

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра эксплуатации автомобилей

Составители
Н. А. Андреева, А. С. Ащеулов, А. Г. Шубина

УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА
по профессиональному модулю
«Техническое обслуживание
и ремонт автотранспортных средств»

Тема: «Обработка на металлорежущих станках»

Методические материалы

Рекомендовано в качестве методических материалов
цикловой методической комиссией специальности СПО
23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей,
систем и агрегатов автомобилей в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2022

Рецензенты:

Короткова Л. П. – кандидат технических наук, доцент кафедры металлорежущие станки и инструменты

Подгорный А. И. – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации автомобилей

Андреева Надежда Александровна

Ащеулов Андрей Сергеевич

Шубина Анна Геннадьевна

Учебная практика по профессиональному модулю «Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств». Тема: «Обработка на металлорежущих станках» : методические материалы для обучающихся по специальности СПО 23.02.07 Техническое обслуживание и ремонт двигателей, систем и агрегатов автомобилей / сост. Н. А. Андреева, А. С. Ащеулов, А. Г. Шубина ; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2022. – Текст : электронный.

В методических материалах приведены сведения, необходимые для выполнения работ при прохождении учебной практики (классификация металлорежущих станков, обработка на токарных, строгальных, долбежных, фрезерных и сверлильных станках в соответствии с учебным планом). Наличие методических указаний позволяет обучающимся подготовиться заранее к выполнению плановых работ при прохождении учебной практики.

© Кузбасский государственный
технический университет
имени Т. Ф. Горбачева, 2022

© Андреева Н. А.,
Ащеулов А.С., Шубина А.Г.,
составление, 2022

Содержание

1. Классификация металлорежущих станков.....	4
1.1. Нумерация станков.....	6
1.2. Классификация станков по типам.....	9
1.3. Классификация станков по степени универсальности.....	10
1.4. Классификация станков по степени точности.....	10
1.5. Классификация станков по степени автоматизации.....	10
1.6. Классификация станков по массе.....	11
2. Обработка на токарных станках.....	11
2.1. Основные понятия о токарно-винторезном станке.....	11
2.2. Устройство токарно-винторезного станка.....	12
2.3. Управление токарно-винторезным станком.....	20
2.4. Установка и закрепление заготовки.....	24
2.5. Установка резца в резцедержатель.....	31
2.6. Настройка станка.....	33
2.7. Элементы режима резания.....	34
2.8. Токарные резцы.....	36
2.9. Процесс образования стружки.....	57
2.10. Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ).....	60
2.11. Виды обработок поверхностей заготовок на токарных станках.....	62
3. Обработка на строгальных и долбежных станках.....	68
3.1. Процессы строгания и долбления.....	68
3.2. Классификация строгальных и долбежных станков.....	69
3.3. Устройство продольно-строгального станка.....	72
3.4. Устройство поперечно-строгального станка.....	73
3.5. Устройство долбежного станка.....	74
3.6. Строгальный и долбежный инструменты.....	75
4. Обработка на фрезерных станках.....	81
4.1. Классификация фрезерных станков.....	81
4.2. Классификация фрез.....	87
4.3. Виды обработок на фрезерных станках.....	99
5. Обработка на сверлильных станках.....	99
5.1. Классификация сверлильных станков.....	99
5.2. Устройство сверлильных станков.....	103
5.3. Режущий инструмент для сверлильных станков.....	105
5.4. Крепление инструмента на сверлильных.....	115
5.5. Материал инструмента для обработки отверстий на сверлильных станках.....	116
5.6. Заточка сверл.....	117
Литература	121

ОБРАБОТКА НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ

1. Классификация металлорежущих станков

Металлорежущий станок – это машина, предназначенная для обработки заготовок в целях образования заданных поверхностей путем снятия стружки или путем пластической деформации. Обработка производится преимущественно путем резания лезвийным или абразивным инструментом. Станки применяют также для выравнивания поверхности детали, для обкатывания поверхности роликами. Металлообрабатывающие станки осуществляют также резание неметаллических материалов, например, дерева, текстолита, капрона и других пластических масс. Специальные станки обрабатывают также керамику, стекло и другие материалы.

Металлообрабатывающие станки классифицируют по различным признакам, в зависимости от вида обработки, применяемого режущего инструмента и компоновки.

Металлорежущие станки в зависимости от характера выполняемых работ и типа применяемых режущих инструментов подразделяются на 11 групп (рис. 1).

Группа токарных станков (поз. 1–6) состоит из станков, предназначенных для обработки поверхностей вращения. Объединяющим признаком станков этой группы является использование в качестве движения резания вращательного движения заготовки.

Группа сверлильных станков (поз. 7–10) включает также и расточные станки. Объединяющим признаком этой группы станков является их назначение – обработка круглых отверстий. Движением резания служит вращательное движение инструмента, которому обычно сообщается также движение подачи. В горизонтально-расточных станках подача может осуществляться также перемещением стола с обрабатываемой деталью.

Группа фрезерных станков (поз. 11–14) состоит из станков, использующих в качестве режущего инструмента многолезвийные инструменты – фрезы.

Группа строгальных станков (поз. 15–17) состоит из станков, у которых общим признаком является использование в качестве движения резания прямолинейного возвратно-поступательного движения резца или обрабатываемой детали.

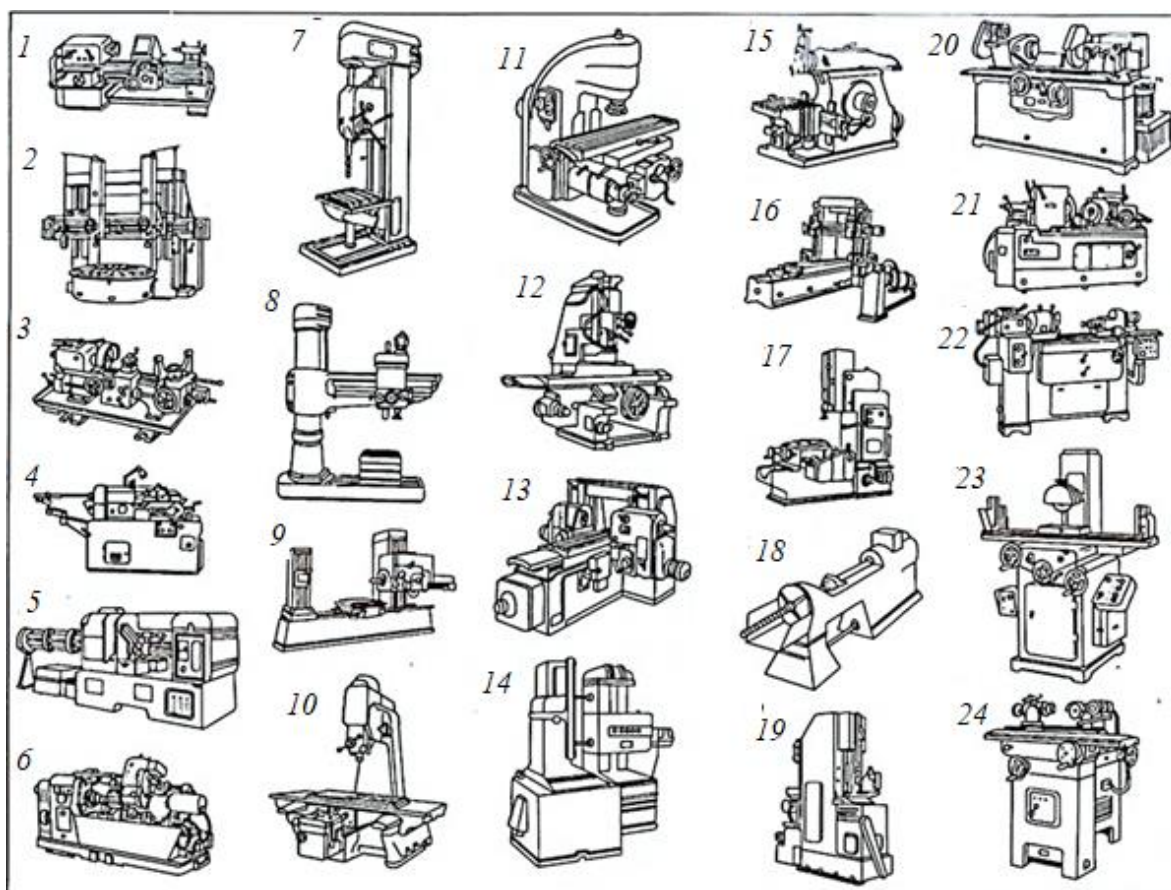


Рисунок 1 – Наиболее распространенные типы металлорежущих станков

Группа разрезных станков включает все типы станков, предназначенных для резки и распиловкикатанных материалов (прутки, уголки, швеллеры и т. п.).

Группа протяжных станков (поз. 18 и 19) имеет один общий признак: использование в качестве режущего инструмента специальных многолезвийных инструментов – протяжек.

Группа шлифовальных станков (поз. 20–24) объединяется по признаку использования в качестве режущего инструмента абразивных шлифовальных кругов.

Группа полировальных и доводочных станков объединяется по признаку использования в качестве режущего инструмента абразивных брусков, абразивных лент, порошков и паст.

Группа зубообрабатывающих станков включает станки, которые служат для обработки зубьев колес, в том числе шлифовальные.

Группа резьбообрабатывающих станков включает все станки (кроме станков токарной группы), предназначенные специально для изготовления резьбы.

Группа разных и вспомогательных станков объединяет все станки, которые не относятся ни к одной из перечисленных выше групп.

1.1. Нумерация станков

В СССР была принята единая система условных обозначений станков, основанная на присвоении каждой модели станка шифра (номера). Нумерация металлорежущих станков, разработанная Экспериментальным научно-исследовательским институтом металлорежущих станков (ЭНИМС), построена по десятичной системе. Все станки делятся на 10 групп, каждая группа подразделяется на 10 типов и каждый тип – на 10 типоразмеров. Как видно из табл. 1, объединение станков по группам при нумерации основано на несколько ином принципе, чем при классификации. Номер, присваиваемый каждой модели станка, может состоять из трех или четырех цифр и букв, причем буквы могут стоять после первой цифры или в конце номера, например: 612, 1616, 6Н82, 2620, 6Н12ПБ.

Первая цифра номера показывает *группу*, к которой относится данный станок. *Вторая цифра* указывает *тип станка* в данной группе. *Третья* или *третья и четвертая цифры* совместно указывают *условный размер станка*.

Так, например, для токарных станков третья и четвертая цифры показывают высоту центров в сантиметрах или дециметрах (1620, 1616, 1670); для токарно-револьверных станков и автоматов – максимальный диаметр обрабатываемых прутков в миллиметрах (1336, 1125, 1265); для сверлильных станков – максимальный диаметр сверления отверстия в мягкой стали в миллиметрах (2А125, 2А135, 2150). Для консольно-фрезерных станков третья цифра условно показывает размер стола. Для того чтобы различить конструктивное исполнение станков одного и того же размера, но с разной технической характеристикой, между первой и второй цифрами вводится буква. Так, например, все станки моделей 162, 1А62, 1Б62, 1К62 – токарные с высотой центров 200 мм. Однако модель 162 имеет максимальное число оборотов в минуту 600, модель 1А62-1200, 1Б62-1500, а современная модель 1К62 имеет 2000 оборотов в минуту. Буквы, стоящие в конце номера, означают различные модификации станков одной и той же базовой модели.

Таблица 1

Серийно выпускаемые станки, разделенные на девять групп по девять типов

Наименование станков	Шифр группы	Шифр типа									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Резервные	0	-									
Токарные	1	Автоматы и полуавтоматы			Токарно-револьверные	Сверлильно-отрезные	Карусельные	Токарные и лобовые	Многорезцевые и копировальные	Специализированные	Разные токарные
		специализированные	одношпиндельные	многошпиндельные							
Сверлильные и расточные	2	-	Вертикально-сверлильные	Полуавтоматы		Координатно-расточные	Радиально-сверлильные	Горизонтально-расточные	Алмазно-расточные	Горизонтально-сверлильные	Разные сверлильные
				одношпиндельные							
Шлифовальные и доводочные	3	-	Круглошлифовальные	Внутришлифовальные	Обдирочношлифовальные	Специализированные шлифовальные	—	Заточные	Плоско-шлифовальные	Притирочные, полировальные, хонинговальные, доводочные	Разные абразивные
Электрофизические и электрохимические	4	-	-	Светолучевые	—	Электрохимические	Электроискровые	—	Электроэрозионные, ультразвуковые прошивочные	Анодно-механические отрезные	—
Зубо- и резбооб- рабатывающие	5	Резьбо-нарезные	Зубодолбежные для обработки цилиндрических колес	Зуборезные для обработки конических колес	Зубо-фрезерные для обработки цилиндрических колес и шлицевых валов	Для нарезания червячных колес	Для обработки торцов зубьев колес	Резьбо-фрезерные	Зубо-отделочные, проверочные и обкатные	Зубо- и резьбо-шлифовальные	Разные зубо- и резбо-обработывающие

Продолжение таблицы 1

Наименование станков	Шифр группы	Шифр типа									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Фрезерные	6	-	вертикально-фрезерные консольные	фрезерные непрерывного действия	продольные одностоечные	копировальные и гравировальные	вертикальные безконсольные	продольные двухстоечные	консольно-фрезерные операционные	горизонтально-фрезерные консольные	разные фрезерные
Строгальные, долбежные, протяжные	7	-	Продольные		Поперечно-строгальные	Долбежные	Протяжные горизонтальные	Протяжные вертикальные для протягивания		-	Разные строгальные
			одностоечные						внутреннего		
Разрезные	8	-	Отрезные, оснащенные			правильно-отрезные насеченным	Пилы			-	-
			токарным резцом	шлифовальным	гладким или кругом диском		ленточные	дисковые	ножовочные		
Разные	9	-	муфто- и трубообрабатывающие	пилонасекальные	правильно и бесцентровые обдирочные	балансировочные	для испытания инструментов	делительные машины	балансировочные	—	—

Так, например, горизонтально-фрезерный станок модели 6Н82Г представляет собой упрощенный тип базового универсально-фрезерного станка модели 6Н82, копировально-фрезерный станок модели 6Н12К является модификацией базового вертикально-фрезерного станка модели 6Н12 и т. д. В некоторых случаях четвертая цифра также означает выпуск станка прежнего типоразмера, но усовершенствованной конструкции. Например, модель 262 представляет собой горизонтально-расточный станок второго размера. Аналогичный по размерам современный расточный станок новой конструкции обозначается как модель 2620.

1.2. Классификация станков по типам

Станки одного и того же типа могут отличаться компоновкой (например, фрезерные универсальные, горизонтальные, вертикальные), кинематикой, т. е. совокупностью звеньев, передающих движение, конструкцией, системой управления, размерами, точностью обработки и др.

Стандартами установлены основные размеры, характеризующие станки каждого типа. Для токарных и круглошлифовальных станков это наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, для фрезерных станков – длина и ширина стола, на который устанавливаются заготовки или приспособления, для поперечно-строгальных станков – наибольший ход ползуна с резцом.

