

областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Смоленская академия профессионального образования»

ТЕЗИСЫ ЛЕКЦИЙ

По междисциплинарному курсу

МДК.05.02

КОНСТРУИРОВАНИЕ

РЕЖУЩЕГО

ИНСТРУМЕНТА

СМОЛЕНСК-2020

Содержит учебные материалы по конструированию режущего инструмента. Рассматриваются сущность решения прямой и обратной задач профилирования, основы аппроксимации теоретических контуров и анализа геометрических параметров режущего лезвия, выбор и оптимизация конструктивно-геометрических параметров инструмента.

Тезисы лекций предназначены для студентов всех форм обучения по специальности 151901Технология машиностроения

Организация разработчик: областное государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение «Смоленская академия профессионального образования»

Разработчик: Терещенкова С.В.– преподаватели специальных дисциплин ОГБПОУ Смол АПО

Утверждено Научно-методическим советом ОГБПОУ Смол АПО

Протокол № _____ от « ____ » _____ 2020г

Рассмотрено на заседании кафедры МТПиПБ

Протокол № 6 от 03.03.2020г.

Зав. кафедрой _____ Дятлова М.Н.

Введение

Режущий инструмент предназначен для решения двух задач: формообразования поверхности детали и срезания припуска с заготовки. Обе задачи взаимосвязаны и реализуются одновременно, однако, имеют и относительную самостоятельность. Это позволяет процесс проектирования инструмента разделять на некоторые этапы и решать задачи формообразования поверхностей и обеспечения нормальных условий резания относительно самостоятельно.

От уровня решения каждого этапа проектирования инструмента зависит его эффективность, что прямо сказывается на возможностях современного производства. Использование современного высокоавтоматизированного оборудования, обеспечение высокого качества выпускаемой продукции во многом определяет именно инструмент. Большинство проблем в процессе изготовления деталей связано с отказами инструмента.

Основы проектирования режущих инструментов были заложены И.И. Семенченко, С.С. Четвериковым, Н.А. Шевченко, С.С. Петрухиным. И.И. Семенченко и С.С. Четвериков создали первые учебники по проектированию инструмента. Существенный вклад в проектирование отдельных видов инструмента внесли А.Н. Грубин, Г.Г. Иноземцев, Г.М. Ипполитов, С.П. Карцев, В.Н. Кедринский, М.Н. Ларин, С.И. Лашнев, В.С. Люкшин, Д.К. Маргулис, В.В. Матвеев, В.М. Матюшин, И.Я. Мирнов, П.Р. Родин, В.Ф. Романов, В.Л. Филиппов, Ю.В. Цвис, В.А. Шишков, А.В. Щеголев, М.И. Юликов, П.Н. Ящерицын и др.

В настоящее время в традиционном курсе “Конструирование режущего инструмента” уже невозможно рассмотреть все типы режущих инструментов, применяемых на практике, дать основы конструирования и выбора их параметров. Поэтому актуальной стала проблема разработки общих теоретических основ конструирования режущих инструментов, установления общих законов их конструирования и расчета. Знание общих закономерностей, общей методики расчета позволяет студенту грамотно подходить к решению возникающих на практике задач как при конструировании новых типов инструмента, так и при совершенствовании известных.

Такой подход стал возможен в настоящее время, так как выполнено значительное количество исследований в области разработки общих принципов и научных основ конструирования режущих инструментов, получены научные и практически полезные инженерам-машиностроителям результаты.

Целью дисциплины “Конструирование режущего инструмента” является изучение общих методов профилирования инструмента и анализа условий его работоспособности.

Тема: ОСНОВЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ РЕЗАНИЕМ

План:

1. Формообразование поверхностей с помощью режущих инструментов
2. Процесс формообразования
3. Форма обработанной поверхности

ТЕЗИСЫ:

Режущие инструменты предназначены для изготовления резанием различных деталей. При срезании припуска (напуска) происходит одновременно формообразование поверхности детали. И проектирование инструмента должно происходить не только с учетом условий резания, но и с учетом обеспечения заданной поверхности детали. Форма и размеры обработанной поверхности детали определяются формой и размерами режущих кромок инструмента и движениями его относительно заготовки (кинематикой резания).

Процесс формообразования поверхности детали из-за влияния многочисленных факторов сопровождается отклонениями размеров и формы обработанной поверхности от заданной.

На форму обработанной поверхности влияют, в основном, точность изготовления и установки инструмента на станке, точность настройки и траектории относительного движения инструмента и заготовки и т.п.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Понятие об идеальном процессе формообразования

ПЛАН:

1. Характеристика технологической схемы
2. Идеальный процесс формообразования
3. Характеристика номинальной поверхности детали

ТЕЗИСЫ:

Считаем, что технологическая система является абсолютно жесткой; отклонений от принятого закона движений инструмента и заготовки в процессе резания нет; инструмент, и станок в процессе работы не изнашиваются; нет тепловых деформаций и т.п.

Идеальному процессу формообразования соответствует номинальная (т.е. точная, без микронеровностей и других отклонений) поверхность детали (рис. 1.1).

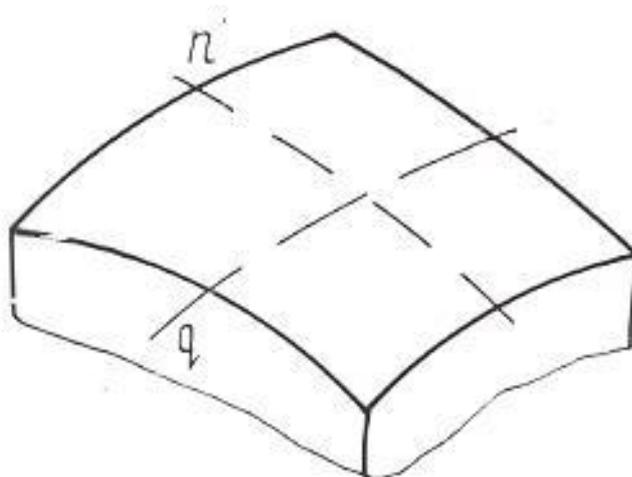


Рис. 1.1. Номинальная поверхность детали

Номинальная поверхность детали (как и любая другая поверхность) характеризуется двумя параметрами. Будем считать, что этими параметрами являются (в общем случае) криволинейные координаты q и n . Одну из координатных линий (n) называют образующей, другую (q) – направляющей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Исходная инструментальная поверхность и ее положение относительно поверхности детали

ПЛАН:

1. Характеристика движений инструмента в процессе резания
2. Движения детали в процессе ее обработки
3. Способы формообразования номинальной поверхности

ТЕЗИСЫ:

В процессе резания инструмент и заготовка совершают относительное движение. В результате срезания припуска происходит образование обработанной поверхности. Те участки режущих кромок инструмента, которые соприкасаются с поверхностью детали и формируют ее, называются профилирующими участками режущих кромок инструмента. Кроме них могут быть и непрофилирующие участки. Например, у токарного резца профилирующим участком является вершина резца. Основные участки главной и вспомогательной режущих кромок, срезая основные зоны материала заготовки, не соприкасаются с поверхностью детали и не формируют ее. Это непрофилирующие участки режущей кромки резца. Для формирования заданной поверхности детали необходимо, чтобы профилирующие участки режущих кромок инструмента располагались на некоторой поверхности, которая в процессе обработки касается поверхности детали (т.е. является касательной к ней). Эту поверхность называют исходной инструментальной поверхностью (ИИП). Иначе эту поверхность называют производящей поверхностью.

