

## ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗУБООБРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ ГИБКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

Д.А.Шторг, студент гр. МРб-121, IV курс  
Научный руководитель: И.В.Кулак, старший преподаватель  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Современный этап развития машиностроения характеризуется повышением экологических и научно-технических требований к производству. Решением данных проблем является полная или же частичная автоматизация производства. Главным требованием автоматизации производства является повышение его гибкости, то есть увеличение возможности переналадки на изготовления различного вида изделий без остановки производства.

Эта задача решается внедрением на производство гибких производственных систем (ГПС), представляющих собой совокупность в разных сочетаниях оборудования с ЧПУ (числовое программное управление), роботизированных комплексов, гибких производственных модулей, отдельных единиц технологического оборудования и систем обеспечения их функционирования в автоматическом режиме в течении заданного времени, обладающая свойствами автоматизированной переналадки при производстве изделий произвольной номенклатурой.

Среди прочих операций металлообработки, реализуемой в условиях ГПС одной из важных является обработка зубчатых колес различными методами.

В настоящее время зубчатые колеса нарезают в основном двумя методами: методом копирования и методом обката или огибания.

При нарезании зубчатых колес методом копирования применяют инструмент, режущие кромки которого имеют очертание, соответствующее контуру впадины нарезаемого зубчатого колеса. В качестве такого инструмента используют модульные фрезы (дисковые или концевые) (рис. 1) или же фасонные резцы.

Обработка производится либо одним инструментом (поочередно каждую впадину), либо несколькими одновременно по числу впадин.

### Недостатки метода копирования:

- Для обработки каждого зубчатого колеса с определенным числом зубьев и модулем требуется инструмент специального профиля, поскольку профиль зависит от модуля и числа зубьев. На практике пользуются набором модульных фрез (в8 шт., более точные наборы в15 и реже в26 шт.) для каждого модуля; причем каждая фреза набора предназначена для нарезания колес с числом зубьев в определенном диапазоне их значений.

- Точность нарезания зубчатых колес невысока, так как помимо погрешности, обусловленной неточностью работы делительного механизма, неизбежны погрешности, вследствие неточности инструмента.

Обычно для зубчатых колес применяют модульные дисковые фрезы, а для особенно больших зубчатых колес – фасонные пальцевые фрезы. С увеличением числа зубьев кривые эвольвенты зуба изменяются и приближаются к прямой линии, а при колесе с бесконечно большим количеством зубьев – рейке; эвольвента превращается в прямую линию.

При точном нарезании колес с числом зубьев от 12 до 300 одного модуля необходимо 288 фрез с различным профилем их зубьев. Такое количество фрез для колес только одного модуля иметь дорого и трудно, поэтому в зависимости от точности нарезания ограничиваются комплектом из 3, 8, 15 или 26 фрез вместо 288.

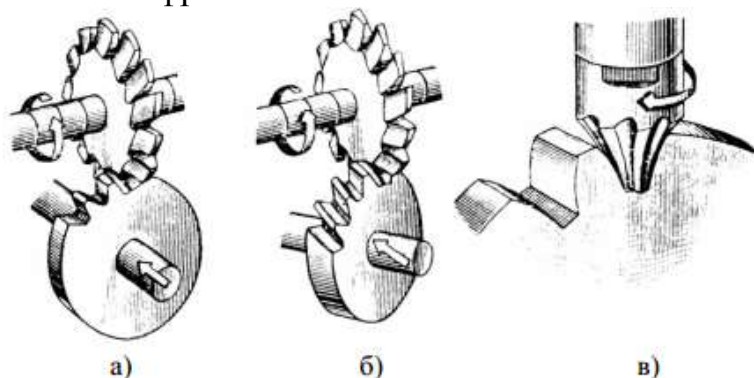


Рис. 1 Схема нарезания зубчатых колес методом копирования:

а – дисконной модульной фрезой цилиндрического колеса с прямыми зубьями; б – дисконной модульной фрезой цилиндрического колеса с винтовыми зубьями; в – пальцевой модульной фрезой цилиндрического колеса с прямыми зубьями.

