



Титульный лист методических
рекомендаций и указаний

Форма
Ф СО ПГУ 7.18.3/40

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова
Кафедра Машиностроение и стандартизация

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам
по дисциплине Технология машиностроения

для студентов специальности 050724 Технологические машины и оборудование

Павлодар

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ Пфейфер Н.Э.
(подпись)
« » 20 г.

Составитель: к.т.н., профессор

Кафедра Машиностроение и с

Методические рекомендации и указания к лабораторным работам

по дисциплине Технология машиностроения

для студентов специальности 050724 Технологические машины и оборудование

Рекомендовано на заседании кафедры
«__» _____ 20__ г., протокол №__

Заведующий кафедрой _____ Шумейко И.А. «__» _____ 20__ г.
(подпись)

Одобрено УМС факультета Metallургии, машиностроения и транспорта

«__» _____ 20__ г., протокол №__

Председатель УМС _____ Ахметов Ж.. Е. «__» _____ 20__ г.
(подпись)

ОДОБРЕНО:

Начальник ОПиМОУП _____ Варакута А.А. «__» _____ 20__ г.
(подпись)

Одобрена учебно-методическим советом университета

«__» _____ 20__ г. Протокол №__

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ РЕЗЦОВ И КИНЕМАТИКИ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ,

Целью лабораторной работы является изучение и выяснение конструкции токарных резцов, их геометрических параметров и кинематики резания при точении материалов.

Оборудование, инструменты и оснастка, используемые при выполнении лабораторной работы:

- токарные резцы – проходной, подрезной, отрезной и другие;
- угломеры для измерения углов призматических резцов и универсальные.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

Геометрией рабочей части резцов, как и других режущих инструментов, называется совокупность всех конструктивных элементов (углов резания, величины и формы режущих кромок, формы передней и задней поверхностей, радиус сопряжения режущих кромок и другие), позволя-

ющих обеспечить процесс обработки материалов резанием. Только правильно выбранная геометрия режущего инструмента позволяет обеспечить высокопроизводительную обработку, по-

этому необходимо изучить геометрию основных типов резцов. При изучении геометрии необходимо обратить внимание на назначение каждого конструктивного элемента.

Токарные резцы классифицируются по направлению подачи, по форме и расположению головки.

По направлению подачи резцы разделяются на правые и левые. На токарных станках правыми резцами работают справа налево (по направлению к передней бабке станка), а левыми – слева направо (по направлению к задней бабке станка). Метод определения резцов по подаче показан на рисунке 1.

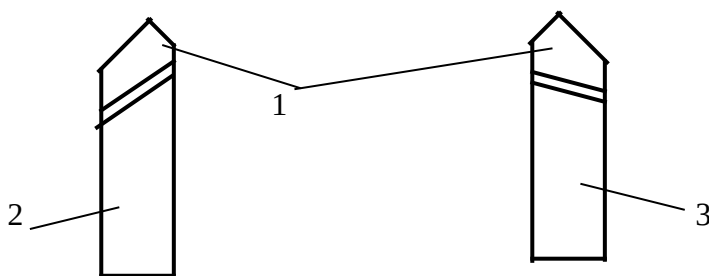


Рисунок 1. Типы резцов по направлению подачи.

1 – главные режущие кромки; 2 – правый резец; 3 – левый резец.

По форме головки и ее расположению конструктивные виды резцов показаны на рисунке 2

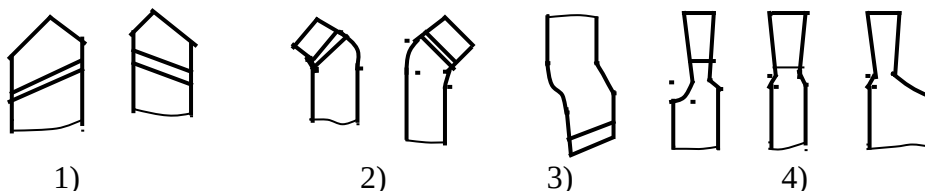


Рисунок 2. Определение вида резцов по форме головки и ее расположению:

1 – прямые резцы; 2 - отогнутые резцы; 3 – изогнутый резец; 4 – с оттянутыми головками.

Каждый резец состоит из рабочей части (головки) и крепежной части (стержня или тела резца).

Крепежная часть служит для закрепления резца на станке, а рабочая часть предназначена для обеспечения резания. На рисунке 3 показан токарный проходной прямой правый резец. Рабочая

часть резца (головка) ограничена тремя поверхностями: передней, задней главной и задней вспомогательной. Режущие кромки, производящие резание, получаются в результате пересечения трех плоскостей.

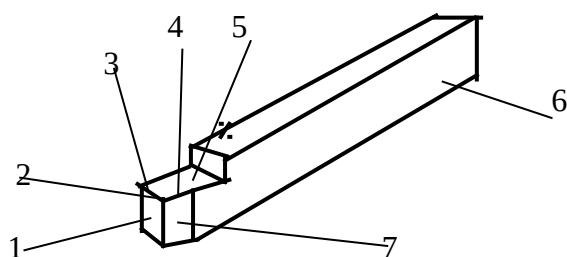


Рисунок 3. Элементы рабочей части (головки) токарного проходного резца:

1 – вспомогательная задняя поверхность; 2- вершина резца; 3 – вспомогательная режущая кромка; 4 – главная режущая кромка; 5 – передняя поверхность; 6 – державка резца; 7 – главная задняя поверхность резца.

Главная режущая кромка образуется от пересечения передней и главной задней поверхностей, а вспомогательная режущая кромка – от пересечения передней и вспомогательной задней поверхностей. Точка пересечения главной и вспомогательной режущих кромок называется вершиной резца. Так как головка резца воспринимает при резании большую нагрузку, то ее изготавливают из высокопрочного материала.

Рабочая часть резца затачивается по трем плоскостям (передней, главной и вспомогательной задней). В результате заточки получают углы, которые необходимы для обеспечения высокопроизводительного процесса обработки материалов резанием. Исходной базой для измерения (отсчета) углов являются две плоскости: основная плоскость и плоскость резания (рисунок 4), на которой обозначены также три поверхности детали: обрабатываемая поверхность, поверхность резания и обработанная поверхность.

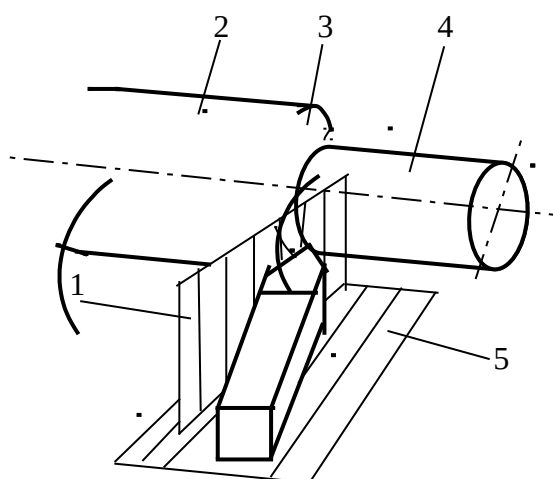


Рисунок 4. Исходные плоскости для определения главных углов резца.

1 – плоскость резания; 2 – обрабатываемая поверхность; 3 – поверхность резания; 4 – обработанная поверхность; 5 – основная плоскость.

Плоскостью резания называется плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через главную режущую кромку.

Основной плоскостью называется плоскость параллельная направлению продольной и поперечной подач резца.

Углы резца разделяют на две группы – главные и вспомогательные. На рисунке 5 приведена рабочая часть резца с необходимыми сечениями, на которой показаны главные и вспомогательные углы резца.

ГЛАВНЫЕ УГЛЫ резцов измеряются в главной секущей плоскости, перпендикулярной к проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

Главный передний угол (α) – это угол, заключенный между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания, проведенной через главную режущую кромку. Этот угол может быть положительным (рисунок 5б), равным нулю (рисунок 5в) или отрицательным (рисунок 5г).