Режущий инструмент можно рассматривать как тело, ограниченное ИИП, на которой располагаются профилирующие участки режущих кромок.

При формообразовании поверхность детали совершает движение и занимает ряд последовательных положений относительно инструмента. Поверхность, касательная к последовательным положениям поверхности детали, и будет ИИП. То есть с математической точки зрения ИИП является огибающей ряда последовательных положений детали относительно инструмента в процессе ее формообразования.

В процессе обработки поверхность детали может совершать относительно инструмента сложные движения, которые можно разложить на простые. Некоторые из этих движений могут приводить к скольжению поверхности детали “самой по себе”. При определении огибающей (которая и образует ИИП) такие движения можно не учитывать, т.к. они не изменяют положения поверхности детали относительно инструмента, т.е. не являются формообразующими. Так, у цилиндрической фрезы ИИП образована как огибающая ряда последовательных положений плоскости вокруг оси инструмента. Они и формируют цилиндрическую поверхность. Движение подачи приводит к “скольжению” плоскости детали “самой по себе” и не влияет на характер взаимного положения плоскости детали и инструмента, т.е. не определяет формы ИИП.

ИИП может совпадать с поверхностью детали. Это наблюдается тогда, когда относительные движения поверхности детали и инструмента сводятся к скольжению поверхности детали “самой по себе”. Примером является метчик. Исходной инструментальной поверхностью у метчика является поверхность резьбы. В процессе нарезания резьбы метчиком поверхность детали, являющаяся винтовой поверхностью резьбы гайки, скользит по совпадающей ИИП резьбы сопряженного винта, что соответствует скольжению поверхности детали “самой по себе”.

ИИП при обработке детали контактирует с номинальной поверхностью детали. Контакт может быть осуществлен тремя способами, которые определяют три способа получения (обработки) номинальной поверхности детали (рис. 1.2):

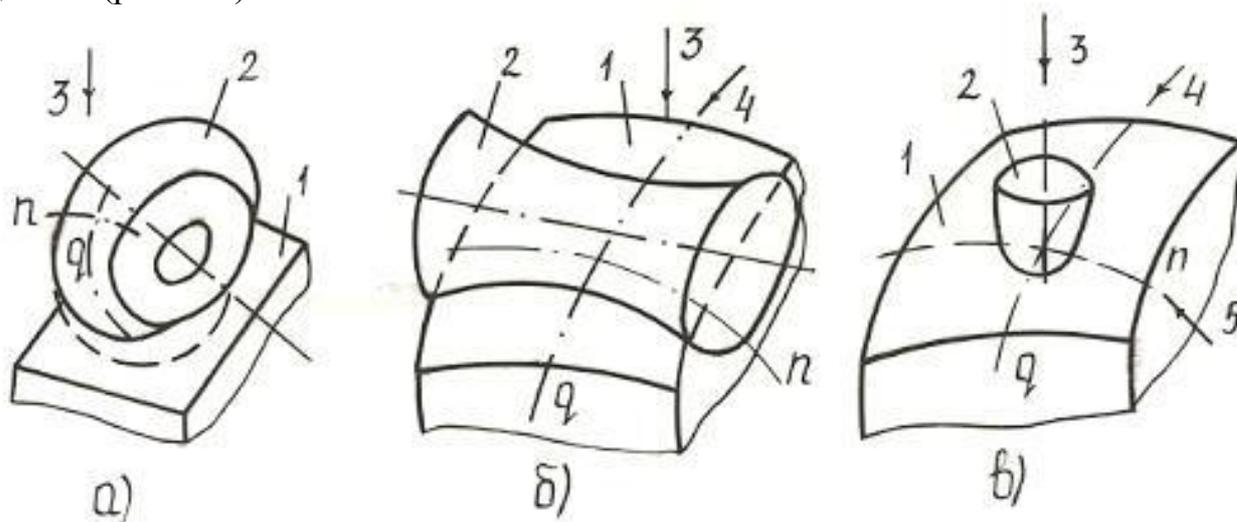


Рис. 1.2. Способы формообразования номинальной поверхности детали: n, q – образующая и направляющая линии номинальной поверхности; 1; 2 – производящая (ИИП) поверхность инструмента; 3 – подача сближения; 4, 5 – формообразующие подачи

1. ИИП совпадает с номинальной поверхностью детали. Контакт осуществляется по всей номинальной поверхности. Для осуществления процесса формообразования инструмент совершает только одно движение – подачу сближения (рис. 1.2 а).

2. ИИП контактирует с номинальной поверхностью детали по образующей (направляющей) линии. Для осуществления процесса формообразования инструмент кроме подачи сближения имеет подачу по направляющей (образующей) (рис. 1.2 б).

3. ИИП контактирует с номинальной поверхностью в точке. Для осуществления процесса формообразования инструмент кроме движения сближения имеет две подачи: по образующей и направляющей линиям (рис. 1.2 в).

Различный контакт ИИП с номинальной поверхностью детали обуславливает различные кинематику формообразования, конструкцию инструмента, качество обработанной поверхности. Во многом различный контакт инструментальной поверхности с номинальной определяется видом получаемой поверхности и принятой схемой формообразования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Поверхности, применяемые в машиностроении

ПЛАН:

1. Определение исходной инструментальной поверхности (ИИП)
2. Поверхность, образуемая движением прямой линии
3. Образование поверхности вращения

ТЕЗИСЫ:

Для определения ИИП необходимо задать форму номинальной поверхности. Различные поверхности, применяемые в машиностроении, являются в большинстве случаев пространственными. Поэтому уравнения поверхностей записываются в пространственной системе координат.

Уравнение, связывающее координаты X , Y , Z поверхности, называется уравнением поверхности. При определении ИИП как огибающей поверхности детали не учитываются движения детали “самой по себе”. К группе поверхностей допускающих движение “самих по себе”, относятся плоскость, цилиндрическая поверхность, поверхность вращения и винтовая поверхность постоянного шага. При обработке таких поверхностей линии, по которым номинальная поверхность детали допускает движение “самой по себе”, принимаются за координатные линии. Это создает удобства как для расчета профиля режущей части инструмента, так и для получения поверхности детали в связи с тем, что наиболее простыми движениями резания, которые осуществляются на станке, являются прямолинейное, вращательное и винтовое

Поверхность вращения образуется при вращении линии вокруг какой-либо оси. Положим, что в плоскости ZOY задано уравнение линии $f(Y, Z) = 0$ (рис. 1.3).