Одним из основных способов зубообработки методом обката является фрезерование зубьев цилиндрических колес червячными фрезами. Червячная фреза представляет собою червяк, имеющий профиль осевого сечения винтовых ниток и продольные канавки, образующие режущие зубья рейки.

Таким образом, режущая часть червячной фрезы представляет собой как бы несколько зубчатых реек, наложенных на винтовые поверхности продольных канавок, представляющих собой поверхность передних граней зубьев фрезы.

Зубчатая рейка, как известно, дает правильное зацепление с эвольвентными колесами любого числа зубьев, поэтому червячная фреза может одинаково точно нарезать колеса с любым числом зубьев (того же модуля и угла зацепления). В этом заключается большое преимущество нарезания зубьев колес червячной фрезой.

В процессе нарезания червячная фреза и нарезаемое колесо находятся в состоянии относительного движения зацепления. Резание же при этом происходит при помощи нескольких (по числу продольных канавок фрез)

режущих зубчатых реек, вращающихся и двигающихся поступательно в соответствии с вращением нарезаемого колеса (рис. 2)

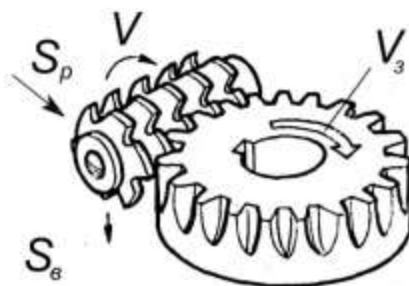


Рис. 2. Схема нарезания зубчатых колес червячной фрезой.

Прогрессивным методом в условиях серийного и крупносерийного производства является применение высокоскоростной обработки с использованием твердосплавных инструментов, что позволяет сократить время обработки и перейти на «сухую» обработку без применения смазочно-охлаждающих жидкостей.

В настоящее время в условиях мелкосерийного производства процессы лезвийной обработки (фрезерование, протягивание и др.) вытесняются прогрессивной схемой профильного глубинного шлифования. Как показывает анализ, эта схема имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной. При замене зубофрезерования на глубинное шлифование в условиях мелкосерийного производства происходят изменения в структуре затрат. Очевидно, что улучшение технологических показателей процесса сопровождается повышением экономических показателей обработки. Себестоимость затрат, а также структура затрат в приведенных примерах технико-экономически обосновывают целесообразность выбора глубинного шлифования.

Резервы эффективности технологии глубинного шлифования связаны также с совершенствованием характеристик абразивного и правящего инструмента, способов шлифования, правки и подачи СОЖ к абразивному кругу. Принципиально новым этапом развития, радикально повышающим эффективность обработки ответственных деталей является использование скоростного и высокоскоростного глубинного шлифования.

На выбор того или иного метода зубообработки в условиях ГПС решающее влияние на принятие решения будет влиять совокупность факторов, таких как, технологические возможности оборудования, входящего в состав ГПС, номенклатура деталей и тип производства. Лишь учет всей совокупности факторов при принятии технологических решений позволит наиболее эффективно использовать существующее оборудование, достичь оптимальной производительности производственной системе и минимизировать затраты на производство.

### Список литературы:

1. Проектирование операций нарезания прямозубых цилиндрических зубчатых колес. Ю.Н. Иванкин. – Пермь: Изд-во Пермь. гос. техн. ун-та, 2008. – 69 с.
2. Механическая обработка зубчатых колес : учебное пособие/ В. И. Жиганов, Ю. А. Сахно, В. В. Демидов, Е. Ю. Сахно. –Ульяновск: УлГТУ, 2011. – 134 с.
3. В.А. Медведев, В.П. Вороненко, В.Н. Брюханов. Технологические основы гибких производственных систем: учебник для машиностроительных спец. вузов.- М: Высшая школа, 2000. – 256с.
4. Брылев, Д. Леонов. Экономическая целесообразность глубинного шлифования. Научно-технический журнал «Двигатель» №2 (20) март-апрель 2002.