

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

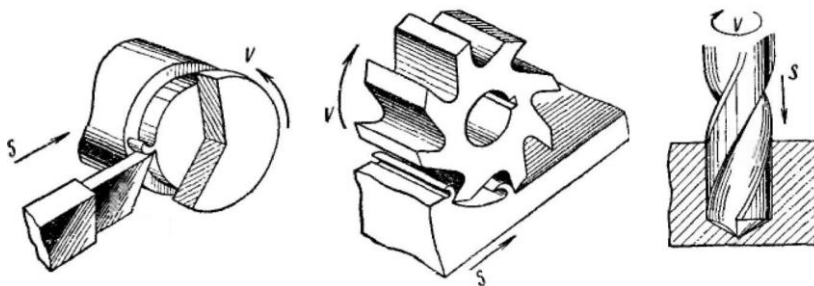
**«АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. И.И. Ползунова»**

Естественнонаучный факультет
Кафедра физики и технологии композиционных материалов

Новиковский Е.А.

Учебное пособие

**«Механическая обработка материалов
на металлорежущих станках»**



БАРНАУЛ 2011

УДК 621.9.06(075.8)

Новиковский, Е. А. Учебное пособие «Механическая обработка материалов на металлорежущих станках» [Текст] / Е. А. Новиковский. – Барнаул: Типография АлтГТУ, 2011. – 88 с.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры физики и
технологии композиционных материалов.
Протокол № 19 от 10.06.11

Данное методическое пособие посвящено описанию 3-х групп металлорежущих станков: токарных, фрезерных и сверлильных. Структурно пособие состоит из 3-х контрольно-обучающих модулей, в которых приводится необходимый теоретический материал по каждому виду металлорежущего станка. Включает в себя описание, классификацию и обозначение станков, их устройство, основные понятия о процессе и технологии обработки, используемой оснастки, общих правил техники безопасности при работе на данном станке. Приведены контрольные вопросы. В справочном приложении приведены обозначения моделей металлорежущих станков и таблица сверления под нарезание резьб.

Содержание:

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ.....	5
1 ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА	8
1.1 Сущность токарной обработки	8
1.2 Типы токарных станков.....	8
1.3 Краткие сведения о токарном станке	10
1.4 Элементы резания	11
1.5 Токарные резцы.....	14
1.5.1 Установка и закрепление резца	18
1.6 Приемы центрования	19
1.5 Установка и закрепление деталей в центрах	20
1.6 Установка и закрепление в патронах	22
1.6 Приемы точения и пользования лимбами.....	24
1.7 Сверление	26
1.7.1 Закрепление сверла	26
1.7.2 Приемы сверления	27
1.7.3 Элементы режима резания при сверлении	28
1.8 Общие правила техники безопасности при работе на токарном станке	28
1.9 Организация и обслуживание рабочего места токаря	31
1.10 Контрольные вопросы	32
2 ФРЕЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА	33
2.1. Основные типы фрезерных станков и их обозначение.....	33
2.2 Устройство консольно-фрезерного станка	35
2.3 Основные понятия о процессе фрезерования	36
2.3. Технология фрезерования	42
2.3.1 Технология фрезерования плоских поверхностей и скосов....	51

2.4 Основные правила безопасной работы на фрезерных станках ..	53
2.5 Организация рабочего места фрезеровщика	55
2.6 Контрольные вопросы	57
3. СВЕРЛЕНИЕ, ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ И НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБ	58
3.1 Основные типы сверлильных станков и их обозначение	58
3.2 Устройство вертикально-сверлильного станка	60
3.3 Технология обработки на сверлильных станках	62
3.4 Технологическая оснастка и её применение	67
3.4.1 Сверла	67
3.4.2 Технология сверления и рассверливания отверстий	72
3.4.3 Зенкеры	74
3.4.4 Развертки	76
3.4.5 Технология зенкования, цекования, зенкования и развертывания	78
3.5 Нарезание резьб	79
3.5.1 Нарезание резьб метчиками	79
3.5.2 Нарезание резьб плашками	81
3.6 Основные правила безопасности при работе на сверлильных станках	82
3.7 Организация рабочего места сверловщика	83
3.9 Контрольные вопросы	85
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	86
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	88

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Металлорежущим станком называют технологическую машину, на которой путем снятия стружки с заготовки получают деталь с заданными размерами, формой, взаимным расположением и шероховатостью поверхностей. На станках обрабатывают заготовки не только из металла, но и из других материалов, поэтому термин «металлорежущие станки» устаревает и становится условным. *Заготовкой* называют предмет труда, из которого изменением формы, размеров и свойств поверхности изготавливают *деталь*. Последняя представляет собой продукт труда – изделие, предназначенное для реализации (в основном производстве) или собственных нужд предприятия.

Станки могут быть классифицированы по разным признакам, основные из которых рассмотрены ниже.

По степени универсальности различают универсальные, специализированные и специальные станки.

Универсальные станки (или станки общего назначения) используют для обработки деталей широкой номенклатуры, ограниченной лишь предельными габаритами, набором инструмента и технологическими операциями.

Специализированные станки используют для обработки однотипных деталей (труб, муфт, коленчатых валов и крепежных деталей) в определенном диапазоне размеров.

Специальные станки применяют для обработки одной определенной детали, реже – нескольких однотипных деталей.

Специализированные и специальные станки используют в основном в крупносерийном и массовом производствах.

По степени точности обработки станки делят на пять классов:

1. *нормальной точности* (Н); к этому классу относят большинство универсальных станков;

2. *повышенной точности* (П); при изготовлении станков этого класса на базе станков нормальной точности предъявляют повышенные требования к точности обработки ответственных деталей, качеству сборки и регулировки станка;

3. *высокой точности* (В), достигаемой за счет специальной конструкции отдельных узлов, высоких требований к точности изготовления деталей, качеству сборки и регулировки станка в целом;

4. *особо высокой точности* (А), при изготовлении которых предъявляют еще более жесткие требования, чем при изготовлении станков класса В;

5. *особо точные* (С) станки, или мастер-станки.

Для обеспечения точности работы станков классов В, А и С необходимо поддерживать в производственных помещениях постоянные, автоматически регулируемые значения температуры и влажности.

По степени автоматизации различают механизированные и автоматизированные станки (автоматы и полуавтоматы).

Механизированный станок имеет одну автоматизированную операцию, например зажим заготовки или подачу инструмента.

Автомат, осуществляя обработку, производит все рабочие и вспомогательные движения цикла технологической операции и повторяет их без участия рабочего, который лишь наблюдает за работой станка, контролирует качество обработки и, при необходимости, поднастраивает станок, т. е. регулирует его для восстановления достигнутых при наладке точности взаимного расположения инструмента и заготовки, качества обрабатываемой детали.

Под циклом понимают промежуток времени от начала до конца периодически повторяющейся технологической операции независимо от числа одновременно изготавливаемых деталей.

Полуавтомат – станок, работающий с автоматическим циклом, для повторения которого требуется вмешательство рабочего. Например, рабочий должен снять деталь и установить новую заготовку, а затем включить станок для автоматической работы в следующем цикле.

По расположению шпинделя станки делятся на горизонтальные, вертикальные, наклонные и комбинированные.

В зависимости от массы различают *легкие* (до 1 т), *средние* (до 10 т) и *тяжелые* (свыше 10 т) станки, среди которых можно выделить *особо тяжелые*, или *уникальные* (более 100 т).

Совокупность всех типов и размеров выпускаемых станков называется *типажом*. Для обозначения модели станка, выпускаемого серийно, принята классификация, разработанная Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС), в соответствии с которой все станки делят на девять групп (см. приложение А). Каждая группа, в свою очередь, подразделяется на девять типов, характеризующих назначение станка, его компоновку и другие особенности.

Модель станка обозначается тремя или четырьмя цифрами с добавлением в некоторых случаях букв. Таким образом, обозначение токарно-винторезного станка модели 16К20П следует расшифровать так: токарно-винторезный станок (первые две цифры) с высотой центров (половина наибольшего диаметра обработки) 200 мм, повышенной точности П и очередной модификации К. При обозначении стан-

ков с числовым программным управлением (ЧПУ) добавляют еще буквы и цифры, например 16K20ПФЗ (ФЗ – числовое управление тремя координатными движениями).

Для обозначения специальных и специализированных станков каждому станкостроительному заводу присвоен индекс из одной или двух букв, после которого ставится регистрационный номер станка. Например, Московское станкостроительное ОАО «Красный пролетарий» имеет индекс МК.

Контрольные вопросы

1. Что называется металлорежущим станком?
2. Как классифицируют металлорежущие станки по степени универсальности, точности, автоматизации?
3. Что такое заготовка и деталь?
4. Как обозначают модель станка?

1 ТОКАРНАЯ ОБРАБОТКА

1.1 Сущность токарной обработки

Токарная обработка является одной из разновидностей обработки металлов резанием. Она осуществляется срезанием с поверхностей заготовки определенного слоя металла (припуска) резцами, сверлами и другими режущими инструментами.

В металлорежущих станках различают два вида основных движений: *главное движение*, определяющее скорость отделения стружки, и *движение подачи*, обеспечивающее непрерывное врезание режущей кромки инструмента в новые слои металла. Благодаря определенному сочетанию этих движений на токарных станках можно обрабатывать цилиндрические, конические, фасонные, резьбовые и другие поверхности.

1.2 Типы токарных станков

Станки токарной группы составляют значительную долю станочного парка. Она включает в себя девять типов (см. приложение А) станков, различающихся по назначению, компоновке, степени автоматизации и другим признакам. Токарные станки предназначены главным образом для обработки наружных и внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей, нарезания резьбы и обработки торцовых поверхностей деталей типа тел вращения с помощью разнообразных резцов, сверл, зенкеров, разверток, метчиков и плашек.

Основными размерами токарных станков являются:

- наибольший допустимый диаметр обрабатываемой заготовки над станиной, или высота центров над станиной;
- расстояние между центрами, т. е. расстояние, равное наибольшей длине детали, которая может быть установлена на данном станке.

Все токарные станки по высоте центров над станиной могут быть разделены на:

- мелкие станки – с высотой центров до 150 мм;
- средние станки – с высотой центров 150–300 мм;
- крупные станки – с высотой центров более 300 мм.

Расстояние между центрами у мелких станков не более 750 мм, у средних 750, 1000 и 1500 мм, у крупных от 1500 мм и больше. Наиболее распространены на машиностроительных заводах средние токарные станки.

По типам различают:

- токарно-винторезные станки, предназначенные для выполнения всех токарных работ, включая нарезание резьбы резцом (эти станки имеют самое широкое распространение);

- токарные станки, предназначенные для выполнения разнообразных токарных работ, за исключением нарезания резьбы резцом.

Применение в станках дополнительных специальных устройств (для шлифования, фрезерования, сверления радиальных и торцовых отверстий и других видов обработки) значительно расширяет технологические возможности оборудования. В зависимости от расположения шпинделя, несущего приспособление для установки заготовки, токарные станки подразделяют на горизонтальные и вертикальные. Общий вид наиболее часто используемых токарных станков представлен на рисунке 1.1.

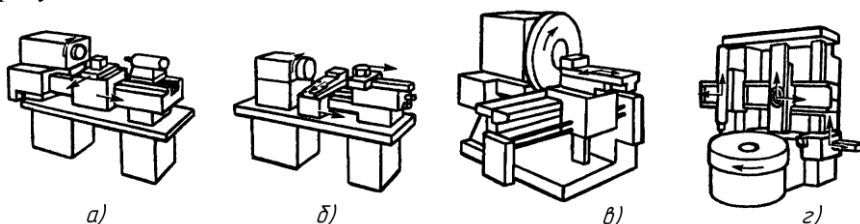


Рисунок 1.1 – Основные типы токарных станков:

а – токарно-винторезный; *б* – токарно-револьверный;

в – лоботокарный; *г* – токарно-карусельный

Токарные станки отечественного производства имеют цифровое обозначение моделей. Первая цифра 1 в обозначении модели показывает, что станок относится к токарной группе. Вторая цифра указывает на типы станков в группе: 1 – одношпиндельные автоматы и полуавтоматы; 2 – многошпиндельные автоматы и полуавтоматы; 3 – револьверные станки; 5 – карусельные станки и т.д. Две последние цифры определяют важнейшие технические параметры станка: высоту центров над станиной для токарно-винторезного, наибольший диаметр обрабатываемого прутка для токарно-револьверного и т.д. Наличие буквы после второй цифры указывает на модернизацию станка, т. е. на обновление конструкции

Например, в обозначении токарно-винторезного станка модели 16К20В цифра 1 означает группу токарных станков, цифра 6 – тип станка (следовательно, к этому типу относится и токарно-винторезный станок), буква К – модернизацию станка, цифра 20 – высоту центров (в см.), буква В указывает, что станок высокой точности.

1.3 Краткие сведения о токарном станке

Токарно-винторезные станки с ручным управлением являются наиболее универсальными станками токарной группы и используются главным образом в условиях единичного и мелкосерийного производства. Конструктивная компоновка станков этого типа практически одинакова. Станок имеет следующие основные узлы (рисунок 1.2).

Станина – жесткая чугунная отливка, на которой смонтированы все основные узлы станка. Сверху она имеет две пары направляющих, обеспечивающих прямолинейное перемещение суппорта и задней бабки в продольном направлении.

Передняя бабка – пустотелая отливка, в которой размещается коробка скоростей и главный ведомый вал станка – **шпиндель**. Бабка служит для установки обрабатываемой заготовки и сообщения ей вращения с предусмотренной частотой.

Задняя бабка предназначена для поддержания свободного конца длинной заготовки, а также установки некоторых режущих инструментов (сверл, разверток и др.). Бабка состоит из трех основных частей: плиты, корпуса и пиноли с коническим отверстием на переднем конце. Для обтачивания конусов корпус может быть поперечно смещен относительно плиты и зафиксирован в требуемом положении.

Суппорт служит для перемещения резца в продольном, поперечном или угловом направлениях относительно оси обрабатываемой заготовки. Состоит из пяти основных частей: трех салазок (продольных, поперечных и верхних), поворотной плиты и резцедержателя.

Фартук прикреплен к продольным салазкам (каретке) суппорта. Размещенный в нем механизм предназначен для преобразования вращательного движения ходового винта или ходового вала в поступательные перемещения суппорта. От ходового винта движение заимствуется только при нарезании резьб резцами, для всех прочих работ передающим звеном служит ходовой вал.

Коробка подач предусмотрена для настройки станка на подачу или шаг нарезаемой резьбы.

Гитара сменных колес является дополнительным механизмом коробки подач. С ее помощью можно практически неограниченно расширять диапазон настроек станка на шаги нарезаемых резьб.

Тумбы – пустотелые чугунные отливки, применяемые в качестве опор станины. Внутреннее пространство тумб используется обычно для размещения электродвигателя и агрегата смазочно-охлаждающей системы.

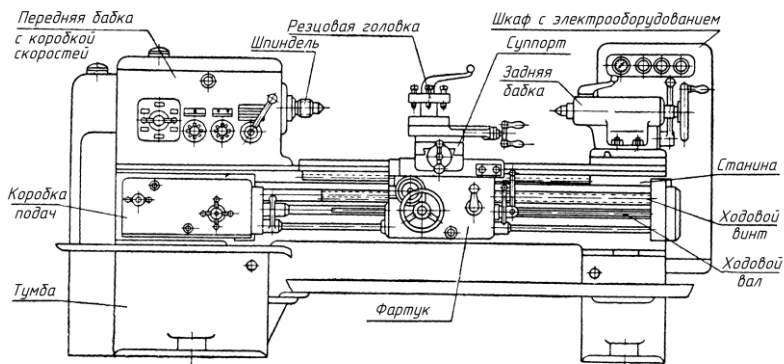


Рисунок 1.2 – Устройство токарно-винторезного станка

Управление станком. Подключение станка к электросети выполняется поворотом рукоятки пакетного переключателя в положение «Сеть». Справа и слева от него расположены рукоятки выключателей местного освещения и смазочно-охлаждающей системы. Включение и остановка главного электродвигателя производятся с помощью кнопочной станции (кнопка «Пуск» – черного цвета, «Стоп» – красного).

Включение и переключение вращения шпинделя осуществляется дублированными рукоятками управления, имеющими три фиксированных положения соответственно для правого, левого вращения и остановки. Механические продольные и поперечные подачи суппорта включаются поворотом рукоятки в необходимом направлении. При нарезании резьб резцами подача суппорта включается рукояткой маточной гайки.

Ручные перемещения суппорта во время работы и наладки станка выполняются вращением маховичков, оснащенных отсчетными устройствами – **лимбами** – в виде градуированных колец.

1.4 Элементы резания

Обработка металлов резанием сопровождается удалением с поверхности заготовки слоя металла (припуска на обработку) с целью получения из нее детали необходимой формы и размеров с соответствующим качеством обработанных поверхностей.

Для осуществления процесса резания необходимо, чтобы заготовка и режущий инструмент перемещались друг относительно друга.

При обработке на токарном станке главное движение (вращательное) совершает заготовка (рисунок 1.3), а движение подачи (поступательное) – резец. В результате этих движений резец снимает с обрабатываемой детали припуск на обработку и придает ей необходимую форму и размеры, а также требующуюся чистоту обработанной поверхности.

Обрабатываемой поверхностью называется поверхность детали, с которой снимается стружка.

Обработанной поверхностью называется поверхность, которая получается после обработки, т.е. после снятия стружки.

Поверхностью резания называется поверхность, образуемая на обрабатываемой детали непосредственно главной режущей кромкой резца.

Элементами, характеризующими процесс резания являются: скорость резания, подача и глубина резания.

Скоростью резания при токарной обработке называется величина перемещения в главном движении режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности в единицу времени. Скорость резания обозначается буквой V и измеряется в метрах в минуту.

При точении скорость резания определяется по формуле

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (1.1)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм; n – число оборотов детали в минуту.

Подачей называется величина перемещения режущей кромки резца за один оборот обрабатываемой детали (рисунок 1.4). Подача

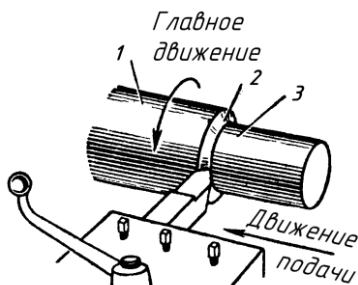


Рисунок 1.3 – Главные движение и движение подачи при точении
1 – обрабатываемая поверхность;
2 – поверхность резания;
3 – обработанная поверхность

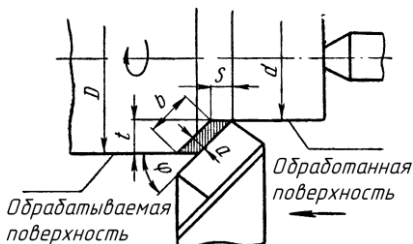


Рисунок 1.4 – Элементы резания при токарной обработке

обозначается буквой S и измеряется в миллиметрах за один оборот детали;

В зависимости от направления, по которому перемещается резец при точении относительно оси центров станка, различают:

- продольную подачу – вдоль оси центров;
- поперечную подачу – перпендикулярно к оси центров;
- наклонную подачу – под углом к оси центров (при обтачивании конической поверхности).

Глубиной резания называют слой металла, снимаемый за один проход резца. Измеряется глубина резания в миллиметрах и обозначается буквой t (см. рисунок 1.4). При токарной обработке глубина резания определяется как полуразность между диаметром заготовки и диаметром обработанной поверхности, полученной после одного прохода резца, т. е.

$$t = \frac{D - d}{2} \quad (1.2)$$

где D – диаметр заготовки, мм, до прохода резца; d – диаметр детали, мм после прохода резца. Кроме глубины резания и подачи, различают еще ширину и толщину среза.

Шириной среза называют расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностью, измеренное по поверхности резания (см. рисунок 1.4). Ширина среза измеряется в миллиметрах и обозначается буквой b . Зависимость между шириной среза и глубиной резания выражается формулой

$$b = \frac{t}{\sin \varphi} \quad (1.4)$$

где φ – главный угол в плане главной режущей кромки.

Толщиной среза называют расстояние между двумя последовательными положениями режущей кромки за один оборот детали, измеряемое перпендикулярно к ширине среза (см. рисунок 1.4). Толщина среза измеряется в миллиметрах и обозначается буквой a . Зависимость толщины среза от величины подачи S и угла в плане φ выражается формулой

$$a = S \cdot \sin \varphi \quad (1.5)$$

Площадью поперечного сечения среза называют произведение глубины резания t на подачу S или ширины среза b на толщину a . Площадь поперечного сечения среза обозначается буквой f и измеряется в квадратных миллиметрах, т. е.

$$f = t \cdot S = a \cdot b \quad (1.6)$$

1.5 Токарные резцы

Основные части и элементы резца. Резец состоит из двух основных частей – головки и стержня (рисунок 1.5).

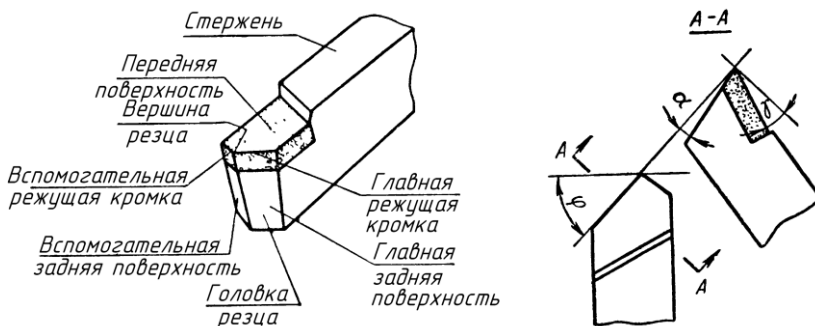


Рисунок 1.5 – Основные части, углы и элементы резца

Головка – это режущая часть резца; **стержень** служит для закрепления резца в резцедержателе. Головка резца состоит из передней поверхности, по которой сходит стружка, задних поверхностей, обращенных к обрабатываемой детали, и **режущих кромок**. Одна из задних поверхностей называется **главной**, а другая – **вспомогательной**.

Режущие кромки получаются от пересечения передней и задних поверхностей. Различают главную и вспомогательную режущие кромки. Основную работу резания выполняет главная режущая кромка.

Вершиной резца называется пересечение главной и вспомогательной режущих кромок. Вершина может быть острой или закругленной.

Углы резца. У резца имеются углы: передний угол, задний угол, главный угол в плане и др.

Передний угол γ служит для создания наиболее благоприятных условий деформации срезаемого слоя и стружкоотделения:

$\gamma = 0 \dots 5^\circ$	при обработке сталей с $\sigma_b > 800 \text{ МПа}$
$\gamma = 15 \dots 20^\circ$	при обработке сталей с $\sigma_b = 600 \dots 750 \text{ МПа}$
$\gamma = 25 \dots 30^\circ$	при обработке сталей с $\sigma_b = 300 \dots 400 \text{ МПа}$

Задний угол α предназначен для уменьшения трения между задней поверхностью резца и обрабатываемой деталью; обычно у резцов $\alpha = 6 \dots 12^\circ$.

Главный угол в плане ϕ определяет толщину и ширину среза. Наиболее часто у проходных токарных резцов $\phi = 45^\circ$.