Группа однотипных станков, имеющих сходную компоновку, кинематику и конструкцию, но разные основные размеры, образует размерный ряд. Так, по стандарту для зубофрезерных станков общего назначения предусмотрено 12 типоразмеров с диаметром устанавливаемого изделия от 80 мм до 12,5 м.

Конструкция станка каждого типоразмера, спроектированная для заданных условий обработки, называется *моделью*. Каждой модели присваивается свой шифр – номер, состоящий из нескольких цифр и букв. Первая цифра означает группу станка, вторая – его тип, третья цифра или третья и четвертая цифры отражают основной размер станка. Например, модель 16К20 означает: токарно-винторезный станок с наибольшим диаметром обрабатываемой заготовки 400 мм. Буква между второй и третьей цифрами означает определенную модернизацию основной базовой модели станка.

1.3. Классификация станков по степени универсальности

По степени универсальности различают станки:

- **универсальные**, которые используют для изготовления деталей широкой номенклатуры с большой разницей в размерах. Такие станки приспособлены для различных технологических операций;
- **специализированные** - предназначены для изготовления однотипных деталей, например, корпусных деталей, ступенчатых валов сходных по форме, но различных по размеру;
- **специальные** - предназначены для изготовления одной определенной детали или одной формы с небольшой разницей в размерах.

1.4. Классификация станков по степени точности

Станки разделены на 5 классов:

- **Н** – станки нормальной точности;
- **П** – станки повышенной точности;
- **В** – станки высокой точности;
- **А** – станки особо высокой точности;
- **С** – особо точные или мастер-станки.

В обозначение модели может входить буква, характеризующая точность станка: 16К20П – токарно-винторезный станок повышенной точности.

1.5. Классификация станков по степени автоматизации

Выделяют станки-автоматы и полуавтоматы. **Автоматом** называют станок, в котором после наладки все движения, необходимые для выполнения цикла обработки, в том числе загрузка заготовок и выгрузка готовых деталей, осуществляется автоматически, т. е. выполняется механизмами станка без участия оператора.

Цикл работы **полуавтомата** выполняется также автоматически, за исключением загрузки-выгрузки, которые производит оператор, он же осуществляет пуск полуавтомата после загрузки каждой заготовки.

С целью комплексной автоматизации для крупносерийного и массового производства создают автоматические линии и комплексы, объединяющие различные автоматы, а для мелкосерийного производства – гибкие производственные модули (ГПМ).

Автоматизация мелкосерийного производства деталей достигается созданием **станков с программным управлением – цикло-**

вым, в обозначение моделей вводится буква Ц или **числовым** – буква Ф. Цифра после буквы Ф обозначает особенность системы управления:

- Ф1 – станок с цифровой индикацией (с показом чисел, отражающих, например, положение подвижного органа станка) и предварительным набором координат;
- Ф2 – станок с позиционной или прямоугольной системой;
- Ф3 – станок с контурной системой;
- Ф4 – станок с универсальной системой для позиционной и контурной обработки, например, модель 1Б732Ф3 – токарный станок с контурной системой ЧПУ.

1.6. Классификация станков по массе

Станки подразделяют на:

- **легкие** – до 1 т;
- **средние** – до 10 т;
- **тяжелые** – свыше 10 т. Тяжелые станки делят на крупные – от 16 до 30 т, собственно тяжелые – от 30 до 100 т;
- **особо тяжелые** – свыше 100 т.

2. Обработка на токарных станках

2.1. Основные понятия о токарно-винторезном станке

Токарный станок модели 16К20 является типичным и наиболее распространенным представителем класса токарно-винторезных станков.

Станки этого класса – универсальные станки токарной группы, предназначенные для обработки деталей типа дисков, валов, втулок и обеспечивающие обработку точением внутренних и наружных цилиндрических, конических, торцевых, фасонных поверхностей, канавок, отрезание, сверление, зенкерование и развертывание отверстий, нарезание различных типов наружных и внутренних резьб резцами, метчиками и плашками, а также накатывание рифленых поверхностей, выглаживание и раскатку поверхностей. Станки такого типа применяются в основном в единичном и мелкосерийном, а также в ремонтном производстве.

Модель станка содержит краткую информацию о самом станке. Первая цифра в соответствии с национальной классификацией металлообрабатывающего оборудования указывает на номер группы, к которой принадлежит станок. Цифра «1» в модели станка

16K20 говорит о том, что данный станок относят к станкам токарной группы. Вторая цифра модели характеризует номер типа станка в рамках группы. Соответственно данным таблицы приложения 1 станок 16K20 принадлежит к шестому типу станков токарной группы – токарным и токарно-винторезным станкам. Буква между цифрами (в модели станка 16K20 буква «К») указывает на то, что станок по отношению к предыдущей модели станков данной группы и типа модернизирован. Последние две цифры модели в виде числа «20» характеризуют высоту расположения оси шпинделя над направляющими станины (высоту центров) равную 200 мм. Это означает, что диаметр заготовки, обрабатываемой на станке 16K20, не может превышать 400 мм.

2.2. Устройство токарно-винторезного станка

Основными частями станка являются станина, передняя бабка, шпиндель, суппорт, фартук, коробка подач, гитара сменных зубчатых колёс, задняя бабка, механизм быстрого перемещения суппорта (рис. 2).

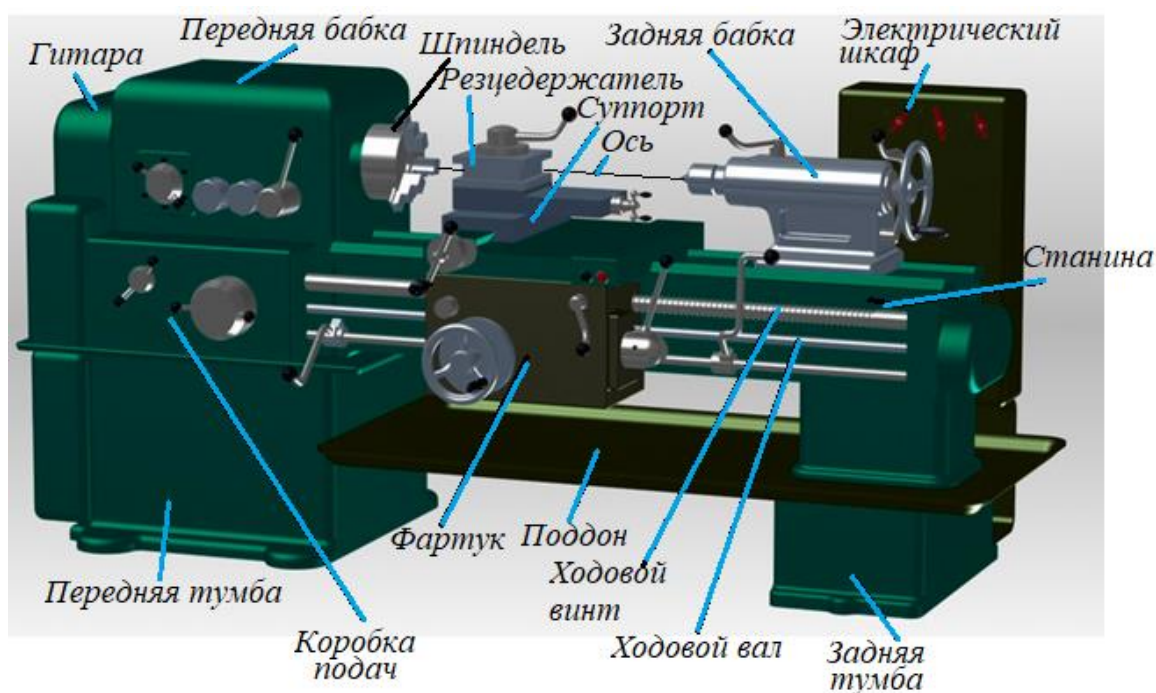


Рисунок 2 – Устройство токарно-винторезного станка

Станина установлена на передней и задней тумбах и служит для монтажа на ней основных узлов и частей станка. Станина снабжена направляющими, по которым перемещаются суппорт и задняя бабка.

Станину изготавливают из чугуна. Она состоит из двух продольных стенок 1 и 7, соединенными внутри ребрами жесткости. Станина имеет две плоские 3, 6 и две призматические 2, 8 направляющие (рис. 3).

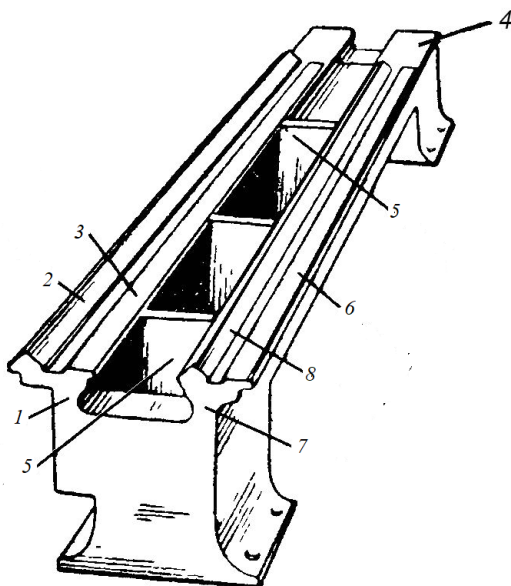


Рисунок 3 – Конструкция станины

Каретка суппорта движется, опираясь на одну призматическую 2 и одну плоскую 6 направляющие. Другие направляющие – плоская 3 и призматическая 8 – служат для передвижения задней бабки и закрепления ее в нужном положении.

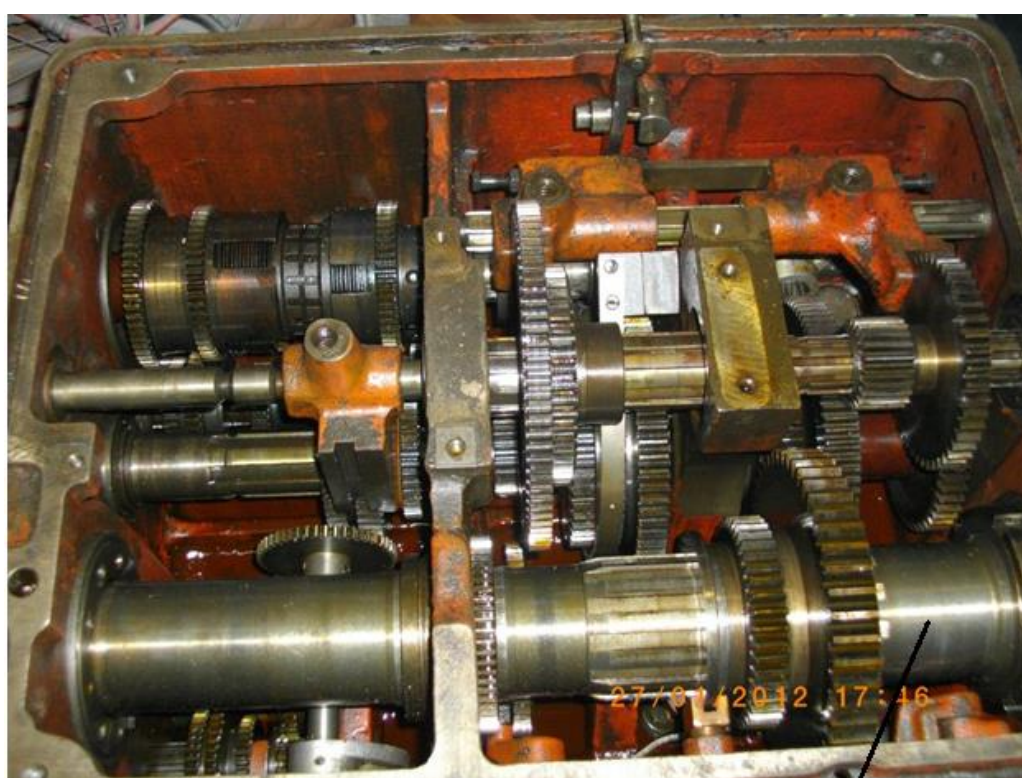
Передняя бабка предназначена для закрепления обрабатываемой заготовки и размещения в ней коробки скоростей, с помощью которой изменяют частоту и направление вращения шпинделя.

Токарно-винторезные станки имеют однотипную компоновку. Передняя шпиндельная бабка (рис. 4) закреплена на левой части станины. В ней расположена коробка скоростей (рис. 5), основной деталью которой является шпиндель (рис. 6). Вращательное движение на шпиндель передается от электродвигателя через клиноременную передачу и коробку скоростей.

На правый конец шпинделя, являющегося пустотелым валом, устанавливают различные приспособления для закрепления заготовки (трех-, четырехкулачковые, поводковые патроны, центры и др.).



Рисунок 4 – Расположение передней и задней бабок на токарно-винторезном станке



Шпиндель

Рисунок 5 – Коробка скоростей



Рисунок 6 – Шпиндель токарно-винторезного станка 16K20

Коробка подач (рис. 7, 8) предназначена для изменения скоростей продольного и поперечного движений подачи суппорта, с которым она соединена с помощью ходового винта и ходового вала (рис. 2). Передачу вращательного движения выходного вала коробки подач к механизмам суппорта через ходовой винт используют только при нарезании резьб. Для выполнения всех других видов токарных работ движение от коробки подач к суппорту поступает через ходовой вал.



Рисунок 7 – Внешний вид коробки подач



Рисунок 8 – Механизм подач

Гитара сменных зубчатых колёс (рис. 9) является звеном передачи движения от шпинделя станка к коробке подач и настраивается при нарезании точных резьб. Заменяя одни зубчатые колёса гитары другими, можно изменять величину подачи суппорта.

