ОПД 06 Процессы формообразования и инструменты

Тема: Конструкция червячной зуборезной фрезы.
Отделочные операции зубообработки

Задание для студентов

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. Составить конспект лекции. Обязательно изобразить рис.1 - Основные виды обработки на сверлильных станках
3. Ответить на контрольные вопросы в **письменном** виде
4. Предоставить **конспект лекции и ответы** на контрольные вопросы в электронном виде на проверку.

С уважением***, Гнатюк Ирина Николаевна***.
При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46
Работы отправлять на электронную почту ira.gnatyuk.60@inbox.ru

ЛЕКЦИЯ

План

1. Конструкция червячной зуборезной фрезы
2. Отделочные операции зубообработки
3. Конструкция червячной зуборезной фрезы

Червячная зуборезная фреза может быть представлена в виде совокупности закрепленных на цилиндрической поверхности гребенок либо в виде червяка, витки которого превращены в режущие зубья прорезанием поперечных канавок так, что на них образуются передние углы, и затылованием зубьев для получения задних углов.

Основой профиля стандартных червячных фрез является конволютный червяк, витки которого в сечении, нормальном к направлению витка, имеют прямолинейный профиль исходной зубчатой рейки (рисунок 1,*б)*. Профиль исходной рейки характеризуется углом профиля, шагом зубьев, расчетной высотой зуба и его головки, а также толщиной зуба фрезы по нормали

По назначению различают червячные фрезы для нарезания цилиндрических прямозубых и косозубых колес, для обработки червячных колес, шлицевых валов, звездочек и т. д. По конструкции червячные фрезы бывают цельными и сборными, могут закрепляться на оправках (насадках) или с помощью хвостовиков.

Предварительную обработку выполняют черновыми червячными фрезами, у которых передний угол $\gamma = 5\ldots7^0$, а толщина зуба меньше, чем у чистовых фрез на величину, равную припуску. Окончательную обработку осуществляют чистовыми фрезами с $\gamma = 0^0$ и размерами по ГОСТ 9324—80Е.

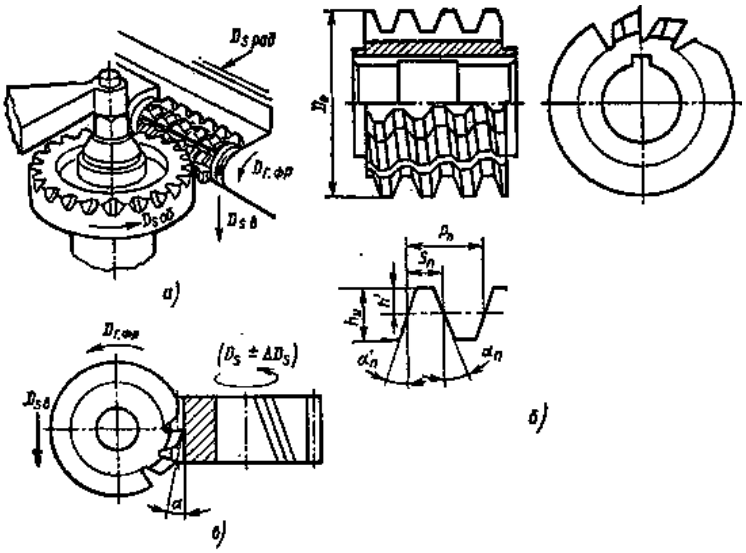

Рисунок 1 – Схема работы и конструкция червячной фрезы

Для прецизионной обработки (например, изготовление турбинных передач) выпускают особо точные фрезы класса точности ААА, выполняемые обычно с увеличенным диаметром. Между классом точности фрез и классом точности нарезаемых колес существует соотношение: классы точности фрезы ААА, АА, А, В, С соответствуют классам точности колеса 5—6, 7, 8, 9, 10.

У фрез со шлифованным профилем необходимо делать двойное затылование. Для обеспечения благоприятных условий резания при зубонарезании затылование на вершинах зубьев необходимо выполнять с $\boldsymbol{a_в = 10\ldots12^o}$, что позволит обеспечить задние углы на боковых сторонах зубьев $\boldsymbol{a_\sigma = 2\ldots3^o}$.

При нарезании прямозубых и косозубых колес червячными модульными фрезами имитируется зацепление обрабатываемого колеса с червяком, роль которого выполняет червячная фреза. За главное движение резания принимают вращение фрезы, частоту которого для создания движения обката согласуют с вращением заготовки так, чтобы за время одного оборота фрезы заготовка повернулась на k/z_3— часть оборота, где *k*— число заходов червячной фрезы. Для радиального врезания фрезы в заготовку и нарезания зубьев по всей ее высоте фрезе соответственно сообщают радиальное движение подачи $D_{sрад}$ и вертикальное движение подачи $D_{sв}$, направленное вдоль оси нарезаемого колеса.