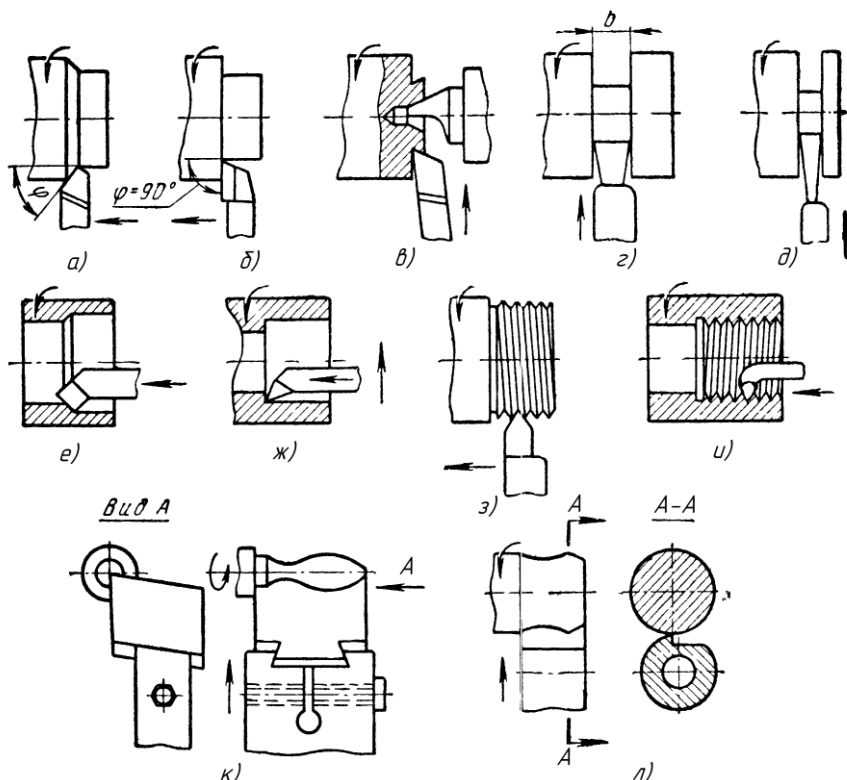


Рисунок 1.6 – Токарные резцы по роду выполняемой работы: а – проходной обдирочный, б – проходной упорный, в – подрезной, г – прорезной, д – отрезной, е, ж – расточные, з – резьбовой для наружной резьбы, и – резьбовой для внутренней резьбы, к, л – фасонные

Типы токарных резцов. Токарные резцы подразделяются по роду выполняемой работы, по направлению подачи, по форме головки, по материалу режущей части и по способу присоединения режущей части резца к его стержню.

По роду выполняемой работы различают следующие токарные резцы: проходные, подрезные, прорезные, отрезные, расточные, резьбовые и фасонные.

Проходные резцы (рисунок 1.6, а) применяют для наружного точения деталей с продольной подачей. Они разделяются на проходные с углом $\varphi = 45^\circ$; 60° и 75° и проходные-упорные с углом $\varphi = 90^\circ$ (рисунок 1.6, б) для обработки уступов,

Подрезные торцовые резцы (рисунок 1.6, в) применяют для обработки торцовых поверхностей.

Прорезные резцы (рисунок 1.6, г) используют для прорезания прямоугольной канавки определенной ширины b .

Отрезные резцы (рисунок 1.6, д) служат для отрезания обработанной детали.

Расточные резцы применяют для растачивания сквозных (рисунок 1.6, е) и глухих (рисунок 1.6, ж) отверстий.

Резьбовые резцы применяют для нарезания наружной (рисунок 1.6, з) и внутренней (рисунок 1.6, и) резьб.

Фасонные резцы (рисунок 1.6, к, л) используют для обработки различных фасонных поверхностей.

По направлению подачи резцы делятся на правые и левые.

Правыми называют резцы, которыми работают при подаче справа налево, т. е. от задней к передней бабке станка, и у которых соответственно этому главная режущая кромка расположена слева (рисунок 1.7, а).

Левыми называют резцы, которыми работают при подаче слева направо, т. е. от передней к задней бабке станка. Главная режущая кромка левых резцов расположена справа (рисунок 1.7, б).

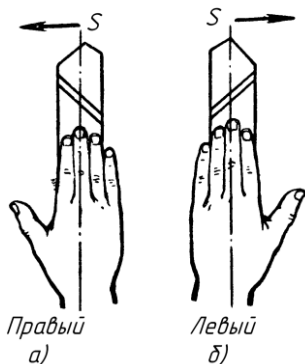


Рисунок 1.7 – Определение правого (а) и левого (б) резца

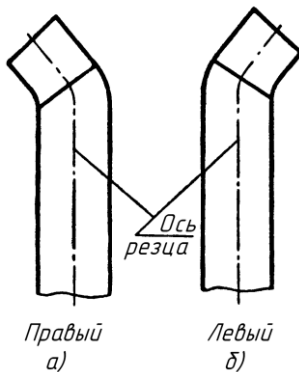


Рисунок 1.8 – Правый (а) и левый (б) отогнутые резцы

Чтобы определить является ли резец правым или левым, поступают так: накладывают на него ладонью вниз руку таким образом, чтобы пальцы были направлены к вершине резца (см. рисунок 1.7). Правым будет резец, главная режущая кромка которого окажется со стороны большого пальца при наложении правой руки (см. рисунок

1.7, а), левым – если главная режущая кромка окажется со стороны большого пальца при наложении левой руки (см. рисунок 1.7, б).

По форме головки резцы делятся на прямые и отогнутые. *Прямые* (см. рисунок 1.8, а) называют резцы, у которых ось резца в плане прямая, *отогнутыми* (рисунок 1.8, б) – резцы, у которых ось резца в плане отогнута вправо или влево.

Отогнутые проходные резцы очень удобны при продольном обтачивании поверхностей, расположенных близко к кулачкам патрона. Кроме того, эти резцы применяют при продольном «обтачивании» с последующей обработкой торцевой поверхности детали.

По материалу режущей части резцы разделяются на быстрорежущие, твердосплавные, минералокерамические и алмазные.

Быстрорежущие резцы применяют для черновой и чистовой обработки стали на станках сравнительно небольшой мощности.

Твердосплавные резцы используют для черновой и чистовой обработки чугуна, стали, цветных металлов и неметаллических материалов с большой скоростью резания на современных мощных, быстрходных токарных станках.

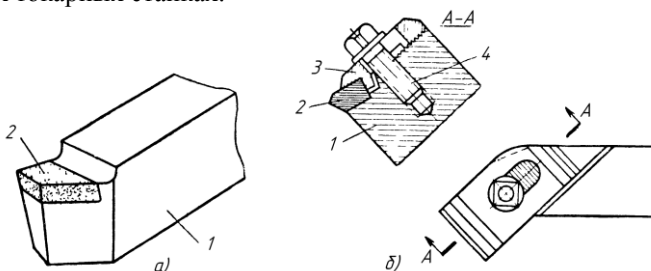


Рисунок 1.9 – Твердосплавные резцы:

а – с припаянной пластинкой твердого сплава,

б – с механическим креплением пластинки твердого сплава

Резцы с минералокерамическими пластинками применяют для полустиховой и чистовой обработки чугуна и стали при условии безударной нагрузки.

Алмазные резцы предназначены для тонкого точения и растачивания преимущественно цветных металлов и сплавов.

По способу присоединения режущей части резца к его стержню различают резцы с неразъемным креплением (наварные, напайные) и сборные (с механическим креплением).

Резцы из быстрорежущей стали делают не цельными, а наварными: у них пластинка из быстрорежущей стали приваривается к стержню, изготовленному из конструкционной углеродистой стали.

Твердосплавные резцы делают чаще всего напайными.

На рисунке 1.9, а показан такой резец: к стержню 1, изготовленному из конструкционной углеродистой стали, припаяна электролитической красной медью пластинка 2 твердого сплава. Такие резцы просты в изготовлении, но имеют ряд недостатков.

Одним из недостатков такого метода крепления твердосплавной пластинки является образование после напайки мелких трещин в пластинке. Эти трещины снижают прочность пластин и приводят их к выкрашиванию во время работы.

Этих недостатков не имеют сборные резцы с механическим креплением твердосплавной пластинки (рисунок 1.9, б). Пластинка из твердого сплава 2 крепится к стержню 1 прижимной планкой 3 и болтом 4.

Керамические пластинки, как и твердосплавные, обычно припаивают к стержням резцов или крепят механически.

1.5.1 Установка и закрепление резца

Перед обтачиванием нужно правильно установить резец в резцовой головке. Необходимо следить за тем, чтобы выступающая часть резца была возможно короче – не больше 1,5 высоты его стержня. При большем вылете резец при работе будет вибрировать и в результате обработанная поверхность получится негладкой или волнистой, со следами дробления.

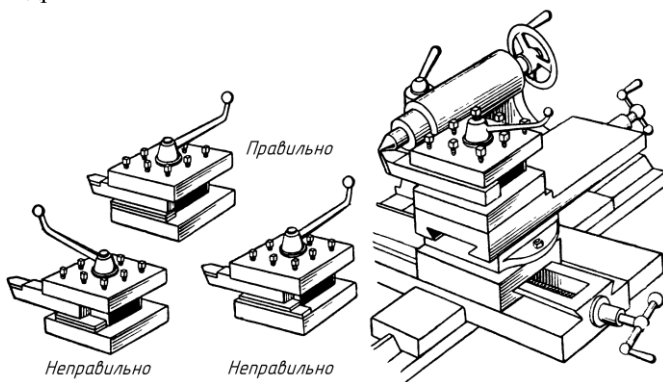


Рисунок 1.10 – Установка резца и проверка его установки

В большинстве случаев рекомендуется устанавливать вершину резца на высоте центров станка. Для этого применяют подкладки (не больше двух), помещая их под всей опорной поверхностью резца.

Подкладки представляют собой плоские стальные пластинки длиной обычно 150...200 мм. Токарь должен иметь набор таких подкладок разной толщины. Не следует пользоваться случайными подкладками.

Для проверки положения вершины резца по высоте центров подводят его к предварительно выверенному заднему центру, как показано на рисунке 1.10. Для этой цели можно пользоваться риской, проведенной на пиноли задней бабки на высоте центра.

Закрепление резца в резцовой головке должно быть надежным и прочным: резец должен быть закреплен не менее чем двумя болтами. Болты, закрепляющие резец, должны быть равномерно и туго затянуты.

1.6 Приемы центрования

Для закрепления деталей в центрах в торцах деталей должны быть засверлены центровые отверстия

Центровые отверстия сначала сверлят коротким сверлом диаметром d на глубину L (рисунок 1.11, а), а затем зенковкой с углом 60° раззенковывают их до диаметра D (рисунок 1.11, б).

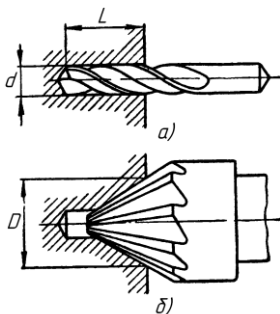


Рисунок 1.11 – Сверление центрового отверстия сверлом (а) и зенковкой (б)

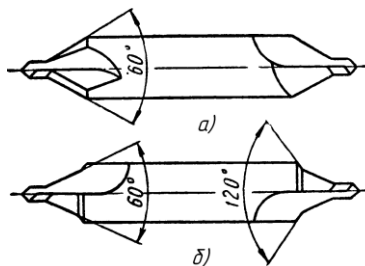


Рисунок 1.12 – Комбинированные центровочные сверла без (а) и с предохранительным конусом (б)

Лучше применять комбинированное центровочное сверло (рисунок 1.12), которое объединяет в себе спиральное сверло и коническую зенковку. Центрование таким сверлом более производительное, чем спиральным сверлом и зенковкой.

Центровые отверстия сверлят на токарном станке несколькими приемами.

1. Патрон с комбинированным сверлом устанавливают в шпинделе передней бабки вместо центра.левой рукой, направляют деталь накерненными углублениями на задний центр и на сверло. Правой рукой надо равномерно вращать маховичок задней бабки, выдвигая пиноль и задний центр и производя подачу детали влево до тех пор, пока центровое отверстие не будет просверлено на требуемую длину. Таким же образом центрируют вторую торцовую поверхность.

2. Деталь крепят в трехлапчатом самоцентрирующем патроне, а в пинולי задней бабки устанавливают патрон с комбинированным сверлом. Подачу осуществляют вручную, равномерно вращая маховичок задней бабки.

Режимы резания при центровании. Скорость резания при центровании комбинированным сверлом из быстрорежущей стали выбирают в зависимости от обрабатываемого материала: для стали – 7...15 м/мин, чугуна – 10...20 м/мин, бронзы и латуни – 18...25 м/мин и для алюминия – 40...60 м/мин. Величина подачи при центровании – 0,03...0,08 мм/об.

1.5 Установка и закрепление деталей в центрах

Распространенным способом обработки деталей на токарных станках является обработка в центрах (рисунок 1.13). При этом способе в торцовых поверхностях обрабатываемой детали предварительно сверлят центровые отверстия. При установке детали на станке в эти отверстия вводят вершину конуса переднего 2 и заднего 4 центров. Для передачи вращения обрабатываемой детали применяют поводковый патрон 1, навинчиваемый на шпиндель станка и хомутик 3, закрепляемый винтом 5 на конце обрабатываемой детали.

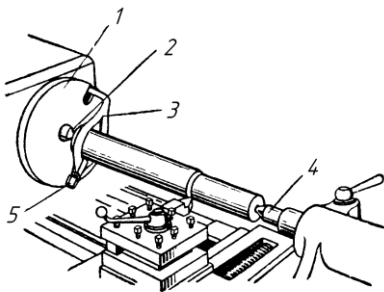


Рисунок 1.13 – Обработка детали в центрах

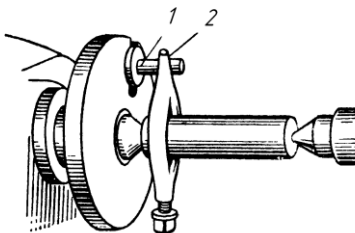


Рисунок 1.14 – Применение поводкового патрона с пальцем

Свободный конец хомутика при помощи паза (см. рисунок 1.13) или пальца 1 (рисунок 1.14) поводкового патрона приводит деталь во вращение. В первом случае хомутик 3 делается отогнутым (см. рисунок 1.13), во втором – прямым 2 (см. рисунок 1.14). Поводковый патрон с пальцем 1, показанный на рисунке 1.13, представляет опасность для рабочего; более безопасной является поводковая планшайба с предохранительным кожухом.

Центры. На токарных станках применяют различные типы центров. Наиболее распространенный центр показан на рисунке 1.15, а. Он состоит из конуса 1, на который устанавливается обрабатываемая деталь, и конического хвостовика 2. Хвостовик должен точно входить в коническое отверстие шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки.

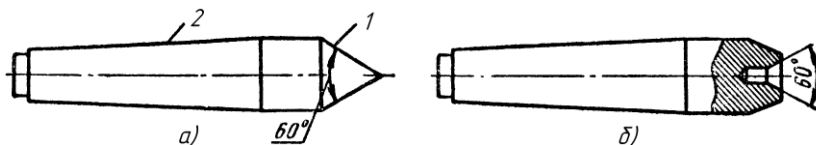


Рисунок 1.15 – Центры:
а – нормальный; б – обратный

Вершина конуса центра должна точно совпадать с осью хвостовика. Для проверки центр вставляют в отверстие шпинделя и приводят его во вращение. Если центр исправен, то вершина его конуса не будет «бить».

Передний центр вращается вместе со шпинделем и обрабатываемой деталью, тогда как задний центр в большинстве случаев неподвижен – о его поверхность трется вращающаяся деталь. От трения нагреваются и изнашиваются как коническая поверхность заднего центра, так и поверхность центрального отверстия детали. Для уменьшения трения необходимо заполнить центральное отверстие детали у заднего центра густой смазкой.

При обтачивании деталей на больших скоростях ($V > 75$ м/мин) происходит быстрый износ центра и разработка центрального отверстия детали. Для уменьшения износа заднего центра его конец иногда оснащают твердым сплавом; лучше однако применять вращающиеся центры.

На рисунке 1.16 показана конструкция вращающегося центра, вставляемого в коническое отверстие пиноли задней бабки. Центр 1 вращается в шариковых подшипниках 2 и 4. Осевое давление воспринимается упорным шариковым подшипником 5. Конический хвостовик 3 корпуса центра соответствует коническому отверстию пиноли.

При обработке тяжелых деталей на больших скоростях резания, а также при срезании стружек большого сечения вращающиеся центры имеют недостаточную жесткость, вследствие чего возможен и отжим детали, и сильные вибрации в работе. Чтобы избежать этих явлений, применяют вращающиеся центры, встроенные в пиноль задней бабки.

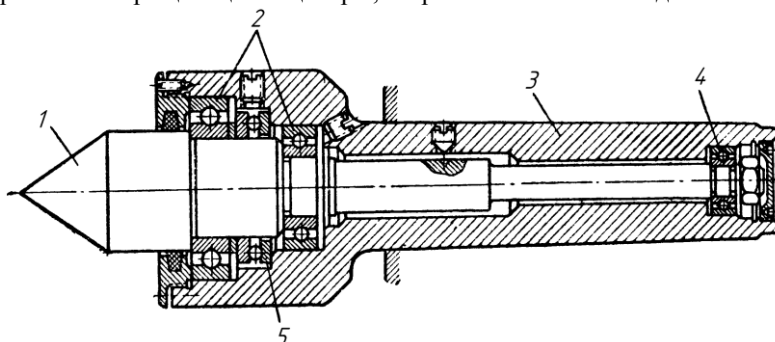


Рисунок 1.16 – Вращающийся центр

1.6 Установка и закрепление в патронах

Короткие детали обычно устанавливают и крепят в патронах, которые подразделяются на простые и самоцентрирующие.

Простые патроны изготавливают обычно четырехкулачковыми. В таких патронах каждый из четырех кулачков перемещается своим винтом независимо от остальных. Это позволяет устанавливать и закреплять в них детали, имеющие несимметричную наружную форму. При закреплении детали в четырехкулачковом патроне необходимо ее правильно установить, чтобы она не была при вращении.

После закрепления детали в патроне нужно обязательно вынуть ключ. Если этого не сделать, то при пуске станок может сломаться; кроме того, рабочий подвергается опасности получить увечье.

Самоцентрирующие патроны в большинстве случаев применяют трехкулачковые и значительно реже двухкулачковые. Эти патроны очень удобны в работе, так как все кулачки перемещаются одновременно, благодаря чему деталь, имеющая цилиндрическую поверхность (наружную или внутреннюю), устанавливается и зажимается точно по оси шпинделя; кроме того, значительно сокращается время на установку и закрепление детали.

На рисунке 1.17, а показан трехкулачковый самоцентрирующий патрон. В нем кулачки перемещаются при помощи торцового четырехгранного ключа, который вставляют в четырехгранное отверстие 1 (рисунок 1.17, а и б) одного из трех конических зубчатых колес 2. Эти

колеса сцеплены с большим коническим зубчатым колесом 3. На обратной плоской стороне колеса 3 нарезана многовитковая спиральная канавка 4 (рисунок 1.17, в). В отдельные витки этой канавки входят нижними выступами все три кулачка 5. Когда ключом поворачивают одно из зубчатых колес 2, вращение передается зубчатому колесу 3. Вращаясь, оно посредством спиральной канавки 4 перемещает по пазам корпуса патрона одновременно и равномерно все три кулачка. При вращении диска со спиральной канавкой в ту или другую сторону кулачки приближаются или удаляются от центра, соответственно зажимая или освобождая деталь.

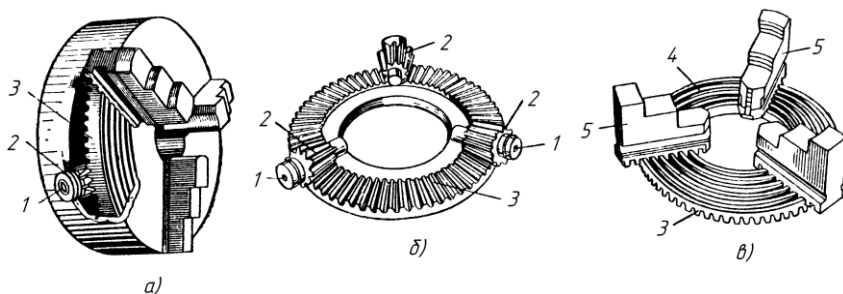


Рисунок 1.17 – Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон

Необходимо обращать внимание на прочный зажим детали в кулачках патрона. Если патрон в исправном состоянии, то прочный зажим детали обеспечивается применением ключа с нормальной ручкой. Другие способы зажима, например зажим при помощи ключа и длинной трубы надеваемой на ручку, применять запрещается.

После зажима детали нельзя оставлять ключ в патроне, так как это может привести к несчастному случаю или поломке оборудования.

Кулачки патронов применяют закаленные и сырые. Обычно пользуются закаленными кулачками, так как они изнашиваются медленно. Но при зажиме такими кулачками на деталях с чисто обработанными поверхностями остаются следы в виде вмятин от кулачков. Чтобы избежать получения вмятин, в этих случаях рекомендуется применять сырые (незакаленные) кулачки, которые точно обрабатывают (пригоняют) по диаметру закрепляемой в них детали.

Сырые кулачки удобны еще и тем, что их можно периодически растачивать резцом и тем устранять биение патрона, которое неизбежно при длительной его работе. Растачивают кулачки точно по размеру закрепляемой в них детали.

Установку и закрепление деталей в патроне с поддержкой задним центром применяют при обработке длинных и сравнительно тонких деталей, которые недостаточно закрепить только в патроне, так как сила резания и вес выступающей части детали могут изогнуть ее и вырвать из патрона.

При снятии детали отжимают кулачки патрона и, поддерживая деталь левой рукой, выводят из нее задний центр, для чего правой рукой вращают маховичок задней бабки.

1.6 Приемы точения и пользования лимбами

Чтобы получить заданный диаметр детали, необходимо установить резец на требуемую глубину резания, соблюдая при этом следующий порядок:

1. Сообщают детали вращательное движение.
2. Вращением маховичка продольной подачи и рукоятки винта поперечной подачи вручную подводят резец к правому торцу детали так, чтобы его вершина коснулась поверхности детали.
3. Установив момент касания, отводят вручную резец вправо от детали и вращением рукоятки винта поперечной подачи перемещают резец на нужную глубину резания. После этого обтачивают деталь с ручной подачей на длине 3–5 мм, останавливают станок и измеряют диаметр обточенной поверхности штангенциркулем. Если диаметр получится больше требуемого, резец отводят вправо и, когда он сойдет с детали, устанавливают его на несколько большую глубину, снова протачивают поясик и опять делают промер. Все это повторяют до тех пор, пока не будет получен заданный размер. Тогда включают механическую подачу и обтачивают деталь.

По окончании прохода выключают механическую подачу, отводят резец назад и останавливают станок.

Пользование лимбом винта поперечной подачи. Для ускорения установки резца на глубину резания у большинства токарных станков имеется специальное устройство. Оно расположено у рукоятки винта поперечной подачи и представляет собой втулку или кольцо, на окружности которого нанесены деления (рисунок 1.18). Эта втулка с делениями называется **лимбом**.

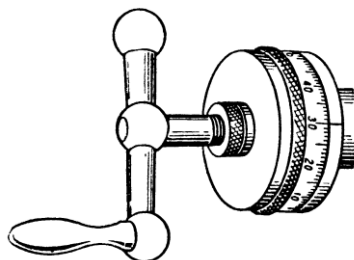


Рисунок 1.18 – Лимб винта поперечной подачи

Число делений на лимбе и шаг винта поперечной подачи у разных станков могут быть различными. Следовательно, различным будет и поперечное перемещение резца при повороте лимба на одно деление. Предположим, что лимб разделен на 100 равных частей, а винт поперечной подачи имеет резьбу с шагом 5 мм. При полном обороте рукоятки винта, т. е. на все 100 делений лимба, резец переместится в поперечном направлении на 5 мм. Если же повернуть рукоятку на одно деление, перемещение резца составит $5 : 100 = 0,05$ мм.

Деление отсчитывают относительно риски на неподвижной втулке винта.

Следует иметь в виду, что при перемещении резца в поперечном направлении радиус детали после прохода резца уменьшится на такую же величину, а диаметр детали – на удвоенную.

Таким образом, чтобы уменьшить диаметр детали, например, с 50,2 до 48,4 мм, т. е. на 1,8 мм, необходимо переместить резец вперед на половинную величину, т. е. на 0,9 мм.

Пользование лимбом продольной подачи. Современные токарно-винторезные станки наряду с лимбом поперечной подачи, как правило, оснащены лимбом продольной подачи. Этот лимб представляет собой диск большого диаметра (рисунок 1.19), расположенный, на передней стенке фартука за маховичком продольной подачи. На окружности лимба нанесены равные деления (цена каждого деления 0,1 мм). При вращении маховичка поворачивается лимб, связанный зубчатой передачей с колесом продольной подачи. Таким образом, если в начале резания лимб установить на нулевое деление, то определенному продольному перемещению суппорта с резцом соответствует поворот лимба на определенное число делений относительно неподвижной риски.