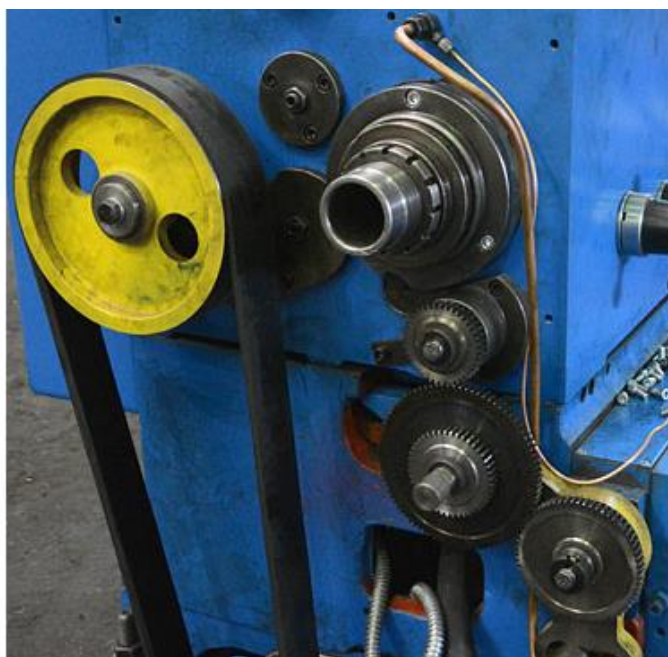
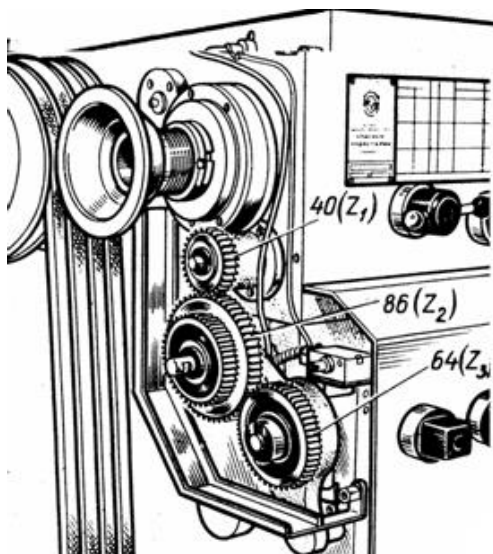


Рисунок 9 – Гитара сменных зубчатых колес

Суппорт станка предназначен для закрепления на нем режущего инструмента и сообщения ему движения подачи в продольном и поперечном направлении при обработке. Состоит из продольных и поперечных салазок, верхнего суппорта и четырёхпозиционного поворотного резцедержателя (рис. 10). В резцедержателе устанавли-

ливают и закрепляют резцы, которым вместе с суппортом сообщают движения продольной и (или) поперечной подачи.

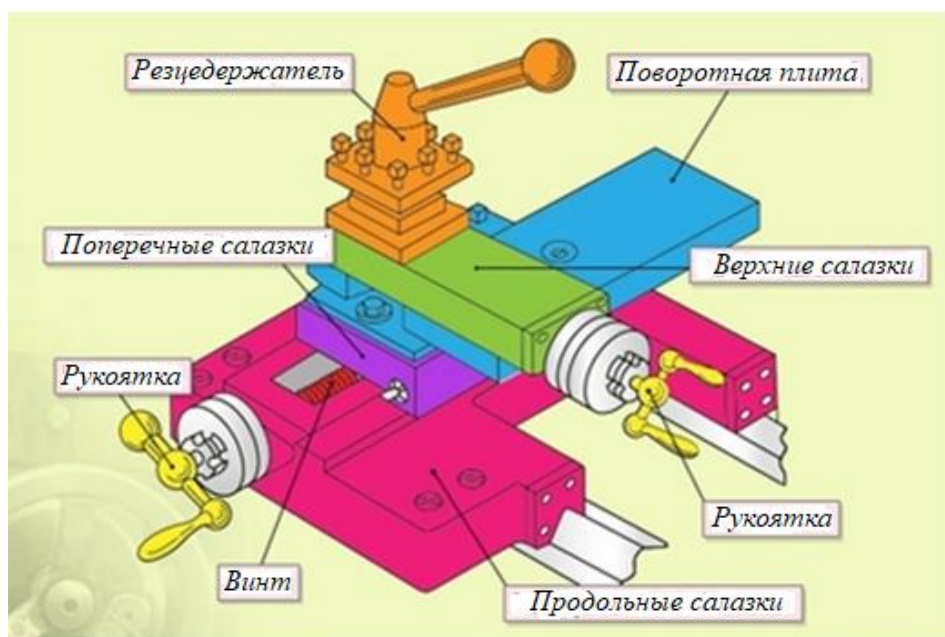


Рисунок 10 – Конструкция суппорта

На верхней части суппорта установлен резцедержатель (рис. 11) или резцовая головка.



Рисунок 11 – Резцедержатель

В нем одновременно можно закрепить винтами 2 четыре резца. Работать можно любым из установленных резцов, для этого, откре-

пив рукояткой 1, нужно повернуть резцедержатель и поставить нужный резец а рабочее положение. После этого необходимо закрепить резцедержатель рукояткой 1.

Привод быстрого перемещения суппорта применяется для сокращения непроизводительных затрат времени на вспомогательные передвижения суппорта. Механизм привода состоит из электродвигателя, вмонтированного в заднюю стойку станины, и клиноременной передачи, с помощью которой передаётся вращение на ходовой вал.

Фартук (рис. 12) предназначен для размещения в нём механизмов, обеспечивающих преобразование вращательного движения ходового вала или ходового винта в прямолинейное поступательное движение суппорта.

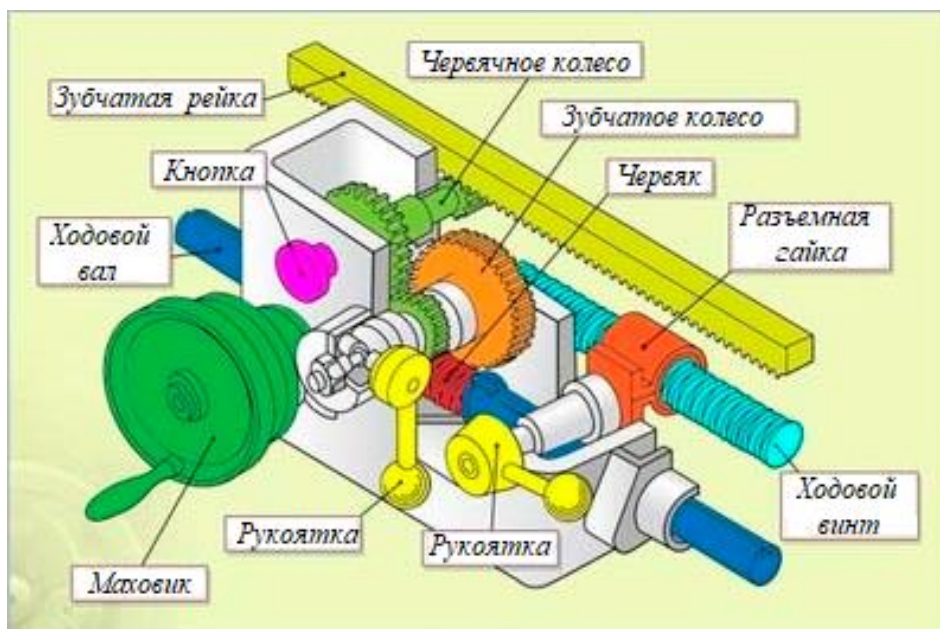


Рисунок 12 – Конструкция фартука

Заднюю бабку (рис. 13) используют в качестве дополнительной опоры заготовки при изготовлении валов с отношением длины к диаметру заготовки более четырёх, а также для закрепления свёрл, зенкеров, развёрток, метчиков и плашек. Этим инструментам, устанавливаемым в выдвигаемую пиноль задней бабки, вращением маховичка сообщают движение подачи при обработке отверстий, расположенных по оси вращения заготовки.

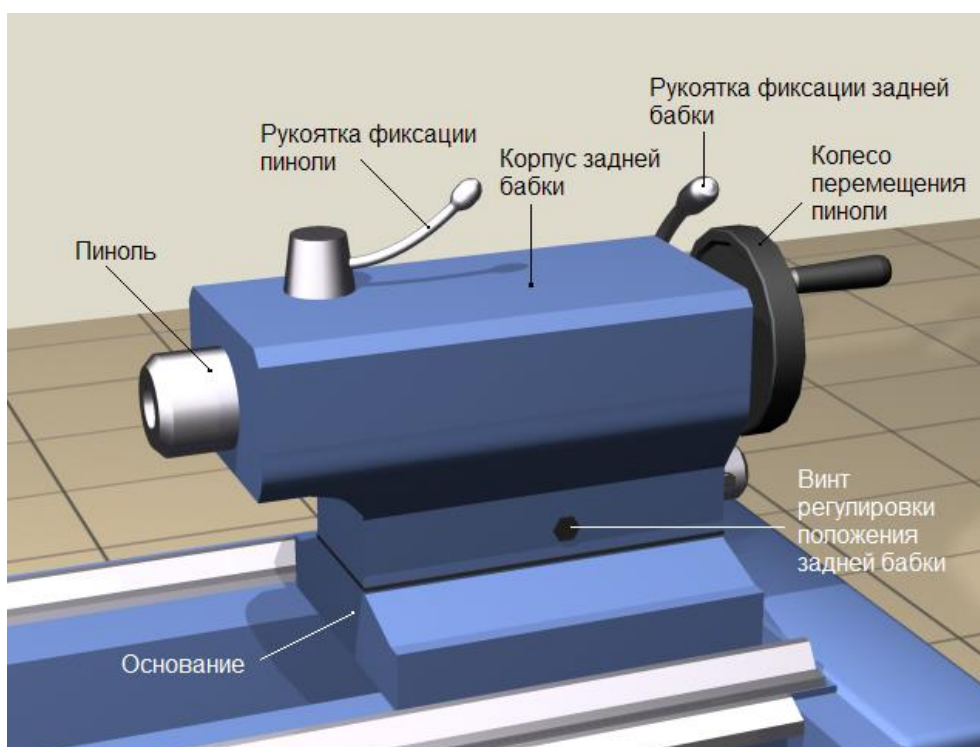


Рисунок 13 – Задняя бабка

Задняя бабка, состоящая из корпуса 1, расположенном на плите 2, передвигается по направляющим станины (рис. 14).

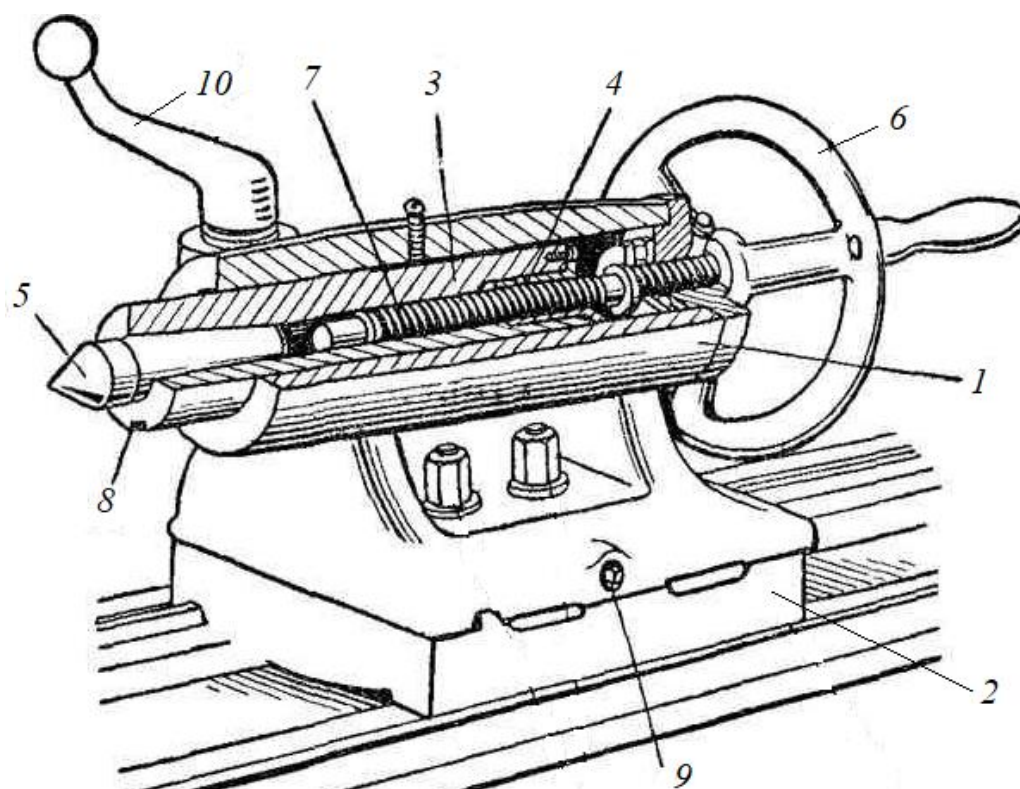


Рисунок 14 – Конструкция задней бабки

В отверстии корпуса может в продольном направлении перемещаться пиноль 3 с закрепленной на ней гайкой 4. В коническое отверстие пиноли устанавливается хвостовик центра 5 (сверла, зенкера или развертки). Перемещается пиноль 3 маховиком 6, перемещающим винт 7. Винт при вращении перемещает гайку 4, а вместе с ней и пиноль. Чтобы при вращении маховика пиноль не проворачивалась, в ней внизу сделан шпоночный паз 8, в который входит шпонка, установленная в корпус задней бабки. Рукоятка 10 служит для закрепления пиноли в корпусе бабки. Оси шпинделя и пиноли задней бабки должны совпадать. Винт 9 предназначен для установки оси пиноли по оси шпинделя.

2.3. Управление токарно-винторезным станком

Управление станком – это выполнение действий, которые обеспечивают процесс резания, т.е. вращение заготовки и перемещение резца. <https://youtu.be/dRLGn6BtSCk>

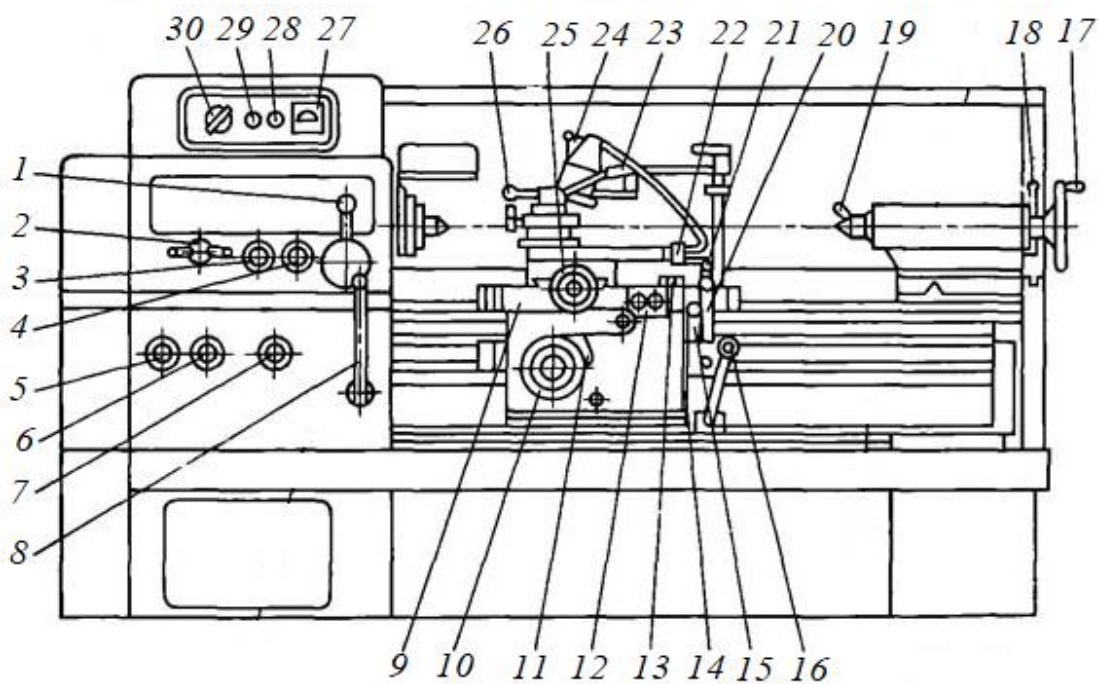


Рисунок 15 – Органы управления станка 16K20

Перечень органов управления токарного станка (рис. 15)

1 – Рукоятка частоты вращения шпинделя (четыре фиксированных положения при повороте рукоятки в вертикальной плоскости и три промежуточных положения при нарезании многозаходных резьб).