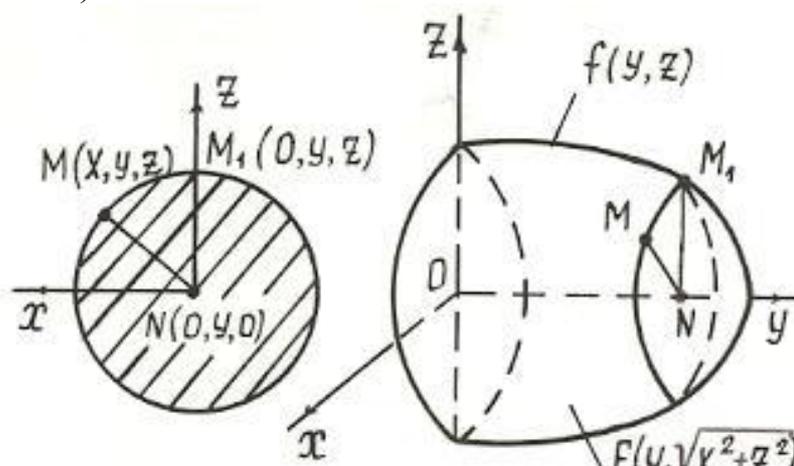


Рис. 1.3. Образование поверхности вращения

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

**Тема: Виды винтовых поверхностей в
конструкциях инструмента**

ПЛАН:

1. Характеристика винтового движения
2. Правая и левая винтовые линии
3. Винтовые поверхности
4. Виды винтовых поверхностей режущего инструмента
5. Профиль передней поверхности канавки

ТЕЗИСЫ:

Винтовым движением называют движение, состоящее из вращательного вокруг постоянной оси и одновременного поступательного параллельно этой оси. При винтовом движении точки образуется винтовая линия, а при винтовом движении линии (плоской или пространственной) – винтовая поверхность. Движущаяся линия называется образующей. Каждая точка образующей имеет свою винтовую траекторию (направляющую), которая лежит на цилиндре определенного радиуса.

Винтовые линии и поверхности бывают правые и левые (рис. 1.4).

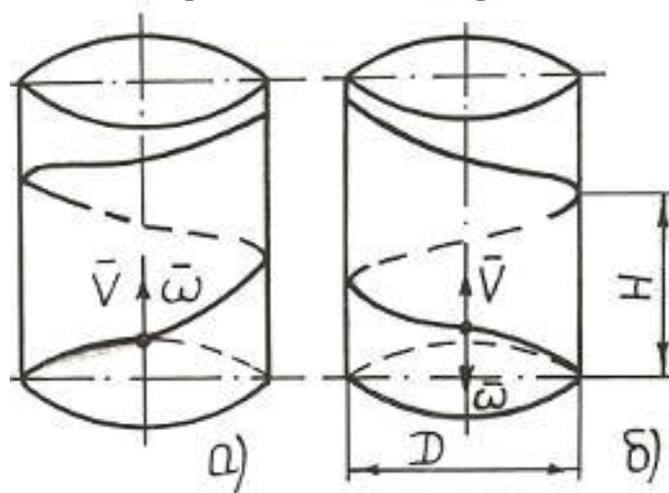


Рис. 1.4. Правая (а) и левая (б) винтовые линии

Винтовые поверхности в конструкциях инструмента формируют стружечные и стружкоразделительные канавки. При этом к различным участкам профиля стружечной канавки предъявляются различные требования по точности их получения. Особое внимание необходимо уделять участку

профиля формообразующего переднюю поверхность режущего лезвия. Это связано с тем, что форма передней поверхности режущего лезвия определяет величину переднего угла (т.е. условия резания) и часто форму получаемого изделия (т.е. его точность).

Винтовая поверхность считается заданной, если известны форма образующей и параметр базовой направляющей винтовой линии, по которой перемещается образующая. Винтовое движение характеризуется осевым шагом H винтового движения, винтовым параметром P или углом ω наклона винтовой линии на цилиндре некоторого радиуса r . Эти параметры взаимосвязаны:

$$P = H/2\pi; H = \pi D/\operatorname{tg}\omega; P = r/\operatorname{tg}\omega.$$

Образующей винтовой поверхности может быть:

1. Прямая ab с указанием ее положения относительно оси детали (угол ε , расстояние r). Такие винтовые поверхности относят к классу линейчатых (рис.

1.5 а). В зависимости от положения прямой образующей получают эвольвентная, архимедова или конволютная винтовые поверхности.

2. Дуга окружности радиусом R . Указывается положение центра дуги окружности (координаты Y_0, Z_0) и плоскости, в которой она расположена. Поверхности подобно городаназывают каналовыми (рис. 1.5 б).

3. Плоская фигура, очерченная отрезками прямых и дугами окружности или другими кривыми (рис. 1.5 в). Профиль образующей может быть задан в различных сечениях.

4. Объемная фигура с расположением образующей линии в пространстве (рис. 1.5 г). Линия образующей ($a b c$) является пространственной.

5. Плоская фигура, очерченная отрезками прямых и дугами окружностей, с переменной конфигурацией, как например, у конических фрез. Переменность конфигурации обусловлена изменением глубины канавки вдоль оси от h_1 до h_2 (рис. 1.5 д).

В зависимости от расположения и роли прямолинейной образующей, определяющей профиль передней поверхности стружечной канавки, все инструменты с винтовой стружечной канавкой можно разбить на три группы:

1. Прямолинейный участок образующей совпадает с главной режущей кромкой (сверла, зенкеры, развертки). В этом случае необходимо строго выдерживать прямолинейность образующей, чтобы создать нормальные условия резания вдоль режущей кромки. Этому же требуют и условия переточки, которая осуществляется часто только по одной (задней) поверхности.