Главный задний угол (α_1) – это угол, заключенный между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания.

Угол резания (β) – это угол, заключенный между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания.

Угол заострения – это угол, заключенный между передней и главной задней поверхностями резца.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ УГЛЫ И УГЛЫ В ПЛАНЕ. Для получения вспомогательных углов необходимо провести сечение вспомогательной режущей кромки вспомогательной секущей плоскостью, как это показано на рисунке 5. Это сечение производится перпендикулярно к проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

Вспомогательный задний угол (α_1) – это угол, заключенный между вспомогательной задней поверхностью и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку и перпендикулярной основной плоскости.

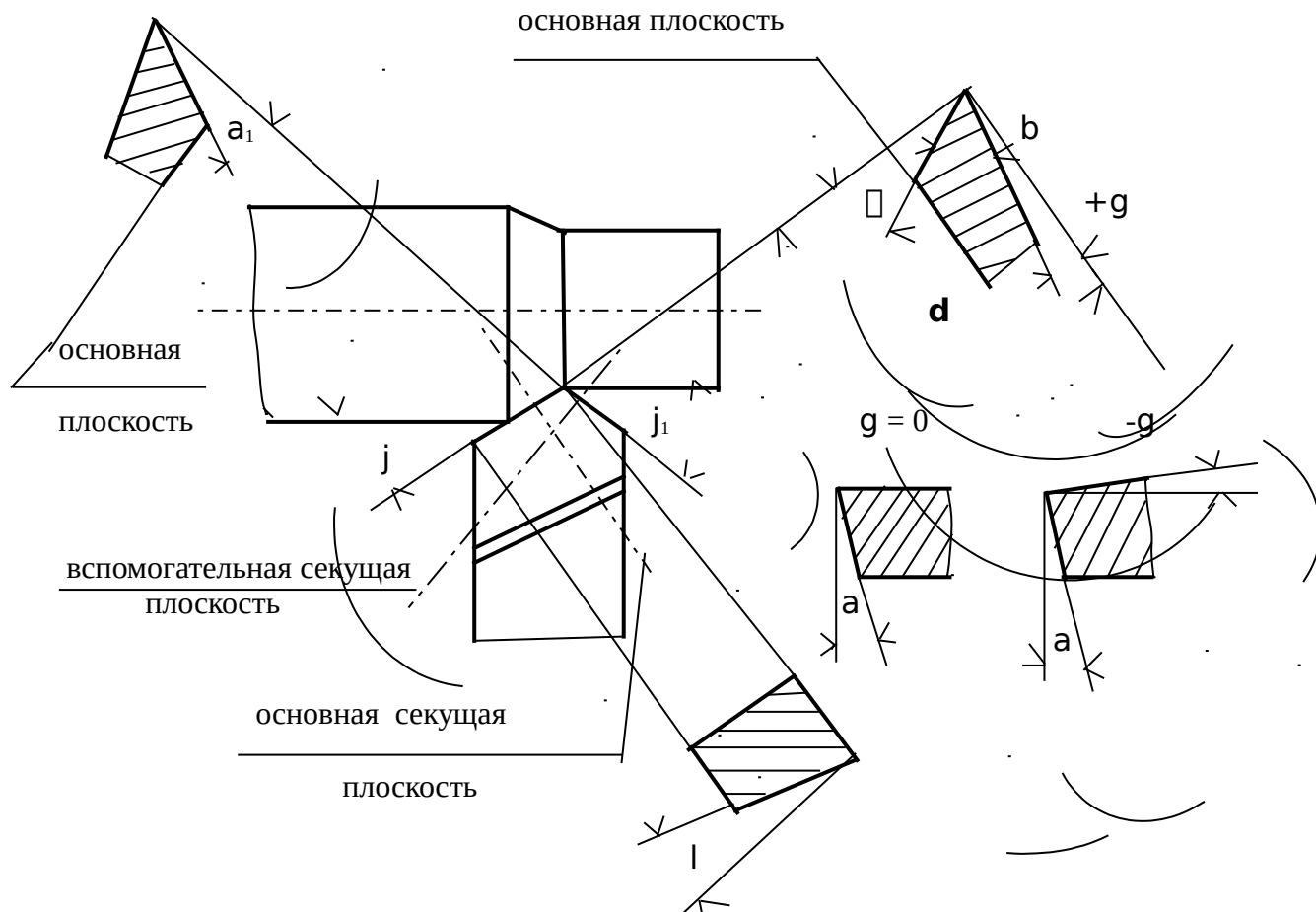


Рисунок 5. Главные и вспомогательные углы токарного проходного резца.

Главный угол в плане (j) – это угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Вспомогательный угол в плане (j_1) – это угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Угол при вершине (e) – это угол между проекциями режущих кромок на основную плоскость.

Угол наклона главной режущей кромки (l) – это угол, заключенный между главной режущей кромкой и линией, проведенной через вершину резца параллельно основной плоскости. Угол на-

клона главной режущей кромки может быть положительным, отрицательным и равным нулю.

УГЛОМЕР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВ ПРИЗМАТИЧЕСКИХ РЕЗЦОВ.

Угломер состоит из основания, стойки, по которой перемещается сектор шаблоном. Сектор может передвигаться вдоль стойки, поворачиваться вокруг ее оси и в нужном положении закрепляется винтом. Шаблон имеет в нижней части два взаимноперпендикулярных ребра. На секторе нанесены деления. Риска на верхней части шаблона указывает на шкале сектора величину-

ну измеряемого угла. Положение шаблона относительно сектора фиксируется винтом.

Измерение геометрических параметров резца можно производить и с помощью других измерительных средств, имеющихся в лаборатории. Измерение линейных размеров резца осуществляется штангенциркулем или масштабной линейкой.

Результаты измерений занести в таблицу 1.

№ п/п	Наименование резца	Размер резца В*Н в мм	Углы резца в градусах											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9			
			g	a	a ₁	b	d	e	l	j	j ₁			
1	проходной													
2	подрезной													
3	отрезной													

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Классификация резцов и элементы его рабочей части.
2. Дать определения геометрическим параметрам резцов.
3. Инструменты для определения углов резцов.
4. Какую роль играют значения углов резца в процессе резания.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.

ОБРАБОТКА КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ.

Целью лабораторной работы является ознакомление со станками токарной группы, изучение устройства токарно-винторезного станка 1М63 и настройка его на обработку конической поверхности.

Оборудование, инструменты и оснастка, используемые при выполнении лабораторной работы:

- токарно – винторезный станок 1М63;
- резцы токарные прямые, отрезные, подрезные;
- заготовка - пруток сталь 45 диаметром 10 – 20 мм;
- штангенциркуль ШЦ-1.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Станки токарной группы делятся на следующие типы:

1. Токарно-винторезные – для обработки тел вращения. На станке выполняются все токарные операции
2. Токарно-револьверные – для обработки заготовок, имеющих форму тел вращения и требующих обработки нескольких поверхностей несколькими инструментами.
3. Токарно-карусельные – для обработки заготовок большого диаметра, малой высоты и большого веса. Станки имеют горизонтальный стол с вертикальной осью вращения.
4. Токарные многолезцовые – для обработки заготовок одновременно несколькими резцами. На станках обрабатывают детали ограниченные цилиндрическими, коническими и торцовыми поверхностями.
5. Автоматы и полуавтоматы одно и многошпиндельные – для обработки деталей из пруткового материала и штучных заготовок в крупносерийном и массовом производствах.
6. Специализированные – для обработки определенных деталей, например коленчатых валов.
7. Специальные – для обработки деталей одного типа, размеров или для обработки одной поверхности. Используются в массовом или крупносерийном производстве.