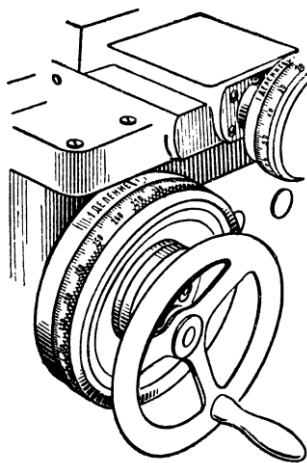


Рисунок 1.19 – Лимб продольной подачи

Зная цену одного деления лимба и длину обрабатываемого участка детали, токарь, не прибегая к измерению, может определить, на какое число делений должен повернуться лимб относительно риски. Такой способ позволяет значительно сократить время обработки, особенно деталей ступенчатой формы.

1.7 Сверление

1.7.1 Закрепление сверла

Закрепление сверла при сверлении отверстий на токарном станке определяется формой хвостовика сверла. Сверла с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в пиноли задней бабки специальными патронами (рисунок 1.20), сверла с коническим хвостовиком – либо непосредственно в коническом отверстии пиноли задней бабки (рисунок 1.22), либо когда конус хвостовика сверла меньше конического отверстия пиноли, – с помощью переходной втулки (рисунок 1.21).

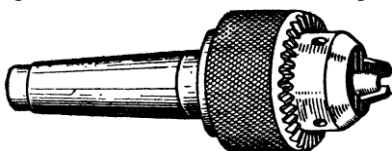


Рисунок 1.20 – Патрон для закрепления сверла с цилиндрическим хвостовиком

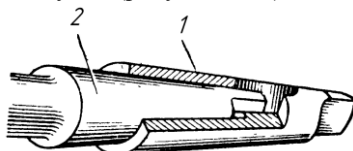


Рисунок 1.21 – Переходная втулка (1) со вставленным хвостовиком сверла (2)

Конические хвостовики сверл, а также конические отверстия в шпинделях и пинолях токарных станков изготавливают по системе Морзе. Конусы Морзе имеют номера 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6; каждому номеру соответствуют определенные размеры конуса. Если конус сверла меньше конического отверстия пиноли задней бабки, то на хвостовик 2 сверла надевают переходную втулку 1 (см. рисунок 1.21) и затем втулку вместе со сверлом вставляют в отверстие пиноли задней бабки станка.

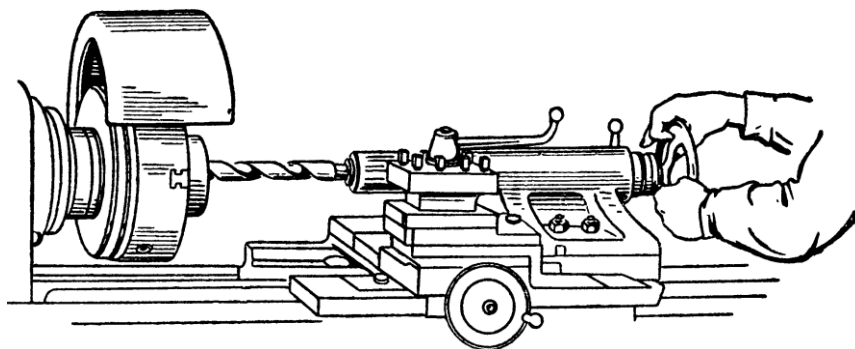


Рисунок 1.22 – Сверло, закрепленное в коническое отверстие пиноли задней бабки

Сверло необходимо устанавливать точно по линии центров станка. Неточная установка сверла в пиноли приводит к разбиванию отверстия детали (увеличению ее диаметра). Это обычно наблюдается в тех случаях, когда конический хвостовик сверла и отверстие пиноли загрязнены. Поэтому, перед тем как вставить сверло в отверстие пиноли, необходимо тщательно очистить от грязи хвостовик сверла, а также отверстие пиноли.

1.7.2 Приемы сверления

При сверлении отверстий на токарных станках деталь, закрепленная в патроне, совершает вращательное движение, а сверло, установленное в пиноли задней бабки, получает движение подачи.

Закрепление детали при сверлении должно быть прочным. Слабо закрепленная деталь во время сверления будет дрожать или смещаться, а это может повлечь за собой поломку сверла.

Чтобы предотвратить увод сверла, необходимо перед началом сверления чисто подрезать торец детали (торцовая поверхность должна быть перпендикулярна оси отверстия), а затем наметить в торце центровое отверстие.

Прежде чем подвести сверло к обрабатываемой детали, нужно включить станок. Подводить сверло нужно плавно, без удара, так как иначе режущие кромки сверла могут быстро затупиться и даже выкрошиться.

Подачу сверла производят обычно вручную, перемещением пиноли задней бабки, вращая для этого соответствующий маховичок (см. рисунок 1.22). При сверлении отверстия длиной больше двух диаметров сверла рекомендуется сначала надсверлить отверстие (на длину заборного конуса) жестко закрепленным в пиноли коротким сверлом того же диаметра. Тогда последующее сверло (нормальной длины) будет лучше направляться и его меньше будет уводить в сторону.

При сверлении глубокого отверстия, т. е. такого отверстия, длина которого превышает диаметр сверла в пять и более раз, нужно время от времени прерывать подачу, выводить сверло из отверстия на ходу станка и удалять из канавок стружку – этим предотвращается поломка сверла. Для сверления глухих отверстий заданной длины удобно пользоваться рисками с делениями на пиноли задней бабки. Вращением маховичка выдвигают сверло, пока оно вершиной не коснется торца детали; замечают при этом соответствующую риску на пиноли. Затем, вращая маховичок задней бабки без резких рывков, перемещают пиноль до тех пор, пока она не выйдет из корпуса на нужное число делений.

1.7.3 Элементы режима резания при сверлении

Элементами режима резания при сверлении являются скорость резания и подача.

Скорость резания при сверлении представляет собой условно окружную скорость сверла относительно обрабатываемой детали и подсчитывается по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad (1.7)$$

где D – диаметр сверла, мм; n – число оборотов детали в минуту.

При сверлении углеродистой стали средней твердости, серого чугуна и бронзы сверлами из быстрорежущей стали P9, P18 скорость резания можно принимать 20...30 м/мин. При сверлении углеродистой стали средней твердости сверлами, оснащенными пластижкой твердого сплава BK8, скорость резания достигает 60...80 м/мин.

Подача – величина перемещения сверла за один оборот детали в мм/об. Подача сверла на токарном станке производится обычно вручную, как показано на рисунке 1.18; наряду с этим при сверлении применяют и механическую подачу. При сверлении сверлами диаметром от 6 до 30 мм величина механической подачи должна быть следующей: для углеродистой стали средней твердости от 0,1 до 0,35 мм/об; для чугуна – от 0,15 до 0,5 мм/об.

Охлаждение при сверлении. Применение смазочно-охлаждающих жидкостей облегчает работу сверла, понижает его температуру и способствует повышению его стойкости. Сверление стали рекомендуется вести с охлаждением эмульсией; серый чугун сверлят без охлаждения либо с керосином; при сверлении алюминия применяют эмульсию или керосин, а чаще без охлаждения; бронзу сверлят с применением эмульсии, а чаще без охлаждения.

Так как при работе на токарных станках обрабатываемые отверстия расположены горизонтально, жидкость с трудом проникает к месту образования стружки. Поэтому для глубокого сверления в труднообрабатываемых материалах применяют сверла с внутренними каналами, по которым подают охлаждающую жидкость под высоким давлением.

1.8 Общие правила техники безопасности при работе на токарном станке

Для исключения травматизма и несчастных случаев токарь обязан строго соблюдать следующие правила техники безопасности.

До начала работы:

1. Привести в порядок одежду: застегнуть обшлага рукавов; заправить одежду так, чтобы не было свисающих концов; убрать волосы под головной убор.

2. Привести в порядок рабочее место: убрать все лишнее; подготовить и аккуратно разложить инструменты и приспособления; сложить заготовки в предназначенный для них ящик,

3. Проверить состояние станка: убедиться в надежности крепления ограждающих щитков и заземляющего провода; проверить исправность органов управления станком, действие тормоза.

Во время работы:

1. Устанавливать и снимать патроны, планшайбы и другие приспособления следует при помощи грузоподъемного устройства, оснащенного специальным захватом.

Перед установкой приспособления шпиндель передней бабки очистить от загрязнений и тщательно протереть.

2. При использовании приспособлений, оснащенных пневматическими, гидравлическими или электромагнитными приводами, тщательно проверять состояние коммуникаций подачи воздуха и жидкости, а также электропроводку. Не допускать воздействия на них движущихся частей станка.

3. Не применять значительно изношенную технологическую оснастку (патроны, центры, переходные втулки и т.п.).

4. Для правильной установки резцов относительно оси центров и надежности их крепления в суппорте использовать мерные шлифованные прокладки, размеры которых соответствуют линейным размерам опорной части державки резцов.

5. Резцы следует закреплять с минимально возможным вылетом из резцедержателя (чтобы он не превышал более чем в 1,5 раза высоту державки резца) и не менее чем двумя болтами.

6. Не оставлять в задней бабке или револьверной головке инструменты, которые не используются при обработке данной заготовки.

7. При обработке пруткового материала его конец, выступающий с противоположного конца шпинделя, должен быть огражден на всю длину. Ограждение должно быть прочным и устойчивым. Длина прутка должна соответствовать паспортным данным станка.

8. Стремиться закреплять заготовку в станочном приспособлении по возможно большей ее длине. Выступающая часть заготовки должна иметь длину, не превышающую двух-трех диаметров, при большом вылете для ее подпора необходимо использовать заднюю бабку.

9. При обработке заготовок, закрепляемых в центрах, применять безопасные поводковые патроны;

При обработке заготовок длиной более двенадцати диаметров, а также при скоростном или силовом точении заготовок длиной более восьми диаметров необходимо использовать люнеты.

10. При обработке вязких материалов, дающих сливную стружку, применять резцы с выкружками, стружкозавивателями или накладными стружколомателями, а также устройства для ее дробления.

11. Для обработки хрупких материалов, дающих отлетающую стружку, а также для дробления сливной стружки в процессе резания применять специальные стружкоотражатели, прозрачные экраны или средства индивидуальной защиты (очки, прозрачные щитки).

12. Удалять стружку со станка только специальным крючком, щеткой или скребком.

13. Следить за правильным подводом СОЖ в зону резания.

14. Применять правильные приемы работы:

- подводить режущий инструмент к вращающейся заготовке, а выключать ее вращение после отвода инструмента;
- не поддерживать отрезаемую часть заготовки рукой;
- при выполнении ручных операций (устранении биения заготовки, опиливании, полировании) отводить суппорт, заднюю бабку (револьверную головку) на безопасное расстояние;
- при опиливании и полировании стоять у станка под углом 45° к оси центров с разворотом вправо;
- при полировании использовать прижимные колодки.

15. Проверять уровень масла по контрольным глазкам в коробках скоростей, подач и в фартуке;

16. Не брать и не подавать через работающий станок какие-либо предметы, не подтягивать на ходу болты, гайки и другие соединительные узлы станка.

17. Не тормозить вращающийся шпиндель нажимом руки на станочное приспособление или заготовку.

18. Измерять обрабатываемую деталь только после выключения фрикциона, отвода суппорта и задней бабки (револьверной головки) на безопасное расстояние.

19. Не облакачиваться на станок и не размещать заготовки, инструменты и другие предметы на направляющих станка.

1.9 Организация и обслуживание рабочего места токаря

Под рабочим местом подразумевается определенный участок производственной площади, на которой размещаются станок и другие устройства, необходимые для выполнения работы.

Рабочее место должно быть организовано так, чтобы токарю не требовалось делать лишних движений, которые, кроме непроизводительной потери времени, вызывают дополнительную утомляемость.

Здесь, кроме станка, должны быть установлены инструментальная тумбочка для хранения приспособлений, инструментов, обтирочных и смазочных материалов и других необходимых предметов; подставка с ящиками для заготовок и готовых деталей; деревянная решетка для защиты ног токаря от стружки и сырости.

Большое значение имеет расположение предметов на рабочем месте: все, что рабочий берет правой рукой, должно находиться справа, а что левой – слева; то, что чаще требуется, следует класть ближе. Каждый используемый при работе предмет должен иметь свое постоянное место. Это создает привычные движения и автоматизм в работе, исключает потерю времени на поиски.

Организация рабочего места зависит от характера выполняемых работ, однако можно рекомендовать типовую планировку (рисунок 1.23), которая в большинстве случаев наиболее удобна для универсальных токарных работ.

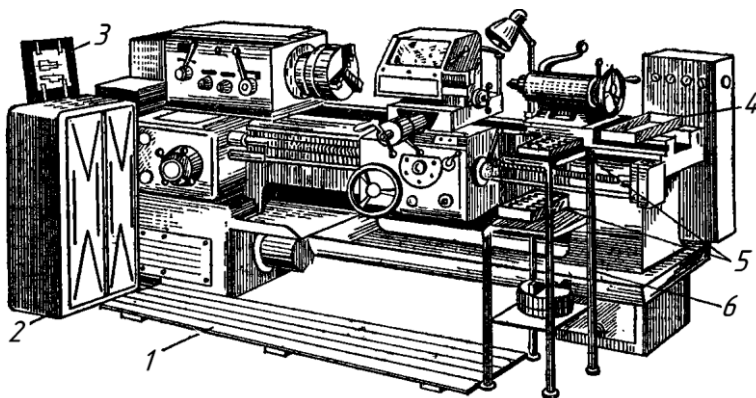


Рисунок 1.23 – Рабочее место токаря

Слева от рабочего примерно на расстоянии вытянутой руки и 300 мм от станка располагается инструментальная тумбочка 2 с планшеткой 3 для рабочего чертежа. Справа на таком же расстоянии установ-

ливается трехполочная подставка 6 для ящиков 5 с заготовками, готовыми деталями и для крупных приспособлений.

Лоток 4 для ключей и инструментов устанавливается справа на станине (при необходимости его переносят на подставку 5). Перед станком на полу кладется деревянная решетка 1.

Производительность работы токаря во многом зависит от правильного обслуживания рабочего места: своевременного обеспечения его производственным заданием, заготовками, технологической документацией и оснасткой; технического контроля качества обработки деталей; ухода за станком и его ремонта; поддержания на рабочем месте должной чистоты и порядка.

1.10 Контрольные вопросы

1. Какие станки называются токарно-винторезными и какие токаонными?
2. Из каких основных узлов состоит токарно-винторезный станок?
3. Для чего служат направляющие станины?
4. Каково назначение передней бабки?
5. Для чего служит шпиндель?
6. Каково назначение задней бабки?
7. Для чего служит поворотная часть суппорта?
8. Для чего служит фартук?
9. Каково назначение ходового вала?
10. Что называется глубиной резания, подачей и скоростью резания?
11. Что называется шириной и толщиной среза?
12. Из каких основных частей состоит резец?
13. Какое назначение имеют передний и задний углы резца?
14. Как отличить правый резец от левого?
15. Как правильно установить резец в резцедержателе?
16. Как устанавливают и закрепляют детали при обтачивании цилиндрических поверхностей?
17. Когда применяют вращающиеся центры?
18. Чем отличается самоцентрирующий патрон от четырехкулачкового?
19. Каково назначение лимба винта поперечной подачи? Как определить цену деления на шкале лимба?
20. Перечислите основные правила техники безопасности.

2 ФРЕЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА

2.1. Основные типы фрезерных станков и их обозначение

Фрезерные станки имеют весьма широкую область применения и разделяются на две основные группы: станки общего назначения и специализированные. К первой группе относятся станки консольные и бесконсольные, продольно-фрезерные, станки непрерывного фрезерования (карусельные и барабанные). Ко второй группе относятся станки копировально-фрезерные, зубофрезерные, резьбофрезерные, шпоночно-фрезерные, шлицефрезерные и др.

Типоразмеры станков характеризуются площадью рабочей (крепежной) поверхности стола или размерами обрабатываемой заготовки (при зубо- и резьбообработке). По указанному признаку станки имеют пять градаций:

Таблица 2.1 – Номера фрезерных станков по размеру поверхности стола

Размер	Площадь поверхности стола, мм
0	200×800
1	250×1000
2	320×1250
3	400×1600
4	500×2000

Классификация фрезерных станков дана в приложение А где приведено девять типов станков шестой группы (кроме того, фрезерные станки входят и в пятую группу зубо- и резьбообрабатывающих станков). Каждый станок имеет свой шифр, первая цифра в котором обозначает группу станка, вторая – его тип:

- 1 – консольные вертикально-фрезерные (рисунок 2.1, а),
- 2 – непрерывного действия (рисунок 2.1, б),
- 3 – свободная группа,
- 4 – копировальные (рисунок 2.1, в) и гравировальные,
- 5 – вертикальные бесконсольные (рисунок 2.1, г) (с крестовым столом),
- 6 – продольно- фрезерные (рисунок 2.1, д),
- 7 – широкоуниверсальные (рисунок 2.1, е),
- 8 – консольные, горизонтальные (рисунок 2.1, ж),
- 9 – разные.

Так, например, цифрами 612 обозначается консольный вертикально-фрезерный станок 2-го номера.

Обозначение 6М82Г характеризует новую (М) модель консольно-горизонтально-фрезерного станка 2-го номера, отличную от предыдущей модели – 6Н82.

Третья и при необходимости четвертая цифры обозначают характерные размеры станка. Кроме цифр в обозначение модели станка может входить буква. Если буква стоит между первой и второй цифрами, то это означает, что конструкция станка модифицирована. Например, универсальный консольный станок в течение многих лет подвергался усовершенствованию и имел обозначения 682, 6Б82, 6Н82, 6М82, 6Р82 и 6Т82.

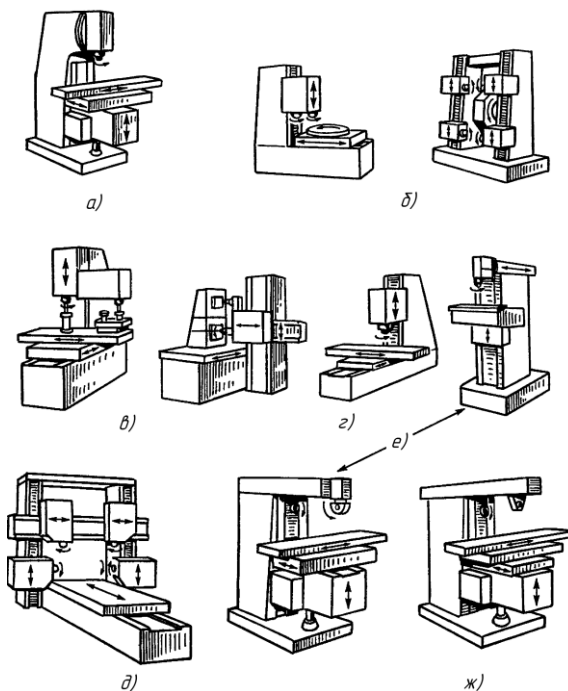


Рисунок 2.1 – фрезерные станки, где: а – консольные вертикально-фрезерные станки; б – фрезерные станки непрерывного действия (карусельно-фрезерные и барабанно-фрезерные); в – копировальные (вертикальные и горизонтальные) фрезерные станки; г – вертикально-фрезерные бесконсольные станки; д – продольно-фрезерные станки; е – широкоуниверсальные фрезерные станки (консольные и бесконсольные); ж – горизонтальные консольно-фрезерные станки

Если буква стоит в конце шифра станка, то это может означать следующее:

1) конструктивную модификацию основной модели (например 6Р82Г – станок горизонтально-фрезерный, 6Р12Б – быстроходная модель, 6Р82Ш – широкоуниверсальный);

2) различное исполнение станков в зависимости от точности (Н – нормальной точности, П – повышенной, В – высокой, А – особо высокой и С – станки особо точные, называемые мастер-станками);

3) различное исполнение с учетом используемой системы управления станком.

2.2 Устройство консольно-фрезерного станка

Консольно-фрезерные станки – наиболее распространенный тип станков, используемый для фрезерных работ. Отличительная особенность станка – наличие консоли (кронштейна), несущей стол и перемещающейся по направляющим станины вверх и вниз. Существуют горизонтальные, вертикальные, универсальные и широкоуниверсальные консольно-фрезерные станки. В горизонтально-фрезерных станках шпиндель расположен горизонтально и стол перемещается в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Отличие универсальных консольно-фрезерных станков от горизонтальных заключается только в возможности поворота стола относительно вертикальной оси, а широкоуниверсальных фрезерных станков от универсальных – в наличии на станине специального хобота, на торце которого установлена дополнительная головка со шпинделем, поворачивающаяся под углом в любом направлении. Вертикально-фрезерные станки отличаются от горизонтально-фрезерных вертикальным расположением шпинделя и отсутствием хобота. В рассматриваемых станках детали и узлы широко унифицированы.

В качестве примера для рассмотрения выбран универсальный горизонтальный консольно-фрезерный станок (рисунок 2.2). Он предназначен для выполнения разнообразных фрезерных работ по чугуну, стали и цветным металлам твердосплавным и быстрорежущим инструментом в условиях мелко- и крупносерийного производства. Наличие в станке возможности поворота стола вокруг своей вертикальной оси позволяет фрезеровать винтовые канавки сверл, червяков и т.д.

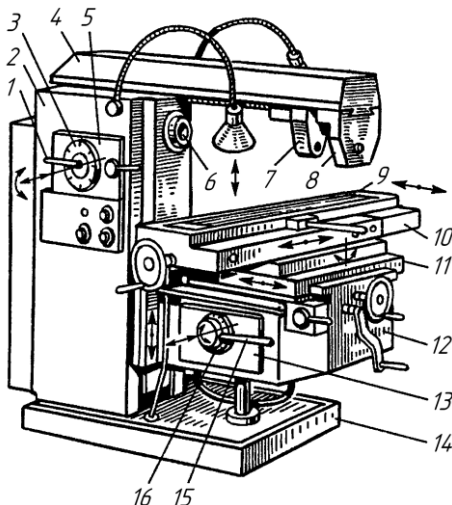


Рисунок 2.2 –
Универсальный
консольно-фрезерный
станок:

- 1 – рукоятка; 2 –
станина; 3 – лимб;
4 – хобот; 5 –
коробка скоростей; 6 –
шпиндель; 7, 8 – под-
вески; 9 – стол; 10 –
поворотная плита; 11 –
салазки; 12 – консоль;
13 – коробка подач; 14 –
фундаментальная плита;
15 – рукоятка; 16 – лимб

Станок состоит из станины 2, установленной на фундаментной плите 14. На вертикальных направляющих станины расположена консоль 12 с горизонтальными поперечными направляющими, на которых удерживаются салазки 11, а на них – поворотная плита 10 с горизонтальными продольными направляющими.

На этих направляющих монтируют стол 9. Такая компоновка узлов обеспечивает возможность перемещения стола в трех направлениях (продольном, поперечном и вертикальном). В станине расположена коробка скоростей 5 с рукояткой 1 и лимбом 3 и привод с электродвигателем, обеспечивающим вращение шпинделя. В консоли 12 размещена коробка подач 13 с электродвигателем, лимбом 16 и рукояткой 15 для установки подач. В верхней части станины смонтирован шпиндель 6, а на направляющих выдвижного хобота 4 закреплены подвески (кронштейны) 7 и 8, которые являются опорами фрезерных оправок для установки фрез.

2.3 Основные понятия о процессе фрезерования

Фрезерование – это лезвийная обработка с главным вращательным движением резания, сообщаемым инструменту и имеющим постоянный радиус траектории, а также хотя бы одно движение подачи, направленное перпендикулярно оси главного движения.

Фрезерование является производительным и универсальным технологическим способом механической обработки заготовок резанием. В машиностроении фрезерованием обрабатывают плоскости, уступы,

канавки прямоугольного и профильного сечения, пазы, фасонные поверхности и т.д. Фрезерование также используют для разрезания катаных прутков, резьбо- и зубофрезерования.