2 – Рукоятка частоты вращения шпинделя (шесть фиксированных положений при повороте рукоятки в вертикальной плоскости; на рукоятке нанесены цифры от 1 до 6).

3 – Рукоятка установки шага резьбы и положения для деления многозаходных резьб (три фиксированных положения при повороте рукоятки в вертикальной плоскости).

4 – Рукоятка нарезания правой и левой резьб (два фиксированных положения при повороте рукоятки в вертикальной плоскости).

5 – Рукоятка установки подачи и шага резьбы (четыре фиксированных положения, обозначенных римскими цифрами).

6 – установки подачи и типа нарезаемой резьбы (четыре фиксированных положения при повороте рукоятки в вертикальной плоскости).

7 – Рукоятка установки подачи и шага резьбы и отключения механизма коробки подач (четыре фиксированных положения, обозначенных латинскими буквами А, В, С, D и два промежуточных, обозначенных стрелками).

Переключение рукояток 1 ... 7 производить, когда рукоятки 8 и 16 установлены в средних положениях. При затруднении переключения рукоятки повернуть шпиндель вручную.

8 – Рукоятка управления фрикционной муфтой главного привода, заблокированная с рукояткой 16 (три фиксированных положения: среднее – муфта выключена, тормоз выключен; перемещение на себя и поворот рукоятки вправо – включение прямого вращения шпинделя; перемещение на себя и поворот рукоятки влево – включение обратного вращения шпинделя; пользоваться при включенном выключателе 30, и после нажатия черной кнопки «Пуск» на пульте 12).

9 – Кнопка золотника смазывания направляющих каретки и поперечных салазок суппорта.

10 – Маховик ручного перемещения каретки (вращение против часовой стрелки – перемещение каретки влево; по часовой стрелке – вправо; пользоваться только при отвернутом болте 13, включенной рукоятке 11 и выключенных рукоятках 15 и 20).

11 – Рукоятка переключения реечной шестерни (перемещение от себя – сцепление шестерни с рейкой; на себя – расцепление; сцеплять шестерню с рейкой только при выключенной рукоятке 15; при затруднении переключения рукоятки повернуть маховик 10).

12 – Пульт переключения электродвигателя главного привода (нажатие черной кнопки – включение электродвигателя; нажатие красной – выключение; черную кнопку нажимать только при включенном выключателе 30).

13 – Болт крепления каретки на станине (поворот болта по часовой стрелке – закрепление каретки, против часовой стрелки – открепление; каретку закреплять при транспортировании станка и тяжелых торцовых работах).

14 – Рукоятка включения подачи (поднятие вверх – включение червяка фартука; пользоваться при работе по упорам или при выключении подачи в результате перегрузки).

15 – Рукоятка переключения гайки ходового винта (поворот вниз – включение механической подачи, вверх – выключение подачи; пользоваться для нарезания резьбы при выключенной рукоятке 20; при затруднении переключения рукоятки маховиком 10 переместить каретку).

16 – Рукоятка управления фрикционной муфтой главного привода, заблокированная с рукояткой 8 (три фиксированных положения: среднее – муфта выключена, тормоз включен; нажатие влево и поворот рукоятки вверх – включение прямого вращения шпинделя; нажатие влево и поворот рукоятки вниз – включение обратного вращения шпинделя; пользоваться при включенном выключателе 30, и после нажатия кнопки «Пуск» на пульте 12).

17 – Маховик перемещения пиноли задней бабки (вращение по часовой стрелке – перемещение пиноли влево, вращать только тогда, когда рукоятка 19 находится в крайнем левом положении).

18 – Рукоятка крепления задней бабки к станине (поворот от себя – закрепление задней бабки; на себя – открепление; задняя бабка всегда должна находиться в закрепленном состоянии, открепление производят только при установочных перемещениях задней бабки по станине).

19 – Рукоятка зажима пиноли задней бабки (поворот вправо – пиноль зажата, влево – разжата; зажимать только при обработке деталей в центрах).

20 – Рукоятка управления перемещениями каретки и поперечных салазок суппорта (поворот влево – включение перемещения каретки влево, вправо – включение перемещения вправо; поворот от себя – включение перемещения поперечных салазок вперед, на себя

– включение перемещения назад; пользоваться только при включенной рукоятке 11 и выключенной рукоятке 15).

21 – Кнопка включения электродвигателя привода быстрых ходов каретки и поперечных салазок суппорта (нажатие включение электродвигателя; для осуществления быстрых холостых ходов суппорта пользоваться при включенной рукоятке 20).

22 – Рукоятка ручного перемещения резцовых салазок суппорта (вращение по часовой стрелке – перемещение салазок влево, против часовой стрелки – вправо; станок 16К20П имеет устройство для механического перемещения резцовых салазок).

23 – Рукоятка поворота и крепления индексируемой резцовой головки (вращение против часовой стрелки – открепление и поворот резцовой головки, по часовой стрелке – фиксирование и крепление резцовой головки, которая может быть установлена в любом промежуточном положении, кроме четырех фиксированных).

24 – Выключатель лампы местного освещения (поворот в сторону цоколя лампы – включение, в сторону колбы – выключение; пользоваться только при включенном выключателе 30).

25 – Рукоятка ручного перемещения поперечных салазок суппорта (вращение рукоятки по часовой стрелке – перемещение салазок назад, вращение против часовой стрелки – перемещение вперед).

26 – Регулируемое сопло подачи СОЖ (поворот по часовой стрелке – уменьшение подачи СОЖ, подаваемой к режущему инструменту, против часовой стрелки – увеличение; пользоваться при включенном выключателе 28).

27 – Указатель нагрузки станка, служащий для определения нагрузки на электродвигатель главного привода при обработке деталей.

28 – Выключатель электронасоса подачи СОЖ (включение и выключение производятся в соответствии с символами на панели электрошкафа управления; пользоваться при включенном выключателе 30).

29 – Сигнальная лампа (лампа светится – электропитание включено; загорается при включенном выключателе 30).

30 – Автоматический выключатель (переключение производят в соответствии с символами на панели электрошкафа управления, что контролируется лампой 29).

2.4. Установка и закрепление заготовки

Однако прежде чем приступить к управлению станком, его надо наладить и настроить. Наладка станка заключается в закреплении заготовки и инструмента. Для закрепления заготовок применяют трехкулачковый патрон (рис. 16, 17) или поводковую планшайбу с центрами (рис.18).

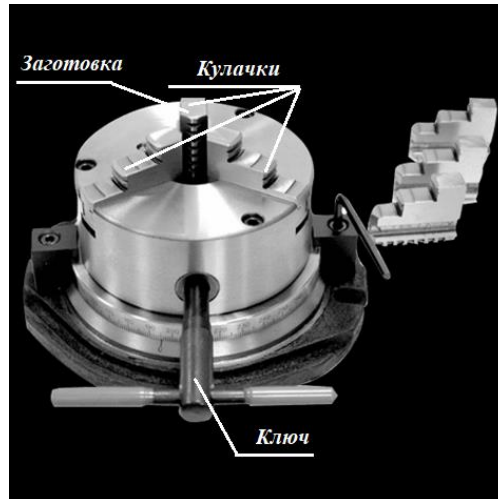


Рисунок 16 – Трехкулачковый патрон

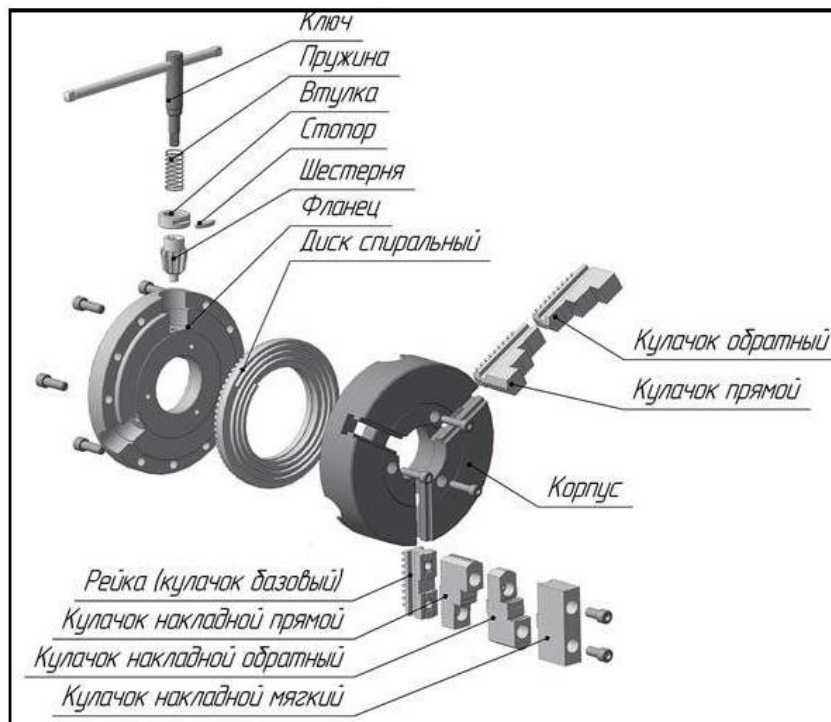


Рисунок 17 – Устройство трехкулачкового патрона

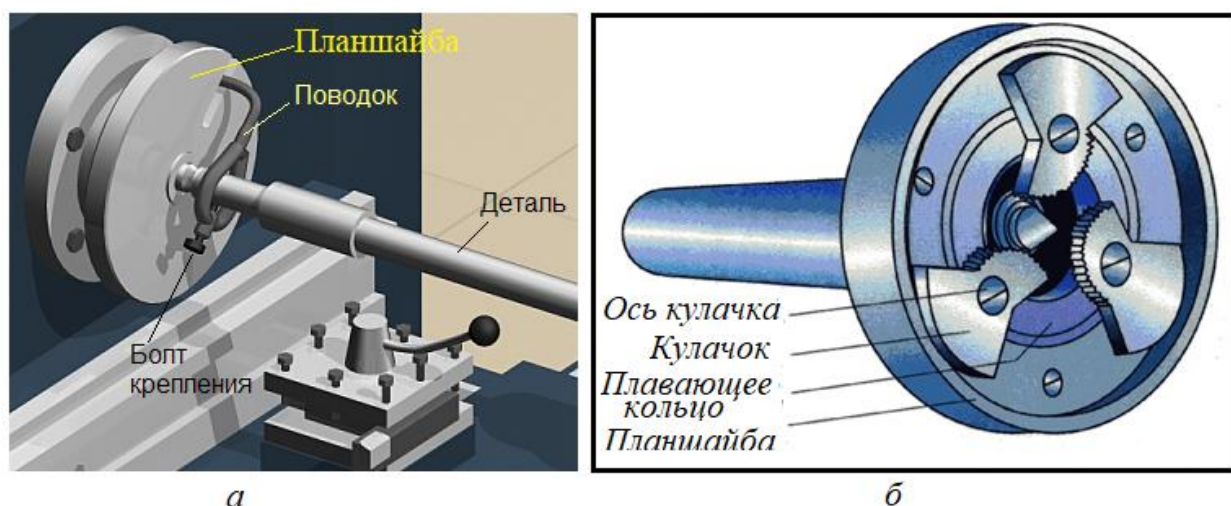


Рисунок 18 – Поводковый патрон:
а – ручной с хомутиком; б – самозажимной

Закрепление заготовки в трехкулачковом патроне показано на рисунке 19.

Заготовку помещают в патрон на глубину не менее 20...25 мм и сжимают кулачками при помощи ключа. Заготовка не должна выступать из патрона на величину свыше пяти ее диаметров.

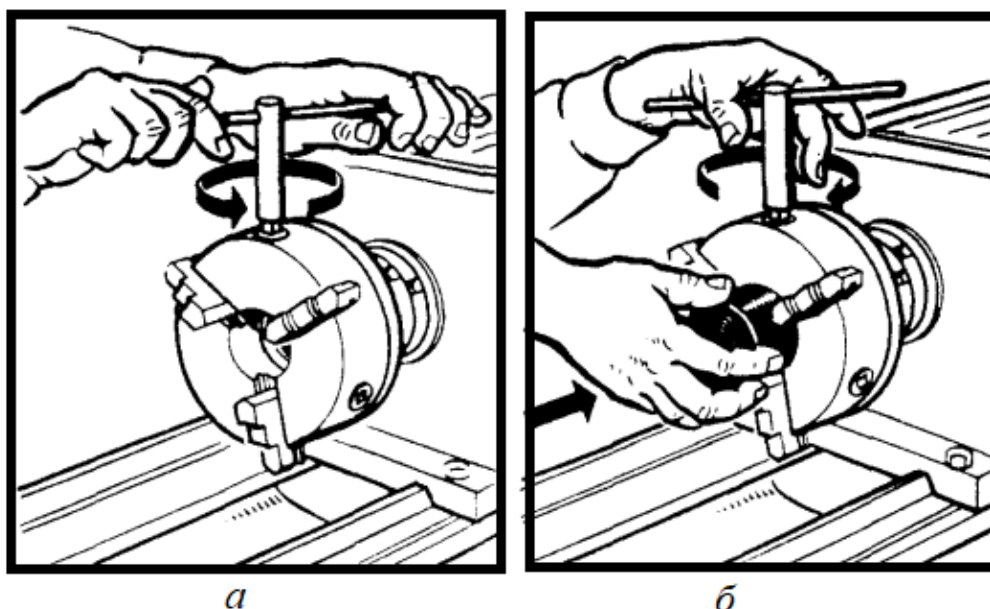


Рисунок 19 – Закрепление заготовки в трехкулачковом патроне:
а – разведение кулачков; б – установка заготовки между кулачками и закрепление

Более длинные заготовки поддерживают задним центром, который устанавливают в заранее выполненное в торце детали центровое отверстие. В противном случае под воздействием силы реза-

ния заготовка будет сильно изгибаться, что может привести к некачественной обработке и поломке инструмента.

Распространенным способом обработки деталей на токарных станках является *обработка в центрах* (рис. 19). При этом способе в торцах обрабатываемой детали предварительно засверливают центровые отверстия – *центрируют* деталь. При установке на станке в эти отверстия входят острия центров передней и задней бабкок станка. Для передачи вращения от шпинделя передней бабки к обрабатываемой детали применяется *поводковый патрон* (рис. 17, а), навинчиваемый на шпиндель станка, и *хомут*, закрепляемый болтом на обрабатываемой детали.