На токарно-винторезном станке можно выполнять следующие работы: обтачивание наружных и внутренних цилиндрических и конических поверхностей, обтачивание ступенчатых валов, подрезание торцов, обтачивание галтелей, протачивание канавок, отрезание, сверление, зенкерование и развертывание отверстий, растачивание внутренних поверхностей, обтачивание эксцентриковых фасонных поверхностей, нарезание резьбы.

Токарно-винторезный станок состоит из следующих узлов:

1. Станина с направляющими служит для монтажа всех узлов станка. В левой тумбе станины смонтирован электродвигатель главного привода, в правой – бак для эмульсии.
2. Передняя бабка установлена с левой стороны станины. В ней смонтированы коробка скоростей и шпиндель. Зубчатые передачи через клиноременную передают движение от электродвигателя к шпинделю с различной скоростью. На шпиндель надевается патрон, в которой закрепляется деталь.
3. Коробка подач крепится в левой лицевой стороне станины. Коробка подач передает движение от шпинделя к суппорту с различной скоростью.
4. Суппорт смонтирован на направляющих станины и может перемещаться по ним. Суппорт служит для закрепления на ней режущего инструмента и перемещения инструмента вдоль, перпендикулярно или под углом к обрабатываемой детали. Он состоит из продольного, поперечного и верхнего суппортов. Продольный суппорт обеспечивает продольную подачу инструмента, поперечный – поперечную подачу. Верхний суппорт можно устанавливать под определенным углом относительно оси центров станка. По направляющим станины перемещаются нижние салазки, а по направляющим типа ласточкин хвост перемещаются поперечные салазки. Перемещение последних осуществляется с помощью винта поперечной подачи и разрезной гайки, закрепленной на поперечных салазках. Две половины гайки могут раздвигаться с помощью клина, затягиваемого средним болтом. Поворотная часть

имеет центрирующий выступ и крепится к поперечным салазкам двумя болтами, головки которых находятся в круговых Т –образных пазах. Это позволяет устанавливать поворотную часть под углом $\pm 45^\circ$ по отношению к среднему положению. Отсчет угла поворота производится по лимбу. По направляющим поворотной части перемещаются верхние салазки с резцедержателем. Это перемещение в сочетании с поворотом вокруг вертикальной оси позволяет обтачивать конусные поверхности. Четырехпозиционный резцедержатель позволяет закреплять одновременно четыре инструмента, что экономит время на смену резцов.

5. Задняя бабка служит для поддержания длинных деталей с помощью заднего центра, а также для закрепления инструментов при сверлении, зенкеровании, ратывании и нарезании резьбы метчиками. Она установлена с правой стороны станины и перемещается по ее направляющим. Корпус задней бабки с помощью винта можно смещать относительно плиты в направлении перпендикулярном линии центров. Это перемещение используют при обточке конусных поверхностей. Задний центр вставляется в конусное отверстие пиноли, пиноль перемещается в корпусе с помощью винта, гайки и маховичка. Закрепляется пиноль сухарем при повороте рукоятки. Задняя бабка вручную перемещается по направляющим станины и закрепляется прихватом, на который нажимает планка, перемещаемая рукояткой . эксцентриком и тягой.
6. Фартук крепится к продольному суппорту. В фартуке смонтированы механизмы , преобразующие вращательное движение ходового винта или ходового валика в поступательное перемещение суппортов.

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ КОНИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Обработка конических поверхностей на токарном станке является одной из сложных операций. Ее можно выполнять несколькими способами.

1. Широкими резцами имеющими главный угол в плане равный половине угла обтачиваемого конуса. Точение ведут большей частью с продольной подачей. Длина главного режущего лезвия должна быть больше длины образующей конуса. Этим способом обтачивают короткие конические поверхности с длиной образующей до 25-30 мм.
2. Поворотом каретки верхнего суппорта на угол, равный половине угла обтачиваемого конуса, который подсчитывается по следующей формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l},$$

где D и d - больший и меньший диаметры конуса, в мм;

l - длина конической поверхности, в мм.

При обработке конической поверхности верхнюю часть суппорта разворачивают на угол β равный по величине углу наклона обрабатываемого конуса α . В развернутом положении верхний суппорт закрепляется затягиванием гаек. Салазки верхней части суппорта передвигаясь под развернутым углом перемещают резец к осевой линии центров под тем же углом β , благодаря этому обрабатываемая заготовка получает форму конуса. На большинстве станков верхнюю часть суппорта перемещают вручную с помощью рукоятки. Длина образующей конуса, который можно обрабатывать этим способом ограничена длиной хода салазок верхнего суппорта. При развернутом суппорте можно обрабатывать как наружные так и внутренние поверхности небольшой длины, но с большим углом наклона конуса до 45° .

3. Смещением корпуса задней бабки относительно основания ее в поперечном направлении на величину h мм. Поперечное смещение задней бабки производится вращением винта. При такой установке заготовки образующая обрабатываемой конической поверхности становится параллельной линии центров станка и обработку ведут проходным резцом с продольной подачей. Этим способом

обрабатывают длинные конические поверхности с небольшим углом конуса ($2\alpha \leq 10^\circ$). При длине заготовки L и длине конической поверхности l величину h определяют по формуле

$$H = L \sin \alpha ,$$

где α - половина угла при вершине конуса.

Для малых углов

$$\sin \alpha = \operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2l} ,$$

где D и d - диаметры большего и меньшего оснований конуса.

Тогда

$$h = \frac{D - d}{2} * \frac{L}{2} \text{ мм.}$$

Отсчет смещения задней бабки на нужную величину обычно производится по специальной шкале, деления которой расположены на опорной плите задней бабки со стороны маховичка. Цена деления – 1 мм. Если шкала отсутствует или непригодна, то отсчет смещения производится при помощи линейки.

4. При помощи копировальной конусной линейки. Этот способ применяется в массовом производстве, обтачивают длинные конусы с углом при вершине $30-40^\circ$.
5. Двумя подачами одновременно обычно вручную протачивают конус начерно. Однако на станках 163, 1660 и др. можно использовать имеющуюся механическую подачу верхних салазок суппорта.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Типы станков токарной группы и виды работ выполняемые на них.
2. Устройство токарно-винторезного станка 11М63. Узлы, их расположение и назначение.
3. Характеристика способов обработки конических поверхностей и их применение.
4. Настройка станка для обработки конических поверхностей.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

ФРЕЗЕРОВАНИЕ И ОБРАБОТКА НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Целью лабораторной работы является ознакомление с устройством и кинематикой движений при резании универсально-фрезерного станка, режущими инструментами – фрезами, способами закрепления деталей, элементами режимов резания при фрезеровании и проведение простой операции по фрезерованию.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ.

СУЩНОСТЬ ФРЕЗЕРОВАНИЯ. Процесс фрезерования заключается в постепенном срезании тонкими слоями металла, подлежащего удалению с обрабатываемой поверхности. Это достигается сочетанием двух движений – вращения фрезы вокруг своей оси и поступательного перемещения заготовки относительно фрезы.

На практике находят применение два метода фрезерования – встречное, когда направление вращения фрезы противоположно направлению движения подачи, и попутное, когда направление вращения фрезы совпадает с направлением движения подачи. При встречном фрезеровании зуб фрезы постепенно врезается в металл, причем вследствие скругления режущих кромок и упругих деформаций фрезы и детали, зуб в момент врезания скользит по поверхности резания. Возникает большое трение и износ фрезы по задней поверхности. В

этом случае фреза стремится оторвать деталь от стола и требуется надежное закрепление детали. Встречное фрезерование следует применять в качестве черновой обработки заготовки при наличии корки и окалины.

При попутном фрезеровании зуб фрезы сразу снимает максимальную толщину срезаемого слоя, которая при выходе зуба уменьшается до нуля. Таким образом, вначале врезание фрезы происходит с ударом, а в дальнейшем процесс резания протекает спокойно и обрабатываемая поверхность получается более чистой по сравнению со встречным фрезерованием. В этом случае фреза стремится прижать заготовку к столу, чем облегчается крепление детали к столу. Попутное фрезерование рекомендуется при чистовой обработке, когда отсутствует корка на обрабатываемой заготовке и требуется высокая чистота обработки, а также при обработке тонких заготовок.