При черновом зубофрезеровании расстояние, на которое перемещается фреза в радиальном направлении, выбирают обычно таким, чтобы всю

обработку выполнить за один рабочий ход. Чистовое зубонарезание выполняют за несколько рабочих ходов, последний из которых проводится с радиальным припуском 0,10—0,15 мм, обеспечивая при этом шероховатость Ra = 6,3...0,8 мкм.

В зависимости от направления подач и $D_{sв}$ относительно скорости резания различают попутное и встречное зубофрезерование.

Конические зубчатые колеса нарезают строганием по копиру, обработкой профильными инструментами или методами обката. Находят применение также комбинированные методы, в которых, например, сочетается врезание в заготовку двух спаренных дисковых фрез с последующим обкатом. Но наиболее широкое распространение получили методы обката, при реализации которых на станках имитируется зацепление нарезаемого колеса с воображаемым производящим (плоским или плосковершинным) колесом.

В большинстве случаев нарезание конических колес проводится за два рабочих хода — черновой и чистовой. Сначала нарезают впадины черновыми резцами, причем в некоторых случаях даже без движения обката, а затем, заменив резцы на чистовые, проводят чистовое нарезание с обкатом.

В качестве режущего инструмента при нарезании конических прямозубых колес используют строгальные резцы, которые, будучи установленными на станке, своими режущими кромками образуют как бы стороны зуба производящего колеса.

4.Отделочные операции зубообработки

Для устранения погрешностей, возникающих при зубонарезании и последующей термообработке, зубчатые колеса дополнительно обрабатывают отделочными методами: шевингованием, обкаткой, притиркой и шлифованием.

Шевингование представляет собой срезание тонких стружек (толщиной 5—15 мкм) специальным инструментом — шевером с боковых поверхностей зубьев колес невысокой твердости (HRC< 40), предварительно нарезанных зубофрезерованием или зубодолблением. Срезание стружек происходит в результате взаимодействия зубьев обрабатываемого колеса с режущими кромками, выполненными на боковых поверхностях зубьев шевера. Это взаимодействие зубьев колеса с зубьями шевера проявляется в их относительном проскальзывании, скорость которого принимается за скорость резания при шевинговании. Так, для шевингования прямозубых колес используют косозубый шевер (с β равным 5…15°) и, наоборот, для косозубых колес — прямозубый шевер. При таком зацеплении оси колеса и

шевера скрещиваются под углом $\varphi_{окр}$, который влияет на скорость проскальзывания и составляет 10—15°. Скорость резания при шевинговании может обеспечиваться также механизмом шевинговального станка. При обработке шеверу сообщается вращение, а обрабатываемому колесу — поступательное движение, направленное в зависимости от схемы шевингования вдоль или под углом к оси колеса либо в плоскости, параллельной оси шевера в направлении, перпендикулярном оси колеса или шевера. После каждого продольного хода производится периодическое включение радиального движения подачи D_{sma} осей шевера и колеса до получения нужной толщины зуба, затем выполняются рабочие ходы без радиального движения подачи (выхаживание).

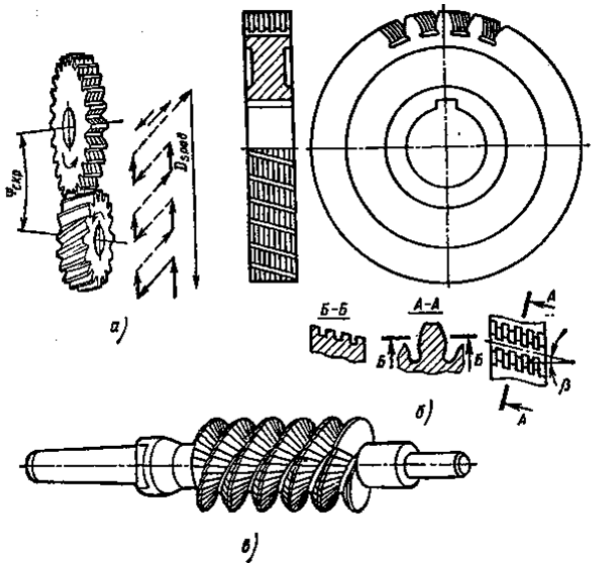

Рисунок 2 – Схема зубошевигнгования и конструкция дискового и червячного шевера

Конструктивно шевер выполняют в виде корригированного зубчатого колеса (шевер дисковый по ГОСТ 8570—80Е классов точности *А и В)* или рейки, на боковых поверхностях зубьев которых прорезаны канавки, образующие своими гранями режущие кромки. Преимущественное распространение в крупносерийном и массовом производстве получили дисковые шеверы (рис. 2, *б)*. Шевер-рейка состоит из отдельных зубьев, собранных и закрепленных на общей стальной планке.

Шевингованию подвергают не только колеса внешнего зацепления, но и колеса с внутренними зубьями.