Свободным концом хомутик захватывается пазом (рис. 17, а) или пальцем (рис. 20) патрона и приводит деталь во вращение. В первом случае хомутик делается отогнутым, во втором – прямым.

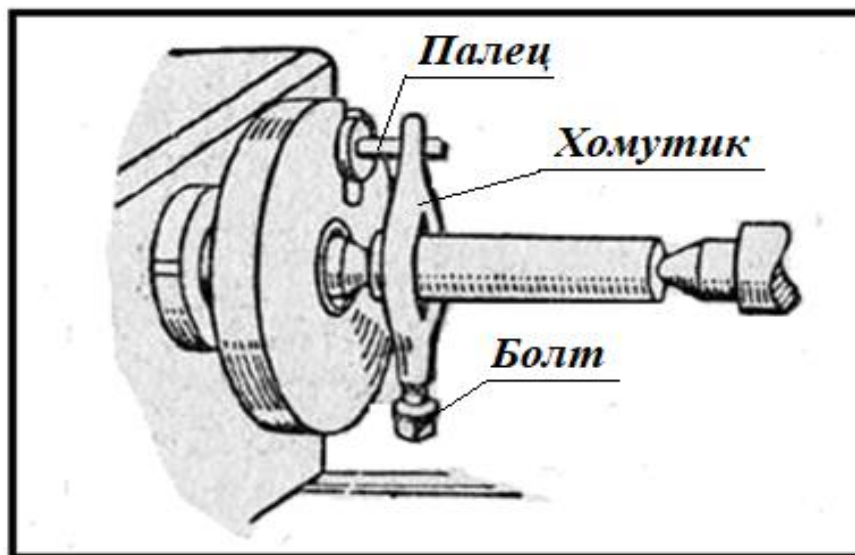


Рисунок 20 – Поводковый патрон с пальцем

Поводковый патрон с пальцем, показанный на рисунке 19, представляет опасность для рабочего; более безопасным является поводковый патрон с предохранительным кожухом (рис. 21).

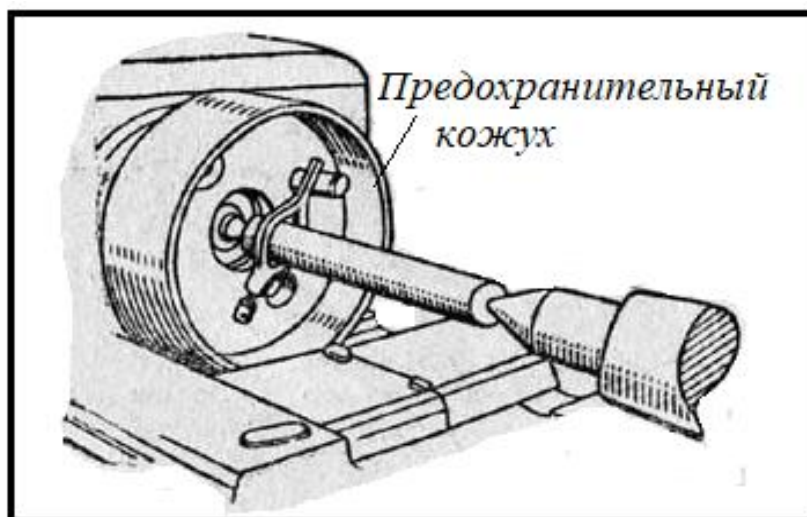


Рисунок 21 – Поводковый патрон с предохранительным кожухом

Существенными принадлежностями токарного станка являются *центры*. Центры бывают упорные, вращающиеся, грибковые и плавающие.

Упорный центр (рис. 22) – заостренный наконечник центра упирается в торец детали, в котором предварительно обработано центровое отверстие. Он состоит из конуса 1, на который устанавливается деталь, и конического хвостовика 2. Хвостовик должен точно подходить к коническому отверстию шпинделя передней бабки и пиноли задней бабки станка.

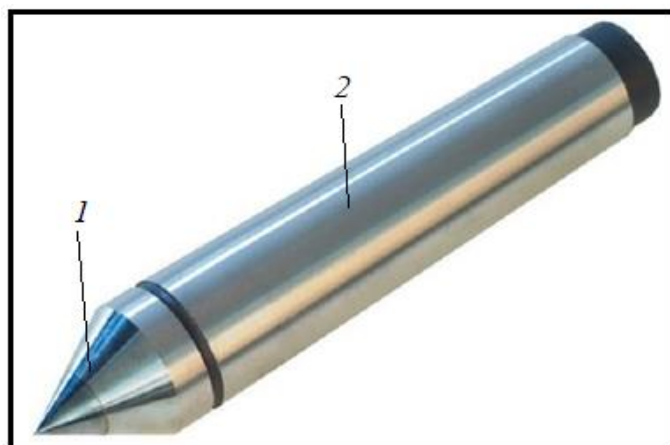


Рисунок 22 – Упорный центр

Передний центр вращается вместе со шпинделем и обрабатываемой деталью, тогда как центр задней бабки в большинстве случаев неподвижен и трется о вращающуюся деталь. От трения нагреваются и изнашиваются как коническая поверхность центра, так и

поверхность центрального отверстия детали. Для уменьшения трения необходимо смазывать задний центр.

Типы жестких центров приведены на рисунке 23.

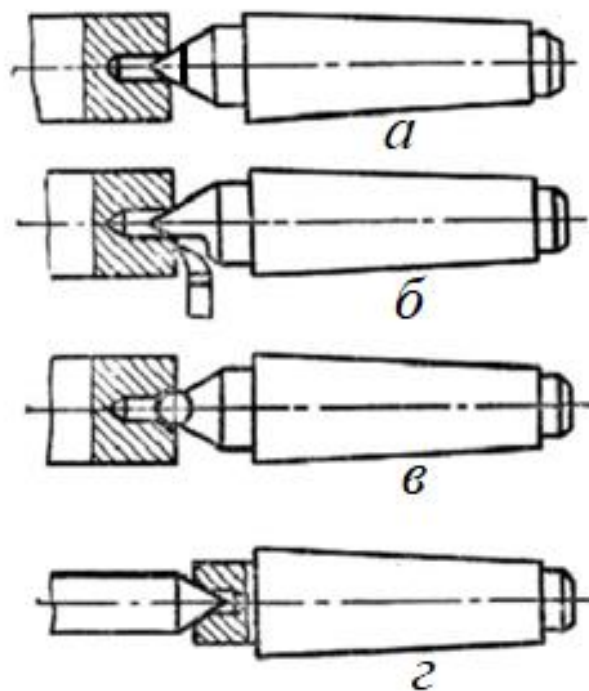


Рисунок 23 – Типы жестких центров

Задний центр с твердосплавной рабочей частью (рис. 23, а) изготавливают из углеродистой стали для повышения износостойкости.

Срезанный центр (рис. 23, б) применяется для подрезания торцев заготовки и устанавливается только в пиноль задней бабки.

Центр со сферической рабочей частью (рис. 23, в) используется в тех случаях, когда требуется обработать заготовку, ось которой не совпадает с осью шпинделя.

Обратный центр (рис. 23, г) применяется при обработке валов малого диаметра.

Рифленый передний центр (рис. 24) изготавливают из углеродистых или легированных сталей с последующей термообработкой. В процессе производства на центрах фрезеруются рёбра, (ерши). При нажиме заднего центра на деталь, рифления переднего наружного рифленого центра врезаются в деталь и таким образом передают вращение патрона детали. Центр устанавливается в патрон станка и крепится при помощи кулачков за цилиндрическую часть. Такой способ крепления позволяет обрабатывать детали за одну

установку по всей длине. Это сокращает время обработки, повышает точность обработки. Центр используется при обработке деталей типа втулка: трубы, гильзы различного диаметра или детали имеющие большие центровые отверстия.



Рисунок 24 – Рифленый передний центр

При обтачивании деталей на больших скоростях, а также при обработке тяжелых деталей работа на неподвижном центре задней бабки невозможна ввиду быстрого износа самого центра и обработки центрового отверстия.

В этих случаях применяют *вращающиеся центры*. На рисунке 25 показана одна из конструкций 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.

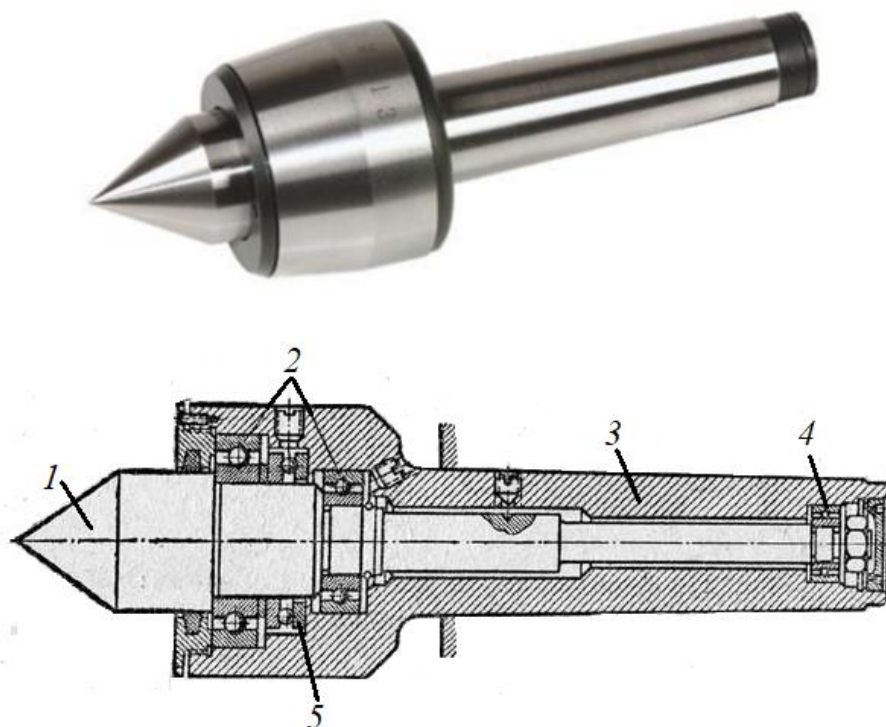


Рисунок 25 – Вращающийся центр

Грибковый центр (рис. 26) имеет наконечник большего диаметра с усеченным конусом. Используется для фиксации полых деталей (полые валы, трубы, втулки и др.).

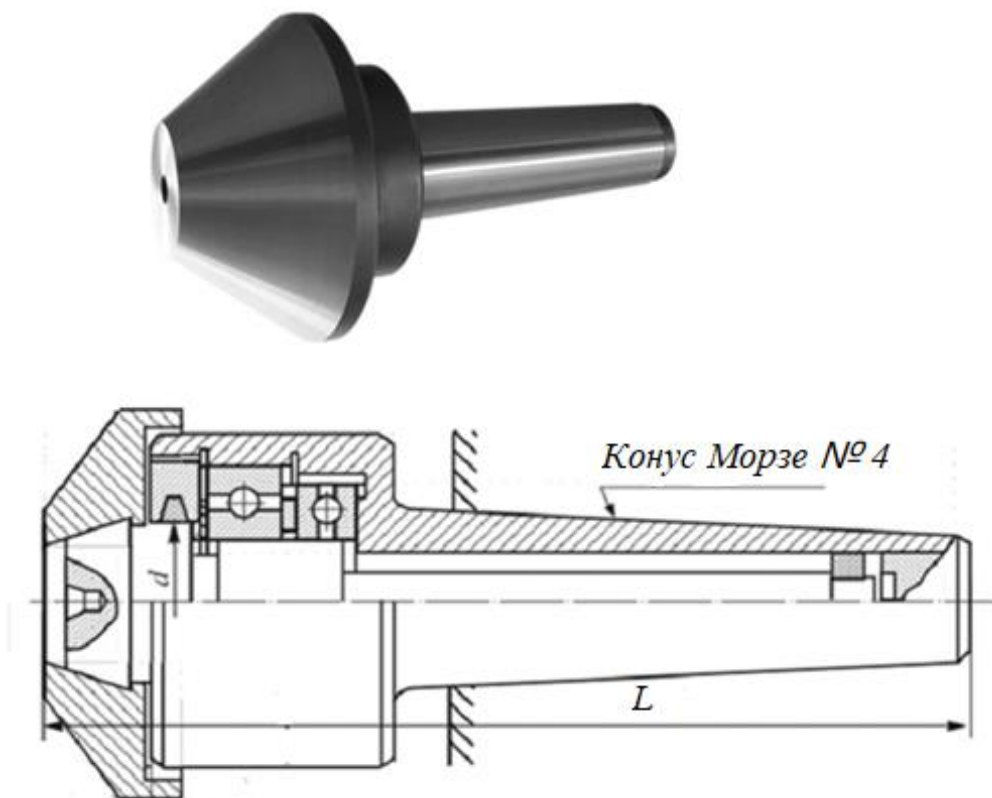


Рисунок 26 – Грибковый центр

Плавающий центр (рис. 27) отличается от вращающегося тем, что позволяет базировать деталь не только по центрному отверстию, но и по торцу детали. Также может передавать вращение на заготовку трением торца.

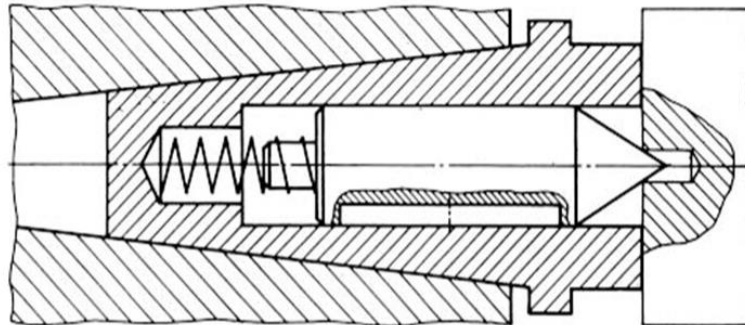


Рисунок 27 - Плавающий центр для станков с ЧПУ

2.5. Установка резца в резцедержатель

Резец устанавливают в резцедержателе (рис.28). Для этого с помощью накидного ключа вывинчивают болты так, чтобы державка резца поместилась в резцедержателе по высоте.