Процесс фрезерования отличается высокой производительностью, поскольку работа выполняется большим количеством зубьев. Это обусловило широкое применение фрезерования в машиностроении.

ТИПЫ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ФРЕЗ.

Фрезы изготавливают цельными, зубья которых выполнены заодно целое с корпусом и со вставными зубьями. В зависимости от конструкции различают фрезы с остrokонечными и с затылованными зубьями. Фасонные фрезы выполняются в основном с затылованными зубьями, остальные – остrokонечными. Обработка задней поверхности затылованного зуба производится по Архимедовой спирали. Особенностью затылованных фрез является то, что их перетачивают только по передней поверхности и профиль зуба сохраняется, причем обычно передний угол $\varrho=0$. Переточка фрез с остrokонечными зубьями производится по задней грани. Основными достоинствами таких зубьев являются: высокая стойкость, простота изготовления и переточки, чистота обработанной поверхности и высокая производительность.

По виду поверхности, на которой нанесены зубья, различают фрезы цилиндрические, торцовые, дисковые, угловые, фасонные. По форме зуба фрезы бывают с прямыми, винтовыми и разнонаправленными зубьями. Исходя из формы обрабатываемой поверхности, применяют фрезы для обработки плоскостей, для обработки пазов и канавок, для обработки фасонных поверхностей. Для фрезерования зубьев цилиндрических колес методом копирования, при котором фреза имеет профиль впадины нарезаемого зуба, применяются модульные фрезы. Они подразделяются на дисковые, применяемые при работе на горизонтально-фрезерных станках, и пальцевые, применяемые при работе на вертикально – фрезерных станках.

РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ.

Скорость резания определяется формулой

$$V = \frac{\rho D_{\phi} n}{1000},$$

где V - скорость резания, м\мин;
 D_{ϕ} - диаметр фрезы, мм;
 n - число оборотов фрезы, об\мин.

Глубиной резания t является толщина слоя обрабатываемого материала, снимаемая фрезой за один проход.

Шириной фрезерования B называется размер обрабатываемой поверхности, измеренный в направлении перпендикулярном подаче фрезы.

Подачей S называется величина перемещения относительно фрезы в единицу времени. При фрезеровании различают подачу на один зуб фрезы S_z , подачу за один оборот фрезы S_o и минутную подачу $S_{мин}$.

Связь между ними выражается формулой

$$S_{\text{мин}} = S_z * z * n ,$$

где z - число зубьев фрезы.

Основное технологическое время при фрезеровании. Оно определяется по формуле

$$T_{\text{осн}} = \frac{L_{\text{рх}}}{S_{\text{мин}}} ,$$

Где $L_{\text{рх}}$ – длина рабочего хода фрезы, мм;

- $S_{\text{мин}}$ – минутная подача фрезы, мм/мин.

Длина рабочего хода фрезы $L_{\text{рх}} = l + l_1 + l_2 + D_{\text{ф}}$,

где l - длина обрабатываемой поверхности , мм;

l_1 - длина врезания фрезы, мм;

l_2 - длина перебега фрезы, мм.

Значения врезания и перебега фрезы выбираются по нормативам.

ТИПЫ ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКОВ . Фрезерные станки бывают общего назначения и специализированные.

К станкам общего назначения относятся :

- консольно-фрезерные – горизонтальные. универсальные, вертикальные;
- бесконсольно-фрезерные – с неподвижной или поворотной шпиндельной головкой, с круглым столом, с копировальным устройством;
- продольно-фрезерные – одностоечные горизонтальные или вертикальные, двухстоечные с двумя или четырьмя шпинделями;
- карусельно-фрезерные – с одним, двумя и тремя шпинделями.

К специализированным станкам относятся: копировально-фрезерные, барабанно-фрезерные, шпоночно-фрезерные, фрезерно-отрезные ит.д.

УСТРОЙСТВО ФРЕЗЕРНОГО СТАНКА.

Горизонтально-фрезерные станки характеризуются горизонтальным расположением оси шпинделя и перемещением стола с деталью в продольном, поперечном и вертикальном направлениях. Они подразделяются на простые и универсальные. Универсальные отличаются от простых тем, что стол у них поворачивается в пределах до 45° . Универсально-фрезерные станки предназначены для фрезерования плоскостей, пазов, фасонных поверхностей, зубьев зубчатых колес, винтовых канавок и пр. Станок имеет станину на которой расположены все узлы станка. Хобот может перемещаться по верхним направляющим станины, но во время работы он фиксируется в определенном положении и служит для поддержания при помощи подвесок оправки с фрезой. Консоль перемещается по вертикальным направляющим станины. Поперечные салазки перемещаются по направляющим консоли, а стол по направляющим салазок. Поворотные верхние салазки обеспечивают поворот стола, Привод шпинделя состоит из электродвигателя и коробки скоростей, расположенной в станине. Привод подачи состоит из электродвигателя и коробки подач, расположенной в консоли. Поддержки служат для повышения жесткости станка.

УСТАНОВКА И ЗАКРЕПЛЕНИЕ ФРЕЗ НА СТАНКАХ

Цилиндрические и дисковые фрезы закрепляются на оправке, конический хвостовик которой затягивается в конусе шпинделя шомполом. Другой свободный конец оправки проходит через втулку хобота и зажимается гайкой. Втулка хобота входит в другую разрезную втулку хобота и зажимается также другой гайкой с контргайкой.. разрезная гайка находится в подвесном кронштейне хобота. Фреза устанавливается на оправке свободно или на шпонке в нужном положении с помощью установочных колец. Оправка вставляется конусной частью в конусное отверстие шпинделя и затягивается шомполом. Вращение инструменту передается шпонками, расположенными на торце шпинделя и которые входят в пазы оправки. Торцевые и концевые фрезы с коническим хвостовиком закрепляют шомполом либо непосредственно в конусе шпинделя, либо при помощи переходных втулок. Фрезы с цилиндрическим хвостовиком закрепляют при помощи специальных патронов.

РАБОТЫ ВЫПОЛНЯЕМЫЕ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ:

- Фрезерование горизонтальных плоскостей производят на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках, цилиндрическими и торцевыми фрезами. Деталь закрепляется на столе либо в машинных тисках, либо при помощи прижимных планок.
- Фрезерование вертикальных плоскостей выполняется дисковыми трехсторонними концевыми и торцевыми фрезами, а также на продольно-фрезерных станках торцевыми фрезами.
- Фрезерование наклонных плоскостей производят на горизонтально-фрезерных или вертикально-фрезерных станках тоцевыми фрезами.
- Фрезерование уступов выполняется на вертикально-фрезерных концевыми фрезами, которые одновременно фрезеруют две взаимно перпендикулярные поверхности.
- Фрезерование пазов прямоугольных и Т-образных, производится на вертикально-фрезерных станках соответствующими концевыми фрезами.
- Фрезерование шпоночных канавок осуществляется на вертикально-фрезерных станках концевыми или специальными шпоночными фрезами, а также на горизонтально- фрезерном станке дисковыми фрезами.
- Фрезерование фасонных поверхностей выполняется фасонными фрезами соответствующего профиля. Поверхности детали сложной формы обрабатывают сборными фрезами или по копиру.
- Фрезерование резьб осуществляется на специальных резьбофрезерных станках гребенчатыми резьбовыми фрезами.
- Фрезерование цилиндрических зубчатых колес производится дисковыми модульными фрезами на горизонтально фрезерных станках или модульными пальцевыми фрезами на вертикально-фрезерных станках.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ,

1. Устройство универсального фрезерного станка и его основные узлы. Кинематика резания при фрезеровании.
2. Типы фрез и их назначение.
3. Установка и крепление фрез на станках.
4. Виды работ выполняемых на фрезерных станках.
5. Режимы резания при фрезеровании.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4.

ФРЕЗЕРОВАНИЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС.

Целью лабораторной работы является изучение устройства делительной головки и ее настройки для фрезерования зубьев цилиндрических зубчатых колес.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ,

Фрезерование цилиндрических зубчатых колес производится модульными дисковыми фрезами на горизонтально-фрезерных станках или модульными пальцевыми фрезами на вертикально-фрезерных станках. Фрезерование выполняется по методу копирования, т.е. профиль зуба фрезы должен соответствовать профилю впадины нарезаемого колеса. При этих работах деталь вращается со скоростью V , а детали сообщается продольная подача S . После обработки каждой впадины деталь поворачивается на $1/z$ часть, где z – число нарезаемых зубьев, и фрезеруют следующую впадину. Для поворота детали на необходимый угол применяют делительную головку. Различают универсальные и оптические делительные головки. Универсальные подразделяются на лимбовые и безлимбовые. Наиболее распространена лимбовая универсальная делительная головка. Такая делительная головка позволяет периодически поворачивать детали на различные части окружности и сообщать ей непрерывное вращательное движение, согласованное с продольной подачей стола (детали). Первое свойство позволяет фрезеровать плоскости многогранников, шлицевые канавки, прямозубые зубчатые колеса, фрезы и развертки с прямыми зубьями и др. Второе свойство позволяет фрезеровать винтовые

канавки. Сочетание первого и второго свойств представляет возможность фрезеровать зубчатые колеса, фрезы с винтовыми зубьями. Лимбовая универсальная делительная головка состоит из корпуса, поворотной части, лимба непосредственного деления, шпинделя, лимба и рукоятки с фиксирующим штифтом. Передний конец шпинделя имеет наружную резьбу, на которую навинчивается патрон. На заднем конце шпинделя имеется коническое отверстие для установки оправки при дифференциальном делении. На переднем конце неподвижно закреплен лимб непосредственного деления с градуировкой 360° через каждый градус. Для поддержания второго конца обрабатываемой заготовки (детали) применяется задняя бабка.

Лимбовые универсальные делительные головки (УДГ) снабжены двухсторонним делительным диском с числом отверстий на первой стороне 16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31 и на второй – 33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54. При непосредственном делении детали на малое число частей (2, 3 и т.п.) нецелесообразно пользоваться рукояткой, так как для каждой операции потребовалось бы большое число оборотов рукоятки. В этом случае червяк выходит из зацепления с червячным колесом, после чего шпиндель головки может быть повернут вращением лимба непосредственного деления или патрона.

Отсчет угла поворота производится по шкале, нанесенной на лимбе непосредственного деления, и нониусу, закрепленному на корпусе головки. После каждого поворота шпинделя на требуемый угол его необходимо застопорить.

Угол поворота шпинделя α рассчитывается по формуле

$$\alpha = \frac{360^\circ}{n},$$

где n - число частей, на которое нужно разделить деталь.

Простое деление производится поворотом рукоятки с фиксирующим штифтом относительно неподвижного лимба. Вращение рукоятки с валом передается через червяк с числом заходов k , червячное колесо с числом зубьев z_c шпинделю с деталью.

Допустим, что требуется разделить окружность детали на z частей, т.е. шпиндель с деталью должны повернуться на $1/z$ часть, для чего напишем уравнение кинематического баланса рассматриваемой цепи

$$n_p \frac{k}{z_c} = \frac{1}{z}.$$

Следовательно,

$$n_p = \frac{z_c}{k z}.$$

Величина обратная k/z_c , называется характеристикой головки и обозначается буквой N . Таким образом,

$$n_p = \frac{N}{z} = A + \frac{m}{n} = A + \frac{e m}{e n},$$

где A - целое число оборотов рукоятки;

m и n – числитель и знаменатель правильной простой несократимой дроби, указывающей часть оборота, на которую необходимо повернуть рукоятку;

e - общий множитель для m и n , выбранный таким образом, чтобы произведение $e n$ представляло число отверстий, имеющихся на какой либо окружности лимба, а $e m$ – число отверстий, на которое надо повернуть рукоятку по кругу с числом отверстий $e m$. Дифференциальное деление применяется в том случае, когда нельзя подобрать число отверстий по окружности лимба, обеспечивающее простое деление.

При дифференциальном делении вместо заданного числа деления z задаются достаточно близким к нему числом z_1 , удовлетворяющее условию простого деления. Получающаяся при этом погрешность в повороте шпинделя компенсируется соответствующим поворотом лимба.,

производимым при повороте рукоятки. Лимб получает вращение от шпинделя через сменные зубчатые колеса

$$i_{cm} = \frac{a}{b} * \frac{c}{d}$$

и конические колеса с передаточным отношением $i = 1$. Фиксатор при этом должен быть освобожден. Таким образом, необходимый поворот шпинделя осуществляется одновременно двумя движениями – поворотом рукоятки относительно лимба и исполнительным движением лимба относительно рукоятки. Алгебраической суммой этих двух движений должен быть абсолютный поворот рукоятки при каждом цикле

$$n_p = \frac{N}{z}$$

Поворот рукоятки относительно лимба (относительный цикловой поворот рукоятки) производится из расчета z_1 делений и равняется N / z_1 . Поворот лимба относительно рукоятки за период поворота детали на $1/z$ равняется $1/z * i_{cm}$.

Следовательно, суммарное движение выразится так :

$$N_{pa} = \frac{N}{z} = \frac{N}{z_1} + \frac{i_{cm}}{z}$$

Отсюда передаточное отношение сменных колес

$$i_{cm} = \frac{a}{b} * \frac{c}{d} = N \frac{(z_1 - z)}{z_1}$$

Если $z < z_1$, то i_{cm} получает отрицательное значение и диск должен вращаться против направления вращения рукоятки. В этом случае между колесами a и b необходимо поставить промежуточное колесо.

Таким образом для настройки делительной головки на дифференциальное шеление необходимо:

- Определить число оборотов рукоятки по выбранному числу делений $z_1 - n_p = N / z_1$.
- Подобрать сменные зубчатые колеса по формуле

$$i_{cm} = \frac{(z_1 - z)}{z_1} * N$$

Для нарезания прямозубого колеса фрезой выбирают по таблице, исходя из заданного числа зубьев.

Для того чтобы выбрать фрезу необходимо иметь основные величины, характеризующие зубчатое колесо.

1. Число зубьев - задается или выбирается на основании расчета зубьев на прочность, требованиями кинематики или по конструктивным соображениям.
2. Модуль m - определяют расчетом на прочность и округляют до ближайшего большего по стандарту $m = t / p$, $p = 3,14$, t – шаг зацепления, расстояние между одноименными точками профиля двух смежных зубьев.
3. Диаметр делительной окружности $D_d = m z$.
4. Шаг зацепления $t = p D_d / z$.
5. Диаметр окружности выступов $D_n = m (z + 2)$.
6. Высота зуба $h = 2 m$.
7. Диаметр впадин $D_b = D_d - 2,2 m$.
8. Толщина зуба $S = 1,387 m$.

ОБРАБОТКА ДЕТАЛЕЙ НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Сверление является одним из широко распространенных методов получения отверстий в деталях машин. Для сверления отверстий применяют различные типы сверл: спиральные, перовые, оснащенные пластинками из твердого сплава, для глубокого сверления . центровочные и другие. Сверла применяют для получения как сквозных, так и глухих отверстий в сплошном материале, а также для рассверливания уже имеющихся отверстий. Наиболее широкое распространение получили спиральные сверла. Спиральные сверла состоят из следующих частей.