При шевинговании удается снизить погрешность профиля, шага, волнистость, уменьшить колебание межцентрового расстояния, улучшить пятно контакта, снизить параметр шероховатости и шум. Шевингованием можно достичь 6—7-й степени точности и шероховатость поверхности *Ra*=1,0...2,5 мкм. Шевингование может быть также использовано для

модификации зубьев (получения бочкообразного и фланкированного зуба).

Для обработки червячных колес находит применение червячный шевер (рисунок 2, в), представляющий собой червячную фрезу с мелкими зубьями на винтовой поверхности и являющийся точной копией червяка.

Материалом для изготовления шеверов является быстрорежущая сталь с твердостью 62—65 HRC. Повторная заточка шеверов производится шлифованием боковых поверхностей зубьев на зубошлифовальных станках и шлифованием по наружной поверхности вершин.

Шлифованием обрабатывают зубчатые колеса с целью повышения их точности и устранения искажений, возникающих после термообработки. Зубчатые колеса, обработанные шлифованием, соответствуют 5—7-й степени точности и имеют *Ra* = 0,4...1,25 мкм. Столь высокие точность и параметр шероховатости зубчатых колес, достигаемые зубошлифованием, заставляют мириться с явными недостатками этого метода: низкой производительностью, сложностью и дороговизной станков.

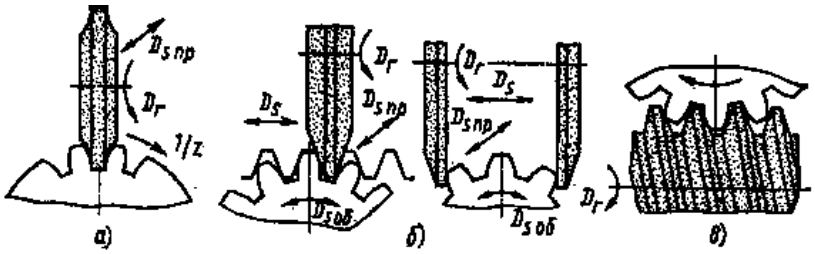

Рисунок 3– Схемы зубошлифование

При шлифовании зубчатых колес используются методы копирования и методы обката. Шлифование по методу копирования проводится шлифовальным кругом, рабочие поверхности которого периодически подвергают правке для получения эвольвентного профиля алмазными карандашами по шаблону (рисунок 3,а). Одновременно с быстрым вращением (скорость резания) круг совершает движение подачи, направленное вдоль зуба

При зубошлифовании по методу обката в большинстве случаев имитируется зацепление обрабатываемого колеса с рейкой, реально представленной боковыми поверхностями шлифовальных кругов. При этом главным (рисунок 3,б) движением является быстрое (25... 30 м/с) вращение круга, а движениями подачи - возвратно-поступательное перемещение круга, перемещение круга вдоль зуба и его радиальное перемещение на заготовку.

Припуск, удаляемый при шлифовании, обычно не превышает 0,15—0,80 мм на толщину зуба.

В отличие от цилиндрических колес зубошлифование конических колес сопровождается значительными сложностями, а потому и используется только для быстроходных передач (v> 25 м/с), во всех остальных случаях в

качестве отделочных операций применяют притирку и обкатку.

Притирка закаленных и незакаленных зубчатых колес является отделочной операцией, при которой обрабатываемое колесо зацепляется с чугунной шестерней-притиром в среде суспензии (веретенное масло и абразивный порошок зернистостью 180-220). Для интенсификации притирки шестерню-притир, получающую вращение от обрабатываемого колеса, устанавливают так, что оси притира и колеса скрещиваются, образуя плотное зацепление. Равномерная притирка по всей длине зуба обеспечивается дополнительным возвратно-поступательным движением колеса или притира вдоль зуба. В результате снижается шероховатость боковых поверхностей зубьев, улучшаются условия контакта, снимается припуск 0,01-0,02 мм на сторону, длительность процесса 1-1,5 мин.

Обкатка представляет собой отделочный процесс, при котором изготовленное с высокой точностью инструментальное колесо высокой твердости зацепляется с обрабатываемым колесом и при вращении получает дополнительное радиальное перемещение на заготовку. Для устранения возможных при обработке заеданий в зону контакта колес подается противозадирная смесь (минеральное масло со свинцовым суриком). В процессе обкатки происходит смятие микронеровностей до Ra= 0,2...0,6 мкм, упрочнение поверхностного слоя и улучшение показателей плавности зацепления. Обкатка наиболее эффективна для колес, изготовленных из весьма пластичных металлов.

Контрольные вопросы:

1.На какие группы подразделяются технологические процессы изготовления зубчатых колес?
2. Какие зубчатые поверхности можно получить с помощью червячных фрез?
3. Для чего предназначен шевер?
4. Есть ли отличие между притиркой и шевингованием?
5.Какое движение считается главным при зубошлифовании?