

ПРОФИЛИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

Хиляс А.В., Марченко Е.С.
Научный руководитель - Волчкова И.В

Сибирский федеральный университет

В современном машиностроении и приборостроении наиболее распространенным типом механических передач являются зубчатые. Зубчатые передачи предназначены для передачи движения с соответствующим изменением угловой скорости и момента по величине и направлению. В этих передачах движение передается с помощью зацепления пары зубчатых колес.

Зубчатые передачи могут быть с эвольвентным зацеплением или зацеплением Новикова.

Эвольвентное зацепление – это зубчатое зацепление, в котором профили зубьев очерчены по эвольвенте окружности (рис.1).

Эвольвента – это геометрическое место точек прямой, катящейся без скольжения по окружности.

Общая нормаль, проведенная через точку касания профилей зубьев, всегда проходит через одну и ту же точку на линии, соединяющей центры зубчатых колёс, называемую **полюсом зацепления**.

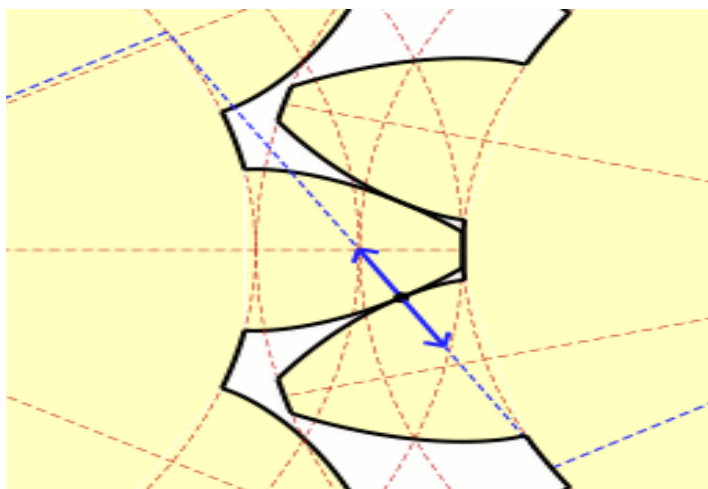


Рис.1. Эвольвентное зацепление.

Преимущества зубчатых передач с эвольвентным зацеплением:

- общая нормаль к профилям зубьев не меняет своего положения при изменении точки контакта. Благодаря этому обеспечиваются минимальные динамические нагрузки по сравнению с другими видами зацеплений;
- эвольвентное зацепление нечувствительно к небольшому изменению межосевого расстояния, что удешевляет изготовление корпусных деталей;
- для нарезания эвольвентных зубчатых колес можно применять простой инструмент с прямолинейной режущей кромкой;

- при изготовлении колес путем простого смещения инструмента можно добиваться новых положительных свойств.

К недостаткам эвольвентного зацепления можно отнести:

- при внешнем зацеплении колес в контакте участвуют выпуклые профили, что увеличивает контактные напряжения и износ зубьев;
- недостаточная несущая способность зубьев из-за малой кривизны рабочих поверхностей, сравнительно высокие потери, связанные с наличием трения скольжения;
- имеет ограничения по величине передаточного отношения для одной ступени.

Эвольвентное зацепление получило преимущественное применение в машиностроении. Колёса с эвольвентным профилем (рис. 2) могут быть нарезаны одним инструментом, независимо от числа зубьев и так, чтобы каждое эвольвентное колесо могло входить в зацепление с колёсами, имеющими любое число зубьев. Профиль зубьев инструмента может быть прямолинейным, удобным для изготовления и контроля. Эвольвентное зацепление может быть улучшено корригированием. Кроме эвольвентного зацепления, в часовых механизмах и некоторых др. приборах применяют циклоидальное зацепление, работающее с меньшими потерями на трение и позволяющее применять зубчатые колёса с малым числом зубьев, но не обладающее указанными достоинствами эвольвентного зацепления.

Зубчатые передачи с эвольвентным зацеплением нашли широкое распространение. Это зацепление применяется в волновых передачах. В планетарных механизмах авиационных двигателей находят применение эвольвентные колеса с асимметричным профилем зубьев.



Рис. 2. Шестерня с эвольвентным зацеплением.

С целью повышения несущей способности зубчатых передач в 1954 году М.Л.Новиков разработал новый способ зацепления Новикова образования сопряженных поверхностей для различных видов зубчатых передач с параллельными, пересекающимися и перекрещивающимися осями (рис. 3). Новиков предложил перейти от линейного контакта поверхностей к точечному. При этом профили зубьев в торцевом сечении могут быть не взаимогнбаемыми кривыми и их можно выполнять как выпуклый и вогнутый профили с малой разностью кривизны. В передаче с параллельными осями линия зацепления является прямой линией параллельной осям колес.