- Хвостовик – часть сверла, предназначенная для его закрепления (обычно конической или цилиндрической формы).
- Шейка – промежуточная часть между хвостовиком и телом сверла, содержащим рабочую часть.
- Лапка – концевая часть конического хвостовика, служащая упором при выбивании сверла из конического отверстия шпинделя станка и передачи крутящего момента при резании.
- Поводок – концевая часть цилиндрического хвостовика, предназначенная для дополнительной передачи крутящего момента при резании.

Принято также различать элементы, поверхности и кромки сверла.

- Зуб – выступающая часть сверла, снабженная режущей кромкой.
- Ленточка – выступающая узкая полоска поверхности зуба.
- Спинка зуба – наружная поверхность зуба.
- Канавка – выемка, служащая для отвода стружки.
- Сердцевина – срединная часть сверла, соответствующая окружности, касательной к поверхности обеих канавок.
- Передняя поверхность – поверхность канавки, воспринимающая давление стружки.
- Задняя поверхность – торцовая поверхность зуба на режущей части.
- Режущая кромка – линия, образованная пересечением передней и задней поверхностей.
- Кромка ленточки – линия, образованная пересечением передней поверхности с поверхностью ленточки.
- Поперечная еромка – линия, образованная пересечением обеих задних поверхностей.

У обрабатываемой детали выделяют три поверхности.

- Обработанная поверхность – поверхность просверленного отверстия.
- Поверхность резания – поверхность, образуемая режущей кромкой при ее винтовом движении в процессе резания.
- Плоскость резания – плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через рассматриваемую точку режущей кромки.

Спиральное сверло имеет свои геометрические параметры.

Задний угол α измеряется в плоскости касательной к цилиндрической поверхности, ось которой совпадает с осью сверла. Задний угол образован касательной к задней поверхности в рассматриваемой точке на режущей кромке и касательной в той же точке к окружности ее вращения вокруг оси сверла. Задние углы у сверла различны для различных точек режущей кромки.

Передний угол ϱ измеряется в плоскости нормальной к главной режущей кромке. Этот угол образован касательной к передней поверхности в рассматриваемой точке на режущей кромке и нормалью в той же точке к поверхности вращения режущей кромки вокруг оси сверла. На поперечной режущей кромке передний угол отрицательный.

Угол наклона поперечной режущей кромки γ - острый угол между проекциями поперечной и режущей кромок на плоскость, перпендикулярную к оси сверла. При этом условно принимают, что поперечная и режущая кромки прямолинейны.

Угол при вершине 2λ - угол между режущими кромками. У сверла с двойной заточкой получают два угла при вершине, режущая кромка расположена по ломаной линии.

Угол наклона винтовой канавки W – угол между осью сверла и развернутой винтовой линией кромки ленточки у режущей части. Величина этого угла определяется по формуле

$$\operatorname{tg}W = \frac{p D}{H},$$

где D – диаметр сверла в мм;
 H – шаг винтовой канавки в мм.

ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ.

Скорость резания при сверлении и рассверливании представляет собой окружную скорость точки режущего лезвия, лежащей на периферии сверла, и определяется по формуле

$$V = \frac{p D n}{1000} \text{ м \ мин,}$$

где D – диаметр сверла в мм;
 n – частота вращения сверла в об\ мин.

Подачей называется перемещение сверла в осевом направлении в течение одного оборота.

Площадь поперечного сечения, срезаемого слоя режущими кромками определяется по формуле

$$F = 2ab = \frac{S_0 D}{2} \text{ мм}^2,$$

где a и b – соответственно толщина и ширина срезаемого слоя.

Глубина резания $t = D / 2$ мм.

Основное технологическое время

$$T_0 = \frac{L}{n S_0} = \frac{l + l_1 + l_2}{n S_0} \text{ мин,}$$

где L – длина рабочего хода сверла в мм;
 l – глубина сверления в мм;
 l_1 – величина перебега сверла в мм;
 l_2 – величина врезания сверла в мм.

Сверление отверстий осуществляется на сверлильных станках. Существуют следующие типы сверлильных станков: настольно-сверлильные, вертикально-сверлильные, радиально-сверлильные, горизонтально-сверлильные, многошпиндельные, агрегатно-сверлильные и специальные. Сверлильный станок состоит из фундаментной плиты, станины (стойки), коробки скоростей со шпинделем, коробки подач и стола. Шпиндель получает вращение от электродвигателя через клиноременную передачу и коробку скоростей. Движение подачи осуществляется от шпинделя через цилиндрические зубчатые передачи, коробку подач, цилиндрическую зубчатую передачу, червячную и реечную передачи. Для закрепления деталей на сверлильных станках применяются – прижимные планки, машинные тиски, призмы, угольники. Широкое применение имеют специальные приспособления – кондукторы.

Для закрепления режущих инструментов используется вспомогательный инструмент. Инструмент с коническим хвостовиком, у которого номер конуса Морзе совпадает с номером конуса шпинделя, вставляется непосредственно в шпиндель. В тех случаях когда конус хвостовика инструмента меньше конуса отверстия шпинделя, применяют переходные конические втулки. Для закрепления режущих инструментов с цилиндрическим хвостовиком применяют цанговые сверлильные патроны. Если требуется часто менять инструмент применяют быстросменные патроны.

На сверлильных станках выполняют следующие работы: сверление, рассверливание, зенкерование, цекование, развертывание отверстий и нарезание в них резьбы метчиками.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Устройство вертикально-сверлильного станка.
2. Геометрия сверл.
3. Установка и закрепление инструмента на станке.
4. Работы выполняемые на сверлильных станках.
5. Режимы резания при сверлении.
6. Основное технологическое время присверлении.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6

ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Целью лабораторной работы является изучение влияния режимов резания при токарной обработке поверхностей деталей машин.

Используемое оборудование и инструменты:

- токарный станок модели 1М63;
- проходной токарный резец;
- образцы шероховатости при точении.

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Срок службы и надежность работы машин во многом зависят от качества обработки деталей. Одним из главных критериев оценки качества обработанной поверхности является шероховатость, на которую влияют подача, скорость и глубина резания, геометрия режущей части инструмента и другие факторы. Шероховатость обработанной поверхности определяется микронеровностями, которые возникают при резании в результате воздействия режущего инструмента на материал обрабатываемой детали. Высота микронеровностей для случая обработки резцом с радиусом при вершине равным нулю

$$h = \frac{s_o \sin j \sin j_1}{\sin (j + j_1)} .$$

Если теоретический профиль образуется как след только криволинейного участка режущей кромки с радиусом r , то

$$H = r - \frac{\sqrt{4r^2 - s_o^2}}{2} .$$

Очевидно, что высота микронеровностей уменьшается с уменьшением подачи, главного и вспомогательного углов в плане, а также с увеличением радиуса при вершине резца. Высота микронеровностей действительного профиля обработанной поверхности больше теоретического, что является результатом пластического и упругого деформирования поверхностного слоя обрабатываемой детали в процессе резания.

По стандарту шероховатость поверхности оценивается одним из двух основных параметров: средним арифметическим отклонением профиля R_a и высотой неровностей по десяти точкам R_z .

Среднее арифметическое отклонение профиля - среднее значение расстояний точек измеренного профиля по его средней линии.

Высота неровностей профиля по десяти точкам – среднее расстояние между находящимися в пределах базовой длины пятью наивысшими точками выступов и пятью низшими точками впадин, измеренное от линии параллельной средней линии.

По таблице 1 определяется высота неровностей профиля в зависимости от класса чистоты поверхности.

Таблица1.

Класс чистоты поверхности	Среднее отклонение профиля в мкм	высота неровностей в мкм	Класс чистоты поверхности	Среднее отклонение профиля в мкм	Высота неровностей в мкм
	Не более			Не более	
3	28	80	7	1,25	6,3
4	10	30	8	0,63	3,2
5	5	20	9	0,32	1,6
6	2,5	10			

1. Геометрия резца $a =$, $g =$, $j =$.
2. Материал режущей части резца _____ .
3. Материал обрабатываемой детали _____ .