Для обработки плоских и фасонных поверхностей на фрезерных станках применяют фрезы – многозубый (многолезвийный) инструмент. Каждый зуб фрезы представляет собой простейший резец.

Назначение фрез. Основные типы фрез приведены на рисунке 2.3. Для обработки открытых плоскостей на горизонтально-фрезерных станках применяют фрезы цилиндрические цельные (рисунок 2.3, а) и сборные с вставными ножами (рисунок 2.3, б).

Для высокопроизводительной обработки сплошных и прерывистых плоскостей на вертикально-фрезерных и специальных станках используют торцовые фрезерные головки (рисунок 2.3, в), оснащенные твердосплавными ножами.

Обработку сопряженных плоскостей, расположенных на разных уровнях, параллельных или наклонных (грани куба, шестигранники, скосы, уступы и т.п.), производят торцовыми насадными фрезами цельными (рисунок 2.3, г) и с вставными ножами (рисунок 2.3, д).

Фрезерование пазов и уступов осуществляют концевыми (рис. 2.3, е, ж), шпоночными (рисунок 2.3, з) и дисковыми (рисунок 2.3, и) фрезами. Для обработки полуоткрытых плоскостей, канавок и для копировальных работ широко применяются концевые фрезы. Для обработки закрытых шпоночных канавок применяют шпоночные фрезы.

Прорезку шлицев и узких щелей производят отрезными (рисунок 2.3, к) и шлицевыми фрезами.

Угловые фрезы (рисунок 2.3, л) применяют для фрезерования прямых и винтовых канавок между зубьями при изготовлении фрез, разверток, зенкеров и других инструментов. Фрезерование фасонных поверхностей производят фасонными фрезами (рисунок 2.3, м).

При классификации фрез, кроме назначения, учитывают их конструкцию; способ их закрепления на станке; конструкцию зубьев; расположение зубьев относительно оси; направление зубьев.

Существуют следующие конструкции фрез: цельные; составные, (например, с припаянными или приклеенными режущими элементами); сборные (например, оснащенные многогранными пластинами из твердого сплава); наборные (наборы фрез), состоящие из нескольких отдельных стандартных или специальных фрез и предназначенные для одновременной обработки нескольких поверхностей.

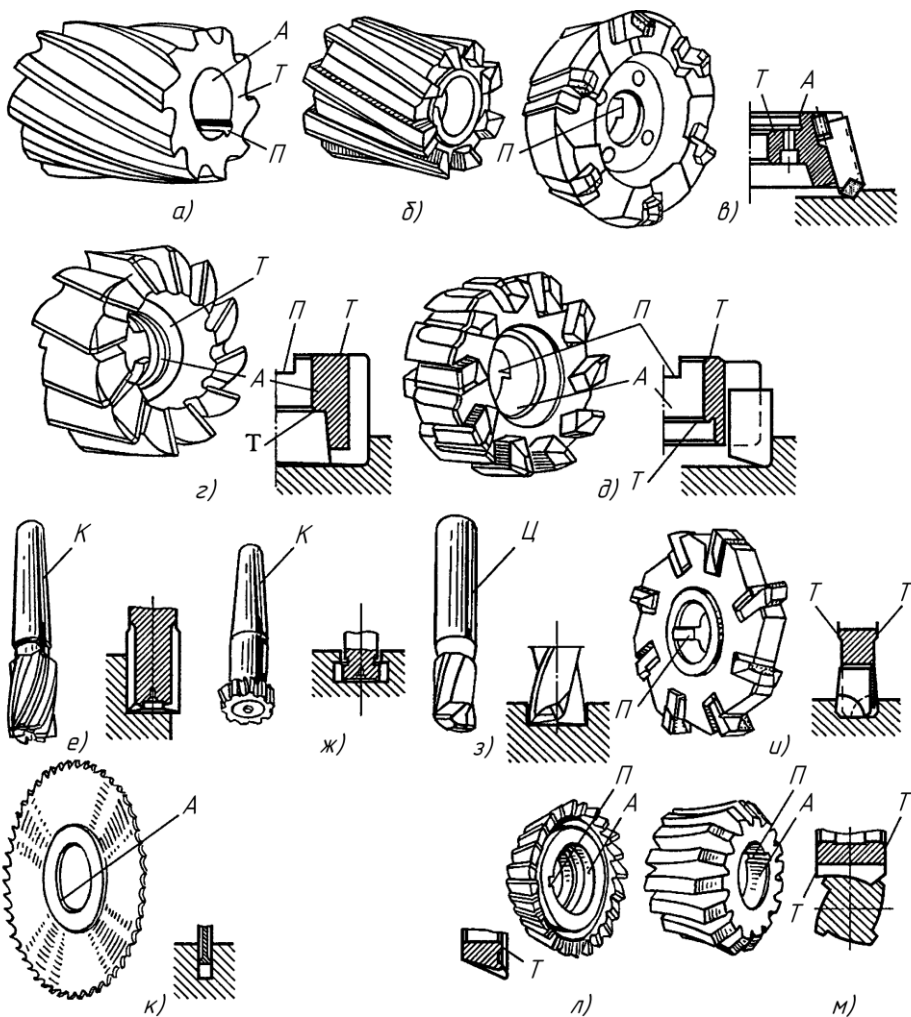


Рисунок 2.3 – Основные типы фрез:

a, б – цилиндрические; *в, з, д* – торцовые; *е, ж* – концевые; *з* – шпоночные; *и* – дисковые двух- и трехсторонние; *к* – прорезные и отрезные; *л* – угловые; *м* – фасонные; *A* – насадные фрезы, имеющие цилиндрические или конические отверстия; *T* – торцовые базы крепления фрез; *П* – фрезы с продольными и поперечными шпоночными пазами; *K* и *Ц* – концевые фрезы с коническими и цилиндрическими хвостовиками

Закрепление фрез на станках. Соединительными частями – базами крепления – у фрез могут служить цилиндрические отверстия с продольными или поперечными шпоночными пазами, конусные и цилиндрические хвостовики (см. рисунок 2.3).

Цилиндрические, дисковые, торцовые насадные, угловые и фасонные фрезы закрепляют на фрезерных оправках. Для уменьшения биения фрезерной оправки опорные торцы фрез должны быть строго параллельны друг другу и перпендикулярны оси фрезы. Отклонение опорных торцовых поверхностей от оси фрезы не должно превышать 0,04...0,05 мм. Вращение фрезам, закрепленным на оправке, передается продольной или торцовой шпонкой.

Торцовые насадные фрезы с мелким зубом крепят на укороченных оправках при помощи винта, а с крупным зубом и вставными ножами – на специальных оправках.

Концевые и шпоночные фрезы диаметром до 20 мм, для которых базой крепления служит цилиндрический хвостовик, закрепляют на концевых оправках при помощи цангового зажима. Концевые, торцовые и шпоночные фрезы диаметром свыше 200 мм, для которых базой крепления является конический хвостовик, устанавливают в шпинделе станка непосредственно или при помощи переходных конусных втулок. Затяжка конического хвостовика в коническом гнезде шпинделя производится винтом.

Торцовые фрезерные головки (см. рисунок 2.3, в) крепят непосредственно на шпинделе станка. Базовое отверстие, шпоночный паз и отверстие для крепежных винтов выполняют согласно размерам передних концов шпинделей фрезерных станков.

По расположению зубьев относительно оси различают: фрезы цилиндрические с зубьями, расположенными на поверхности цилиндра (см. рисунок 2.3, а и б); фрезы торцовые с зубьями, расположенными на торце цилиндра (см. рисунок 2.3, г и д); фрезы угловые с зубьями, расположенными на конусе (см. рисунок 2.3, л); фрезы фасонные с зубьями, расположенными на поверхности с фасонной образующей (см. рисунок 2.3, м) (с выпуклым и вогнутым профилем). Некоторые типы фрез имеют зубья как на цилиндрической, так и на торцовой поверхности, например дисковые двух- и трехсторонние (см. рисунок 2.3, и и к), концевые (см. рисунок 2.3, е), шпоночные (см. рисунок 2.3, з).

По направлению зубьев фрезы могут быть: прямозубыми (см. рисунок 2.3, и и к); косозубыми (см. рисунок 2.3, м) и с винтовым зубом (см. рисунок 2.3, а). Угол наклона винтового зуба служит для обеспечения спокойного (без вибраций) фрезерования.

Зубья фрезы могут быть острозаточенными (рис. 2.4, а) и затылованными. Острозаточенные зубья затачивают по задней поверхности под задним углом α (см. рис. 2.4, линии Т-Т). Эти зубья просты в изготовлении и обеспечивают высокую чистоту обработанной поверхности. Недостатками остроконечных зубьев являются уменьшение высоты зуба и потеря размеров профиля после переточки.

Применяются три типа острозаточенных зубьев: с прямой спинкой (рис. 2.18, б), двухугловой спинкой (рис. 2.18, в) и криволинейной спинкой (рис. 2.18, г). Зубья с прямой спинкой характерны для мелкозубых фрез, допускающих 6...8 переточек зубьев и предназначенных для легких работ.

Зубья с двухугловой спинкой распространены у фрез с крупными зубьями, предназначенных для тяжелых работ. Спинка зуба, образованная двумя поверхностями, строится так, чтобы зуб имел форму, близкую к параболе. Фрезы с зубьями такого типа при большой прочности зуба имеют больший объем канавки.

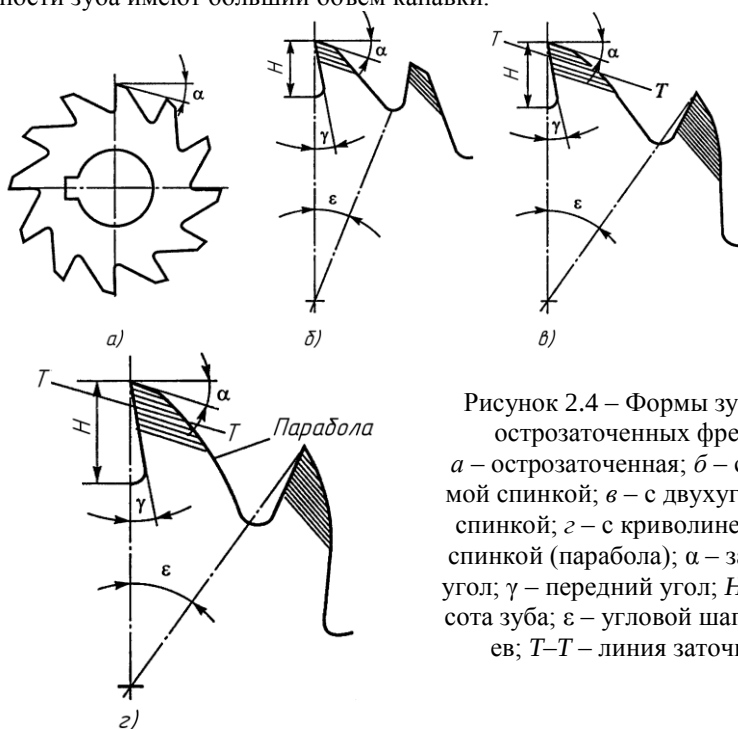


Рисунок 2.4 – Формы зубьев острозаточенных фрез:
 а – острозаточенная; б – с прямой спинкой; в – с двухугловой спинкой; г – с криволинейной спинкой (парабола); α – задний угол; γ – передний угол; H – высота зуба; ϵ – угловой шаг зубьев; Т-Т – линия заточки

При осуществлении фрезерования применяются две схемы:

- встречное фрезерование (рисунок 2.5, а). Направления движения подачи D_s и скорости фрезы D_r – встречные. Резание начинается в точке 1 (нулевая толщина срезаемого слоя) и заканчивается в точке 2 (наибольшая толщина срезаемого слоя);
- попутное фрезерование (рисунок 2.5, б). Направление движения подачи D_s совпадает с направлением скорости у фрезы. Резание начинается в точке 2 (наибольшая толщина срезаемого слоя) и заканчивается в точке 1 (нулевая толщина срезаемого слоя).

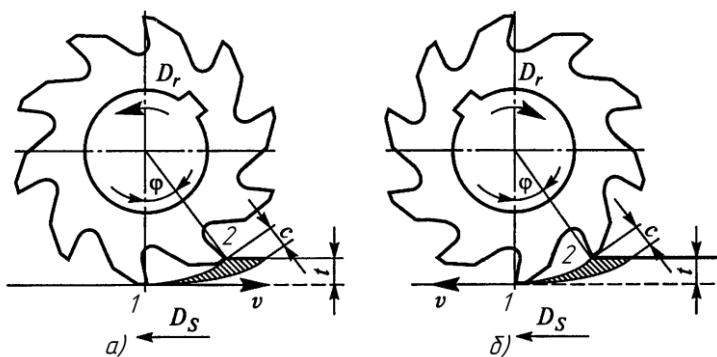


Рис. 2.5 – Схемы фрезерования:

а – встречное фрезерование; б – попутное фрезерование; D_r – направление движения резания; D_s – направление движения подачи; 1 – точка с нулевой величиной срезаемого слоя; 2 – точка с наибольшей толщиной срезаемого слоя; v – скорость резания; t – глубина резания; φ – угол зоны резания; c – ширина стружки

При работе по первой схеме резания врезание затруднено, так как происходит скольжение зуба и большое выделение тепла, что ускоряет затупление фрезы. При работе по второй схеме обеспечивается более высокое качество обработанной поверхности и медленное затупление фрезы. Однако работа происходит толчками (в момент врезания зуба в металл), поэтому попутное фрезерование возможно только на специально приспособленных для этих целей станках.

Геометрические параметры фрез выбираются в зависимости от следующих факторов: материала заготовки и режущей части фрезы, ее конструкции, условий фрезерования. Передний γ и задний α углы резания образуются заточкой фрез (рисунок 2.6).

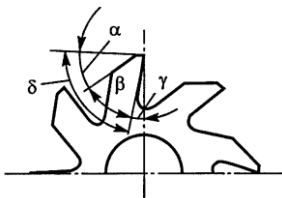


Рисунок 2.6 – Геометрические параметры режущей части цилиндрической фрезы:
 γ – передний угол; α – задний угол; β – угол заострения; δ – угол резания

Слишком большой передний угол ослабляет тело режущего инструмента, прилегающее к лезвию, и оно будет легко выкрашиваться и ломаться. Отвод тепла в этом случае ухудшается. На основании этого для каждого инструмента рекомендуются вполне определенные значения переднего угла. При малых углах α повышается трение, возрастают силы резания и температура резания, задние поверхности инструмента быстро изнашиваются и его стойкость снижается. При очень больших значениях углов α уменьшается прочность инструмента, ухудшается отвод тепла.

2.3. Технология фрезерования

Фрезерные станки предназначены для обработки наружных и внутренних плоских, цилиндрических и фасонных поверхностей, прямых и винтовых канавок, резьб, зубчатых колес и т.п.

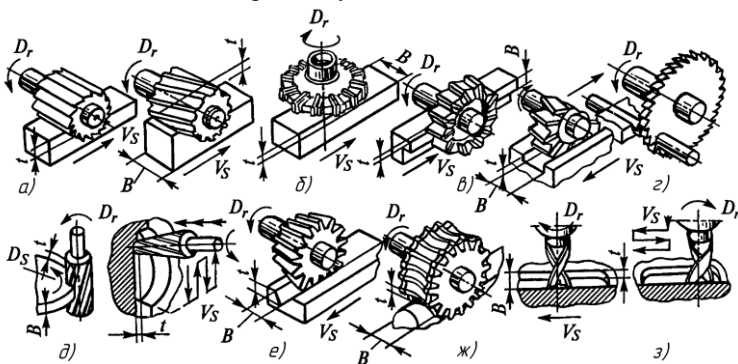


Рисунок 2.7 – Виды работ, выполняемых фрезерованием, и применяемые фрезы:

а – цилиндрические с прямыми и винтовыми зубьями; б – торцовая; в – дисковая; г – прорезная (отрезная); д – концевые; е – угловая; ж – фасонная; з – шпоночная (с обработкой пазов на всю глубину и с маятниковой подачей); t – глубина резания, мм; B – ширина фрезерования, мм; D_s – направление движения подачи; D_r – направление движения резания; V_s – скорость движения подачи

На рисунке 2.8 показана установка цилиндрической насадной фрезы на длинной оправке. Положение фрезы 6 на оправке 3 регулируется проставочными кольцами 5. Фреза и оправка связаны шпонкой 7. Конический хвостовик оправки, имеющий внутреннюю резьбу, вставляют в отверстие шпинделя 2 станка и затягивают шомполом 1. Для предотвращения проворачивания оправки, в шпиндель устанавливают сухари 4, которые входят в пазы шпинделя и фланца оправки. Свободный конец длинной оправки поддерживает подвеска 8, установленная на хоботе станка.

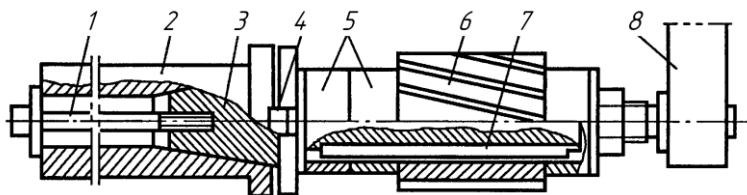


Рисунок 2.8 – Установка цилиндрической фрезы на длинной оправке: 1 – шомпол; 2 – шпиндель; 3 – оправка; 4 – сухарь; 5 – проставочные кольца; 6 – фреза; 7 – шпонка; 8 – подвеска

Торцевые насадные фрезы можно устанавливать на оправках или непосредственно на шпинделе станка (рисунок 2.9). Фрезу 7 цилиндрическим пояском надевают на шпиндель 4 станка и притягивают винтами 3. Крутящий момент от шпинделя к фрезе передается торцевой шпонкой 2.

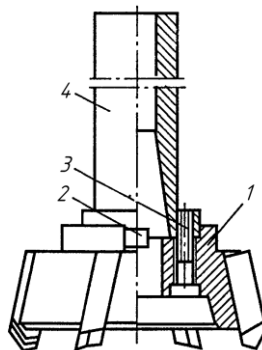


Рисунок 2.9 – Установка торцевых насадных фрез на шпиндель станка:

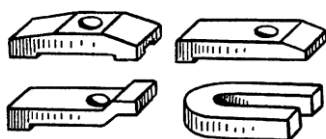
1 – фреза; 2 – шпонка; 3 – винт; 4 – шпиндель

Концевые фрезы выпускают с коническим и цилиндрическим хвостовиками. Фрезы с коническим хвостовиком устанавливают в шпиндель станка, используя переходные втулки. Концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в патроне, который коническим хвостовиком вставляют в шпиндель станка. Конструкция одного из таких патронов показана на рисунке 2.10. Фрезу 1 устанавливают в цангу 2 и гайкой 3 закрепляют в корпусе патрона 4.

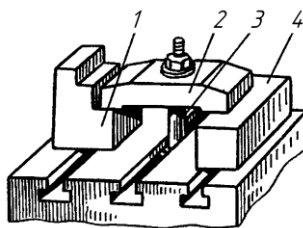
В процессе работы на фрезерных станках много времени занимает затяжка шомпола при креплении инструмента. Для сокращения этих непроизводительных затрат применяют различные быстродействующие зажимные приспособления.

Приспособления для установки и закрепления заготовок на фрезерных станках – это различные прихваты, подставки, угловые плиты, призмы, машинные тиски, столы и вспомогательные инструменты, механизмирующие и автоматизирующие закрепление заготовок и тем самым сокращающие вспомогательное время.

Прихваты (рисунок 2.11, а) используют для закрепления заготовок или каких-либо приспособлений непосредственно на столе станка с помощью болтов. Нередко один из концов прихвата 2 опирается на подставку 1 (рисунок 2.11, б).



а)



б)

Рисунок 2.11 – Прихваты и подставка:

- а – прихваты для крепления детали непосредственно на столе станка;
 б – прихват, опирающийся на подставку: 1 – подставка; 2 – прихват;
 3 – болт; 4 – заготовка

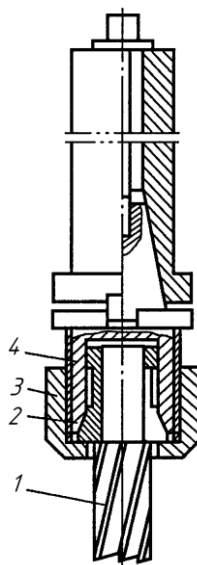


Рисунок 2.10 – Установка концевых фрез с цилиндрическим хвостовиком в патроне:

- 1 – фреза; 2 – цанга; 3 – гайка;
 4 – патрон

Если при обработке заготовок необходимо получить плоскости, расположенные под углом одна к другой, то применяют угловые пли-

ты: обычные (рисунок 2.12, а) и универсальные, допускающие поворот вокруг одной (рисунок 2.12, б) или двух осей (рисунок 2.12, в).

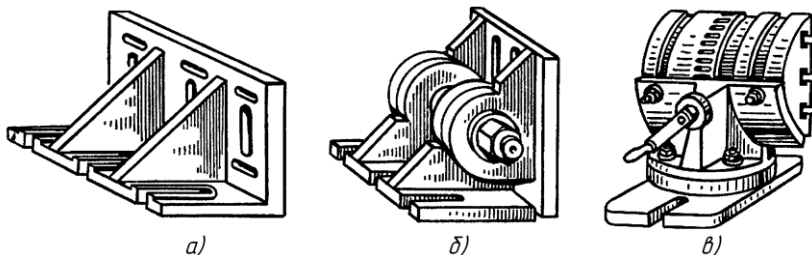


Рисунок 2.12 – Угловые плиты:

а – обычные; *б* – универсальные, допускающие поворот вокруг одной оси; *в* – универсальные, допускающие поворот вокруг двух осей

Машинные тиски могут быть простыми неповоротными (рисунок 2.13, а), поворотными (поворот вокруг вертикальной оси, рисунок 2.13, б), универсальными (поворот вокруг двух осей, рисунок 2.13, в) и специальными (например, для закрепления валов, рисунок 2.13, г): с ручным, пневматическим, гидравлическим или пневмогидравлическим приводом.

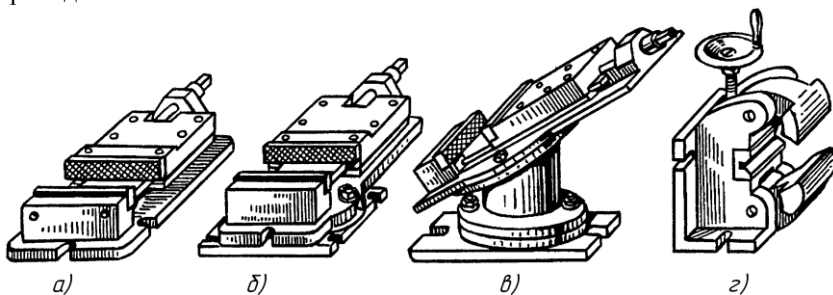


Рисунок 2.13 – Машинные тиски:

а – неповоротные; *б* – поворотные; *в* – универсальные; *г* – специальные

Столы для установки и закрепления заготовок бывают неповоротными (рисунок 2.14, а) и поворотными (рисунок 2.14, б) с ручным, пневматическим, гидравлическим или электрическим приводом. Поворотные столы позволяют обрабатывать на станке фасонные поверхности заготовки, а также применять метод непрерывного фрезерования, когда во время обработки одной заготовки уже готовые детали снимают и на их место устанавливают новые заготовки. Непрерывное вращение стола обеспечивает отдельный привод или привод станка.

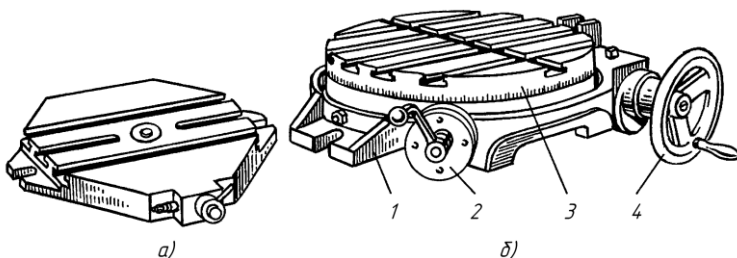


Рисунок 2.14 – Столы:

а – неповоротный; *б* – поворотный; 1 – кронштейн для крепления стола на станке; 2 – стопор; 3 – шкала отсчета угла поворота; 4 – рукоятка ручного поворота

Нередко на фрезерных станках (как и на токарных) для закрепления заготовок, имеющих цилиндрические поверхности, используют кулачковые поводковые и цанговые патроны.

