев эксплуатации узла с малыми нагрузками берутся стандартные пары.

Передача реечная широко используется в механизмах совершенно разного назначения:

- металлорежущее оборудование;
- термические печи;
- сдвижные ворота;
- кран-балки;
- мостовые краны;
- промышленные роботы;
- станки с ЧПУ.

## **Преимущества и недостатки реечной передачи**

Узлы с зубчатыми рейками считают устаревшими и громоздкими. На самом деле реечная механическая передача представляет собой зубчатое зацепление малой шестерни с сегментом колеса, имеющего бесконечно большой диаметр. Идеальный механизм в настоящее время не изобретен и приходится выбирать передачу, с учетом ее технических характеристик.

## **Недостатки реечной передачи**

Передача обладает рядом недостатков, к ним относят следующие:

- устаревшая технология;
- большой люфт;
- сильный шум;
- маленькая точность перемещений;
- большая погрешность на стыке реек;
- требует высокой точности изготовления;
- из-за попадания грязи быстро изнашивается;
- низкая производительность;
- ограничен спектр применения.

Узел обладает всеми недостатками зубчатых передач. Основное из них, это разрушение зубьев при перегрузе. На ременных передачах, когда нагрузка резка увеличивается, происходит проскальзывание ремня по шкиву. У зубьев нет такой возможности. Шестерни делаются из легированных сталей. Процесс их изготовления сложный, многоступенчатый. Деталь дорогостоящая. Точность изготовления зубчатой рейки выше, чем шестерни. Чем сильнее изгиб линии основания зуба, тем больше погрешность при его нарезании. Механическое взаимодействие двух деталей всегда сопровождается шумом. Частично его снижает смазка. Плавно и тихо работают косозубые и многорядные передачи. Если не будет зазора по эвольвенте, то детали «склеятся» на молекулярном уровне. Зазор нужен для компенсации расширения металла при нагреве. Любое трение сопровождается повышением температуры. Точность перемещения не позволяет полностью автоматически делать различные операции. На старом оборудовании имеется дополнительная точная доводка. В станки ЧПУ вмонтирован электронный контроль координат, который через блок управления выполняет точную настройку координат. При стыке реек используют специальные шаблоны, и погрешность шага зуба минимизируется до допустимого размера. Сборка реечных передач в большинстве случаев остается ручной, многочисленные доводки и подгонки невозможно автоматизировать. Исключения составляют узлы без больших нагрузок с малым перемещением, как например в автомобиле. Наличие большого люфта требует дополнительные затраты на механизмы компенсирующие его.

### **Достоинства реечной передачи**

Реечная передача имеет превосходство перед аналогичными узлами. Это простая конструкция и неограниченная длина перемещения. Тележки ходят сотни метров, поезда километры на тяге реечной передачи. Зубья можно расположить в любом направлении и грязь с них будет опадать сама. Привод можно устанавливать неподвижно, это уменьшает габариты, и вес подвижной части механизма.

### **Применение циклоидального зацепления в реечных механизмах**

Для устранения недостатков зубчатого зацепления, предлагается использоваться циклоидальное зацепление. Циклоидой называется линия, которую описывает точка, закрепленная в плоскости круга, когда этот круг катится (без скольжения) по некоторой прямой. Циклоидное зацепление, образуется зубчатыми колёсами, профили зубьев которых очерчены по гипоциклоиде и эпициклоиде. Эпициклоида получается при перекачивании производящей окружности с радиусом  $r_1$  по внешней стороне направляющей (неподвижной) окружности с радиусом  $r_2$  без скольжения. Гипоциклоида получается при перекачивании производящей окружности по внутренней стороне неподвижной окружности. (рис. 1)

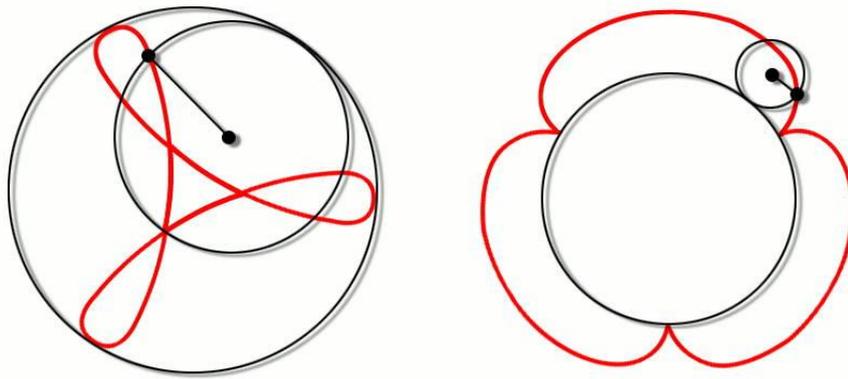


Рис. 1 Гипоциклоида и эпициклоида

Цевочное зацепление - является частным случаем циклоидального зацепления. Одно из колес снабжается цевками(цилиндрами), укрепленными между двумя дисками; другое колеса выполняется как зубчатое. Цевочное зацепление может проектироваться как внешнее и внутреннее.

