

УДК 377**ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ ЗУБООБРАБОТКИ В УСЛОВИЯХ
ГПС**

Киренберг Е.А., студент гр. МРб-201, IV курс
Научный руководитель: Трусов А.Н., к. т. н. доцент
Кузбасский государственный технический университет
Имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Основные сведения

Современные достижения в сфере обработки зубьев зубчатых колес привели к разработке передовых технологий, направленных на увеличение эффективности и точности процесса обработки. Эти инновационные методы играют ключевую роль как в улучшении производительности процесса, так и в повышении долговечности зубчатых колес, применяемых в разнообразных отраслях, таких как автомобильная, аэрокосмическая и производственная индустрии.

Развитие методов обработки зубчатых колес имеет стратегическое значение для обеспечения высокой точности и качества изготовления, повышения эффективности производства, гарантирования надежности и долговечности механизмов, достижения экономической выгоды, стимулирования инноваций и технологического прогресса в области машиностроения. Эти инженерные подходы способствуют оптимальной работе оборудования, сокращению издержек производства и способствуют общему прогрессу в отрасли.

В условиях гибких производственных систем (ГПС) зубчатые колеса могут быть получены как с использованием метода копирования, так и с применением метода обката. Гибкость производственных систем позволяет выбирать оптимальный метод в зависимости от требований производства.

Метод копирования

Для изготовления зубчатых колес с определенным профилем зубьев используется метод копирования, который позволяет точно воспроизвести форму зубьев. Основным принцип заключается в передаче формы зубьев с помощью специального инструмента, который называется мастер-зубцом или шаблоном. Этот инструмент имеет желаемый профиль зубьев, который затем копируется на рабочей заготовке.

Шаблон с нужным профилем устанавливается рядом с рабочей заготовкой, чтобы движение шаблона было передано на нее. Это движение позволяет вырезать или формировать зубчатые поверхности на заготовке так, чтобы точно повторить форму шаблона.

Метод копирования при создании зубчатых колес представлен на рисунке 1, где показаны различные способы создания зубчатых поверхностей: а) - нарезание прямозубого колеса модульной дисковой фрезой; б) - нарезание косозубого колеса модульной дисковой фрезой; в) - нарезание зубьев цилиндрического прямозубого колеса модульной пальцевой фрезой.

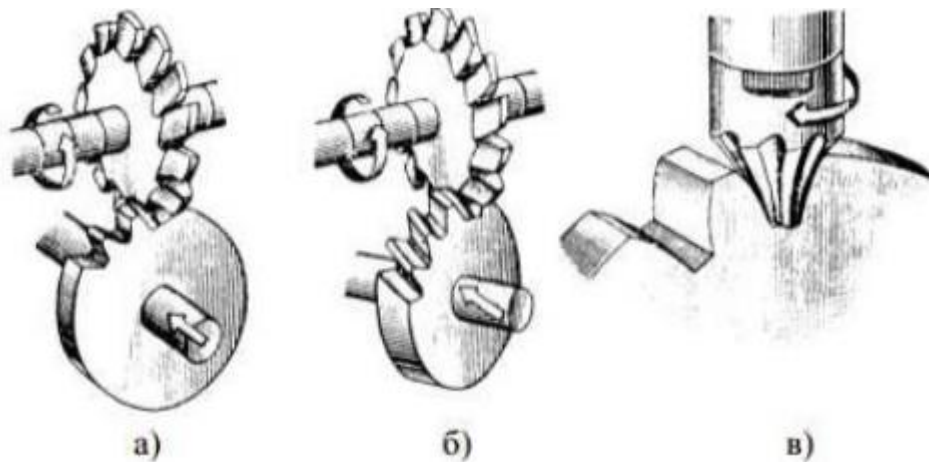


Рисунок 1 – Процесс создания зубчатых колес методом копирования.

Метод копирования обладает неоспоримыми преимуществами, главным среди которых является высокая точность воспроизведения профиля зубьев, обеспечивающая эффективное функционирование зубчатых колес. Он базируется на использовании шаблона или мастер-зубца, что позволяет точно воспроизвести форму зубьев на каждом изготовленном колесе. Этот метод не требует сложного оборудования и специализированных навыков, поэтому его можно применять в различных производственных условиях.

Однако следует учитывать и недостатки метода копирования. Например, шаблон должен соответствовать желаемой форме зубьев, что ограничивает возможности создания колес с нетипичными формами зубцов. Кроме того, процесс передачи формы зубьев на рабочую заготовку с использованием шаблона может занимать больше времени, чем альтернативные методы производства зубчатых колес. Поскольку шаблон используется для создания нескольких колес, он подвержен износу, что может сказаться на качестве и точности последующих произведенных изделий.