Значительного сокращения вспомогательного времени и повышения производительности труда при фрезеровании достигают благодаря применению механизированных и автоматизированных зажимных приспособлений, которые в условиях крупносерийного производства нередко используют вместе с загрузочными устройствами.

При работе на фрезерных станках для закрепления заготовок широко применяют универсально-сборные приспособления (УСП), которые собирают из готовых нормализованных взаимозаменяемых деталей (рисунок 2.15). После обработки на станке партии заготовок такое приспособление разбирают и из его деталей конструируют новые приспособления. Универсально-сборные приспособления позволяют значительно сократить сроки на проектирование и изготовление устройств, необходимых для закрепления заготовок, что особенно важно в условиях единичного и мелкосерийного производства.

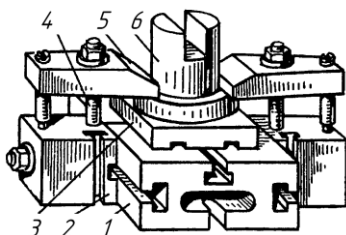


Рисунок 2.15 – Универсально-сборное приспособление

1 – базовая плита; 2 – опора;
3 – установочная планка;
4 – крепежный болт;
5 – прихват; 6 – обрабатываемая заготовка

Приспособления, расширяющие возможности фрезерных станков. Делительные головки используют в основном на консольных и широ-

коуниверсальных станках для закрепления заготовки и поворота ее на различные углы путем непрерывного или прерывистого вращения. В зависимости от конструкции головки окружность заготовки может быть разделена на равные или неравные части. При нарезании винтовых канавок заготовке сообщаются одновременно непрерывное вращательное и поступательное движения, как, например, при обработке стружечных канавок у сверл, фрез, метчиков, разверток и зенкеров. Такие головки применяют при изготовлении многогранников, нарезании зубчатых колес и звездочек, прорезании пазов, шлиц и т. п.

По принципу действия делительные головки подразделяют на лимбовые (простые и универсальные), оптические, безлимбовые и с диском для непосредственного деления. Лимбовые делительные головки применяют для выполнения всех видов работ (рисунок 2.16).

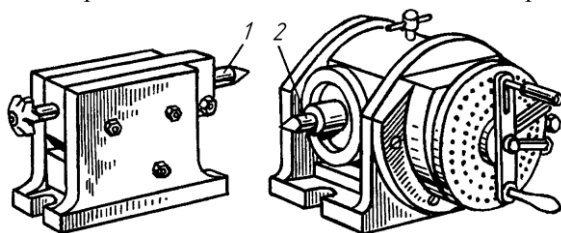


Рисунок 2.16 –
Лимбовая
делительная
головка:
1, 2 – центры для
крепления детали

Универсальная лимбовая делительная головка (рисунок 2.17) состоит из основания 12 со стяжными дугами 6, в которых смонтирован цилиндрический корпус 5. При ослаблении гаек 13 корпус 5 может поворачиваться вокруг горизонтальной оси против часовой стрелки на угол от -5° и до $+95^\circ$ – по часовой стрелке. Поворот корпуса контролируется по шкале и нониусу.

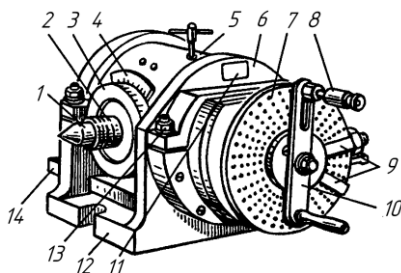


Рисунок 2.17 – Универсальная
делительная головка:
1 – установочный центр; 2 – шпин-
дель; 3 – лимб; 4 – нониус; 5 –
корпус цилиндрический; 6 – стяжные
дуги; 7 – делительный диск; 8 –
фиксатор; 9 – раздвижной сектор; 10
– рукоятка; 11 – шкала; 12 –
основание; 13 – гайки; 14 – рукоятка

В корпусе 5 на подшипниках смонтирован шпиндель 2, на переднем конце которого имеется резьба с центрирующим пояском для крепления самоцентрирующего или поводкового патрона и конусное

отверстие для установки центра 7. Здесь также размещен лимб 3 с делениями и нониусом 4 для непосредственного деления, а на заднем конце шпинделя установлена оправка для сменных зубчатых колес. Вращение шпинделя 2 передается с помощью рукоятки 10 с фиксатором 8 через зубчатые колеса с передаточным отношением, равным 7, и червячную пару k/N , где k – число заходов червяка, N – число зубьев червячного колеса. Отсчет поворота рукоятки производят по засверленным на делительном диске 7 отверстиям. Для удобства отсчета поворота рукоятки имеется раздвижной сектор 9, состоящий из линеек. С помощью рассмотренной делительной головки можно выполнять простое и сложное (дифференциальное) деление.

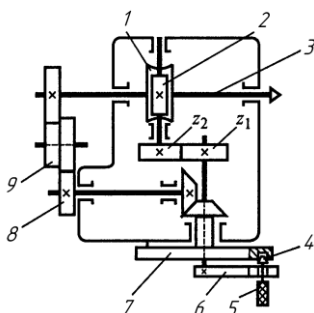


Рисунок 2.18 – Схема наладки универсальной лимбовой головки на простое деление:
1 – червячное колесо; 2 – червяк;
3 – шпиндель; 4 – стопор; 5 – рукоятка; 6 – сектор; 7 – делительный диск; 8, 9 – зубчатые колеса; z_1, z_2 – шестерни

Непосредственное деление осуществляют по лимбу 3 с делениями через 1° . Точность отсчета с использованием нониуса 4 равна $5'$. Поворот шпинделя при этом можно производить рукояткой 11 или непосредственным вращением шпинделя. После каждого поворота шпиндель фиксируют стопором 8. В некоторых делительных головках вместо лимба 3 с делениями устанавливают диск с отверстиями по кругу (24; 30 и 36 отверстий), что позволяет выполнить деление на 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 24, 30 и 36 частей.

Простое деление выполняют с помощью зафиксированного стопора 4 (рисунок 2.18), с двух сторон которого просверлены отверстия по концентрическим окружностям. С одной стороны диска могут быть окружности с 24, 25, 26, 28, 30, 34, 37, 38, 39, 41, 42 и 43 отверстиями, а с другой – с 46, 47, 49, 51, 53, 54, 57, 58, 59, 62 и 66 отверстиями.

Пусть требуется разделить окружность заготовки на z частей. В этом случае для того чтобы заготовка, а значит, и шпиндель 3 повернулись на $1/z$ оборота, рукоятка 5 должна быть повернута

согласно кинематической цепи на $\frac{1}{z} \frac{N}{k} \frac{z_2}{z_1} = n_p$ оборотов. При $z_2/z_1 =$

1 и числе заходов червяка $k=1$ получим $n_p = N / z$, где N – характеристика делительной головки (равна числу зубьев червячного колеса).

Дробь N / z можно представить в виде суммы двух слагаемых

$$N / z = a + m / q \quad (2.1)$$

где a – число целых оборотов рукоятки; m/q – доля оборота рукоятки (q – число отверстий в окружности делительного диска; m – число шагов между отверстиями в выбранной окружности).

Таким образом, деление на $1/z$ часть производят поворотом рукоятки на a целых оборотов и дополнительно на величину отсчитываемую по окружности с числом отверстий q . После этого рукоятку стопорят фиксатором 4. Для удобства отсчета при повороте рукоятки на величину используют сектор 6, который разводят на такой угол, чтобы он охватывал m шагов между отверстиями на окружности с числом отверстий q .

Например необходимо определить число оборотов рукоятки n_p при характеристике $N = 40$ для нарезания зубьев фрезы $z = 12$. Число оборотов рукоятки, необходимое для поворота заготовки на $1/12$ оборота, определяем, как

$$n_p = \frac{N}{z} = \frac{40}{12} = 3 + \frac{4}{12} = 3 + \frac{8}{24} \quad (2.2)$$

Следовательно, рукоятку необходимо периодически поворачивать на 3 полных оборота и дополнительно, по окружности лимба с 24 отверстиями – на 8 промежутков.

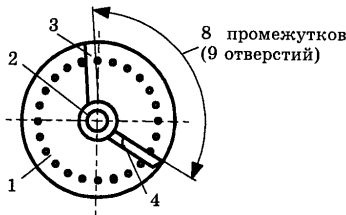


Рисунок 2.19 – Отсчет числа оборотов рукоятки по делительному при простом делении:

1– лимб; 2 – сектор;
3, 4 – линейки

Для этого фиксатор рукоятки устанавливаем на окружность лимба 1 (рисунок 2.19) с числом отверстий 24. К штифту фиксатора подводим линейку 3, а сектор 2 разводим так, чтобы между линейками 3 и 4 было 8 промежутков (9 отверстий). После поворота рукоятки вводим штифт фиксатора в отверстие у линейки 4. Для последующего деления сектор 2 поворачиваем в направлении вращения часовой стрелки до соприкосновения линейки 3 со штифтом фиксатора. Недостатком простого деления является то, что этот способ не позволяет делить окруж-

ность заготовки на все простые числа. Исключение составляют те из них, которые равны числу отверстий на одной из окружностей делительного лимба.

Наладка на дифференциальное деление применяется в тех случаях, когда невозможно подобрать делительный диск с нужным числом отверстий для простого деления.

Специальные приспособления, расширяющие технологические возможности фрезерных станков. Существуют две группы таких приспособлений:

- не изменяющие основное назначение фрезерного станка (дополнительные и многшпиндельные фрезерные головки, головки для фрезерования реек, копировальные приспособления и т.п.);
- в корне меняющие характер выполняемых работ (долбежные, сверлильные и шлифовальные головки).

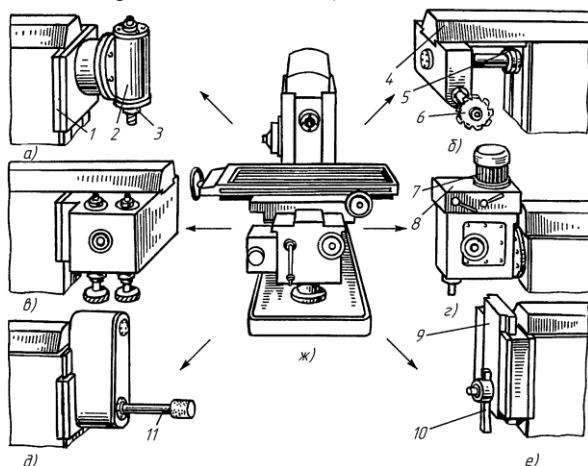


Рисунок 2.20 – Специальные приспособления, расширяющие технологические возможности фрезерных станков:

- а – дополнительная вертикально-фрезерная головка; б – приспособление для фрезерования реек; в – двухшпиндельная фрезерная головка; г – сверлильная головка; д – шлифовальная головка; е – долбежная головка; ж – общий вид станка;
- 1 – устройство для крепления на станке; 2 – инструментальная головка; 3 – концевая фреза; 4 – хобот станка; 5 – шпиндель станка; 6 – фреза; 7 – приводной электродвигатель; 8 – корпус головки; 9 – салазка инструмента; 10 – инструментальная оправка; 11 – шпиндель шлифовальной головки

2.3.1 Технология фрезерования плоских поверхностей и скосов

Плоскости обычно фрезеруют торцовыми и цилиндрическими фрезами. Диаметр торцовой фрезы D (мм) выбирают в зависимости от ширины B (мм) фрезерования с учетом соотношения $D=(1,3... 1,8)B$. При фрезеровании торцовыми фрезами предпочтение следует отдавать несимметричной схеме резания. Размер смещения (мм) $k=(0,03...0,06)D$ (рисунок 2.21).

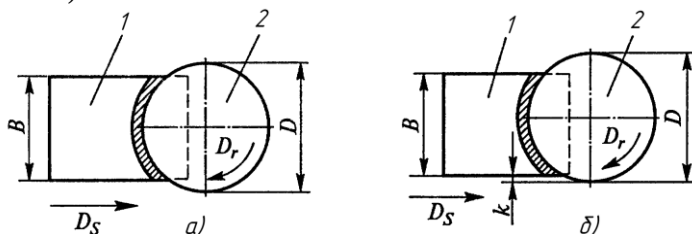


Рисунок 2.20 – Установка торцовой фрезы относительно заготовки:

a – симметрично (не рекомендуется); b – несимметрично (рекомендуется); 1 – заготовка; 2 – фреза; D – диаметр фрезы; B – ширина заготовки; D_r – направление движения резания; D_s – движение подачи; k – смещение центра фрезы относительно оси симметрии заготовки

Фрезерование плоскостей производят в такой последовательности: подводят заготовку под вращающуюся фрезу до легкого касания, затем отводят из-под фрезы, выключают шпиндель станка, устанавливают лимб вертикальной подачи (при фрезеровании плоской поверхности) или поперечной подачи (при фрезеровании плоской торцовой поверхности) на глубину фрезерования, включают шпиндель станка и перемещают вручную стол с заготовкой до касания с фрезой, после чего включают продольную подачу стола.

При обработке цилиндрическими фрезами длина фрезы должна на 10...15 мм перекрывать требуемую ширину обработки. Диаметр фрезы выбирают в зависимости от ширины фрезерования и глубины резания t (мм).

При черновом фрезеровании обычно достигается точность размеров, соответствующая 11 и 12-му квалитетам, при чистовом – 8 и 9-му квалитетам.

В отдельных случаях при тонком фрезеровании можно получить точность размеров, соответствующую 6 и 7-му квалитетам. Шероховатость обработанной поверхности колеблется от R_z 80 мкм до R_a 0,63

мкм. Наиболее низкие параметры шероховатости ($R_a=1,25...0,63$ мкм) получают тонким фрезерованием. Другой метод достижения низких параметров шероховатости плоских поверхностей на заготовках – это применение составных фрез, в корпусах которых закреплены черновые и чистовые резцы. Чистовые резцы устанавливают ниже черновых на величину, равную глубине чистового фрезерования. В корпусе фрезы можно устанавливать один или несколько чистовых резцов. При подаче $S_z=1,5...2,5$ мм/зуб и скорости резания $v=240...250$ м/мин достигается шероховатость поверхности $R_z=5...2,5$ мкм.

При обработке поверхностей торцовыми фрезами благодаря конструкции крепления инструмента процесс резания происходит спокойнее, чем при фрезеровании цилиндрической фрезой.

Концевыми фрезами можно фрезеровать вертикальные и небольшие горизонтальные плоскости. Применение наборов фрез при фрезеровании плоскостей позволяет повысить производительность процесса обработки и обрабатывать фасонные поверхности. Набор представляет собой группу фрез, установленных и закрепленных на одной оправке.

Плоскую поверхность детали, расположенную под определенным углом к горизонтали, называют наклонной, а наклонную плоскость небольших размеров – скосом. Для фрезерования наклонных плоскостей и скосов используют следующие инструменты:

- цилиндрические, торцовые и концевые фрезы с поворотом заготовки на требуемый угол с помощью универсальной поворотной плиты (рисунок 2.21, а);
- торцовые и концевые фрезы с поворотом фрезы на требуемый угол (рисунок 2.21, б)
- специальные приспособления (рисунок 2.21, в, г) для обработки цилиндрическими и торцовыми фрезами;
- угловые фрезы.

При фрезеровании с поворотом на требуемый угол заготовку закрепляют в универсальных тисках или на универсальной плите и поворачивают на угол так, чтобы плоскость, подлежащая обработке, располагалась параллельно поверхности стола.

Фрезерование наклонных плоскостей и скосов торцовыми и концевыми фрезами можно производить, поворачивая на требуемый угол не заготовку, а шпиндель инструмента. Это возможно осуществить на вертикально-фрезерных станках, у которых фрезерная головка со шпинделем поворачивается в вертикальной плоскости.

Фрезерование заготовок с наклонными плоскостями и скосами в условиях серийного и массового производства целесообразно произво-

дить в специальных приспособлениях, позволяющих устанавливать и закреплять заготовки без выверки.

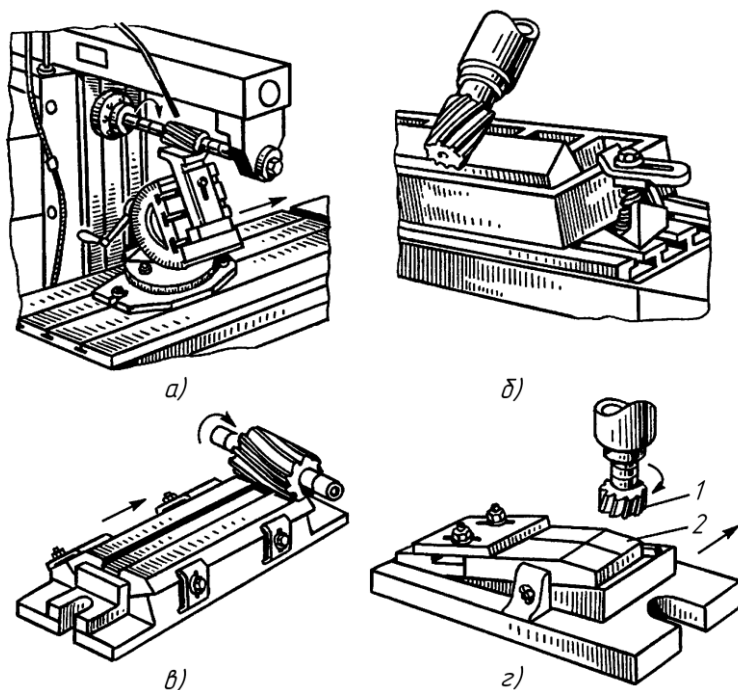


Рисунок 2.21 – Фрезерование наклонных плоскостей:

а – фрезерование наклонной плоскости на универсальной поворотной плите; *б* – фрезерование наклонной плоскости концевой фрезой; *в* и *г* – обработка наклонных плоскостей в специальных приспособлениях цилиндрической (*в*) и торцовой (*г*) фрезой; 1 – фреза; 2 – заготовка

Угловыми фрезами обрабатывают небольшие наклонные плоскости и скосы. В этом случае нет необходимости в повороте детали и фрезы.

2.4 Основные правила безопасной работы на фрезерных станках

Фрезы должны храниться и транспортироваться в специальной таре или снабжаться защитными деревянными кольцами.

Приспособления и заготовки весом более 20 кг устанавливают и снимают подъемными средствами (кранами, тельферами и др.). Крепление обрабатываемых заготовок на столе станка или в приспособлении должно быть надежным.

Тяжелые универсальные приспособления (делительные головки, машинные тиски и др.), постоянно находящиеся на рабочем месте, хранятся на стеллажах и специальных подставках.

Поражение электрическим током опасно для жизни человека, поэтому запрещается прикасаться к любым проводам, в особенности неизолированным или плохо изолированным.

Для защиты рабочего от брызг смазочно-охлаждающей жидкости и стружки применяют защитные ограждения зоны резания. При отсутствии указанных устройств работать на станке не разрешается. Для защиты глаз от ранений и ожогов стружкой применяют защитные очки, индивидуальные щитки, специальные кожухи для фрез и др.

Для предотвращения притяжения мелкой стружки к магнитной подставке подставка закрывается кожухом. Иногда ограждают всю поверхность стола для защиты рабочего от отлетающей стружки и брызг смазочно-охлаждающей жидкости.

Спецодежда предназначена для защиты рабочего от воздействия масел, смазочно-охлаждающих жидкостей, эмульсий и т.д. Спецодежда должна быть застегнута на все пуговицы. Волосы убраны под головной убор. Для защиты кожи рук следует пользоваться защитными пастами и мазями.

При несчастных случаях необходимо немедленно обращаться за помощью в медпункт. Так как техника безопасности непосредственно связана с технологией производства, то соблюдение технологической дисциплины, выполнение правил технической эксплуатации, высокая трудовая дисциплина являются важнейшими условиями, обеспечивающими безопасность труда.

Большое значение для создания благоприятных условий труда имеет освещение, вентиляция, отопление, защита от шума, вибраций, от воздействия электрического тока, чистота и порядок как на каждом рабочем месте, так и на предприятии.

В красный цвет окрашивают внутренние поверхности ограждающих устройств, фон для быстро перемещающихся деталей и механизмов (например, фон в нишах для сменных быстровращающихся зубчатых колес, внутренние поверхности коробок скоростей и коробок передач) и быстроперемещающиеся детали и механизмы, кнопки и рукоятки выключения и аварийные кнопки «Стоп».

В желтый цвет окрашивают кромки оградительных устройств, малозаметные места смазки. Желтым светом сигнальные лампы предупреждают о предстоящем переключении автоматических станков и линий с одного режима работы на другой.

Основные правила безопасности:

- надежно и жестко закреплять приспособления, фрезу и заготовки на станке;
- обязательно применять ограждения и приспособления для улавливания и отвода стружки, а в случае невозможности их использования – применять средства индивидуальной защиты (очки или щитки);
- использовать для снятия заусенцев слесарный инструмент либо абразивный брусок для предотвращения ранения рук о заусенцы или острые кромки при снятии обработанной детали, а также при ее измерении;
- запрещается обдувка стола сжатым воздухом и использование металлических щеток и крючков на работающем станке;
- удалять стружку в процессе работы только кисточкой, длина ручки которой должна быть не менее 250 мм. Не допускать наличие разбросанной по полу стружки;
- удалять стружку с приспособления, со стола и станины щеткой, а очищать от стружки и загрязнений пазы стола и другие труднодоступные места – кисточкой или заостренной деревянной палочкой.
- не нарушать правило, запрещающее работать на станке в рукавицах или перчатках, а также с забинтованными пальцами, не защищенными резиновыми напальчниками.
- запрещается измерять заготовку в процессе ее фрезерования.

2.5 Организация рабочего места фрезеровщика

Основным оборудованием рабочего места фрезеровщика является фрезерный станок или группа станков с постоянными комплектами принадлежностей к ним.

На рисунке 2.23 приведен пример типовой планировки рабочего места фрезеровщика-универсала. Около станка должна находиться деревянная подножная решетка. Большинство фрезерных станков имеют дублирующие органы управления, поэтому решетка должна быть удобной для перемещения рабочего вдоль фасада станка (справа и слева).

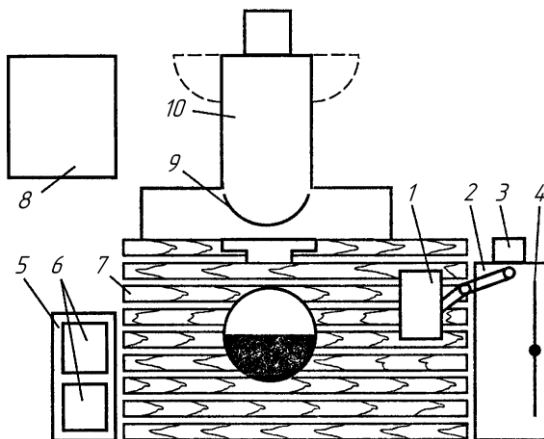


Рисунок 2.23 –Рабочее место фрезеровщика:

1 – планшет для инструмента; 2 – инструментальная тумбочка; 3 – урна для мусора; 4 – кронштейн для чертежей; 5– приемный стол; 6 – тара; 7 – решетка; 8 – стеллаж; 9 – ограждение; 10 – станок

При групповом расположении фрезерных станков инструментальные шкафы должны быть вынесены за пределы рабочих мест. В этом случае на рабочем месте устанавливают стеллаж-этажерку для подготовленных к работе инструментов, оснастки и деталей. Такие приспособления, как делительные головки, поворотные столы, пневмотиски, следует хранить на стеллажах и подставках.