Таблица 2.

№ опыта	Диаметр заготовки в мм	n об\мин	s_0 мм\об	j град.	j_1 град.	t мм	r мм	V м\мин	R_z мкм

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ

ВЛИЯНИЕ ПОДАЧИ. При увеличении подачи увеличивается высота остаточного сечения стружки и, следовательно, увеличивается высота неровностей, т.е поверхность становится более шероховатой.

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ РЕЗАНИЯ Шероховатость обработанной поверхности возрастает при обработке со скоростями резания, обуславливающими образование нароста. При этом высота неровностей достигает наибольшего значения при скорости резания 15 – 20 м\мин, Дальнейшее увеличение скорости резания при прочих равных условиях приводит к уменьшению шероховатости, которое стабилизируется при скоростях резания 100 – 150 м\мин.

ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ РЕЗАНИЯ. Глубина резания оказывает влияние на шероховатость поверхности при обработке заготовок из пластичных металлов. В этом случае с увеличением глубины резания высота неровностей поверхности возрастает.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ ИНСТРУМЕНТА. С увеличением главного и вспомогательного углов в плане шероховатость поверхности увеличивается, а с увеличением радиуса закругления вершины резца – уменьшается.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ. На шероховатость поверхности влияет применение смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). При применении СОЖ с содержанием минеральных и растительных масел высота неровностей уменьшается по сравнению с обработкой без охлаждения.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Основные понятия и параметры определяющие шероховатость.
2. Значение шероховатости поверхности при эксплуатации деталей машин.
3. Факторы влияющие на шероховатость поверхности.

Работа №7. Статистический метод исследования точности обработки.

Цель работы: Произвести математическую обработку результатов измерения партии деталей для определения меры рассеяния размеров партии деталей. Построить кривые фактического и нормального распределения размеров.

Применяемое оборудование, приспособления и инструменты:

- рабочий чертеж детали;
- образцы заготовок деталей, предварительно обработанных;
- токарный станок;
- измерительный инструмент – микрометр;
- справочники и справочные пособия.

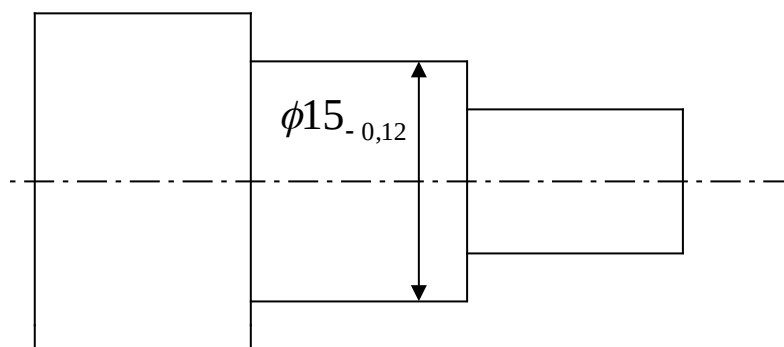


Рисунок 3. Эскиз вала.

Порядок выполнения работы.

Контролируемый размер детали – диаметр наружной поверхности - $15_{-0,12}$.

Заготовки обработаны при одной настройке станка, без смены и под наладки инструмента. Размеры заготовок измерены микрометром.

Результаты измерения после их распределения на группы с интервалом в 0,01 мм сведены в 1, 2, 3-ю графы расчетной таблицы.

А. Определение среднего квадратичного отклонения.

Порядок математической обработки следующий.

Меру рассеивания определяют по формуле

$$M_p = D_{\max} - D_{\min} ,$$

где M_p - мера рассеивания, мм;

D_{\max} - наибольший размер детали из контролируемой партии, мм;

D_{\min} - наименьший размер детали из контролируемой партии, мм

$$M_p = 15,04 - 14,84 = 0,2 \text{ мм.}$$

Среднеквадратичное отклонение определяется использованием сумм данных 8 и 3-й граф расчетной таблицы по формуле

$$\sigma^2 = \frac{\sum (D_i - D_{cp})^2 m_i}{\sum m_i} = \frac{\sum x_i^2 m_i}{\sum m_i} ,$$

где D_i - средний размер в размерной группе, мм;

D_{cp} - средний арифметический размер партии деталей;

m_i - количество деталей в размерной группе, штук;

$\sum m_i$ – количество деталей в контрольной партии, шт.

Для упрощения расчетов составляем расчетную таблицу 3.

Средний арифметический размер определяется использованием суммы данных 5 и 3-й граф расчетной таблицы по формуле

$$D_{cp} = \frac{\sum D_i m_i}{\sum m_i} = \frac{745,78}{50} = 14,935 \text{ мм.}$$

Среднее квадратичное отклонение

$$\sigma^2 = \frac{\sum x_i^2 m_i}{\sum m_i} = \frac{768,5 \times 10^{-4}}{50} = 15,37 \times 10^{-4}; \quad \sigma = 0,0392.$$

Б. Построение кривых фактического и нормального распределения.

По данным расчетной таблицы 3 строим кривую фактического распределения, откладывая по оси ординат значения m_i , а по оси абсцисс – значения D_i (рисунок 4, сплошная линия).

Подставляем в уравнение кривой нормального распределения значение x_i , тогда

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(D_i - D_{cp})^2}{2\sigma^2}} .$$

Для построения кривой нормального распределения по оси абсцисс откладываем значения размеров D_i или значения $x_i = D_i - D_{cp}$, а по оси ординат – значения y .

Для построения кривой достаточно 5-ти основных точек, соответствующих 5-ти значениям y . Первая точка имеет $y_1 = y_{max}$.

и

Таблица 3

Исходные размеры				Расчетные данные			
№ размерной группы	Интервалы размеров D_i , мм	Количество деталей в размерной группе m_i , шт.	Средний размер в интервале D_i , мм	Произведение $D_i * m_i$	Отклонение от средней арифметической $x_i = D_i - D_{cp}$	Квадраты Отклонений x_i^2	Произведение $m_i * x_i^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	14,84 – 14,86	1	14,85	14,85	-0,085	$72,25 * 10^{-4}$	$72,25 * 10^{-4}$
2	14,86 – 14,88	2	14,87	29,74	-0,065	$42,25 * 10^{-4}$	$84,50 * 10^{-4}$
3	14,88 – 14,90	4	14,89	59,56	-0,045	$20,25 * 10^{-4}$	$81,00 * 10^{-4}$
4	14,90 – 14,92	12	14,91	178,92	-0,025	$6,25 * 10^{-4}$	$75,00 * 10^{-4}$
5	14,92 – 14,94	11	14,93	164,23	-0,005	$0,25 * 10^{-4}$	$2,75 * 10^{-4}$
6	14,94, - 14,96	9	14,95	134,55	+0,015	$2,25 * 10^{-4}$	$20,25 * 10^{-4}$
7	14,96 – 14,98	4	14,97	59,88	+0,035	$12,25 * 10^{-4}$	$49,00 * 10^{-4}$
8	14,98 – 15,00	3	14,99	44,97	+0,055	$30,25 * 10^{-4}$	$90,75 * 10^{-4}$
9	15,00 – 15,02	2	15,01	30,02	+0,075	$56,25 * 10^{-4}$	$112,50 * 10^{-4}$
10	15,02 – 15,04	2	15,03	30,06	+0,095	$90,25 * 10^{-4}$	$180,50 * 10^{-4}$
		50		746,78			$768,50 * 10^{-4}$

Примечание: В графах 7и 8 для упрощения расчетов отклонения x_i умножаем на 100 и, чтобы компенсировать изменения величин, умножаем на 10^{-4} .