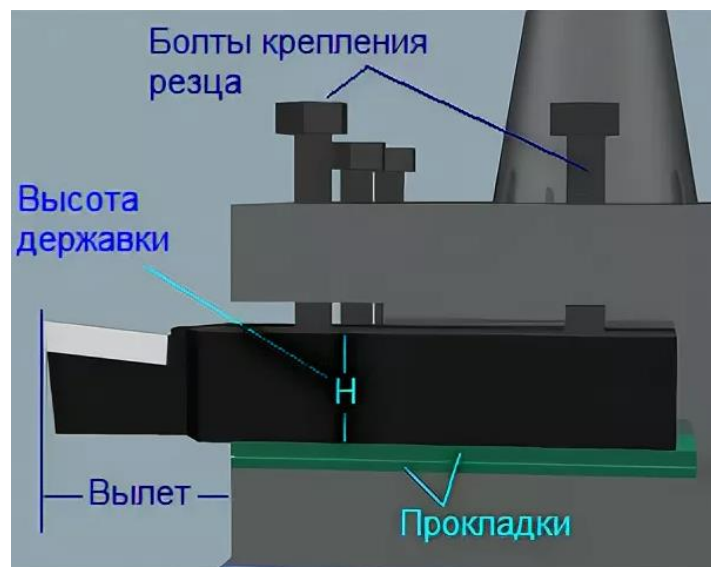


Рисунок 28 – Установка резца в резцедержателе

Вершина режущей части резца должна быть расположена на уровне оси центров (рис. 29). Установку резца контролируют по заднему центру. Для этой же цели можно пользоваться рисккой, проведенной на пиноли задней бабки, на высоте центра. Вылет резца из резцедержателя не должен превышать полторы высоты державки, т.е. $l < 1,5H$. Под державку резца помещают подкладки из мягкой

стали, причём количество подкладок должно быть минимальным, а державка резца должна опираться на подкладки всей поверхности. Резец закрепляют в резцедержателе не менее чем двумя винтами.

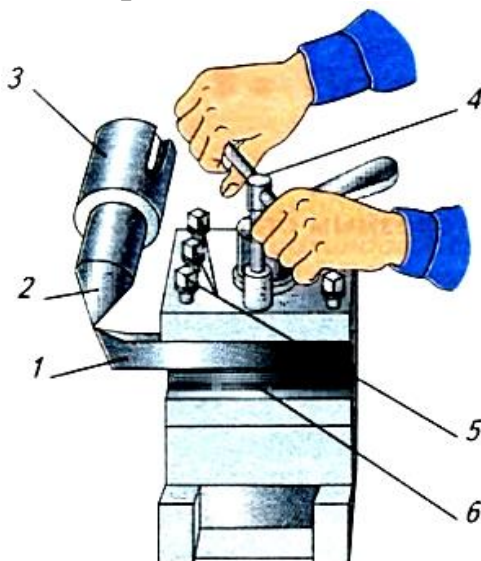


Рисунок 29 – Установка резца по заднему центру:
 1 – резец; 2 – центр; 3 – пиноль задней бабки; 4 – накидной ключ;
 5 – болты; 6 – подкладки

Подкладка представляет собой плоскую стальную полосу длиной 150—200 мм, имеющую строго параллельные верхнюю и нижнюю поверхности. Подкладки следует подготавливать целым комплектом заблаговременно. Не стоит их заменять на куски металла или же другие иные материалы. Подкладки нужно класть на опорную поверхность резцедержателя (рис. 30), при этом контролируется вылет резца – он не должен превышать 1.5 высоты стержня, в противном случае вибрации детали при работе станка не избежать.

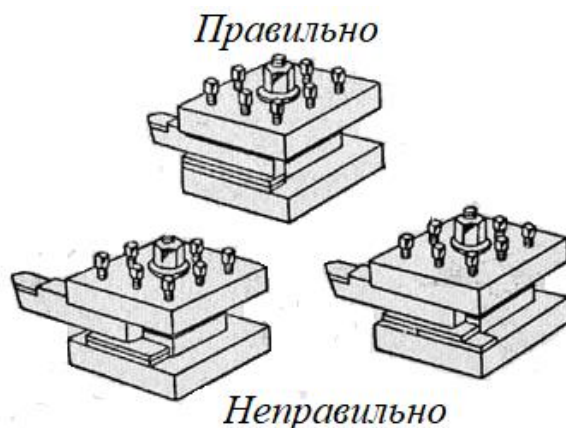


Рисунок 30 – Установка резца при помощи подкладок

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

Дальнейшая регулировка резца на необходимую глубину может быть произведена двумя путями: методом пробных стружек или с лимбом поперечной подачи. Выбирая первую технологию, резец подводят вплотную до первого касания к поверхности вращающейся детали. После чего он отводится вправо и далее глубина резания устанавливается уже глаз. Если диаметр проточки детали после этого вышел больше необходимого, всё повторяется с новой глубиной резания до получения требуемого результата.

2.6. Настройка станка

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.

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.

При обработке на токарном станке лавное движение (вращательное) совершает заготовка (рис. 31), а движение подачи (поступательное) – резец. В результате этих движений резец снимает с обрабатываемой детали припуск на обработку и придает ей необходимую форму, размеры и шероховатость поверхности.

Обрабатываемой поверхностью (рис. 28) называется поверхность детали, с которой снимается слой металла (стружка).

Обработанной поверхностью (рис. 31) называется поверхность, которая получается после снятия слоя металла.

Поверхностью резания (рис. 31) называется поверхность, образуемая на обрабатываемой детали непосредственно лавной режущей кромкой резца.

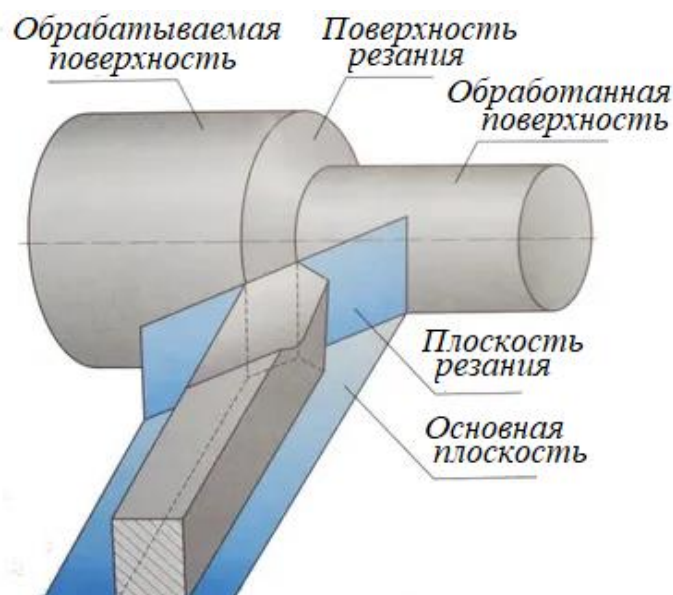


Рисунок 31 – Основные поверхности при точении

Настройка станка — это установка необходимой частоты вращения шпинделя и скорости перемещения суппорта (подачи). Для каждого конкретного способа обработки устанавливают наиболее выгодные параметры режима резания: скорость резания, глубину резания и подачу.

Станок 16К20 настраивают при помощи рукояток 5, 6, 7 (рис. 15) по таблицам, которые прикреплены к станку, и 25.

2.7. Элементы режима резания

Скорость резания (V м/мин) — это путь, который проходят наиболее удаленные от центра точки обрабатываемой заготовки за единицу времени при ее вращении.

Глубина резания (t , мм) при наружном точении — это толщина слоя металла, которая срезается за один рабочий ход резца:

$$t = (D - d) / 2, \text{ мм} \quad (1)$$

где D — диаметр обрабатываемой поверхности, мм;

d — диаметр обработанной поверхности, мм.

Подача (S , мм/об) — это величина перемещения режущей кромки резца в направлении движения резца за один оборот заготовки (рис.32).

В зависимости от направления перемещения резца 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).

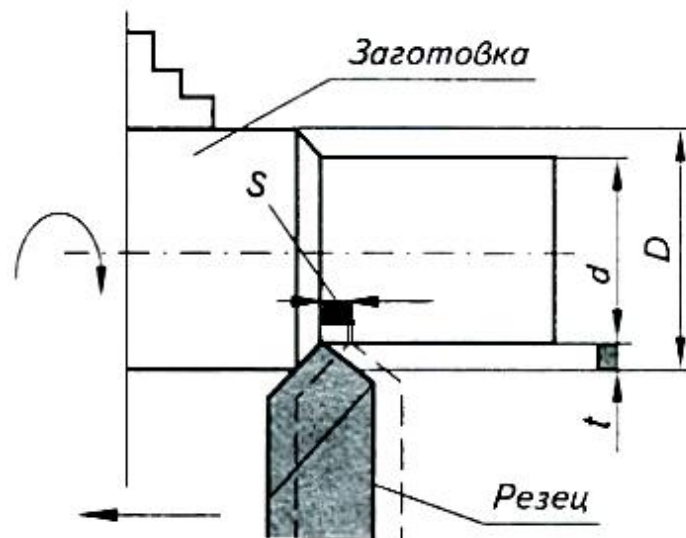


Рисунок 32 – Глубина резания и подача при наружном точении

В зависимости от направления перемещения резца 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).

Ширина среза (b , мм) – расстояние между обрабатываемой (D) и обработанной поверхностями (d), измеренное по поверхности резания (рис. 33).

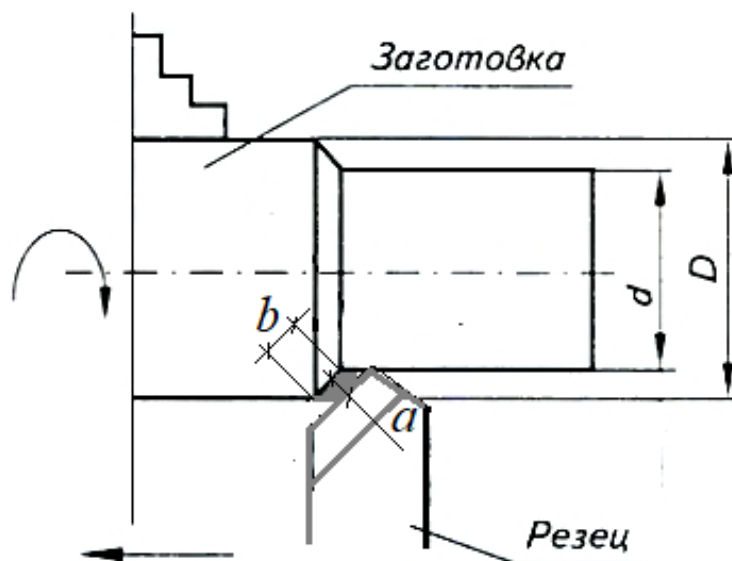


Рисунок 33 – Ширина и толщина среза при наружном точении

Толщиной среза (a , мм) называют расстояние между двумя последовательными положениями режущей кромки резца за один оборот заготовки, измеряемое перпендикулярно к ширине среза.

Площадь поперечного сечения среза (f , мм²) – произведение ширины среза на толщину среза или глубины резания на подачу.

Формы поперечного сечения среза при продольном точении приведены на рисунке 34.

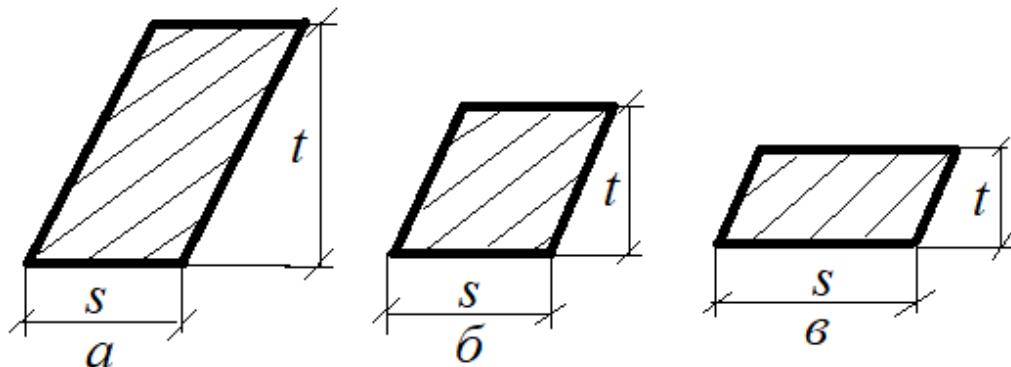


Рисунок 34 – Формы поперечного сечения среза при продольном точении:
 a – прямой срез; $б$ – равнобокий срез; $в$ – обратный срез.

2.8. Токарные резцы

2.8.1. Материалы, применяемые для изготовления резцов

Материал режущего инструмента должен обладать **теплостойкостью, износостойкостью, теплопроводностью и адгезионной способностью**.

Теплостойкость определяется температурой, выше которой снижается твердость и возрастает износ.

Износостойкость характеризуется сопротивляемостью инструмента истиранию под действием сил трения, возникающих в процессах резания.

Теплопроводность инструмента определяется способностью его отводить возникающее в процессах резания тепло от режущих граней инструмента. Чем выше теплопроводность, тем лучше отводится тепло от режущих кромок, благодаря чему повышается стойкость инструмента.

Адгезионная способность инструментального и обрабатываемого материала характеризуется температурой, при которой происходит налипание обрабатываемого материала на режущие грани инструмента. Она зависит от молекулярных сил, развивающихся при высоких температурах и давлениях в точках контакта режущего инструмента с обрабатываемой поверхностью. Чем выше температура налипания обрабатываемого материала на инструмент, тем каче-

ственным должен быть материал, из которого инструмент изготовлен.

Режущий инструмент изготавливают из **инструментальных и быстрорежущих сталей, твердых сплавов, минералокерамических и синтетических материалов.**

Инструментальные стали делят на:

- углеродистые;
- легированные;
- быстрорежущие.

Для изготовления режущего инструмента применяют **углеродистые стали** марки У10А, У11А, У12А и У13А. Буква У означает, что сталь углеродистая инструментальная. Число после буквы указывает, сколько примерно углерода в десятых долях процента содержится в данной стали. Если в конце названия марки стали есть буква А, то это говорит о том, что сталь относится к группе высококачественных (У10А; У12А). Твердость инструмента из этих сталей составляет HRC 60-64. Однако при нагреве до температуры выше 220-250°C твердость инструмента резко снижается. Поэтому в настоящее время на токарных станках такой инструмент используется только на работах, связанных с невысокими скоростями резания (некоторые типы метчиков, зенкеров и разверток).

Легированные инструментальные стали – это такие, в состав которых с целью повышения физико-механических свойств вводятся специальные примеси (легирующие элементы – хрома, молибдена, вольфрама, ванадия, титана и марганца). Они повышают твердость инструментальной стали, образуя карбиды, обладающие высокой твердостью (особенно карбиды вольфрама и ванадия). Инструмент имеет твердость HRC 62-64 и сохраняет ее при нагреве до температуры 250-300°C. Зенкера, развертки, метчики, протяжки изготавливают из сталей марок 9ХС, ХВГ и ХВ5.