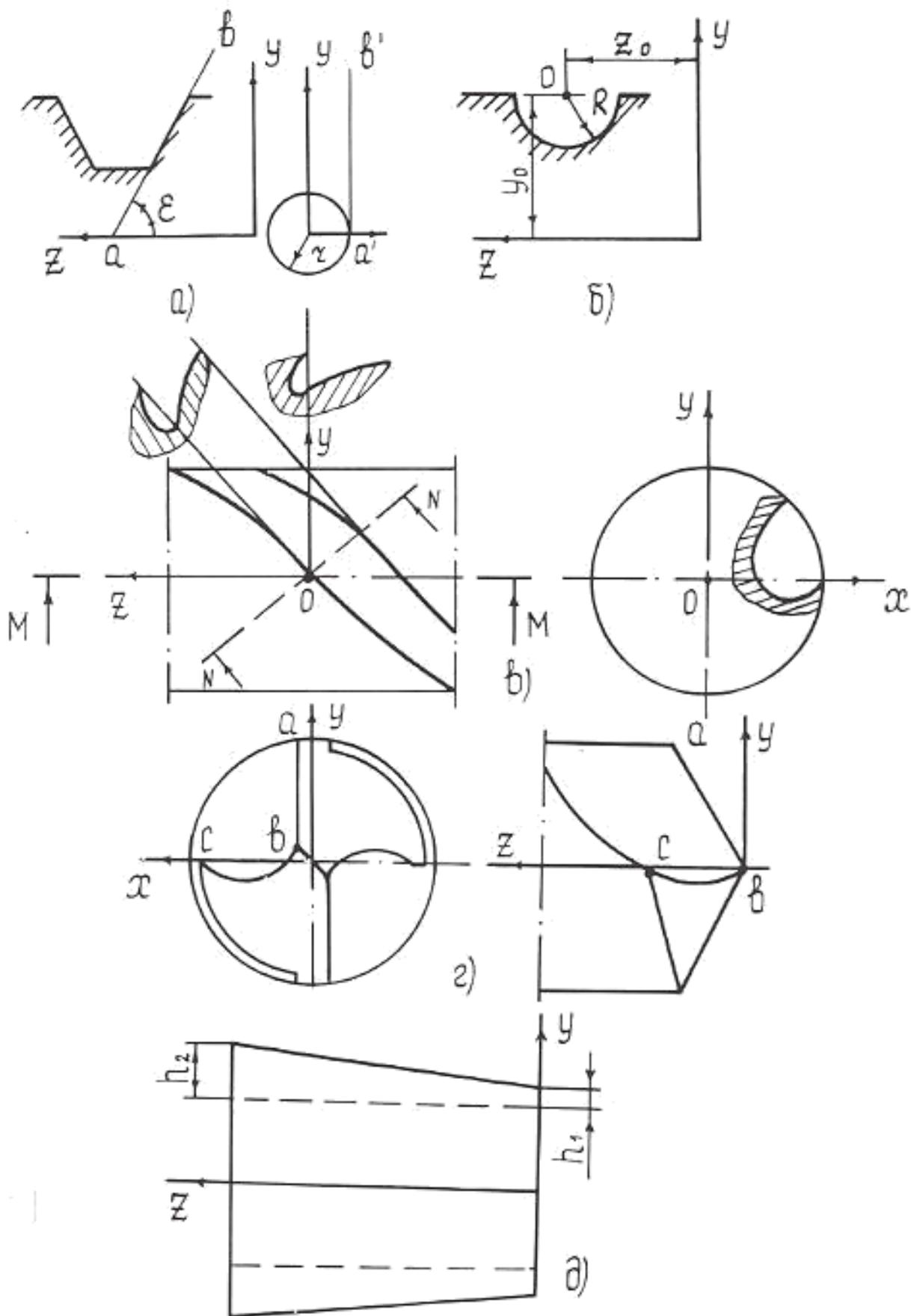


Рис. 1.5. Виды винтовых поверхностей режущего инструмента

2. Прямолинейная образующая может быть расположена в любом сечении стружечной канавки: торцевом, осевом, нормальном. К этой группе инструментов относят цилиндрические и концевые фрезы, конические развертки, винтовые протяжки и т.п. В этом случае положение прямолинейной образующей определяется величиной переднего угла в соответствующей плоскости, и к прямолинейности образующей предъявляются менее жесткие требования, т.к. режущая кромка обычно образуется заточкой и по передней, и по задней поверхности.

3. Форма и положение прямолинейной образующей передней поверхности определяют форму и геометрию вдоль кромки режущего лезвия. К этой группе инструментов относят зубо- и резбонарезной инструмент. Прямолинейность образующей для этой группы инструментов определяет качество обработанных деталей, поэтому точность ее исполнения должна быть наивысшей.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.

2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Способы задания поверхностей

ПЛАН:

1. Задание формы и размеров поверхности при аналитическом проектировании режущего инструмента
2. Прямоугольная и полярная система координат
3. Упрощенное уравнение линий

ТЕЗИСЫ:

При аналитическом проектировании инструмента составляющие элементы поверхности детали должны быть заданы также аналитически. Задание формы и размеров поверхности может осуществляться в виде уравнений поверхности или соответствующих участков поверхности, либо в виде координат некоторых (базовых) точек поверхности, по которым определяются соответствующие координаты ИИП, либо траектория движения инструмента. Чем больше задано точек поверхности детали, тем точнее будет сформирована поверхность. В качестве базовых точек принимают граничные точки обрабатываемой поверхности, точки сопряжения различных по форме участков поверхности и несколько промежуточных на каждом участке.

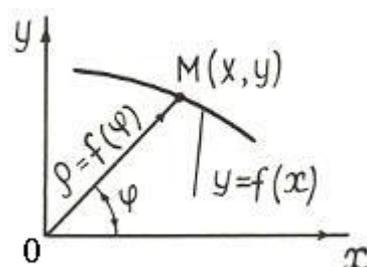


Рис. 1.6. Прямоугольная и полярная системы координат

Существенному упрощению уравнений линий и поверхностей способствует параметрическое задание уравнений. В этом случае координаты линий или поверхностей задаются в функции некоторого параметра. При проектировании инструмента в качестве параметра наиболее часто выступает угол поворота. При параметрическом задании уравнений уменьшается порядок уравнений по каждой из координат, что упрощает преобразование уравнений.

Часто уравнение поверхности задается в векторной форме. Если $\bar{i}, \bar{j}, \bar{k}$ - единичные векторы осей координат, а X, Y, Z - проекции рассматриваемой точки на оси координат, то в векторной форме уравнение поверхности принимает вид

$$F = \bar{i}X + \bar{j}Y + \bar{k}Z.$$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М.: Академия, 2013.

Тема: Преобразование систем координат

ПЛАН:

1. Взаимосвязь систем координат
2. Расчетная схема взаимосвязи координат

ТЕЗИСЫ:

Любую новую систему координат можно получить из первоначальной, используя взаимосвязь систем координат. Все формулы преобразования систем координат основаны на переносе начала координат и повороте осей (рис. 1.7).

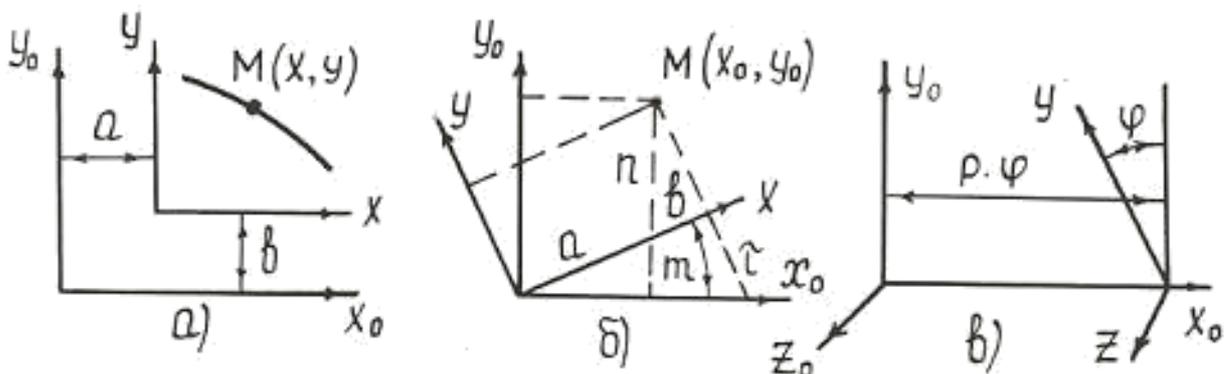


Рис. 1.7. Взаимосвязь систем координат

При повороте осей в другую сторону или определении обратной взаимосвязи координат угол τ принимает знак минус. Формулу легко запомнить: новая координата через однозначную старую записывается с косинусом, другая с синусом и координата при синусе с разными знаками. Знак легко определяется из расчетной схемы простым сравнением соответствующих участков осей. В рассмотренном примере $X_0 < X$, $Y_0 > Y$.

Аналогичным образом можно связать системы координат при более сложных случаях. Рассмотрим винтовое движение системы координат XUZ относительно системы $X_0Y_0Z_0$ (рис. 1.7 в). Допустим, что в начальный момент времени они совпадали. При повороте системы XUZ вокруг оси X_0 на угол ϕ она одновременно переместится вдоль оси X_0 на величину $r\phi$ (r – винтовой параметр, ϕ – угол поворота в радианах). Тогда

$$X_0 = X + r\phi;$$

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Понятие огибающей семейства кривых и поверхностей

ПЛАН:

1. Определение исходной инструментальной поверхности (ИИП)
2. Теория огибающих поверхностей
3. Множество линий

ТЕЗИСЫ:

Определение ИИП, как указано выше, сводится к определению огибающей ряда последовательных положений поверхности детали относительно инструмента.