Для предотвращения поломки фрез и порчи поверхности стола станка тяжелые фрезы предварительно ставят на специальную деревянную подставку (в крайнем случае на кусок толстой доски) на стол станка. Для центрирования фрезы со шпинделем ее перемещают вместе с подставкой по поверхности стола или без подставки, с помощью стола и консоли станка. Затем ручным перемещением гильзы или ползуна шпинделя (на горизонтальных станках – перемещениями стола) конус оправки фрезы вводят в конусное отверстие шпинделя и закрепляют фрезу ручным завинчиванием (в резьбовое отверстие оправки) или механизированным зажимом.

Набор инструментов и оснастки на рабочем месте фрезеровщика определяется типом станка, номенклатурой обрабатываемых деталей, технологическим процессом и соблюдением требования о наличии на рабочем месте только самых необходимых, постоянно используемых приспособлений и инструментов.

Обработанные детали по мере их накопления следует увозить с рабочего места. Пол должен быть ровным, без выбоин и неровностей, на нем не должно быть потеков и капель масла или СОЖ. Следует своевременно очищать станки от стружки. Уровень шума на рабочем месте должен быть не выше 70 дБ. Оптимальная освещенность – 200 лк. Для защиты глаз от стружки необходимо применять защитные очки, индивидуальные щитки и специальные кожухи для фрез, устанавливаемых на станке.

2.6 Контрольные вопросы

1. Какие операции выполняют на фрезерных станках?
2. Как расшифровать модель фрезерного станка.
3. Какие поверхности обрабатывают фрезерованием?
4. По каким признакам классифицируют фрезы?
5. Какие факторы влияют на выбор геометрических параметров фрезы?
6. Опишите две схемы фрезерования.
7. Чем отличаются затылованные фрезы от острозаточенных?
8. Какие приспособления для крепления заготовок используют на фрезерных станках?
9. Для чего используется делительная головка?
10. Устройство делительной головки.
11. Какие существуют специальные приспособления, расширяющие технологические возможности фрезерных станков?
12. Как производят фрезерование плоскостей?
13. Какими фрезами осуществляют обработку плоскостей?
14. Как осуществляют обработку заготовок с наклонными плоскостями и скосами?
15. Какие существуют правила безопасности работы на фрезерных станках.
16. Почему нельзя обдуть стол фрезерного станка сжатым воздухом?
17. Можно ли работать на станке с забинтованными пальцами?
18. Для чего применяется деревянная подножная решетка?
19. Как оборудовано рабочее место фрезеровщика?
20. Как устанавливаются тяжелые фрезы?
21. Какими техническими средствами оснащено рабочее место фрезеровщика?
22. Что используется для защиты органов зрения при работе на фрезерных станках?

3. СВЕРЛЕНИЕ, ОБРАБОТКА ОТВЕРСТИЙ И НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБ

3.1 Основные типы сверлильных станков и их обозначение

Сверлильные станки предназначены для обработки отверстий в сплошном материале, рассверливания, зенкерования и развертывания уже существующих в заготовке отверстий, нарезания внутренних резьб, вырезания дисков из листового материала и выполнения подобных операций сверлами, зенкерами, развертками, метчиками и другими инструментами.

Основными параметрами станка являются наибольший условный диаметр сверления отверстия (по стали), вылет и максимальный ход шпинделя и т.д.

В зависимости от области применения различают станки универсальные и специальные, предназначенные для обработки конкретных изделий, например, путем их оснащения многошпиндельными сверлильными и резбонарезными головками и автоматизации цикла работы с помощью электрических, гидравлических и других устройств (механизмов смены инструментов, например револьверных головок; многопозиционных поворотных столов с автоматически действующими зажимными приспособлениями).

Существуют следующие основные типы универсальных станков: вертикально-сверлильные одно- и многошпиндельные (рисунок 3.1); радиально-сверлильные (рисунок 3.2); горизонтально-сверлильные для глубокого сверления (рисунок 3.3) и горизонтально-центровальные.

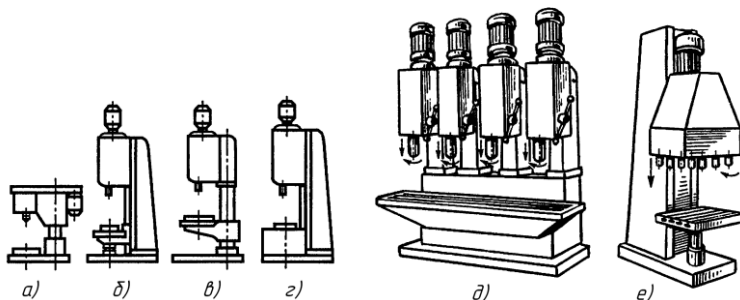


Рис. 3.1. Вертикально-сверлильные станки:

одношпиндельные: *a* – настольный; *б* – средних размеров на коробчатой основе; *в* – средних размеров на круглой колонне; *г* – тяжелый многошпиндельные: *д* – станки с постоянными шпинделями, имеющими одну общую станину; *е* – станки с переставными шарнирно соединенными шпинделями

Сверлильно-расточные станки на основании классификации, приведенной в приложении А, отнесены ко второй группе, внутри которой их делят на типы: 1 – вертикально-сверлильные; 2 – одношпиндельные полуавтоматы; 3 – многшпиндельные полуавтоматы; 5 – радиально-сверлильные; 8 – горизонтально-сверлильные; 9 – разные сверлильные.

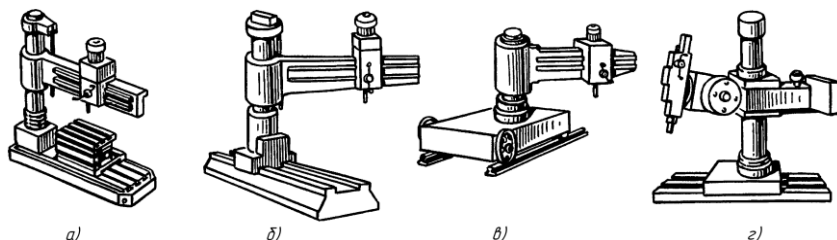


Рисунок 3.2 – Радиально-сверлильные станки:

а – стационарный общего назначения; *б* – с колонной, перемещающейся по направляющим станины; *в* – передвижной по рельсам; *г* – переносной

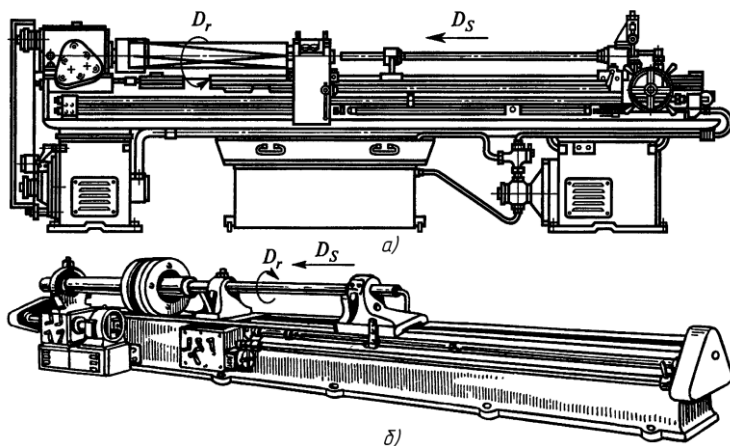


Рисунок 3.3 – Станки для глубокого сверления:

а – горизонтально-сверлильный для глубокого сверления вращающихся деталей;
б – горизонтально-сверлильный для глубокого сверления неподвижных деталей; D_r – направление движения резания; D_s – направление движения подачи

Модели станков обозначают буквами и цифрами. Первая цифра обозначает, к какой группе относится станок, вторая – к какому типу, третья и четвертая цифры характеризуют размер станка или обрабатываемой заготовки. Буква, стоящая после первой цифры, означает, что данная модель станка модернизирована (улучшена). Если буква стоит в конце, то это означает, что на базе основной модели изготовлен отличный от него станок.

Например, станок модели 2Н118 – вертикально-сверлильный, максимальный диаметр обрабатываемого отверстия 18 мм, улучшен по сравнению со станками моделей 2118 и 2А118. Станок модели 2Н118А также вертикально-сверлильный, диаметр обрабатываемого отверстия 18 мм, но он автоматизирован и предназначен для работы в условиях мелкосерийного и серийного производств.

Кроме станков, изготавливаемых серийно, станкостроительные заводы выпускают много специальных станков. Эти станки, как правило, обозначают условными заводскими номерами.

3.2 Устройство вертикально-сверлильного станка

Общее устройство вертикально-сверлильного станка приведено на рисунке 3.4

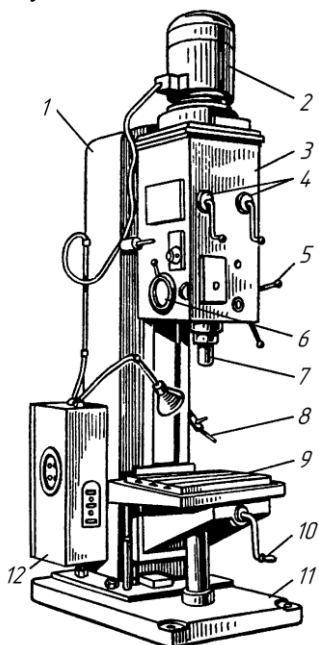


Рисунок 3.4 – Вертикально-сверлильный станок модели 2Н125

- 1 – колонна (станина);
- 2 – двигатель;
- 3 – сверлильная головка;
- 4 – рукоятки переключения коробок скоростей и подач;
- 5 – штурвал ручной подачи;
- 6 – лимб контроля глубины обработки;
- 7 – шпиндель;
- 8 – сопло охлаждения;
- 9 – стол;
- 10 – рукоятка подъема стола;
- 11 – фундаментная плита;
- 12 – шкаф электрооборудования

В вертикально-сверлильных станках главным движением является вращение шпинделя с закрепленным в нем инструментом, а движением подачи – вертикальное перемещение шпинделя. Заготовку обычно устанавливают на стол станка или на фундаментную плиту, если она имеет большие габаритные размеры. Соосность отверстий заготовки и шпинделя достигается перемещением заготовки.

На станине (колонне) 1 станка (рисунок 3.4) размещены основные узлы. Станина имеет вертикальные направляющие, по которым перемещается стол 9 и сверлильная головка 3, несущая шпиндель 7 и двигатель 2. Управление коробками скоростей и подач осуществляют рукоятками 4, ручную подачу – штурвалом 5. Контроль глубины обработки производят по лимбу 6. В нише размещают электрооборудование и противовес. В некоторых моделях для электрооборудования предусмотрен шкаф 12. Фундаментная плита 11 служит опорой станка. В средних и тяжелых станках ее верхнюю плоскость используют для установки заготовок. Иногда внутренние полости фундаментной плиты являются резервуаром для СОЖ. Стол станка служит для закрепления заготовки. Он может быть подвижным (от рукоятки 10 через коническую пару зубчатых колес и ходовой винт), неподвижным (съёмным) или поворотным (откидным). Стол монтируют на направляющих станины или изготавливают в виде тумбы, установленной на фундаментной плите.

Охлаждающая жидкость подается электронасосом по шлангу 8. Смазывание узлов сверлильной головки также производят с помощью насоса. Остальные узлы смазывают вручную.

Сверлильная головка представляет собой чугунную отливку, в которой смонтированы коробки скоростей и подач, шпиндель и другие механизмы. Коробка скоростей включает в себя двух- и трехвенцовый блоки зубчатых колес, которые переключают с помощью рукоятки сообщают шпинделю различные угловые скорости. Это выполняется кулачково-зубчатым механизмом, передающим движение штангам, на которых укреплены вилки, связанные с переключаемыми блоками. Например, шпиндель станка модели 2Н135 имеет двенадцать ступеней частоты вращения (от 31,5 до 1400 мин⁻¹), обеспечиваемых коробкой скоростей и двухскоростным электродвигателем. Коробку скоростей крепят к сверлильной головке сверху.

Шпиндель станка получает вращение от шлицевой передачи, входящей в коробку скоростей, что позволяет шпинделю одновременно вращаться и перемещаться в осевом направлении совместно с гильзой. Осевые нагрузки, возникающие при сверлении, воспринимаются подшипниками, смонтированными в гильзе шпинделя.

3.3 Технология обработки на сверлильных станках

• На сверлильных станках можно выполнять не только сверление, но и другие технологические операции дальнейшей обработки отверстий.

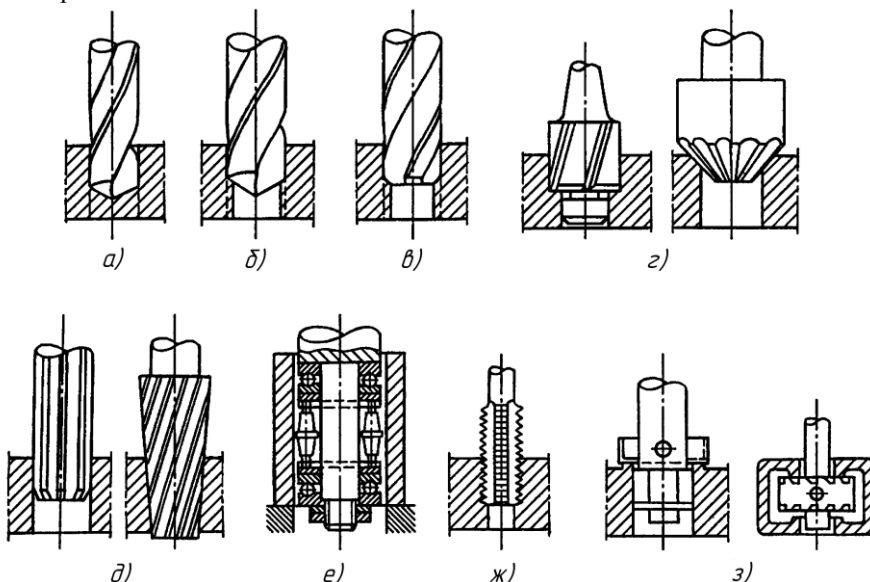


Рисунок 3.5 – Работы, выполняемые на сверлильных станках:
а – сверление; б – рассверливание; в – зенкерование; г – зенкование;
д – развертывание; е – раскатывание; ж – нарезание внутренней
резьбы; з – подрезание (цекование) торцов

На современных сверлильных станках осуществляют следующие работы:

- сверление сквозных и глухих отверстий (рисунок 3.5, а);
- рассверливание отверстий на больший диаметр (рисунок 3.5, б);
- зенкерование, выполняемое для получения отверстия с высокими квалитетом и параметром шероховатости поверхности (рисунок 3.5, в);
- зенкование, выполняемое для образования в основании просверленного отверстия гнезд с плоским дном под головки винтов и болтов (рисунок 3.5, г);

- развертывание цилиндрических и конических отверстий, обеспечивающее высокую точность и шероховатость обрабатываемой поверхности (рисунок 3.6, д);
- раскатывание отверстий специальными оправками со стальными закаленными роликами или шариками для получения плотной и гладкой поверхности отверстия, а также шероховатости Ra 0,63...0,08 мкм (рисунок 3.5, е);
- нарезание внутренних резьб метчиками (рисунок 3.5, ж);
- подрезание (цекование) торцов наружных и внутренних приливов для получения ровной поверхности, перпендикулярной к оси отверстия (рисунок 3.5, з).

Технологические возможности сверлильных станков не исчерпываются перечисленными работами. На них можно развальцовывать полые заклепки, обрабатывать многогранные отверстия, а также выполнять другие операции.

Отверстия на сверлильных станках обрабатывают различными режущими инструментами: сверлами, зенкерами, зенковками, развертками, резцами и метчиками.

Для крепления сверл, разверток, зенкеров и других режущих инструментов в шпинделе сверлильного станка применяют следующие вспомогательные инструменты: переходные сверлильные втулки, сверлильные патроны, оправки и т.д.

Переходные конические втулки служат для крепления режущего инструмента с коническим хвостовиком, когда номер конуса хвостовика инструмента не соответствует номеру конуса в шпинделе станка, например на токарно-винторезных станках.

Наружные и внутренние поверхности переходных втулок выполняют с конусом Морзе семи номеров от (0 до 6) по ГОСТ 8522-70. Втулку вместе со сверлом вставляют в конусное гнездо шпинделя станка. Если одной втулки недостаточно, то применяют несколько переходных втулок, вставляя одну в другую.

Сверлильные патроны используют для крепления режущих инструментов с цилиндрическим хвостовиком диаметром до 20 мм.

В трехкулачковом сверлильном патроне инструменты закрепляют ключом (рисунок 3.6, а). Внутри корпуса патрона (рисунок 3.7, б) наклонно расположены три кулачка 1 с резьбами, объединенные гайкой 2. Обойму 3 вращают специальным ключом 4, вставленным в отверстие корпуса патрона. При вращении обоймы по часовой стрелке одновременно с ней вращается гайка.

Зажимные кулачки, опускаясь вниз, постепенно сходятся и зажимают цилиндрический хвостовик сверла или другого режущего инст-

румента. При вращении обоймы против часовой стрелки кулачки, поднимаясь вверх, расходятся и освобождают зажатый инструмент.

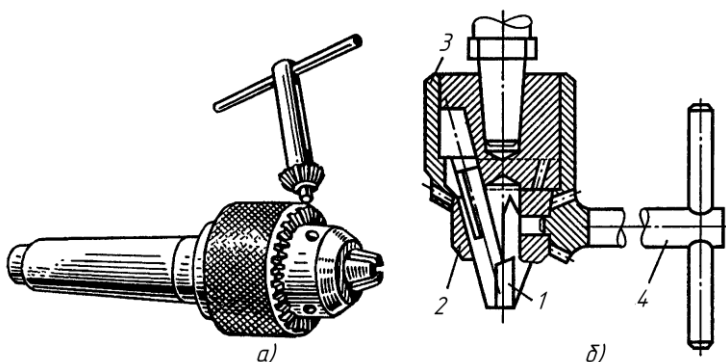


Рисунок 3.6 – Сверлильный патрон для закрепления сверл с цилиндрическим хвостовиком:

а – общий вид патрона с ключом для зажима заготовки; *б* – устройство патрона: 1 – кулачки; 2 – гайка; 3 – обойма; 4 – ключ

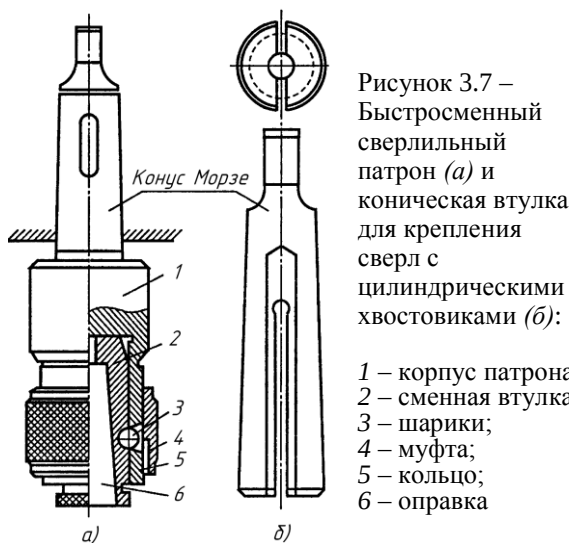
В двухкулачковом сверлильном патроне хвостовик инструмента зажимают, перемещая в Т-образных пазах корпуса два кулачка. Эти кулачки сближают и разводят ключом при помощи винта, имеющего правую и левую резьбу.

Быстросменные сверлильные патроны применяют для сокращения вспомогательного времени при работе на сверлильных станках.

Они позволяют быстро менять режущий инструмент, не выключая станок. Один из таких патронов, предназначенный для крепления режущих инструментов с коническими хвостовиками, изображен на рисунке 3.7.

Для крепления сверл с цилиндрическими хвостовиками в коническое отверстие 6 патрона вставляют переходную коническую разрезную втулку (рисунок 3.7, б). В последнее время в серийном и массовом производствах широко применяют такие втулки для крепления сверл с цилиндрическими хвостовиками диаметром до 10 мм.

Эта втулка, вставленная в шпиндель сверлильного станка, обеспечивает прочное закрепление сверла.



Предохранительные патроны служат для крепления метчиков при нарезании резьбы на сверлильных станках. Применение таких патронов улучшает качество нарезаемой резьбы и предохраняет метчик от поломок. Ведущая кулачковая полумуфта 5 пружиной 6 прижимается к ведомым полумуфтам 2 и 4, свободно сидящим на оправке 7. При этом кулачки 3, расположенные на торце полумуфты 4, входят во впадины полумуфт 2 и 5 и приводят их в движение. По окончании нарезания резьбы в отверстии полумуфты 2 и 4 вместе с метчиком прекращают вращение, а полумуфта 5, выйдя из зацепления с полумуфтами 2 и 4 и продолжая вращаться, начинает проскальзывать (щелкать). Метчик из нарезанного отверстия вывертывают обратным вращением шпинделя станка. Кольцо 1 служит для закрепления метчика в патроне.

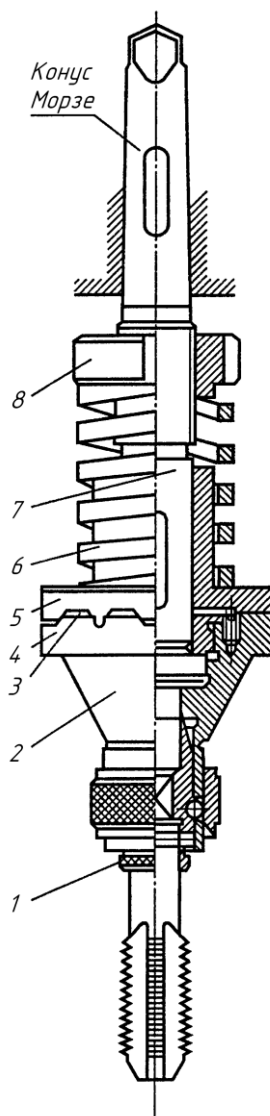


Рисунок 3.8 – Быстросменный сверлильный патрон (а) и коническая втулка для крепления сверл с цилиндрическими хвостовиками (б):
 1 – корпус патрона; 2 – сменная втулка; 3 – шарики; 4 – муфта; 5 – кольцо; 6 – оправка

Реверсивные патроны используют при нарезании резьбы на сверлильном станке, который не имеет реверса (устройства для переключения на обратное вращение шпинделя). С их помощью метчики вывертывают из нарезанного отверстия.

Для разверток, закрепляемых в шпинделе сверлильного станка, применяют качающиеся оправки, позволяющие инструменту занимать положение, совпадающее с осью обрабатываемого отверстия.

Удалять режущий инструмент, переходные втулки и сверлильные патроны из отверстия шпинделя станка рекомендуется с помощью специальных клиньев (рисунок 3.9) или эксцентрикового ключа (рисунок 3.10).

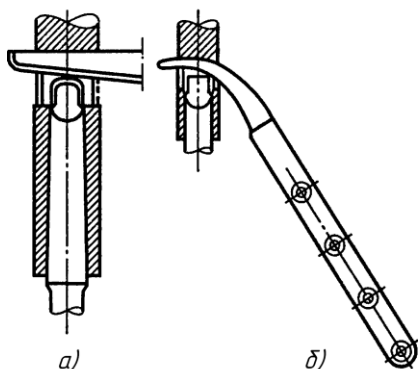


Рисунок 3.9 – Клинья для удаления инструмента из шпинделя станка:
а – плоский клин; б – радиусный клин

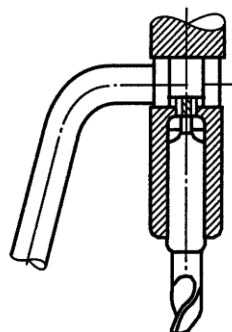


Рисунок 3.10 – Эксцентриковый ключ для удаления режущего инструмента из шпинделя станка

Для правильной установки и закрепления обрабатываемых заготовок на столе сверлильного станка применяют различные приспособления, из которых наиболее распространенными являются тиски машинные (винтовые, эксцентриковые и пневматические), призмы, упоры, угольники, кондукторы, специальные приспособления и др.

Винтовые машинные тиски широко используют в единичном производстве, а пневматические – применяют чаще всего в серийном и массовом производствах при работе на станках различных групп.