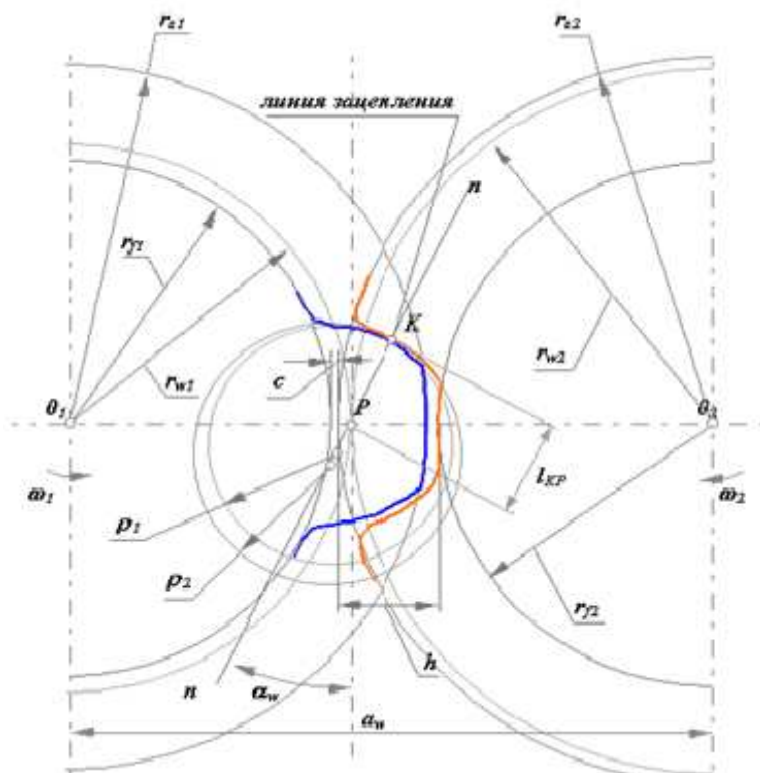


Рис. 3. Зацепление Новикова.

М.Л. Новиков энергично пропагандировал свои идеи на научных форумах и заводских КБ. Все это питало дух соревновательности, и считалось всеми полезным для всех направлений. Высокая нагрузочная способность колес, полученная М.Л. Новиковым в лаборатории ВВИА им. Жуковского вызвала сомнения у многих ведущих специалистов зубчатых передач.

Доктор т.н. А.И. Петрусевич, ознакомившись с результатами работ М.Л. Новикова, горячо поддержал его. Вслед за ним сменили сомнения на заинтересованность и другие ведущие специалисты.

Доктор т.н. С.Л. Иванов признает, что зацепление Новикова стало существенным шагом вперед и позволило в свое время существенно повысить контактную прочность зубчатых передач, но говорить о нем как о панацее вряд ли возможно. С.Л. Ивановым сказано также: «Несомненно, зацепление Новикова имеет право на существование, и при определенных условиях все, что было заложено, будет работать».

Преимущества зубчатых передач с зацеплением Новикова:

- повышенная контактная прочность зубьев за счет использования зацепления вогнутого профиля с выпуклым;
- перекрытие в передачах Новикова обеспечивается только за счет осевого перекрытия, поэтому высота зубьев может быть достаточно малой, что обеспечивает высокую изгибную прочность зубьев (в целом, по приблизительным оценкам, нагрузочная способность передач Новикова в 1,5 - 2 раза выше, чем косозубых эвольвентных передач с одинаковыми размерами);
- точечное зацепление (пятиподвижная кинематическая пара) обеспечивает в передачах с зацеплением Новикова меньшую чувствительность к монтажным погрешностям.

К недостаткам передач Новикова можно отнести:

- более сложную технологию изготовления, за счет использования инструмента с профилями криволинейной конфигурации;
- наличие значительных осевых нагрузок на подшипники из-за использования винтовых зубьев с большими углами подъема винтовой линии;
- склонность зубьев винтовых колес к излому у торца при входе в зацепление.

Зацепление Новикова получило преимущественное применение в машиностроении (рис. 4), проектирование тяжёлых тихоходных машин, таких как трактора и танки, в авиационной промышленности. Известны примеры использования передач Новикова **в ответственных редукторах** приводов **вертолетов** как отечественных (например, КА-126), так и зарубежных.



Рис. 4. Шестерня с зацеплением Новикова.

В горной промышленности при бурении необходимы высокая нагрузочная способность, поэтому применяют редукторы с зацеплением Новикова (рис. 5).

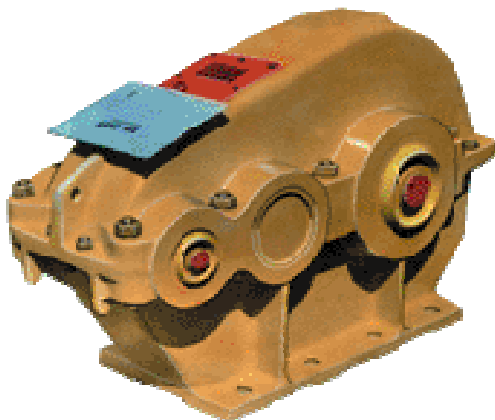


Рис. 5. Двухступенчатый редуктор с зацеплением Новикова с двумя линиями зацепления.

Таким образом можно сказать, что и у эвольвентного зацепления и у зацепления Новикова есть свои преимущества и недостатки. Каждое из зацеплений нашло свое применение в промышленности в зависимости от условий эксплуатации и нагрузочной способности тех или иных машин и механизмов.