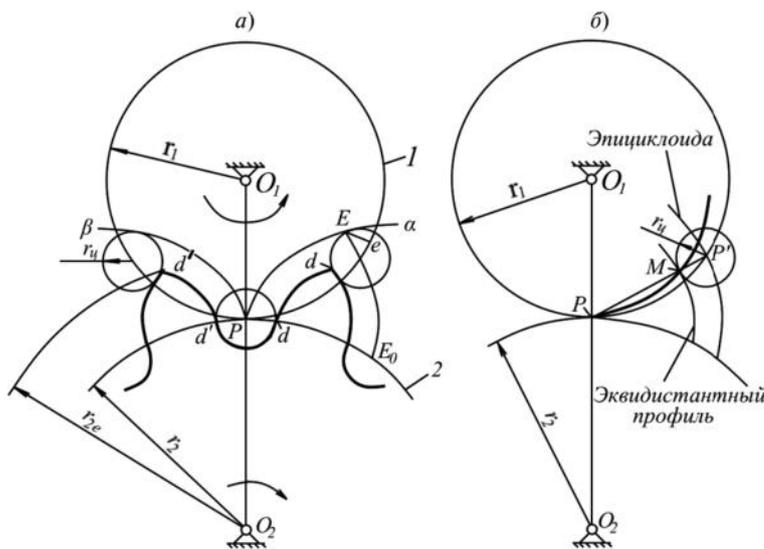


Рис.2 Цевочное зацепление

В цевочном зацеплении вспомогательной центроидой, используемой для образования сопряженных профилей, служит центроида одного из колес передачи — окружность радиусом  $r_1$  на рис.2, а. При перекатывании окружности радиусом  $r_1$ , по окружности радиусом  $r_2$  образуются две ветви эпициклоиды  $P\beta$  и  $P\alpha$ . Профилями зубцов являются: а) точка  $P$ , жестко связанная с колесом 1; б) кривые  $P\beta$  и  $P\alpha$ , жестко связанные с колесом 2. Для реального использования такие профили непригодны и вместо них применяются: а) окружность радиусом  $r_{ц}$ ; б) кривые  $d-d$  и  $d'-d'$ , эквидистантные соответствующим ветвям эпициклоиды. При теоретических профилях линией зацепления является дуга окружности радиусом  $r_1$ . При указанных (на рис.2,а) направлениях вращения колес и ведущем звене (колесе 1) рабочим участком линии зацепления является дуга  $PE$  ( $E$  — крайняя точка профиля зубцов колеса 2. При профилях, эквидистантных теоретическим, линией зацеплений служит кривая  $PM$  (рис.2, б).

### **Достоинства цевочного зацепления**

- малая чувствительность к загрязнению
- простота конструкции,
- меньшая стоимость изготовления,
- значительные передаточные числа,
- удобства при монтаже,
- эксплуатации и ремонте
- нулевой люфт
- высокая кинематическая точность

### **Недостатки цевочного зацепления**

- нельзя изменять межцентровое расстояние и вообще менять колеса в парах
- чувствительность к изменению межосевого расстояния.

### **Вывод**

Использование цевочного зацепления считается очень выгодным, поскольку это многообещающая технология, действующая в области промышленности. Преимуществами циклоидального зацепления по сравнению с эвольвентным зацеплением являются:

- Меньший износ рабочих профилей зубьев и цевок благодаря меньшим коэффициентам скольжения. Также благодаря им уменьшается усталостное выкрашивание, из-за профиля рейки и цевок уменьшается количество задиров на зубьях, что в свою очередь приводит к повышению срока службы.

- Более плавная и бесшумная работа благодаря профилю зубьев.

- Отсутствие люфта, из-за того, что в зацеплении с рейкой находятся сразу 3 цевки, что позволяет мгновенно менять направление вращения.

### **Литература**

1. *Литвин Ф. Л.*, Проектирование механизмов и деталей приборов, Л., 1973.