Ордината будет максимальной в том случае, когда D_i совпадает с D_{cp} или $x_i = D_i - D_{cp} = 0$. Подставляя в уравнение вместо x_i нуль получим

$$y_1 = y_{max} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} = \frac{0,4}{\sigma} .$$

Найдем вторую и третью точки y_2 и y_3 . Ордината для точек перегиба будет при $x_i = \pm\sigma$. Подставляя в уравнение значения $x_i = \pm\sigma$ получим

$$y_2 = y_3 = \pm \frac{0,24}{\sigma} .$$

Кривая нормального распределения простирается в обе стороны в бесконечность и асимптотически приближается к оси абсцисс. Можно принять, что $y_4 = y_5 = 0$ при $x_i = \pm 3\sigma$.

Для сопоставления кривой нормального распределения с кривой распределения фактических размеров следует привести вычисленные значения y к масштабу, в котором вычерчена кривая распределения фактических размеров. Для этого значения y_1, y_2, y_3, y_4 и y_5 следует умножить на $\sum m_i$ и $\Delta D \sum m_i$ -общее число деталей, ΔD - интервал размеров) и подставить значения σ

$$y_1 = \frac{0,4\Delta D \sum m_i}{\sigma} = \frac{0,4*0,02*50}{0,0392} = 10,2 \text{ при } x_i = 0;$$

$$y_2 = y_3 = \frac{0,24\Delta D \sum m_i}{\sigma} = \frac{0,24*0,02*50}{0,0392} = 6,1 \text{ при } x_i = \pm\sigma = \pm 0,04 ;$$

$$y_4 = y_5 = 0 \text{ при } x_i = \pm 3\sigma = \pm 3*0,0392 = \pm 0,1176 \approx 0,12 .$$

В соответствии с полученными данными строим кривую нормального распределения (рисунок 4, пунктирная линия).

В. Определение процента возможного брака.

В данном случае брак имеет место, так как поле рассеивания размеров детали ($M_p = 0,2$ мм) больше допуска размера детали ($T = 0,12$ мм).

Расчет процента годных и бракованных деталей, с распределением последних на исправимый и неисправимый брак, производят в следующей последовательности:

1. Рассчитывают значения вспомогательных величин z_1 и z_2 . При этом используют данные о допустимых предельных размерах D_{max} и D_{min} готовых деталей.
2. Для величин z_1 и z_2 из таблиц находят значения величин Φ_1 и Φ_2 .
3. По величинам Φ_1 и Φ_2 определяют вероятность получения деталей с размерами меньшими, чем заданные и деталей с большими размерами, чем заданные.

Расчет сводим в таблицу 4).

Таблица 4.

Вид брака	Определение z	Определение Φ по таблице	Определение возможного брака, %
Неисправимый	$z_1 = \frac{D_{min} - D_{cp}}{\sigma}$ $z_1 = \frac{14,88 - 14,935}{0,0392} = - 1.4$	$\Phi_1 = 0,4192$	$P_1 = 0,5 - \Phi_1$ $P_1 = 0,5 - 0,4192$ $P_1 = 0,0808$ $P_1 = 8$

Исправимый	$z_2 = \frac{D_{\max} - D_{cp}}{\sigma},$ $z_2 = \frac{15,00 - 14,935}{0,0392} = 1.67$	$\Phi_2 = 0,4525$	$P_2 = 0,5 - \Phi_2$ $P_2 = 0,5 - 0,4525$ $P_2 = 0,0475$ $P_2 = 0,5$
------------	--	-------------------	---

Итого: годных деталей 87%, брак 13%.

Содержание отчета.

1. Наименование работы.
2. Данные о измерительных средствах.
3. Эскиз заготовки.
4. Результаты замеров.
5. Составленные таблицы.
6. Построенные кривые фактического и нормального распределения с расчетами вероятности получения годных деталей.

Контрольные вопросы.

1. Какие факторы вызывают рассеивание размеров при обработке партии деталей на металлорежущих станках.
2. Назовите основные законы рассеивания размеров деталей машин используемых в машиностроении.
3. Что характеризует среднее квадратичное отклонение.
4. Что такое поле рассеивания и чем оно отличается от поля допуска.

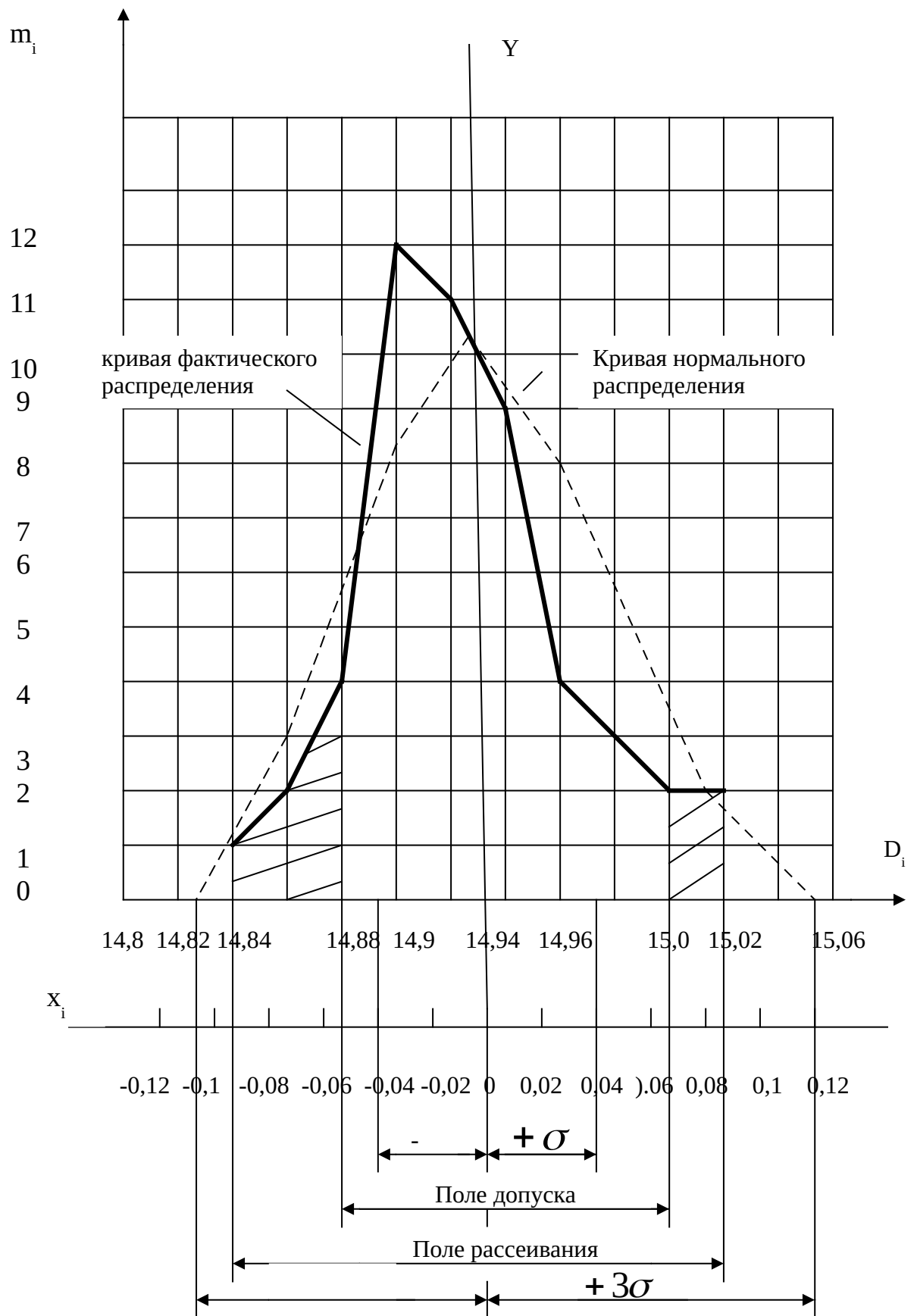


Рисунок 4. Кривые нормального и фактического распределений