Поэтому теория огибающих поверхностей и плоских фигур занимает большое место в теории проектирования режущего инструмента. Вспомним основные понятия теории огибающей.

Огибающую можно провести только к семейству некоторой линии или поверхности.

Множество линий называется семейством, если каждой линии множества можно поставить в соответствие определенное число C (параметр семейства) таким образом, что непрерывному изменению параметра C соответствует непрерывное изменение линии.

Уравнение семейства линий на плоскости имеет вид $F(X, Y, C) = 0$.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Кинематический метод определения огибающей семейства поверхностей

ПЛАН:

1. Характеристика метода определения огибающей семейства поверхностей
2. Определение условий контакта
3. Совокупность точек контакта

ТЕЗИСЫ:

Для наглядности рассмотрим этот вопрос применительно к определению огибающей семейства плоских кривых. Рассмотрим шлифование цилиндра цилиндрическим кругом. Процесс формирования поверхности детали рассмотрим в сечении, перпендикулярном осям круга и детали (рис. 1.9).

В процессе операции круг и заготовка вращаются вокруг своих осей соответственно со скоростью резания и круговой подачи.

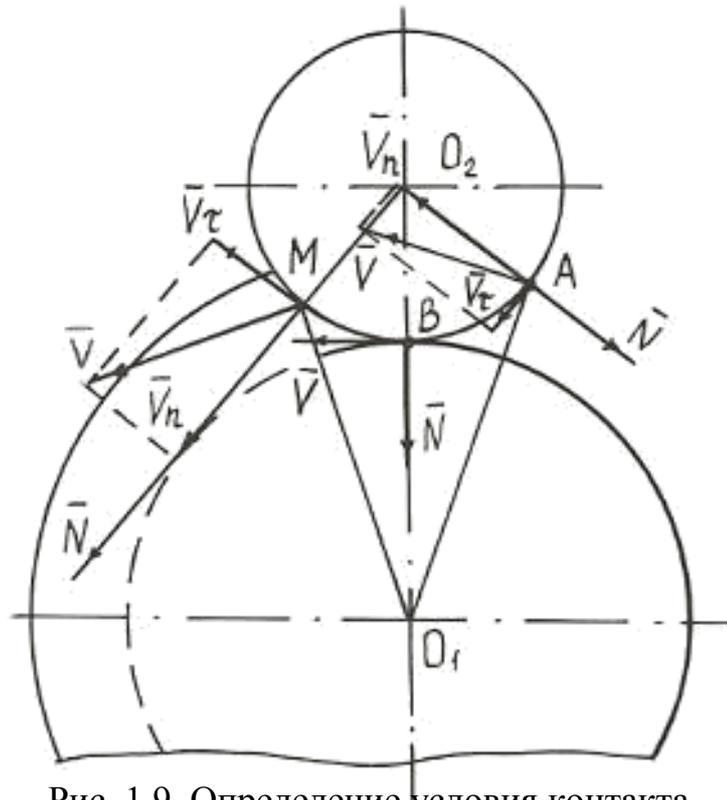


Рис. 1.9. Определение условия контакта

Совокупность точек контакта в системе координат, связанной с заготовкой, будет профилем детали, который является огибающей к последовательным положениям движущегося профиля инструмента. Совокупность же точек контакта в системе координат, связанной с инструментом, дает профиль инструмента.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Определение огибающей при винтовом движении плоскости

ПЛАН:

1. Шлифование винтовой поверхности
2. Образование огибающей при винтовом движении плоскости

ТЕЗИСЫ:

Подобная задача возникает при шлифовании винтовой поверхности плоской стороной шлифовального круга или при определении поверхности исходного червяка червячной фрезы, как огибающей боковой плоскости зуба рейки, совершающей винтовое движение (рис. 1.10 а).

Пусть плоскость И совершает относительное винтовое движение с параметром $P = H/2\pi$. Ось винтового движения составляет угол τ с плоскостью

И. С плоскостью И свяжем систему координат XYZ. Ось X направим по оси винтового движения. Ось Y расположим в плоскости И. Тогда плоскость И будет перпендикулярна к плоскости ZX. Уравнение плоскости И имеет вид: $Z = X \operatorname{tg} \tau$.

Система XYZ вместе с плоскостью И совершает относительно винтовое движение в неподвижной системе координат $X_0Y_0Z_0$. Примем, что в начальный момент времени системы координат совпадали. При повороте системы координат XYZ вместе с плоскостью И вокруг оси X на угол ϕ взаимосвязь систем координат имеет вид (рис. 1.10 в):

$$X_0 = X + r\phi; \quad Y_0 = Y \cos \phi - Z \sin \phi; \quad Z_0 = Z \cos \phi + Y \sin \phi.$$

Для получения уравнения контакта используем условие $\overline{N\vec{V}}=0$.

Определим векторы \overline{N} , \overline{V} . В системе XYZ вектор единичной нормали \overline{N} к плоскости И: $\overline{N} = \overline{i} \sin \tau - \overline{k} \cos \tau$.

Вектор скорости \overline{V} точек плоскости И получим из уравнения обратного преобразования систем координат, определяющего положение произвольной точки M

(X, Y, Z):

$$X = X_0 - r\phi; \quad Y = Y_0 \cos \phi + Z_0 \sin \phi; \quad Z = Z_0 \cos \phi - Y_0 \sin \phi.$$

(обратный переход соответствует повороту осей в другую сторону, поэтому угол ϕ заменяется на $-\phi$).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: УСЛОВИЯ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

ПЛАН:

1. Условия формообразования поверхностей
2. Условие существования ИИП
3. Условие соприкосновения ИИП с обрабатываемой поверхностью без внедрения в тело детали
4. Условие пересечения смежных участков ИИП

ТЕЗИСЫ:

На практике встречаются случаи, когда невозможно обработать резанием заданную поверхность. Могут наблюдаться явления подрезания профиля, когда срезается часть материала детали, или обратное явление, когда часть припуска остается несрезанной.

Например, при фрезеровании шлицевых валов червячными фрезами у основания шлица образуется так называемая переходная кривая, т.е. часть материала заготовки оказывается несрезанной. При нарезании зубчатых колес червячными фрезами, долбьяками и другими инструментами может наблюдаться подрезание ножки или срез вершины зубьев.

Предотвращение или уменьшение до допустимых пределов указанных явлений является важнейшей задачей при проектировании инструмента. Это возможно, если будут выполнены некоторые условия правильного формообразования поверхности.

Для формирования детали необходимо, чтобы в процессе обработки все точки ее поверхности хотя бы один раз соприкасались с точками ИИП. Поэтому условие существования ИИП – первое необходимое условие формообразования поверхности детали при обработке резанием.

Например, рассмотрим схему обработки плоскости, считая, что движение ее относительно инструмента является вращением вокруг постоянной оси. Если ось вращения расположить в рассматриваемой плоскости, то скорость вращения любой точки плоскости вокруг оси будет перпендикулярна к плоскости (как и вектор нормали).