Быстрорежущие инструментальные стали – это легированные стали со значительным содержанием вольфрама, кобальта, ванадия и молибдена. Они имеют твердость HRC 62-64 при нагреве до температуры 600°, а некоторые марки комплексно легированных сталей сохраняют свою твердость даже при нагреве до температуры 700-720°C. Эти качества быстрорежущих сталей позволяют увеличивать в процессе обработки скорости резания в два-три раза по сравнению с инструментом, изготовленным из углеродистой и обычной легированной инструментальной стали. Все марки быст-

порежущей стали обозначаются буквой Р (Р9, Р12, Р18), число, поставленное после буквы Р, показывает среднее процентное содержание вольфрама в этой стали. Широкое применение имеют быстрорежущие стали, содержащие 3-5% молибдена (Р6М3, Р6М5). Эти стали по прочности превосходят сталь Р18, хотя имеют несколько меньшую теплостойкость. Их обычно применяют для инструментов, работающих в условиях тяжелых силовых режимов.

При обработке легированных, жаропрочных и нержавеющей сталей эффективно применение быстрорежущих сталей повышенной производительности, в состав которых входит ванадий и кобальт (Р10КФ5, Р18К5Ф2), или комплекснолегированных сталей (марки Р18МЗК25, Р18М7К25 и Р10М5К25). При наличии в стали 10% и более кобальта твердость ее после термообработки составляет 67-68 и сохраняется до температуры нагрева 640-720°C.

Быстрорежущие инструментальные стали применяются для изготовления резцов, сверл, зенкеров, разверток, метчиков, плашек и другого инструмента.

Твердые сплавы состоят из карбидов тугоплавких металлов, которые равномерно распределены в кобальтовой связке. Их изготавливают методом прессования и спекания. Твердые сплавы имеют высокие показатели плотности и твердости, которая не снижается даже при нагреве до 800–900°C. По составу твердые сплавы разделяются на три группы:

- вольфрамовые;
- титановольфрамовые;
- титанотанталовольфрамовые.

Основными марками **твердого сплава вольфрамовой группы**, применяемыми для изготовления режущего инструмента являются ВК3, ВК3М, ВК4, ВК4М, ВК6 ВК6М ВК6В, ВК8, ВК8В, ВК10. В обозначении марки твердого сплава этой группы буква В обозначает группу, буква К и число, следующее за ней – процентное содержание кобальта, являющегося связывающим металлом. Буква М обозначает, что структура сплава мелкозернистая, а буква В – что она крупнозернистая.

Твердые сплавы титановольфрамовой группы состоят из зерен твердого раствора карбида вольфрама в карбиде титана, избыточных зерен карбида вольфрама и кобальта, являющегося связкой. Основными марками сплава этой группы являются Т5К10, Т5К12, Т14К8, Т15К6. В обозначении сплавов этой группы число после

буквы Т показывает процентное содержание карбида титана, а число после буквы К – содержание кобальта в процентах. Остальное в сплаве – карбиды вольфрама.

Твердые сплавы титанотанталовольфрамовой группы состоят из зерен карбидов титана, тантала, вольфрама и связки, в качестве которой также использован кобальт. Марками этой группы сплавов являются ТТ7К12, ТТ8К6, ТТ10К8Б и ТТ20К9. В обозначении этой группы сплавов число после букв ТТ показывает содержание карбидов титана и тантала, а число после буквы К – содержание кобальта в процентах.

В зависимости от содержания карбида вольфрама, карбида титана, карбида тантала и кобальта твердые сплавы имеют различные свойства. Чем больше кобальта, тем сплав более вязок и лучше сопротивляется ударной нагрузке. Поэтому для изготовления инструментов, которыми выполняют обдирочные работы, используют сплавы с большим содержанием кобальта. При обработке стали применяют твердые сплавы, содержащие карбид титана, так как на инструмент из этих сплавов стальная стружка меньше налипает.

Твердые сплавы группы ВК (вольфрамокобальтовые) рекомендуются для обработки хрупких материалов (чугун, бронза). Сплавы группы ТК (титановольфрамокобальтовые) рекомендуются для обработки вязких материалов (сталь, латунь). Сплавы титанотанталовольфрамовой группы применяются при неблагоприятных условиях работы инструмента с ударными нагрузками, при обработке стальных отливок и поковок.

Минералокерамические материалы для режущего инструмента изготавливают в виде пластинок из окиси алюминия Al_2O_3 (глинозема) методом прессования под большим давлением с последующим спеканием. Они имеют высокую твердость, температуростойкость (до $1200^{\circ}C$), износостойкость и достаточную прочность на сжатие. К недостаткам этих материалов относится большая хрупкость и малая ударная вязкость. Инструменты, оснащенные минералокерамикой, обычно используются при чистовой обработке при точении с постоянной нагрузкой и в случае отсутствия вибрации.

Синтетические материалы – синтетический (искусственный) алмаз и кубический нитрид бора.

Синтетический алмаз характеризуется высокими твердостью и износостойкостью, химически мало активен. Имеет небольшой

коэффициент трения и слабую склонность к налипанию стружек обрабатываемого материала. Недостатки алмаза его хрупкость и сравнительно низкая температуростойкость (750-850°). Алмазные резцы применяют для финишной обработки цветных металлов, сплавов и неметаллических материалов.

Кубический нитрид бора (КНБ) – синтетический сверхтвердый материал (эльбор, кубанит, гексанит) состоящий из соединений бора и азота. Твердость его несколько ниже твердости алмаза, но температуростойкость значительно выше (1200–1300°С). Он химически инертен к материалам, содержащим углерод, поэтому при обработке сталей и чугунов его износостойкость значительно выше износостойкости алмазов. Вставками из КНБ оснащаются токарные резцы для обработки закаленной стали и высокопрочных чугунов.

2.8.2. Классификация резцов

Токарные резцы классифицируются по многим признакам; способ изготовления, направление, материал, назначение, тип установки.

По способу изготовления:

- **цельные резцы** (рис. 35) полностью изготовлены из легированной, реже инструментальной стали. Используются редко ввиду дороговизны материала. Поэтому чаще к обычному резцу припаивают соответствующую пластинку;



Рисунок 35 – Цельные резцы

- **с напаянными пластинами из твердосплавного материала** (рис. 36) на рабочую головку, за счет которой происходит резка

металла. Состав сплава отличается в зависимости от назначения резца.



Рисунок 36 – Резцы с напаянными пластинками твердого сплава

Сборные резцы (рис. 37) считаются универсальными, на них можно устанавливать пластину из любого сплава и разного профиля (в зависимости от вида работы). Их можно использовать в качестве проходного, подрезного, упорного резца. Съемная пластина имеет форму треугольника, квадрата или многогранника (рис. 38). Не подлежит заточке. Когда все углы пластины износились либо сломались, ее выбрасывают.



Рисунок 37 – Сборные резцы



Рисунок 38 – Твердосплавные пластины для сборных резцов

По направлению движения:

Левые резцы (рис. 39) применяют при движении слева направо. Режущая кромка расположена с правой стороны. Применяются редко.

Правые резцы (рис. 36) применяют, когда подача осуществляется справа налево. Главная режущая кромка находится с левой стороны.

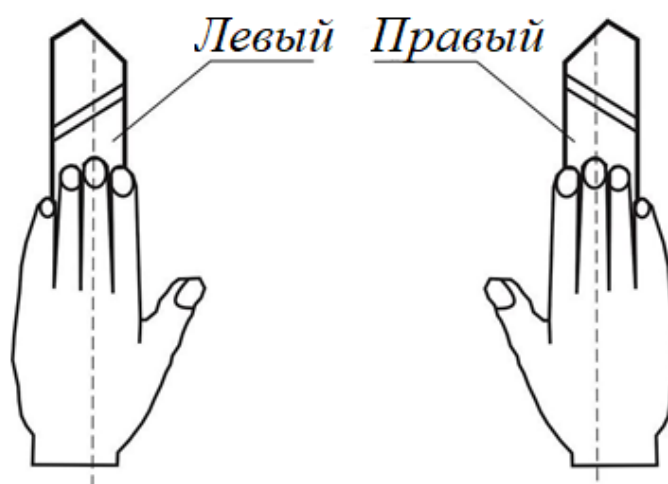


Рисунок 39 – Резец левый и правый

По типу работ. На токарных станках выполняются три вида работ. Черновая обработка подразумевает быстрое снятие стружки с остатком припусков для последующих операций. Получистовая обеспечивает поверхность среднего качества, для некоторых дета-

лей этого достаточно. Чистовая обработка заключается в доводке детали до нужного класса чистоты.

Для черновых работ. При черновом обтачивании снимается крупная стружка. Работа осуществляется обычно на больших режимах. Резец для черновой обработки устойчив к высокой температуре и ударам. Режущая кромка должна тверже, чем обрабатываемая поверхность. Для черновой работы предусмотрены инструменты из твердосплавных материалов.

Для чистовых работ. Применяются для финишной обработки готовой детали. Работают на больших оборотах и маленькой подаче. Толщина снимаемой стружки не превышает 1-2 мм. За счет этого обеспечивается чистота обрабатываемой поверхности.

Для получистовых работ. Универсальные резцы из твердосплавных материалов или быстрорежущей стали используются для получения средней чистоты поверхности. Они часто имеют дополнительную режущую кромку для уменьшения шероховатости поверхности. А на передней поверхности вышлифовывается канавка шириной 8-10 мм для обламывания стружки.

По назначению:

Проходные резцы бывают *прямые* (рис. 40) и *отогнутые*. Прямой используется для обработки наружной поверхности. Конструкция инструмента позволяет аккуратно снимать фаску после окончания прохода.

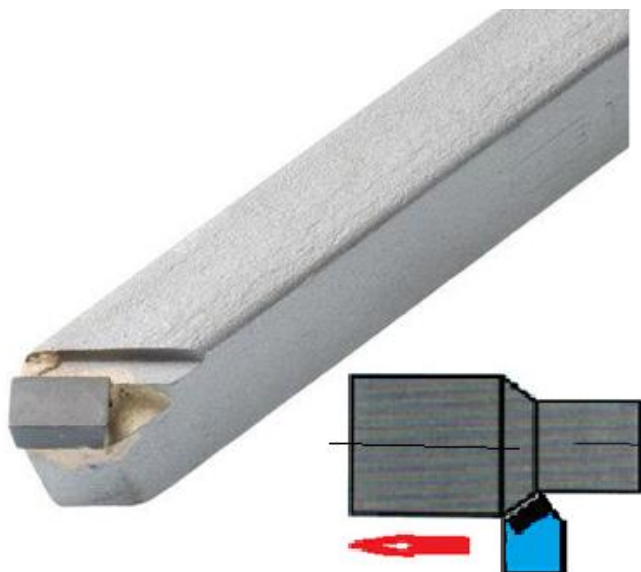


Рисунок 40 – Резец прямой проходной

Проходной отогнутый (рис. 41) — отличается повернутой вправо или влево рабочей частью. Используется для подрезки торца. Отогнутым резцом удобно снимать наружные и внутренние фаски.

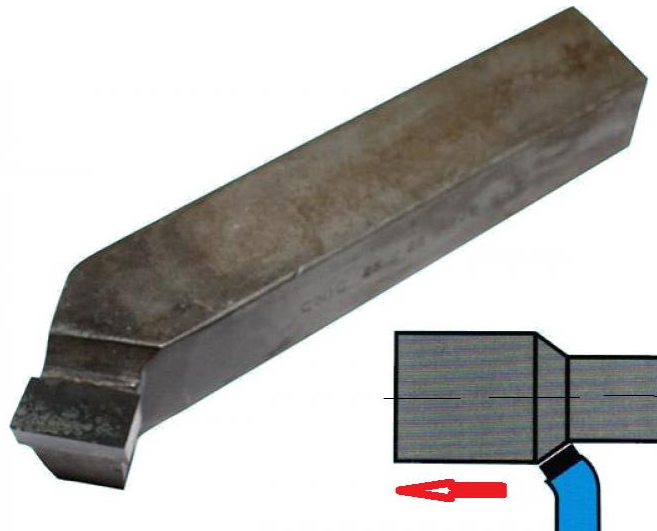


Рисунок 41 – Резец проходной отогнутый

Упорные резцы - самый распространенный тип для наружной обработки заготовки (рис.42). По назначению схож с проходным, но им неудобно снимать фаски. Конструкция рабочей головки позволяет снимать большую толщину металла за один проход.

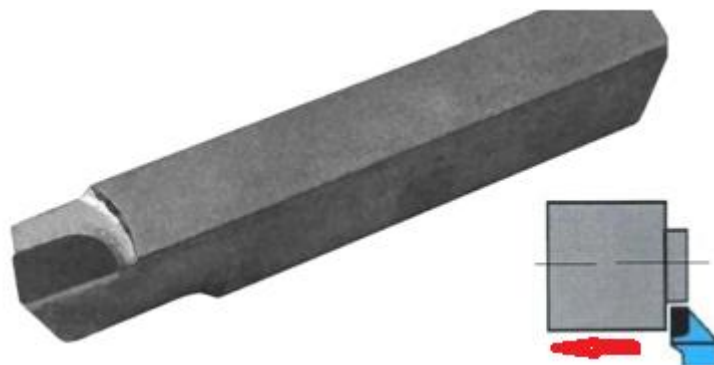


Рисунок 42 – Проходной упорный резец

Отрезные резцы (рис. 43). Главным отличием является тонкая удлиненная рабочая головка. Используется для отрезки деталей, иногда для прорезания наружной канавки.

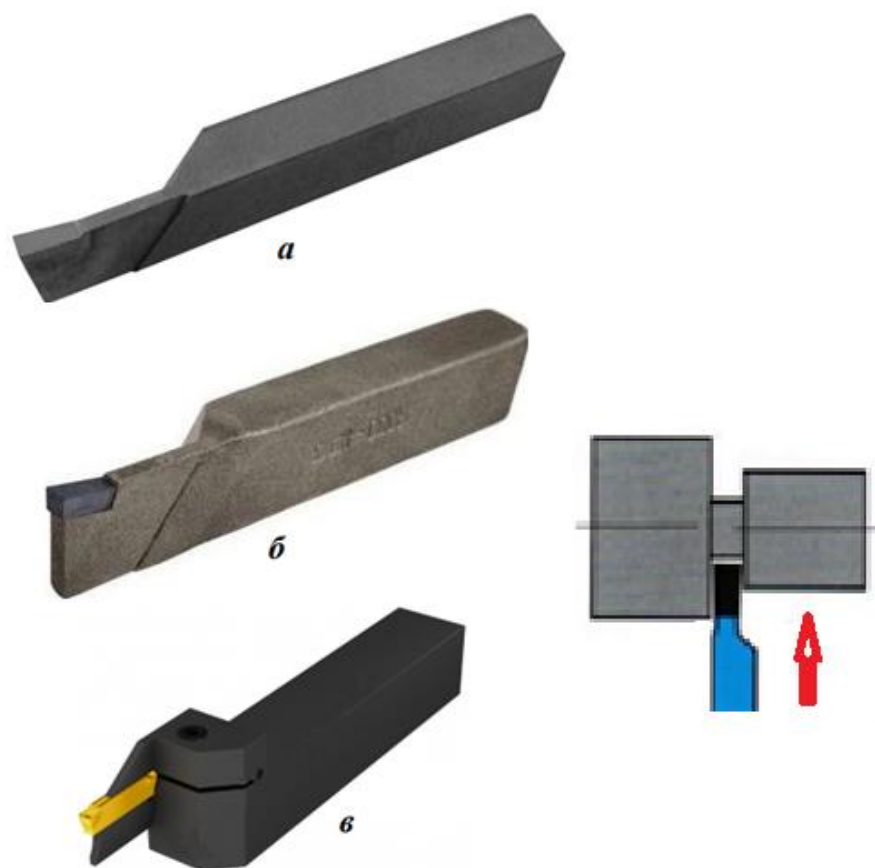


Рисунок 43 – Отрезные резцы:
а – цельный; б – с напаянной пластинкой твердого сплава; в – сборный

Расточные резцы предназначены для обработки внутренней поверхности детали после сверления. Бывают для расточки глухих и сквозных отверстий. Расточной резец для глухих отверстий (рис. 44) имеет треугольную форму. Длина державки у разных инструментов отличается. Она определяет максимальную глубину расточки.