Быстродействующие машинные тиски с рычажно-кулачковым зажимом (рисунок 3.11) используют при работе на сверлильных станках. Они обеспечивают быстрый зажим заготовок.

На плоских направляющих поворотной части 2 смонтировано основание 9 подвижной губки 5. Расстояние между губками тисков в

зависимости от размеров обрабатываемой заготовки регулируется установочным винтом 4, имеющим трапецеидальную резьбу. Губка 5 выполнена в виде рычага, на конец которого действует двойной кулачок 8 эксцентрикового валика 7, перемещаемого рукояткой 6. Основание 9 представляет собой опору для губки 5 рычага и кулачка 8. Для зажима обрабатываемой заготовки рукоятку 6 нужно перевести в горизонтальное положение.

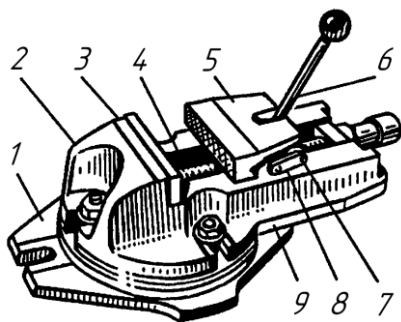


Рисунок 3.11 – Быстродействующие машинные тиски с рычажно-кулачковым зажимом:

- 1 – корпус;
- 2 – поворотная часть;
- 3 – неподвижная губка;
- 4 – винт;
- 5 – губка;
- 6 – рукоятка;
- 7 – эксцентриковый вал;
- 8 – двойной кулачок;
- 9 – основание

3.4 Технологическая оснастка и её применение

3.4.1 Сверла

Сверла предназначены для сверления сквозных или глухих отверстий в сплошном материале, а также для увеличения диаметра ранее просверленных отверстий (рассверливание), а также для надсверливания.

По конструкции режущей части сверла разделяются на: спиральные, или, точнее, сверла с винтовыми канавками; сверла с прямыми канавками; сверла для глубоких отверстий (ружейные и пушечные); центровочные и др.

Спиральные сверла применяют для сверления сравнительно неглубоких отверстий, глубина которых не превышает пяти диаметров сверла. На рисунке 3.12 показано такое сверло. В нем различают следующие части (рисунок 3.12, а): рабочую, режущую, шейку, хвостовик, лапку, поводок.

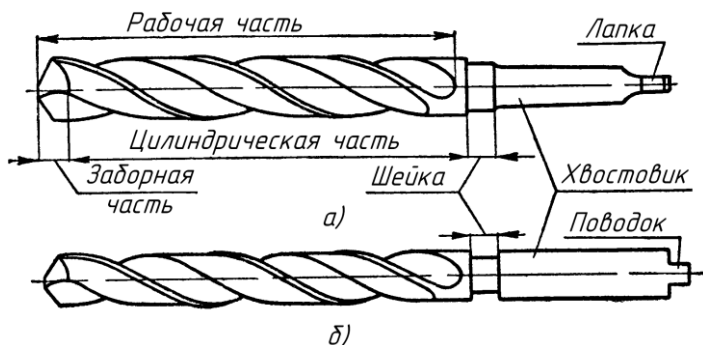


Рисунок 3.12 – Спиральное сверло

а – с коническим хвостовиком; б – с цилиндрическим хвостовиком

Рабочая часть – часть сверла, снабженная винтовыми канавками, состоит из режущей и направляющей частей.

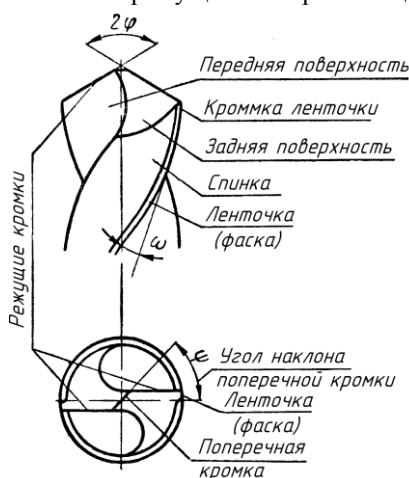


Рисунок 3.13 – Элементы спирального сверла

цилиндрическую форму и закрепляется в патроне; сверла большого диаметра (более 10 мм) имеют конический хвостовик, которым сверло устанавливается в коническом отверстии пиноли или в переходной конической втулке.

Лапка (у сверл с коническим хвостовиком) служит упором при выбивании сверла из гнезда.

Режущая (заборная) часть состоит из двух главных режущих кромок, расположенных на конической поверхности и выполняющих основную работу резания, поперечной кромки и двух ленточных кромок.

Шейка – промежуточная часть между хвостовиком и телом сверла, содержащим рабочую часть.

Хвостовик – часть сверла, предназначенная для его закрепления в коническом отверстии пиноли или в патроне. Хвостовик у сверл небольшого диаметра (до 10 мм) имеет обычно

Поводок (у сверл с цилиндрическим хвостовиком) предназначен для дополнительной передачи крутящего момента сверлу от шпинделя.

Основные элементы режущей части сверла показаны на рисунке 3.13.

Главные режущие кромки образованы пересечением передних и задних поверхностей резания.

Поперечная кромка образуется пересечением задних поверхностей.

Винтовые ленточки – две узкие винтовые фаски, идущие вдоль винтовых канавок сверла, служат для направления и центрирования сверла.

Кромка ленточки – линия, образованная пересечением передней поверхности с поверхностью винтовой ленточки.

Угол при вершине сверла (2ϕ) – угол, образуемый главными режущими кромками, обычно равен $116...118^\circ$ у сверл из быстрорежущей стали для сверления стали, чугуна и бронзы. Для сверления алюминия, дюралюминия и баббита этот угол увеличивают до 140° , а для сверления пластмасс и эбонита его уменьшают до $60...100^\circ$.

Угол наклона винтовых канавок ϕ (рисунок 3.13, в) – угол между осью сверла и касательной к винтовой линии по наружному диаметру сверла. Угол наклона винтовой канавки у сверл зависит от диаметра сверла и берется от 18 до 30° при обработке стали и чугуна (у сверл малого диаметра угол ϕ делается меньше). Мягкие материалы и легкие сплавы обрабатывают сверлами с углом $\phi = 40...45^\circ$.

Угол наклона поперечной кромки – угол между поперечной и режущей кромками (рис. 89, в). У правильно заточенных сверл этот угол обычно равен $50...55^\circ$.

Спиральные сверла изготавливают из углеродистой стали У10А и У12А, легированной стали 9ХС, быстрорежущей стали Р9, и Р18, а также оснащают пластинками из твердого сплава. Сверлами из быстрорежущей стали можно получить отверстие не выше 5-го класса точности; чистота обработанной поверхности обычно не превышает 3...4-го класса чистоты.

Сверла, оснащенные твердым сплавом, показаны на рисунке 3.14. Сверла с прямыми канавками (рисунок 3.14, а) проще в изготовлении, но выход стружки из отверстия у них затруднен. Поэтому их обычно применяют при сверлении чугуна и других хрупких металлов, когда глубина отверстия не превышает двух-трех диаметров. Сверла с пластинками из твердого сплава, имеющие винтовые канавки (рисунок 3.14, б) легче выводят стружку из отверстия. Поэтому их обычно применяют при сверлении вязких материалов. Сверлами, оснащенными

пластинками из твердого сплава ВК8, обрабатывают чугун, а Т15К6 – сталь. Такие сверла обеспечивают обработку отверстий по 4...3-му классу точности и до 4...5-го класса чистоты.

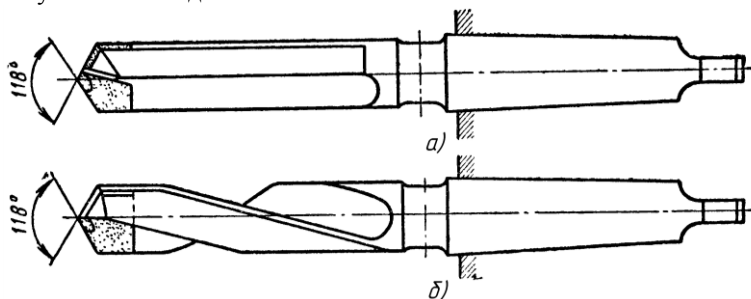


Рисунок 3.14 – Сверла, оснащенные пластинками из твердого сплава:
а – с прямыми канавками, б – с винтовыми канавками

Сверла для глубокого сверления. Для сверления отверстий на глубину, превышающую диаметр сверла в пять и более раз, когда условия для охлаждения сверла и отвода стружки неблагоприятны, применяют спиральные сверла со сквозными каналами для подвода охлаждающей жидкости к режущим кромкам сверла (рисунок 3.15). Каналами часто служат медные или латунные трубки, впаянные в продольные канавки на поверхности сверла. Сверла такой конструкции работают так же, как и обычные, но, обладая меньшей прочностью по сравнению с обычными, допускают работу с меньшими подачами.



Рисунок 3.15 – Спиральное сверло для глубокого сверления

Для обработки более точных отверстий наибольшее распространение получили пушечные и ружейные сверла.

Пушечное сверло (рисунок 3.16) представляет собой цилиндрический стержень из инструментальной стали, у которого на рабочем конце срезана часть материала так, что образовавшаяся при этом передняя поверхность располагается выше центра на величину равную 0,2...0,5 мм. Сверло имеет главную режущую кромку, направленную под прямым углом к оси сверла, и вспомогательную кромку, наклоненную под

углом 10° . Для уменьшения трения на торце сверла затачивают задний угол $\alpha = 8 \dots 10^\circ$.

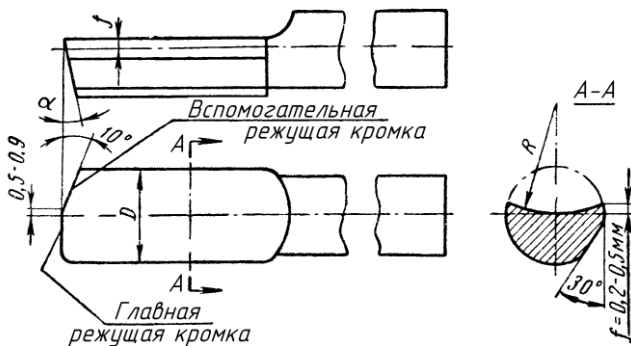


Рисунок 3.16 – Пушечное сверло

Пушечное сверло работает с направлением по предварительно надсверленному отверстию; для этого оно имеет большую опорную поверхность, которой сверло соприкасается со стенкой обрабатываемой поверхности. Для уменьшения трения сверла о стенки отверстия по всей длине опорной поверхности срезана лыска под углом 30° .

Благодаря хорошему направлению такого сверла обеспечивается получение точного и чистого отверстия. Основным недостатком пушечного сверла является плохой выход стружки, вследствие чего приходится часто выводить сверло из отверстия и применять обильное охлаждение. Однако при большой глубине сверления охлаждающая жидкость к режущим кромкам поступает недостаточно, поэтому сверло быстро изнашивается.

Для сверления глубоких, более точных отверстий небольшого диаметра (от 7 до 20 мм) применяют ружейные сверла (рисунок 3.17). Эти сверла более совершенствованы и производительны по сравнению с пушечными и спиральными сверлами.

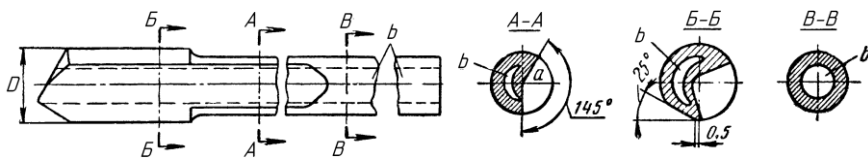


Рисунок 3.17 – Ружейное сверло

Ружейное сверло состоит из двух частей: рабочей части, изготовляемой из быстрорежущей стали или из твердого сплава, пустотелого хвостовика из углеродистой стали, который приваривают или припаи-

вают к рабочей части. Хвостовик имеет форму трубки, по внутреннему отверстию b которой подают к режущей кромке охлаждающую жидкость под высоким давлением (2...3 МПа). Эта жидкость понижает температуру режущей кромки и вымывает стружку, которая отводится по каналу a . Корпус сверла имеет вид желоба с раствором краев под углом 120...145°.

3.4.2 Технология сверления и рассверливания отверстий

В зависимости от требуемого качества и числа обрабатываемых заготовок сверление отверстий производят по разметке или кондуктору. В процессе работы необходимо соблюдать следующие основные правила:

- при сверлении сквозных отверстий в заготовках необходимо обращать внимание на способ их закрепления; если заготовка крепится на столе, то нужно установить ее на подкладку, чтобы обеспечить свободный выход сверлу после окончания обработки;
- сверло следует подводить к заготовке только после включения вращения шпинделя так, чтобы при касании поверхности заготовки нагрузка на него была небольшой, иначе могут быть повреждены режущие кромки сверла;
- не следует останавливать вращение шпинделя, пока сверло находится в обрабатываемом отверстии. Сначала надо вывести сверло, а затем прекратить вращение шпинделя или остановить станок, в противном случае сверло может быть повреждено;
- в случае появления во время сверления скрежета, вибраций, возникающих в результате заедания, перекоса или износа сверла следует немедленно вывести его из заготовки и после этого остановить станок;
- при сверлении глубоких отверстий ($l > 5d$, где l – глубина отверстия, мм; d – диаметр отверстия, мм) необходимо периодически выводить сверло из обрабатываемого отверстия для удаления стружки, а также для смазки сверла. Этим существенно уменьшается вероятность поломки сверла и преждевременного его затупления;
- отверстие диаметром более 25 мм в сплошном металле рекомендуется сверлить за два перехода (с рассверливанием или зенкерованием);
- сверление следует выполнять только по режимам, указанным в технологических картах или в таблицах справочников, а также по рекомендациям мастера (технолога);
- при сверлении отверстий в заготовках из стали или вязких материалов обязательно применять СОЖ для предохранения режущего

инструмента от преждевременного износа и увеличения режимов резания.

Сверление сквозных и глухих отверстий. В заготовках встречаются в основном два вида отверстий: сквозные, проходящие через всю толщину детали, и глухие, просверливаемые лишь на определенную глубину.

Процесс сверления сквозных отверстий отличается от процесса сверления глухих отверстий. Когда при сверлении сквозных отверстий сверло выходит из отверстия, сопротивление материала заготовки уменьшается скачкообразно. Если не уменьшить в это время скорость подачи сверла, то оно, заклиниваясь, может сломаться. Особенно часто это случается при сверлении отверстий в тонких заготовках, сквозных прерывистых отверстий и отверстий, расположенных под прямым углом одно к другому. Поэтому сверление сквозного отверстия производится с большой скоростью механической подачи шпинделя. В конце сверления нужно выключить скорость подачи и досверлить отверстие вручную со скоростью, меньшей, чем механическая.

При сверлении с ручной подачей инструмента скорость подачи перед выходом сверла из отверстия следует также несколько уменьшить, сверление необходимо производить плавно.

Известны три основных способа сверления глухих отверстий.

Если станок, на котором сверлят глухое отверстие, имеет какое-либо устройство для автоматического выключения скорости подачи шпинделя при достижении сверлом заданной глубины (отсчетные линейки, лимбы, жесткие упоры, автоматические остановки и пр.), то при настройке на выполнение данной операции необходимо его отрегулировать на заданную глубину сверления.

Если станок не имеет таких устройств, то для определения достигнутой глубины сверления можно использовать специальный патрон с регулируемым упором. Упорную втулку патрона можно перемещать и устанавливать относительно корпуса со сверлом на заданную глубину обработки. Шпиндель станка перемещается вниз до упора торца втулки в торец кондукторной втулки (при сверлении по кондуктору) или в поверхность заготовки. Такой патрон обеспечивает точность глубины отверстия в пределах 0,1... 0,5 мм.

Если не требуется большая точность глубины сверления и нет указанного патрона, то можно использовать упор в виде втулки, закрепленный на сверле, или на сверле отметить мелом глубину отверстия. В последнем случае шпиндель подают до тех пор, пока сверло не улубится в заготовку до отметки.

Глубину сверления глухого отверстия периодически проверяют глубиномером, но этот способ требует дополнительных затрат времени, так как приходится выводить сверло из отверстия, удалять стружку и после измерения вновь вводить его в отверстие.

Рассверливание отверстий. Отверстия диаметром более 25 мм обычно сверлят за два перехода: вначале сверлом меньшего диаметра, а затем – большего диаметра.

Диаметр первого сверла примерно равен длине поперечной режущей кромки второго сверла. Это позволяет значительно уменьшить силу резания при обработке сверлом большего диаметра.

При рассверливании рекомендуется подбирать размеры сверл в зависимости от наименьшего диаметра отверстия. Рассверливать можно только отверстия, предварительно полученные сверлением. Отверстия, полученные литьем, штамповкой, рассверливать не рекомендуется, так как в этих случаях сверло сильно уведет вследствие несовпадения центра отверстия с осью сверла.

3.4.3 Зенкеры

Для увеличения диаметра предварительно просверленных отверстий, а также для дальнейшей обработки отверстий в отливках, поковках и штамповках широко применяют инструмент, называемый зенкером (рисунок 3.18).

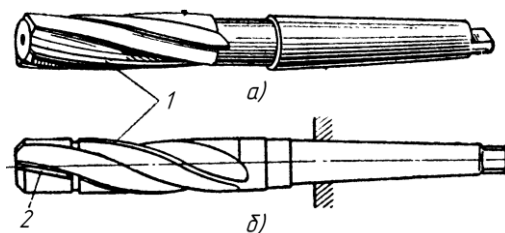


Рисунок 3.18 – Спиральные зенкеры с тремя режущими кромками:

а – из быстрорежущей стали,

б – оснащенный пластинками твердого сплава;

1 – направляющие ленточки, *2* – пластина твердого сплава

Зенкеры отличаются от спиральных сверл тем, что имеют три или четыре главные режущие кромки (трех- или четырехзубые зенкеры), расположенные на поверхности усеченного конуса, и не имеют перемычки. Следовательно, зенкеры не приспособлены для получения отверстий в сплошном материале, а служат лишь для увеличения имеющихся отверстий.

Направление зенкера в отверстии лучше, чем у сверла, так как у зенкера имеются для этого три или четыре направляющие ленточки (фаски). По этим же причинам зенкер дает более точное отверстие, чем сверло. После обработки зенкером можно получить отверстие 4-го класса точности, а чистоту обработанной поверхности 5...6-го класса чистоты.

В зависимости от диаметра обрабатываемых отверстий применяют различные конструкции зенкеров. Для малых отверстий (12...35 мм) применяют трехзубые зенкеры с коническим хвостовиком. Для больших отверстий (до 100 мм) зенкеры изготавливают насадными с четырьмя зубьями. Их насаживают на оправки из углеродистой стали.

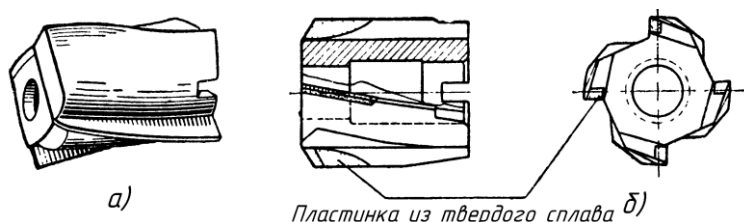


Рисунок 3.19 – Зенкеры насадные:

a – из быстрорежущей стали;

б – оснащенные пластинками из твердого сплава

Зенкеры изготавливают как из быстрорежущих сталей Р9 и Р18 (рисунок 3.19, а), так и с пластинками из твердых сплавов (рисунок 3.19, б). Зенкеры с пластинками из твердых сплавов (И5К6 при обработке сталей и ВК8, ВК6 и ВК4 при обработке чугунов) допускают более высокие скорости резания; следовательно, они более производительны, чем зенкеры из быстрорежущих сталей.

Диаметр зенкера должен соответствовать окончательному диаметру отверстия. Если же отверстие следует дополнительно обработать разверткой или другим инструментом, то диаметр зенкера должен быть на 0,2...0,4 мм меньше. При предшествующем сверлении или при черновом растачивании под зенкерование оставляют припуск 0,8...2 мм по диаметру.

Скорости резания для зенкеров из быстрорежущей стали примерно равны скоростям резания при сверлении, а подачи в 2,5...3 раза больше подач при сверлении.

При зенкеровании отверстий в стальных деталях рекомендуется применять охлаждение эмульсией. При зенкеровании отверстий в чугунных и бронзовых деталях охлаждение не применяется.

3.4.4 Развертки

Отверстия, которые должны быть особенно точны по размерам (3...2-го класса) и иметь очень чистую поверхность в пределах 7...9-го класса чистоты, после сверления, растачивания резцом или обработки зенкером дополнительно обрабатывают разверткой.

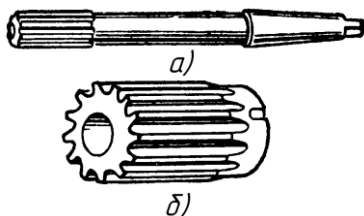


Рисунок 3.20 – Развертки:

а – с коническим хвостовиком;

б – насадная

Развертка (рисунок 3.20) представляет собой режущий инструмент с большим количеством зубьев (6...18), в зависимости от ее диаметра. Скошенная передняя часть зуба развертки образует режущую кромку – она снимает очень тонкий слой металла (от 0,05 до 0,15 мм). В развертках для обработки стали режущие кромки делают короткими, а для обработки чугуна – длинными. Следующая часть зуба развертки обработана точно по цилиндру. Она служит для направления развертки, отчасти сглаживает (калибрует) стенки отверстия, поэтому ее называют **калибрующей частью**.

Отверстия диаметром до 32 мм развертывают цельными развертками с коническим хвостовиком (рисунок 3.20, а). Для развертывания отверстий диаметром от 25 до 100 мм применяют насадные развертки (рисунок 3.20, б), которые насаживают на оправки (рисунок 3.21).



Рисунок 3.21 – Насадная развертка на оправке

Развертки обладают одним общим недостатком: по мере их износа размеры отверстий уменьшаются и развертки становятся непригодными для дальнейшей обработки отверстий заданного диаметра.

Широкое распространение в машиностроении получили машинные регулируемые развертки со вставными ножами из быстрорежущей стали (рисунок 3.22). В корпусе развертки имеются наклонные пазы, в которых расположены ножи 1, удерживаемые накладками 2 и винтами 3. Гайка 4 и контргайка 5 препятствуют перемещению ножей

в продольном направлении. При износе развертки несколько освобождают винты 3, немного свинчивают контргайку 5 и гайку 4 и перемещают все ножи, установленные в наклонных пазах, немного вправо, увеличивая этим наружный диаметр развертки. После этого туго завинчивают винты 3, гайку 4 и контргайку 5. Затем шлифуют ножи для получения требуемого диаметра развертки.

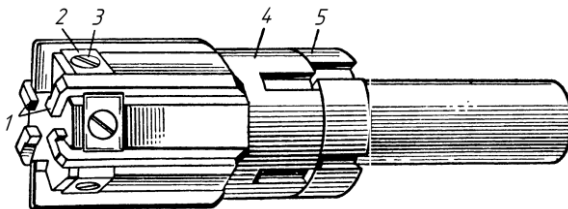


Рисунок 3.22 – Регулируемая развертка со вставными ножами

При развертывании отверстий применяют также развертки, оснащенные пластинками из твердого сплава. Такие развертки отличаются большей износостойкостью по сравнению с развертками из быстрорежущей стали.

Получить правильно развернутое отверстие можно только при условии, что ось развертки точно совпадает с осью отверстия. В случае несовпадения осей детали и развертки отверстие получится большего диаметра.

Развертка сама точно устанавливается направляющей частью в обрабатываемом отверстии; чтобы не препятствовать этому, необходимо применять не жесткое, а шарнирное крепление, тогда развертка, войдя в отверстие, продвигается свободно по его направлению, снимая одинаковой толщины стружку со всех сторон. Для такого крепления разверток существуют специальные качающиеся оправки.

Приемы развертывания цилиндрических отверстий. В зависимости от требуемой точности, чистоты и диаметра отверстия развертывание производят одной или последовательно двумя развертками (черновой и чистовой). Отверстие нужно предварительно обработать на такой размер, чтобы развертка снимала лишь небольшой слой металла.