В целом, хотя метод копирования является простым и надежным способом производства стандартных зубчатых колес с высокой точностью, его применимость может быть ограничена в случае нестандартных конструкций или при больших объемах производства.

Метод обкатки

Метод обкатки - это более эффективный подход к созданию зубчатых поверхностей, который использует движение пары взаимосвязанных элементов передачи. При проведении процесса обкатки зубчатых колес специальный инструмент и заготовка имитируют движение элементов передачи. Инструмент разрабатывается такой конструкции, чтобы его режущие поверхности следовали по контуру зубьев целевой обрабатываемой поверхности. В ходе взаимодействия заготовки и резца для обкатки, режущая поверхность инструмента вырезает металл из заготовки, формируя на ней новые зубья. Таким образом, метод обкатки обеспечивает эффективное производство высокоточных зубчатых колес различных конфигураций путем согласованного движения заготовки и инструмента.

Главным преимуществом данного метода является повышенная продуктивность, то есть возможность получить требуемое качество зубчатых колес за более короткий промежуток времени в сравнении с предыдущим способом. Однако этот метод также имеет недостатки: сложно обеспечить высокую точность размеров шестерен при использовании процесса обкатки. Часто после обкатки необходимо проводить дополнительную отделку поверхности зубчатых колес для улучшения качества получаемых поверхностей.

Метод обкатки включает различные способы создания зубчатых поверхностей. Наиболее перспективными являются: фрезерование червячной фрезой, зубодолбление, зуботочение.

Фрезерование зубьев на поверхности колес с использованием червячных фрез - это один из методов обработки, применяемый для формирования зубьев на колесе. В этом процессе специальные инструменты, известные как червячные фрезы, используются для создания зубьев с высокой степенью эффективности. Червячные фрезы обладают спиральной формой, что обеспечивает последовательное формирование зубьев. Такой подход к обработке поверхности колеса позволяет обрабатывать сразу несколько зубьев за один поворот фрезы. При фрезеровании зубьев цилиндрических колес червячными фрезами осуществляется точное управление процессом, что позволяет достичь желаемого профиля, глубины и ширины зубьев на поверхности колеса. Этот процесс включает подачу инструмента к

поверхности детали с одновременным вращением, как детали, так и фрезы, обеспечивая оптимальное формирование зубьев.

При выполнении нарезки зубьев червячной фрезой (см. рисунок 2, I) она исполняет движение подачи в сторону, указанную стрелкой В, а также вращается, в сторону, указанной стрелкой А. В это же время происходит вращение обрабатываемой детали вокруг своей оси. При сочетании движений фрезы и обрабатываемой заготовки происходит формирование профиля зубцов шестерен в соответствии с формой, описанной движением фрезы (см. рисунок 2, II). Эвольвентные силуэты зубцов шестерен формируются путем обтекания различных положений режущих поверхностей червячной фрезы.

Другим способом создания зубчатых поверхностей является применение долбяка. Форма зубьев этого инструмента специально создана для обеспечения эффективного процесса резания. Для того чтобы создать зубья на долбяке, необходимо осуществлять возвратно-поступательное движение по направлению, указанному стрелкой Н (см. рисунок 3, III). При опускании, зубья долбяка отрезают металлический слой с заготовки. Так же, как часть процесса, сам долбяк и обрабатываемая заготовка взаимно вращаются соответственно в стороны, обозначенные движениями С и В. При движении, делительный диаметр долбяка D-D скользит без сопротивления относительно делительного диаметра заготовки E-E. (см. рисунок 3, IV) Это приводит к тому, что эвольвентное зацепление, образуемое вследствие движения зуба долбяка принимает различные последовательные положения, как это изображено на иллюстрации.