Условие контакта $NV=0$ не выполняется. Поэтому огибающей поверхности не будет, и обработать плоскость по рассмотренной схеме невозможно.

Условие контакта выполняется и огибающая возможна. Данный случай соответствует фрезерованию плоскости цилиндрической фрезой.

В процессе обработки необходимо обеспечить соприкосновение ИИП инструмента и номинальной поверхности детали. Касание поверхности детали и инструмента может быть внешним и внутренним. При внешнем касании ИИП

инструмента находится вне тела детали. При внутреннем касании ИИП проходит в теле детали и при обработке будет вырезать на детали соответствующие ее части. В этом случае правильная обработка детали становится невозможной.

Условие правильного соприкосновения ИИП и поверхности детали без их взаимного внедрения является вторым условием формообразования.

Поверхности реальных деталей ограничены участками различных поверхностей. ИИП инструмента также будет состоять из участков, сопрягаемых с соответствующими участками поверхности детали. Смежные участки ИИП могут пересекать друг друга, соприкоснуться или отстоять друг от друга на некотором расстоянии.

При пересечении различных участков ИИП воспроизвести их полностью в инструменте становится невозможно. Наличие срезанных участков исходной инструментальной поверхности обуславливает появление на детали переходных поверхностей.

Отмеченные условия формообразования являются важнейшими, часто приводят к неоднозначным решениям. Поэтому из совокупности возможных инструментов необходимо будет выбрать наилучший, который обеспечит высокую производительность при минимальной себестоимости. И задачи формообразования связаны, таким образом, с оптимизационными.

Влияние условий формообразования рассмотрим на простейших примерах инструментального производства.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

**Тема: Определение диаметра цилиндрического
круга при шлифовании конического
отверстия**

ПЛАН:

1. Шлифование конического отверстия цилиндрическим кругом
2. Правильная обработка конической поверхности

ТЕЗИСЫ:

Рассмотрим шлифование конического отверстия цилиндрическим кругом. Считаем, что оси детали и инструмента пересекаются и лежат в одной плоскости. Тогда ИИП будет круглый цилиндр, касающийся номинальной конической поверхности вдоль образующей, которая одновременно будет являться и характеристикой АВ (рис. 2.4).

Характер соприкосновения рассматриваемых поверхностей проанализируем в сечениях: N–N, перпендикулярном к характеристике, и I–I, перпендикулярном к оси конической поверхности. В этих сечениях определяются радиусы кривизны поверхностей. Радиус кривизны цилиндрического круга постоянный, а радиус кривизны конической поверхности уменьшается от точки А к точке В.

Для правильной обработки всей конической поверхности радиус шлифовального круга не должен превышать величины $R \leq r_{\min} / \cos \epsilon$, где r_{\min} – наименьший радиус конической поверхности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Определение диаметра шлифовального круга при заточке зубьев протяжек

ПЛАН:

1. Заточка зубьев протяжек
2. Расчетная схема определения наибольшего допустимого диаметра шлифовального круга.
3. Формообразование передней поверхности зуба протяжки

ТЕЗИСЫ:

Заточку зубьев круглых, шлицевых, граненых и т.п. протяжек ведут по передней поверхности, которая является вогнутой конической поверхностью. Заточку осуществляют выпуклой конической поверхностью шлифовального круга.

При заточке желательно использовать круг как можно большего радиуса. Это улучшает процесс резания, т.к. увеличивается скорость резания и уменьшается осыпание круга, повышается качество обработанной поверхности.

На рис. 2.5 представлена расчетная схема определения наибольшего допустимого диаметра шлифовального круга.

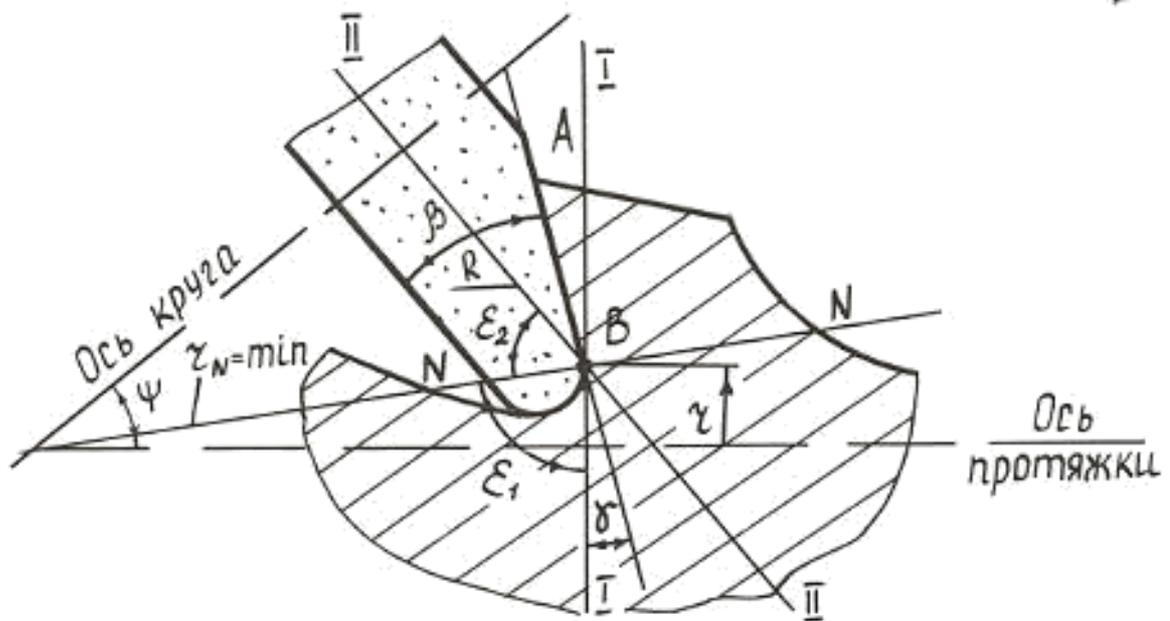


Рис. 2.5. Формообразование передней поверхности зуба протяжки

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: **Переходная кривая при фрезеровании**

прямобочного шлицевого вала

ПЛАН:

1. Прямобочные шлицевые валы
2. Образование переходной кривой

ТЕЗИСЫ:

Прямобочные шлицевые валы широко используют в различных узлах и механизмах. Они обладают достаточно высокой несущей способностью и технологичны в изготовлении.

Точность базирования при использовании таких валов достигается использованием различных поверхностей: наружного или внутреннего диаметра, боковых сторон шлицев.

При изготовлении вала по методу обката червячной фрезой без модификации зуба затруднительно использовать базирование по внутреннему диаметру шлицевого вала. Это связано с образованием переходной кривой в основании шлица. При этом уменьшается полезная высота шлица.