При выборе диаметра развертки следует учитывать, что диаметр отверстия при развертывании в большинстве случаев получается несколько больше диаметра развертки (примерно до 0,02 мм, а иногда даже до 0,04 мм), так как поверхность отверстия несколько разбивается. Но иногда диаметр развернутого отверстия получается меньше тре-

буемого. Это имеет место при износе развертки, а также при развертывании отверстий в деталях из вязкого металла.

Скорости резания при развертывании отверстий развертками из быстрорежущей стали в стальных, чугунных и бронзовых деталях невысокие – от 6 до 15 м/мин, при развертывании отверстий развертками, оснащенными пластинками из твердого сплава, скорость резания – 40...50 м/мин.

3.4.5 Технология зенкерования, цекования, зенкования и развертывания

Зенкерование обеспечивает точность отверстия 9...11-го квалитетов и шероховатость поверхности Rz 40...10 мкм, ликвидирует овальность, конусность и другие дефекты.

Так как у зенкеров в отличие от сверл не две, а три или четыре режущие кромки, нет перемычки и направление благодаря большей жесткости лучше, чем у сверла, подачи при зенкеровании в несколько раз больше, чем при сверлении, поэтому рекомендуется (по возможности) рассверливание отверстий заменять зенкерованием.

Зенкерование является преимущественно промежуточной операцией между сверлением и развертыванием, поэтому диаметр зенкера должен быть меньше диаметра окончательного отверстия на величину припуска, снимаемого разверткой.

Зенкерование торцовых поверхностей – цекование – бобышек, приливов, упорных колец осуществляют зенкерами-подрезками (цековками), имеющими зубья на торце. Торцовые зенкеры имеют направляющую цапфу.

Зенкование цилиндрических или конических углублений под цилиндрические или конические головки винтов и болтов производят с помощью цилиндрических или конических зенкеров, называемых зенковками.

Развертывание выполняют разверткой после сверления или зенкерования. Оно является завершающей операцией обработки отверстий, обеспечивающей высокую точность по диаметру (7...8-й квалитеты) и наименьшую шероховатость обработанной поверхности. При развертывании срезается незначительный слой металла одновременно несколькими зубьями развертки.

Размер сверла или зенкера, которыми отверстие обрабатывалось перед развертыванием, выбирают с таким расчетом, чтобы на черновое развертывание оставался припуск 0,25...0,50 мм, а на чистовое – 0,05...0,015 мм.

Следует иметь в виду, что диаметр развернутого отверстия всегда несколько больше диаметра развертки.

Чтобы уменьшить разницу диаметров отверстия и развертки, необходимо обеспечить правильное направление развертки относительно обрабатываемого отверстия. Это достигается применением самоустанавливающихся патронов.

3.5 Нарезание резьб

3.5.1 Нарезание резьб метчиками

Внутреннюю резьбу небольших размеров нарезают метчиками. Метчик представляет собой винт с несколькими продольными канавками, которые образуют режущие кромки и одновременно служат для выхода стружки.

Конструкция и элементы метчика показаны на рисунке 3.23. Основными частями его являются коническая заборная режущая часть 1, калибрующая и направляющая часть 2, канавки 3, цилиндрическая часть 4, называемая шейкой, и квадрат 5 для закрепления метчика в воротке или патроне.

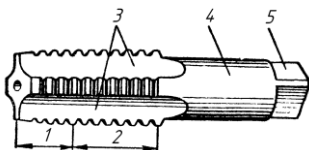


Рисунок 3.23 – Метчик

1 – заборная часть; 2 – калибрующая часть; 3 – канавки; 4 – цилиндрическая часть; 5 – квадрат

Основную работу при нарезании резьбы производит заборная часть 1, зубья которой срезаны и имеют переменный профиль. Вслед за заборной частью в отверстие входит калибрующая часть 2, которая служит для зачистки и калибрования нарезаемой резьбы.

На шейке метчика всегда отмечается диаметр резьбы; для метрических резьб с буквой М или без нее, а для дюймовой – с прибавлением значка " (дюйм).

Метчики изготавливают из углеродистой, легированной, а также из быстрорежущей стали.

Существует несколько видов метчиков.

1. Для нарезания метрической или дюймовой резьбы пользуются комплектом ручных метчиков, состоящим обычно из трех штук, которыми последовательно нарезают резьбу в отверстии (рисунок 3.24). Первым и вторым метчиками нарезают резьбу не на полный профиль, третьим зачищают резьбу, придавая ей окончательные размеры и фор-

му. Номер каждого метчика комплекта узнают по числу рисок на хвостовой части: № 1 имеет одну риску, № 2 – две риски и № 3 – три риски. Иногда для нарезания мелких резьб в сквозных отверстиях применяют комплект из двух метчиков, из которых № 1 служит для предварительного, а № 2 для окончательного нарезания.

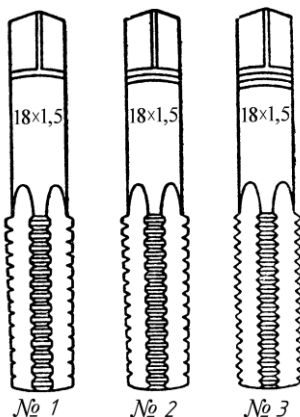


Рисунок 3.24 – Комплект метчиков

2. Для нарезания резьбы в сквозных отверстиях длиной не более диаметра резьбы применяют гаечные метчики (рисунок 3.25) с длинной заборной частью, которыми нарезают резьбу за один проход.



Рисунок 3.25 – Гаечный метчик

Подготовка отверстия под резьбу. При нарезании резьбы метчиками небольшие отверстия обычно нарезают сразу же после сверления; большие отверстия предварительно растачивают. Диаметр отверстия под резьбу должен быть несколько больше внутреннего диаметра резьбы, что необходимо для уменьшения силы резания и предотвращения поломки метчика. Металл нарезаемой гайки под действием силы резания несколько затекает во впадины резьбы. Чем более пластичен металл нарезаемой детали, тем сильнее он течет и, следовательно, тем больше должен быть диаметр отверстия под резьбу.

Если диаметр отверстия равен внутреннему диаметру резьбы, то металл будет испытывать повышенное давление, в результате которого первые витки резьбы сминаются и даже срываются; при этом часто происходит поломка метчика.

Диаметры отверстий под резьбу выбирают по таблицам (см. приложение Б). Длина глухих отверстий под резьбу должна быть больше длины нарезаемой в них резьбы на величину заборной части метчика, т. е. на два-три шага резьбы.

При нарезании резьбы комплектом метчиков нужно следить за тем, чтобы применять их в должной последовательности. Перед началом работы следующим по размеру метчиком необходимо удалить из отверстия стружку.

Режимы резания при нарезании резьбы метчиками. Скорость резания при нарезании резьбы метчиками должна быть небольшой; это удлиняет срок служб метчика и предотвращает заклинивание стружки. Рекомендуются следующие скорости резания: для стали – 3...15 м/мин, для чугуна, бронзы и алюминия – 6...22 м/мин. Охлаждение должно быть обильным. В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей рекомендуются: для нарезания деталей из стали – сульфифрезол, для деталей из чугуна, бронзы и алюминия – эмульсия или керосин.

3.5.2 Нарезание резьб плашками

Наружную метрическую резьбу можно нарезать плашками. Плашка (рисунок 3.26) представляет собой кольцо с резьбой на внутренней поверхности и стружечными канавками 1; последние служат для образования режущих кромок 2, а также для выхода стружки.

Плашки изготавливают из углеродистой или быстрорежущей стали. Круглые плашки изготовляют цельными (рисунок 3.26, а) или разрезными (рисунок 3.27, б).

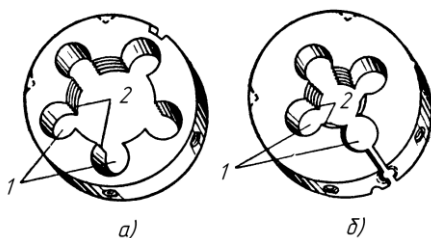


Рисунок 3.26 – Плашки:
а – цельная; б – разрезная

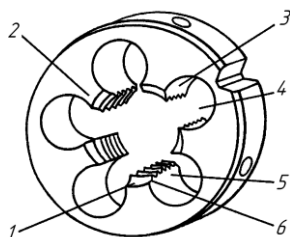


Рисунок 3.27 – Конструктивные элементы круглой плашки:
1 – задняя поверхность;
2 – зуб;
3 – спинка зуба;
4 – стружечное отверстие;
5 – передняя поверхность;
6 – режущая кромка

Режимы резания при нарезании резьбы плашками. Плашку вставляют в специальный плашкодержатель (рисунок 3.28) и закрепляют винтами, которые входят в углубления на боковой поверхности плашки. При нарезании резьбы плашками рекомендуются следующие скорости резания: для стали – $3 \dots 4$ м/мин, для чугуна – $2,5$ м/мин, для латуни – $9 \dots 15$ м/мин. В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей рекомендуются при нарезании стальных заготовок осерненные масла или вареное масло, при нарезании заготовок из чугуна – керосин. Охлаждение должно быть обильным.

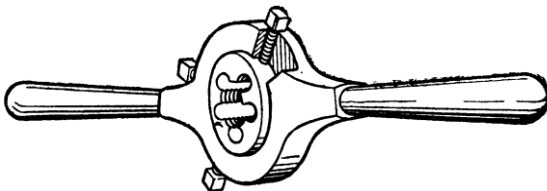


Рисунок 3.28 – Плашкодержатель

3.6 Основные правила безопасности при работе на сверлильных станках

При работе на станке следует особое внимание уделять отлетающей стружке, обращению с деталями, заготовками и другими предметами.

Режущие инструменты. При сверлении практически не удастся оградить вращающийся инструмент, поэтому важное значение имеет состояние спецодежды, исключающей возможность захвата ее вращающимся инструментом. Порванная, не застегнутая на все пуговицы одежда, не убранная под головной убор волосы, выпущенные наружу концы женских косынок, платков, галстуков служат причиной захвата сверловщика вращающимися частями станка или инструмента.

Ограждению подлежат все приводные и передаточные механизмы станка (зубчатые колеса, цепи, ремни, шкивы, валы), поэтому необходимо следить за установкой защитных ограждений, удобных при эксплуатации станка.

Сливная (ленточная) стружка. Сливная стружка часто является причиной порезов рук и ног. До сих пор не найдено универсального средства устойчивого ее дробления в процессе резания в широком диапазоне режимов резания. Травму можно получить как во время работы станка, так и при уборке рабочего места. Для освобождения станка и рабочего места от стружки следует использовать специальные захваты.

Отлетающая стружка и пыль хрупких металлов. При обработке бронзы, латуни, чугуна, различных сплавов и стали образуются элементная отлетающая стружка и пыль. Стружка может травмировать (обжечь) лицо и руки сверловщика, а пыль – засорить глаза. При обработке хрупких металлов и неметаллических материалов воздух рабочей зоны загрязняется пылью обрабатываемого материала, имеющего во многих случаях вредные составляющие (такие, как свинец, бериллий, асбест и др.). При обработке отверстий в заготовках из материалов, дающих мелкую стружку и пыль, обязательно следует надевать очки и устанавливать специальные пневматические стружкоприемники, соединяемые с отсасывающими устройствами.

Приспособления для закрепления заготовок. Несчастный случай может произойти из-за ненадежного закрепления заготовки или инструмента, в результате этого они могут сдвинуться и нанести травму. При закреплении заготовки и инструмента возможен срыв с болта или гайки «разработанного» ключа несоответствующего размера.

Заготовки и обработанные детали. Травмы иногда возникают при установке заготовки и съеме обработанной детали со станка вручную (падение заготовки на ноги, защемление рук между заготовкой и станиной станка). Ушибы ног или других частей тела часто происходят в результате неправильной укладки деталей, неудовлетворительного состояния полов и рабочих мест. Высота штабелей мелких деталей должна быть не более 0,5 м, средних – 1 м, крупных – 1,5 м.

Движущиеся части станков. Установку заготовки и съем обработанной детали производят при выключенном станке и на расстоянии от режущего инструмента, который может травмировать сверловщика при неосторожном движении.

Электрический ток. Ограждения, блокировки и заземление всегда должны быть в исправном состоянии в соответствии с действующими правилами.

Травмы могут возникнуть и при падении человека на поврежденном или загрязненном эмульсией, маслом или стружкой полу, при столкновении людей или наезде транспортных средств в механических цехах машиностроительных заводов.

3.7 Организация рабочего места сверловщика

Рациональная организация рабочего места сверловщика предусматривает обеспечение полной безопасности работы, установление порядка и нормальных условий труда, а также поддержание чистоты на рабочем месте.

На рисунке 3.29 показано рабочее место сверловщика, работающего на вертикально-сверлильном станке, а на рисунке 3.30 – на радиально-сверлильном станке.

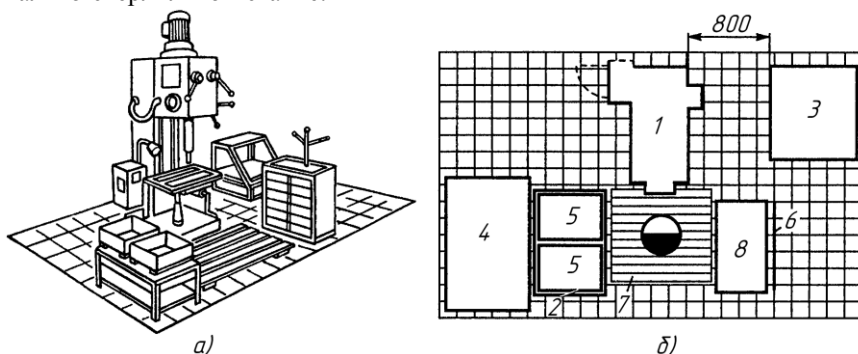


Рисунок 3.29 – Рабочее место сверловщика, работающего на вертикально-сверлильном станке:

а – общий вид; *б* – вид в плане; 1 – сверлильный станок; 2 – приемный столик; 3 – стеллаж; 4 – стеллаж-подставка под настольное оборудование; 5 – тара с заготовками; 6 – планшет; 7 – деревянная решетка; 8 – инструментальная тумбочка

Кроме сверлильного станка 7 (см. рисунок 3.29) на рабочем месте расположен приемный столик на котором устанавливают тару 5 с заготовками, подлежащими обработке, а также предусмотрены стеллаж 3 для хранения приспособлений, инструментальная тумбочка 8 для режущего, измерительного и вспомогательного инструментов, стеллаж-подставка под настольное оборудование 4.

На инструментальной тумбочке установлен планшет 6 для рабочих чертежей и технологической документации. Около станка кладут деревянную решетку 7 под ноги, на которой устанавливают вращающийся, с регулируемой высотой стул для станочника.

Рабочее место сверловщика, работающего на радиально-сверлильном станке (см. рисунок 3.30), организовано так же, как предыдущее. Помимо радиально-сверлильного станка 1 оно оснащено инструментальным шкафом для хранения инструмента Д передвижным приемным столиком 4, подставками для корпусных деталей 5, стеллажами для хранения приспособлений 3, деревянной решеткой под ноги сверловщика 6 и планшетом 7 для рабочих чертежей и технологической документации. На деревянной решетке установлен вращающийся стул для сверловщика.

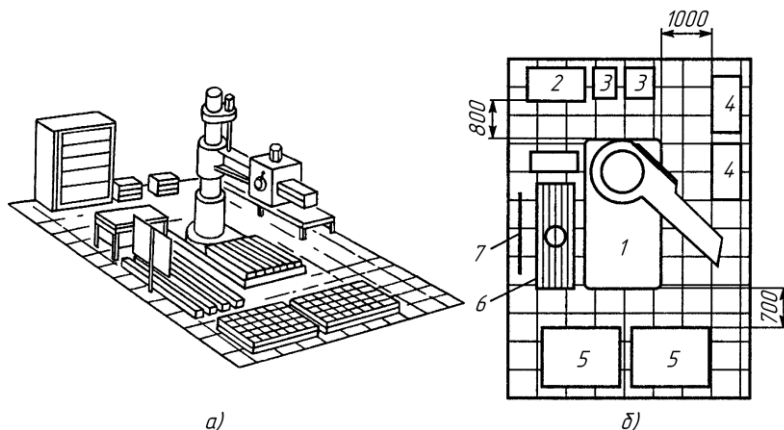


Рисунок 3.30 – Рабочее место сверловщика, работающего на радиально-сверлильном станке:

а – общий вид; *б* – вид в плане: 1 – радиально-сверлильный станок; 2 – инструментальный шкаф; 3 – стеллажи; 4 – передвижной приемный столик; 5 – подставки для корпусных деталей; 6 – деревянная решетка; 7 – планшет

3.9 Контрольные вопросы

1. В каких случаях применяют сверлильные станки?
2. Какие существуют основные типы сверлильных станков.
3. Как расшифровывается модель сверлильного станка 2Н135А.
4. Основные правила выполнения операций сверления.
5. Какие особенности сверления сквозных и глухих отверстий?
6. Каков порядок рассверливания отверстий на сверлильных станках?
7. Основные особенности выполнения операций зенкерования, цевкования и зенкования.
8. Для чего применяют развертывание и каковы основные приемы выполнения этой операции на сверлильном станке?
9. Какие основные правила безопасности труда при работе на сверлильных станках?
10. Какие травмы может причинить человеку сливная и отлетающая стружка?
11. Как правильно организовать рабочее место сверловщика на вертикально-сверлильном станке?
12. Как правильно организовать рабочее место сверловщика на радиально-сверлильном станке?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Блюмберг В.А., Зазерский Е.И. Справочник фрезеровщика. –Л.: Машиностроение, 1984. – 288 е., ил.
2. Бруштейн Б. Е. и Дементьев В. И. Токарное дело. Учебник для проф.-техн. училищ. Изд. 6-е, переработ, и доп. – М.: «Высш. школа», 1967 – 448 с. с илл.
3. Винников И.З. Устройство сверлильных станков и работа на них: Учебник для подготовки рабочих на производстве. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1983. – 240 е., ил.
4. Локтева С. Е. Станки с программным управлением и промышленные роботы: Учебник для машиностроительных техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 320 е., ил.
5. Металлорежущие станки / В.Э.Пуш, В.Г.Беляев, А.А.Гаврюшин и др. / Под общ. ред. В. Э. Пуша. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 е., ил.
6. Пикус М.Ю., Пикус И.М. Справочник фрезеровщика. –2-е изд., перераб. и доп. – Минск: Высшая школа, 1986. – 335 е., ил.
7. Режимы резания металлов: Справочник / Ю.В.Барановский, Л. А. Брахман, А. И. Гдалевич и др. –М.: НИИТАвтопром, 1995. –456 с.
8. Сидоров В. Я. Безопасность труда при работе на металлорежущих станках. – Л.: Лениздат, 1985. –216 е., ил.
9. Усачев И А. Справочник фрезеровщика. – Киев: Тэхника, 1988. – 136 е., ил.
10. Черпаков Б. И. Металлорежущие станки: Учебник для нач. проф. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 368 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица 1 – Обозначение моделей металлообрабатывающих станков

Наименование	Группа	Тип станка								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы одношпиндельные	Автоматы многшпиндельные	Токарно-револьверные	—	Карусельные	Товарные и лоботокарные	Многоосевые и копировальные	Специализированные	Разные токарные
		Настольно- и вертикально-сверлильные	Полуавтоматы одношпиндельные	Многшпиндельные						
Сверлильные и расточные	2	Круглошлифовальные, координатно-шлифовальные	Внутришлифовальные, координатно-шлифовальные	Облочно-шлифовальные	Специализированные шлифовальные	Продольно-шлифовальные	Заточные	Отделочно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
Шлифовальные, полировальные, доводочные, заточные	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Электрофизические и электрохимические	4	—	Светолучевые	—	Электрохимические	Электроискровые	—	Электроэрозионные, ультразвуковые, прошивочные	Анодно-механические отрезные	—
Зубо- и резьбообрабатывающие	5	Зубообделочные для обработки цилиндрических, конических, конических колес	Зубофрезерные для обработки цилиндрических, конических, конических колес	Для нарезания червячных колес и шлицевых валов	Для нарезания червячных колес	Для обработки торцов зубчатых колес	Резьбо-фрезерные	Зубообделочные, проволочные и обкатные	Зубо- и резьбо-шлифовальные	Разные зубо- и резьбо-обрабатывающие
Фрезерные	6	Вертикально-фрезерные, консольные	Фрезерные непрерывного действия	Продольные одноосевые	Консольные и гравировальные	Вертикально-фрезерные бесконсольные	Продольные двухосевые	Консольно-фрезерные операционные	Горизонтально-фрезерные консольные	Разные фрезерные
Строгальные, долбежные, протяжные	7	Продольные одноосевые	Продольные двухосевые	Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяжные горизонтальные	Протяжные вертикальные для протягивания			Разные строгальные
							внутреннего	наружного	отрезные	
Разрезные	8	Токарным резцом	Шлифовальным кругом	Глазком или насеченным диском	Правильно-отрезные	Ленточно-пильные	Отрезные с дисковой пилой	Отрезные ленточные	—	—
Разные	9	Муфто- и трубообрабатывающие	Пилоснабкательные	Правильно- и бесцентрово-облочно-	—	Для испытания инструментов	Делительные машины	Балансировочные	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица 1 – Сверление под нарезание резьбы. Резьба метрическая

Диаметр резьбы, мм	Основная ОСТ/НКТП 94 и 32		1-я мелкая ОСТ/НКТП 271		2-я мелкая ОСТ/НКТП 272		3-я мелкая ОСТ/НКТП 1420		4-я мелкая ОСТ/НКТП 1421
	Чугун, твердая бронза	Сталь, латунь	Чугун, твердая бронза	Сталь, латунь	Чугун, твердая бронза	Сталь, латунь	Чугун, твердая бронза	Сталь, латунь	Все материалы
1,0	0,95		0,8		—		—		—
1,2	0,95		1,0		—		—		—
1,4	1,1		1,2		—		—		—
1,7	1,35		1,5		—		—		—
2,0	1,6		1,75		—		—		—
2,3	1,9		2,05		—		—		—
2,6	2,15		2,25		—		—		—
3,0	2,5		2,65		—		—		—
3,5	2,9		3,15		—		—		—
4,0	3,3		3,5		—		—		—
5,0	4,1	4,2	4,5		—		—		—
6,0	4,9	5,0	5,2		5,5		—		—
7,0	5,9	6,0	6,2		6,4	6,5	—		—
8,0	6,6	6,7	6,8	6,9	7,1	7,2	7,4	7,5	—
9,0	7,6	7,7	7,8	7,9	8,1	8,2	8,4	8,5	8,6
10,0	8,3	8,4	8,8	8,9	9,1	9,2	9,4	9,5	9,6
11,0	9,3	9,4	9,8	9,9	10,1	10,2	10,4	10,5	10,6
12,0	10,0	10,1	10,5	10,6	10,8	10,9	11,2		11,5
14,0	11,7	11,8	13,3	12,4	12,8	12,9	13,2		13,5
16,0	13,7	13,8	14,3	14,4	14,8	14,9	15,2		15,5
18,0	15,1	15,3	16,3	16,4	16,8	16,9	17,2		17,5
20,0	17,1	17,3	18,3	18,4	18,8	18,9	19,2		19,5
22,0	19,1	19,3	20,3	20,4	20,8	20,9	21,2		21,5
24,0	20,6	20,7	21,7	21,8	22,3		—		—
27,0	23,5	23,7	24,7	24,8	25,3		—		—
30,0	26,0	26,1	27,7	27,8	28,3		—		—
33,0	28,5	29,2	30,7	30,8	31,3		—		—
36,0	29,0	31,6	32,6	32,7	33,7		—		—
39,0	31,4	34,6	35,6	35,7	36,7		—		—
42,0	36,8	37,0	38,6	38,7	39,7		—		—
45,0	39,8	40,0	41,6	41,7	42,7		—		—
48,0	42,2	42,4	44,6	44,7	45,7		—		—
52,0	46,2	46,4	48,6	48,7	49,7		—		—