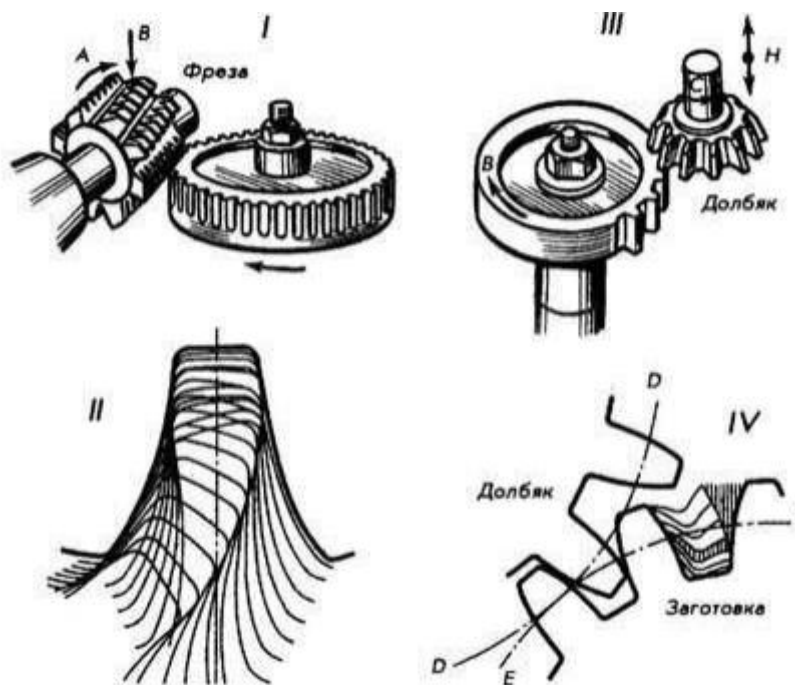


Рисунок 2 – Процесс создания зубчатых колес червячной фрезой, долбяком.

Прогрессивным способом для создания зубьев зубчатых колес, применяемым в производстве с помощью метода обкатки, является зуботочение. Основная идея метода заключается в том, что формирование профиля зуба происходит при станочном контакте между специальным инструментом и заготовкой. Инструмент, используемый в данном методе, называется обкаточным резцом.

Принцип обработки методом зуботочения (см. рисунок 3) основан на взаимодействии передачи зацепления, которая формируется изначальной заготовкой 1 и обкаточным резцом 2, расположенным под определенным углом. Этот угол пересечения определяется требуемым углом наклона получаемых зубьев и степенью наклона режущих кромок инструмента.

При выполнении операции резания происходит одновременное движение обрабатываемой заготовки и режущего инструмента с относительной скоростью в месте соприкосновения V , одновременно при подаче S_0 вся длина поверхности зуба подвергается обработке.

Скорость создания зубьев определяется скоростью перемещения заготовки и режущего инструмента, а также углом, при котором они расположены друг к другу. Поскольку соприкосновение режущей поверхности с обрабатываемой заготовкой во время зуботочения является кратковременным, процесс резания осуществляется с относительно низким нагревом.

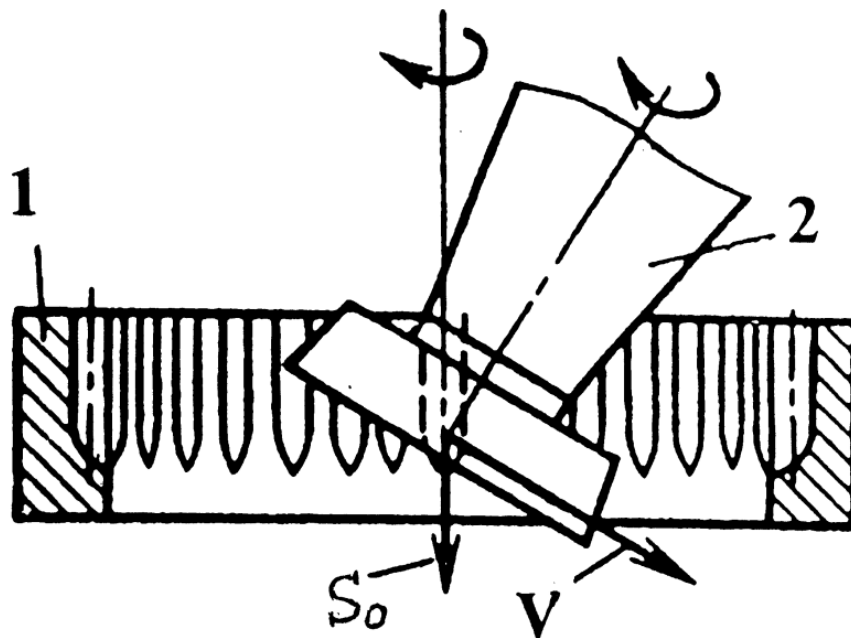


Рисунок 3 – Процесс создания зубчатых колес методом зуботочения .

Хотя способ зуботочения широко известен достаточно давно, требуемая сила резания создает тяжелые условия работы для инструмента, что приводит

к его быстрому износу и, как следствие к снижению точности формирования зубьев. Поэтому зуботочение длительное время не применялось в серийном и массовом производстве, пока не были внедрены высокопрочные инструментальные стали, способные выдерживать большие нагрузки в течение длительного времени.