Образование переходной кривой связано с пересечением ИИП₁ и ИИП₂, формообразующих боковые стороны шлицев и дна впадины

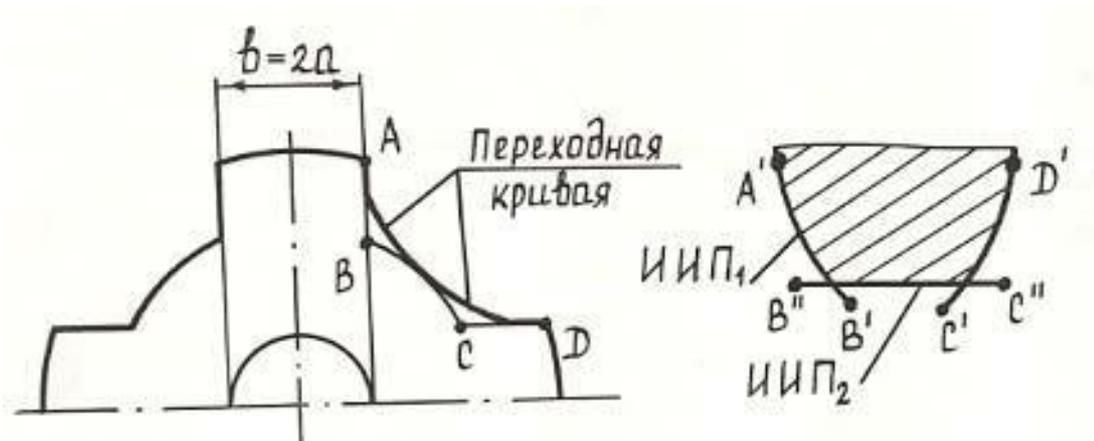


Рис. 2.6. Переходная кривая шлица

Величина переходной кривой зависит от размеров шлицевого вала и характеристики.

Если шлицевое сопряжение осуществляется с базированием по внутреннему диаметру, то вся высота шлица должна быть прямолинейной. Но переходной кривой при нарезании червячной фрезой избежать нельзя. Однако в этом случае ее размещают в теле вала. Для этого зубья фрезы должны иметь так называемую модификацию в виде “усиков”

Тема: ПРЯМАЯ ЗАДАЧА ПРОФИЛИРОВАНИЯ

ПЛАН:

1. Задача проектирования инструмента для обработки заданной поверхности детали
2. Этапы проектирования режущего инструмента
3. Схемы обработок

ТЕЗИСЫ:

Задача проектирования инструмента для обработки заданной поверхности детали неоднозначна. Можно спроектировать различные инструменты, которые обеспечат обработку заданной детали. Естественно, что эффективность возможных инструментов будет различна. На данном этапе мы не касаемся этого вопроса, а рассмотрим только принципиальную возможность различных вариантов обработки заданной поверхности.

Общая схема проектирования возможных режущих инструментов включает следующие этапы:

1. Определение ИИП, сопряженной с поверхностью детали при выбранной схеме обработки, т.е. при известных движениях инструмента и заготовки, совершаемых в процессе формообразования.

2. Превращение тела, ограниченного исходной поверхностью, в реальный режущий инструмент.

Возможные типы ИИП находят путем последовательного рассмотрения различных схем обработки. В случае, если схема обработки связывается со станком, где будет вестись обработка, задача значительно упрощается. Но при необходимости станок подвергается модернизации с целью обеспечить выбранную схему обработки.

Для выбранной схемы обработки определяется ИИП. Если проектируется шлифовальный круг, то у него полностью воспроизводится ИИП и проектирование инструмента заканчивается на этом этапе.

При проектировании лезвийного инструмента, у которого ИИП воспроизводится как совокупность ограниченного числа режущих кромок, необходимо обеспечить высокую стойкость и технологичность конструкции, удобство эксплуатации, возможность восстановления режущих свойств и т.п.

Литература:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Кинематические схемы резания (схемы обработки)

ПЛАН:

1. Формообразование поверхности детали
2. Классификация схем обработки

ТЕЗИСЫ:

Формообразование поверхности детали происходит при определенных относительных движениях инструмента и заготовки. Движения, определяющие форму обработанной поверхности, называют схемой обработки.

Схемы обработки были разработаны академиком Г.И. Грановским (“кинематические схемы резания” по определению автора). Схема обработки выражает абсолютные движения, сообщаемые в процессе резания инструменту и заготовке механизмом станка. Движения холостых ходов, когда инструмент и заготовка не соприкасаются друг с другом, в принципиальную кинематическую схему резания не включаются.

Все принципиальные кинематические схемы резания основаны на сочетаниях прямолинейно-поступательного и вращательного движений.

В зависимости от количества используемых движений в кинематической схеме резания схемы обработки классифицируются по группам.

Первая группа включает одно прямолинейное движение. Движение может осуществляться в различном направлении (вертикальное, горизонтальное, наклонное) и сообщаться либо заготовке, либо инструменту. В этом проявляется разнообразие вариантов, определяющих различное оборудование и отличающихся, главным образом, компоновкой отдельных узлов.

Вторая группа включает два прямолинейных движения, которые можно сообщить как инструменту, так и изделию. Результирующим движением будет также равномерное прямолинейное движение, направление которого зависит от направления и величины скоростей составляющих движений. Примером служит разрезка металлов ленточными пилами, ножовками.

Третья группа основана на одном вращательном движении инструмента или заготовки. Имеет ограниченное применение, например, при круговом протягивании сегментов на вращающемся столе.

Четвертая группа выражает сочетание прямолинейного и вращательного движений. Имеет очень широкое применение: точение, фрезерование, сверление, нарезание резьбы резцами, метчиками и т.п.

Пятая группа основана на сочетании двух вращательных движений. Например, фрезерование тел вращения.

Шестая группа – сочетание двух прямолинейных и одного вращательного движений.

Седьмая группа – сочетание двух вращательных и одного прямолинейного движений.

Восьмая группа – сочетание трех вращательных движений.

К этим группам относятся затылование режущих инструментов с винтовым расположением режущих лезвий, фрезерование винтовых канавок, зубодолбление цилиндрических зубчатых колес, нарезание конических зубчатых колес с круговым зубом резцовыми головками и др.

Литература

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.

2.Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Профилирование режущих инструментов для обработки фасонных цилиндрических поверхностей и поверхностей вращения

ПЛАН:

1. Обработке фасонных цилиндрических поверхностей
2. Формирование поверхности детали
3. Профилирование инструмента
4. Обработка поверхностей вращения

ТЕЗИСЫ:

При обработке фасонных цилиндрических поверхностей (канавки и отверстия фасонного профиля), а также поверхностей вращения широкоприменение находят фасонные резцы, протяжки, фрезы.

При обработке цилиндрических поверхностей скорость прямолинейно-поступательного относительного движения направлена вдоль образующей цилиндрической поверхности детали.

В результате движения подачи происходит периодическое углубление инструмента в материал заготовки (у протяжек движение подачи определено конструкцией инструмента).

Формирование поверхности детали происходит в момент выхода режущей кромки на поверхность детали.

Профилирование такого инструмента будет заключаться в проведении коррекционного расчета для определения необходимой глубины профиля фасонного инструмента. При прямолинейном профиле цилиндрической поверхности профиль резца будет также прямолинейным.

При обработке поверхностей вращения проектируются радиальные фасонные резцы. Здесь также в момент окончания обработки и формирования поверхности детали движение поперечной подачи выключается. В результате вращения вокруг оси поверхность вращения детали будет скользить “сама по себе”, а ИИП совпадает с поверхностью детали.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.

Тема: Профилирование многогранных протяжек

ПЛАН:

1. Многогранные отверстия
2. Проектирование многогранных протяжек
3. Стандартные многогранные протяжки
4. Форма вспомогательных задних поверхностей зубьев гранных протяжек
5. Гранная протяжка как тело вращения

ТЕЗИСЫ:

В машиностроении широко применяют многогранные отверстия, практически единственным способом изготовления которых является протягивание.

Многогранное отверстие относится к фасонной цилиндрической поверхности.

При проектировании гранных протяжек обычно используют генераторную схему резания, т.к. в этом случае конструкция протяжки получается более технологичной. Однако при этом возникает проблема создания на режущем лезвии вдоль вспомогательной режущей кромки вспомогательного заднего угла.

В настоящее время вспомогательные задние углы на многогранных протяжках обеспечивают следующими способами.

Стандартные многогранные протяжки в соответствии с техническими требованиями на их изготовление (например, ГОСТ 16492-70) по гранным поверхностям имеют обратную конусность, величиной не менее 0,01 мм (верхний предел не оговаривается и определяется конструктором в зависимости от допуска на обрабатываемую поверхность).

Протяжку можно представить как тело вращения, образующая которого проходит через главные режущие кромки зубьев.

Тема: Профилирование фасонных фрез для обработки винтовой поверхности

ПЛАН:

1. Характеристика профиля винтовой поверхности
2. Методика профилирования фрез
3. Форма и размеры профиля винтовой поверхности
4. Профилирование дисковой фрезы для обработки винтовой поверхности

ТЕЗИСЫ:

Профиль винтовой поверхности детали не совпадает с исходной поверхностью режущего инструмента. Поэтому ИИП профилирующего инструмента необходимо определить.

Методика профилирования фрез для обработки винтовых поверхностей основана на анализе процесса формообразования поверхности детали .

Фреза, вращаясь вокруг своей оси режущими кромками, образует ИИП. Линия касания поверхностей инструмента и детали является характеристикой. Поверхность детали образуется при винтовом движении характеристики, а поверхность инструмента будет являться поверхностью вращения характеристики вокруг оси фрезы.

Известными при профилировании считается форма и размеры профиля винтовой поверхности, угол между осями заготовки и фрезы, межосевое расстояние.

Профиль винтовой поверхности может быть задан в различных сечениях: торцевом, осевом, нормальном. При большом осевом шаге винтовой поверхности обычно задается торцевое сечение (сверла, концевые фрезы и т.п.). При малом осевом шаге (резьбовые соединения) предпочтение отдается осевым сечениям. Сечения взаимосвязаны между собой и можно переходить из одного в другое.

Ось фрезы относительно оси детали может быть расположена под различным углом. Вследствие этого образуются различные ИИП и соответственно различные типы фрез: концевые, торцевые, дисковые. Наибольшее применение при обработке винтовых поверхностей нашли дисковые фрезы.

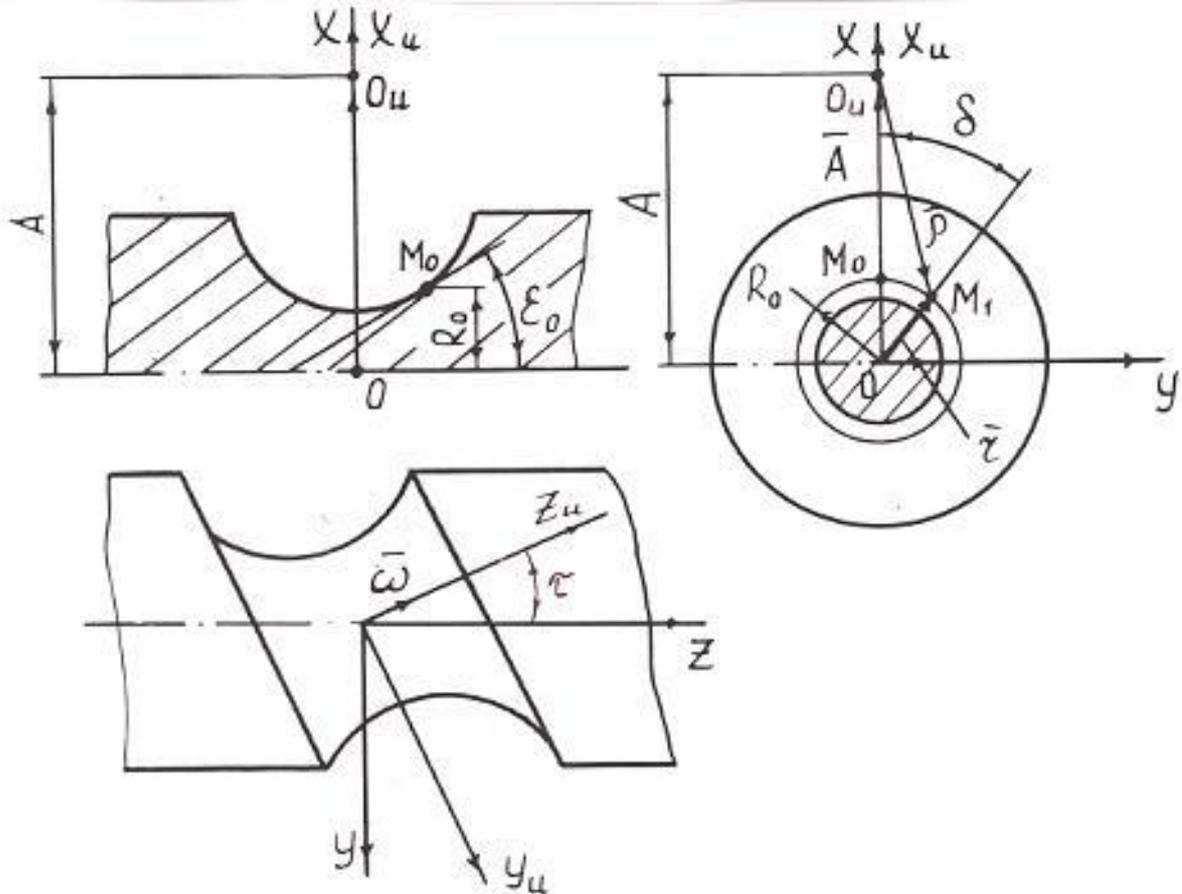


Рис. 3.5. Профилирование дисковой фрезы для обработки винтовой поверхности

Систему координат $X_u Y_u Z_u$ свяжем с инструментом. В исходном положении ось X_u направим по оси X , ось Z_u – по оси инструмента. Взаимосвязь систем координат:

$$X_u = X - A; \quad Y_u = Y \cos \tau + Z \sin \tau; \quad Z_u = Z \cos \tau - Y \sin \tau,$$

где τ – угол скрещивания осей инструмента и детали;

A – межосевое расстояние инструмента и детали.

Любая точка заданного профиля, совершая винтовое движение, описывает винтовую линию, расположенную на винтовой поверхности детали. Рассмотрим винтовое движение произвольной выбранной точки M_0 . При повороте точки M_0 вокруг оси детали на угол δ она переместится также вдоль оси детали на величину $\Delta = \rho \delta$ и ее координатами будут:

$$X = f(Z_0) \cos \delta; \quad Y = f(Z_0) \sin \delta; \quad Z = Z_0 + \rho \delta.$$

Литература:

1. Бунаков П.Ю., Широких Э.В. Высокоинтегрированные технологии в металлообработке. – М.: ДМК-Пресс, 2010.
2. Гоцеридзе Р.М. Процессы формообразования и инструменты. Учебник для студентов учреждений спо. - 4-е изд. - М. : Академия, 2013.