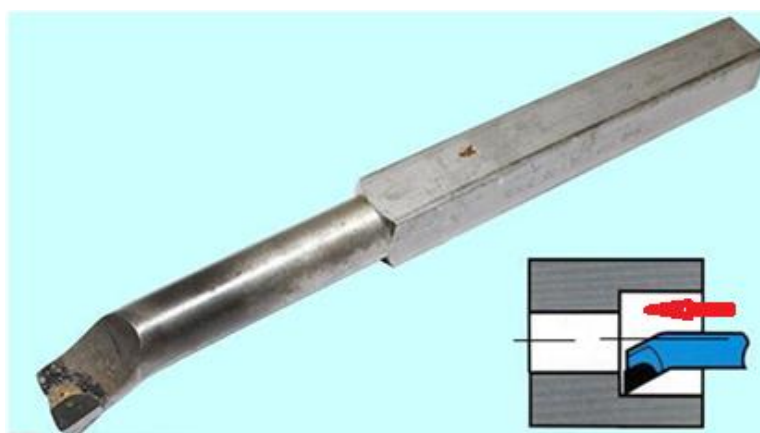


Рисунок 44– Расточной резец для глухих отверстий

У резцов для сквозных отверстий (рис. 45) рабочая часть немного отвернута, напоминает проходной отогнутый резец. Он легко заходит внутрь заготовки, и также покидает ее на выходе. Главное, чтобы хватило длины державки.

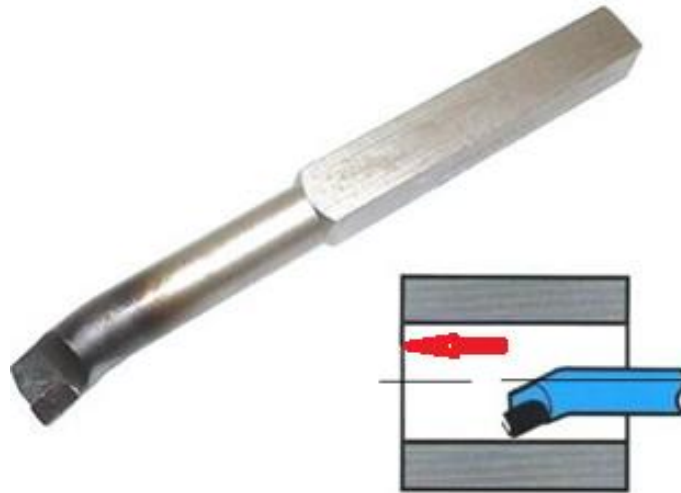


Рисунок 45 – Расточной резец для сквозных отверстий

Резьбовые резцы, профиль режущей кромки которых заточен под метрическую резьбу. Для нарезки других видов резьбы необходима самостоятельная заточка с использованием шаблонов. По назначению делятся для нарезания внешней (рис. 46) и внутренней резьбы (рис. 47). Наружный резец применяется для нарезки любого размера резьбы.

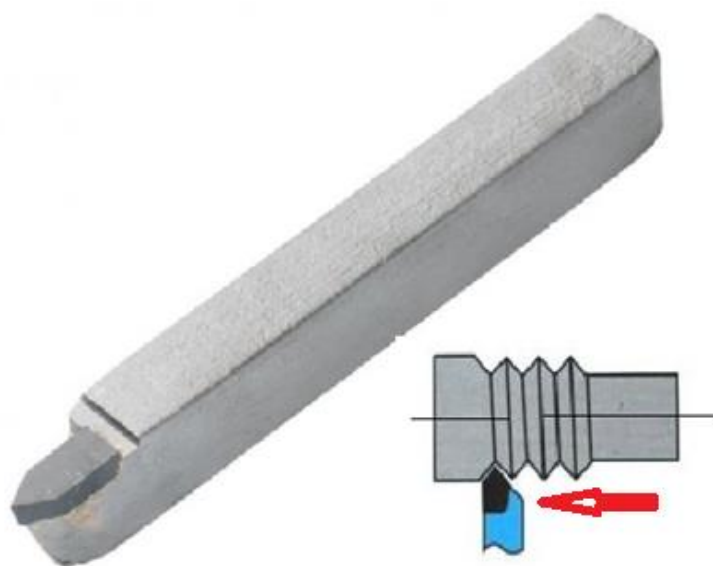


Рисунок 46 – Резец для нарезания наружной резьбы

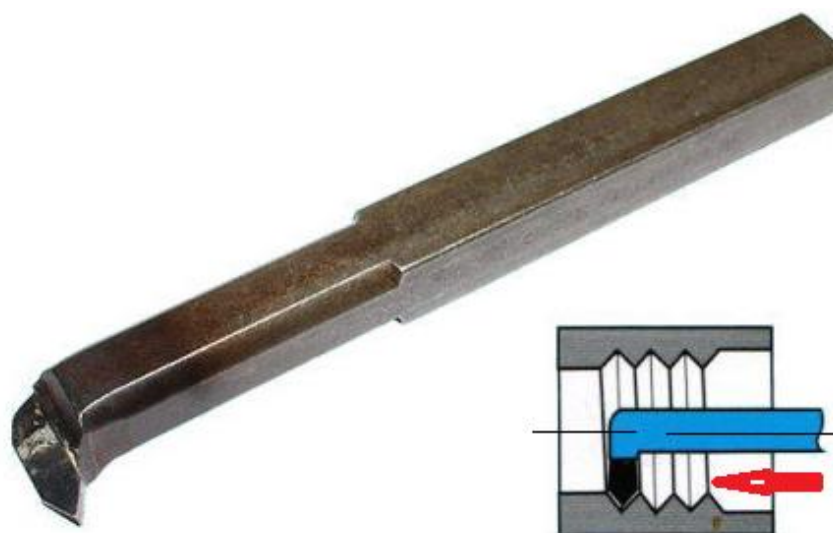


Рисунок 47 – Резец для нарезания внутренней резьбы

Внутренний резец может использоваться только для отверстий большого диаметра. С виду он напоминает расточной, только пластинка имеет форму копы.

Галтельные резцы (рис. 48) используются для проточки круглых канавок и переходных поверхностей многоступенчатых деталей. Имеют закругленную режущую кромку, что помогает добиться заданного радиуса.

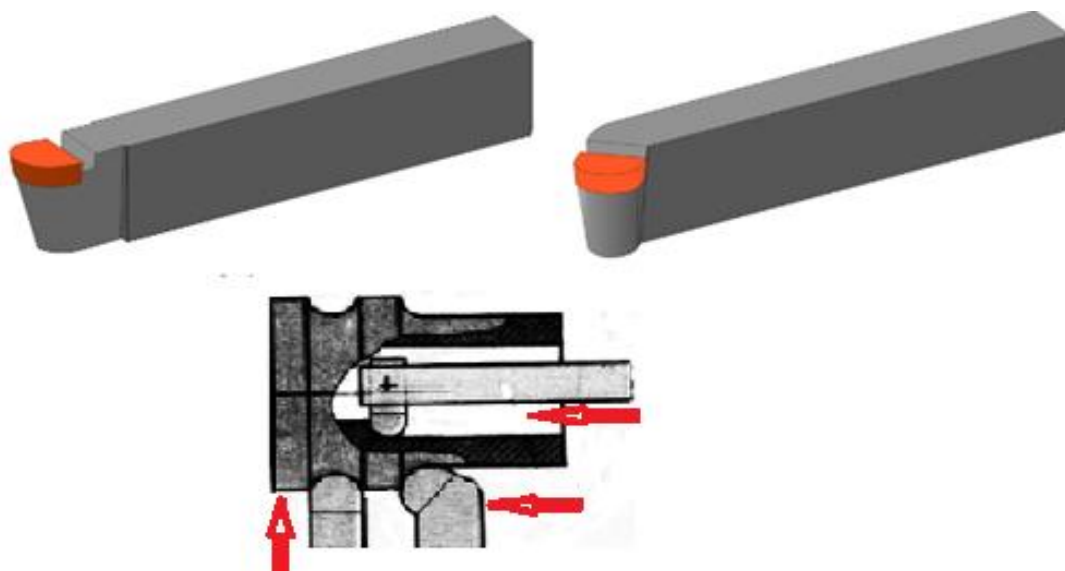


Рисунок 48 – Галтельные резцы

Подрезные резцы (рис. 49) внешне напоминают упорный резец. Но пластина имеет треугольную форму. Предназначены для подрезания торцов деталей с поперечной подачей.

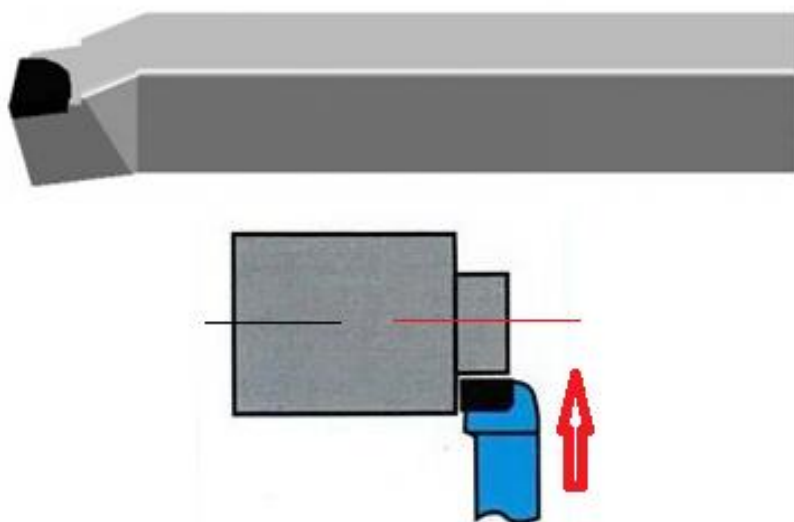


Рисунок 49 – Подрезной резец

Прорезные (канавочные) резцы (рис. 50) используются для прорезания наружных и внутренних канавок. Размер режущей кромки подбирается по ширине канавки. Головка инструмента расположена выше режущей кромки, что обеспечивает устойчивость к нагрузкам.

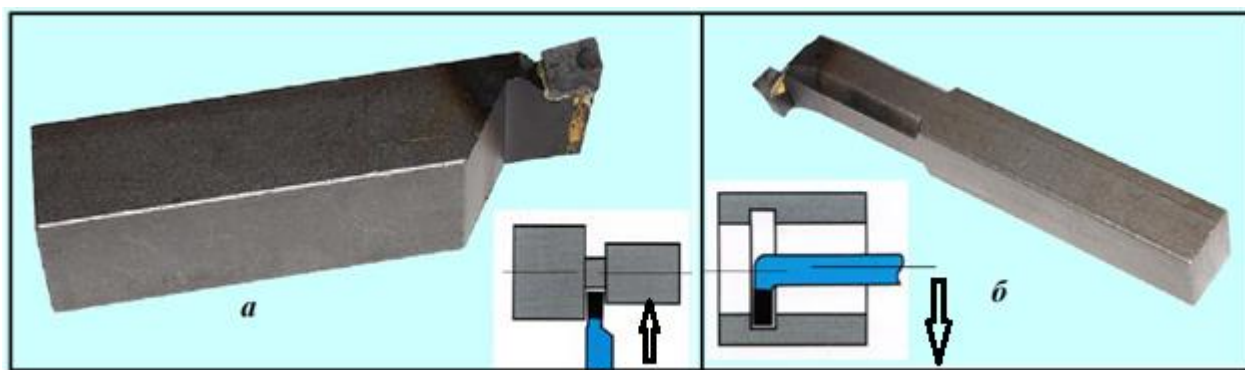


Рисунок 50 – Прорезные (канавочные) резцы:
а – для наружных канавок; б – для внутренних канавок.

Фасонные резцы (рис. 51) предназначены для точения сложных нестандартных поверхностей. имеют круглую или призматическую форму. Профиль режущей кромки полностью совпадает с профилем обрабатываемой поверхности (рис. 52). Чаще изготавливаются индивидуально под конкретную деталь. Фасонный резец обрабатывает готовую деталь за одну установку.

<https://youtu.be/wrK6yPDC554>

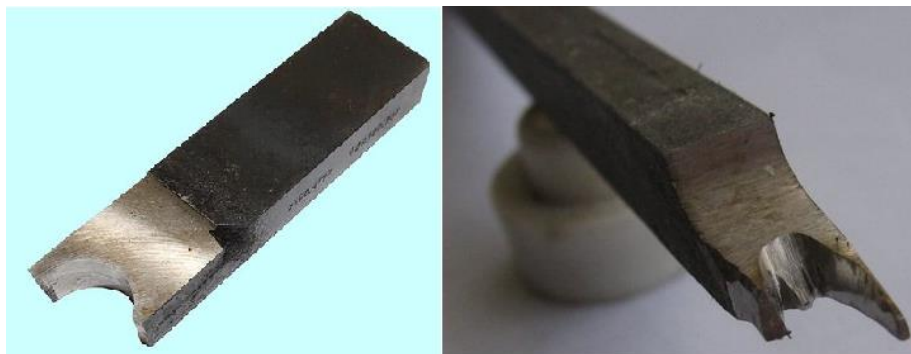


Рисунок 51 – Фасонные резцы

Виды фасонных резцов.

- **Стержневые резцы** (рис. 51, 52, а, б) – их используют для работы с короткими фасонными поверхностями. У данного типа весьма малая высота рабочей части, так что это становится причиной для наличия главного недостатка - малого количества переточек.

- **Призматические** (рис. 52, з) – с их помощью обрабатываются более сложные поверхности фасонного типа. Фасонный резец базируется и крепится при помощи специального держателя и крепления «Ласточкин хвост». Но с помощью данного инструмента невозможно обрабатывать внутренние фасонные поверхности.

- **Круглые** (рис. 52, в) – могут служить для работы как с наружными, так и внутренними поверхностями заготовки. Они являются весьма технологичными, так что по количеству переточек превосходят все остальные виды. Для их закрепления также требуется специальный резцедержатель, а базирование происходит по торцу и отверстию.

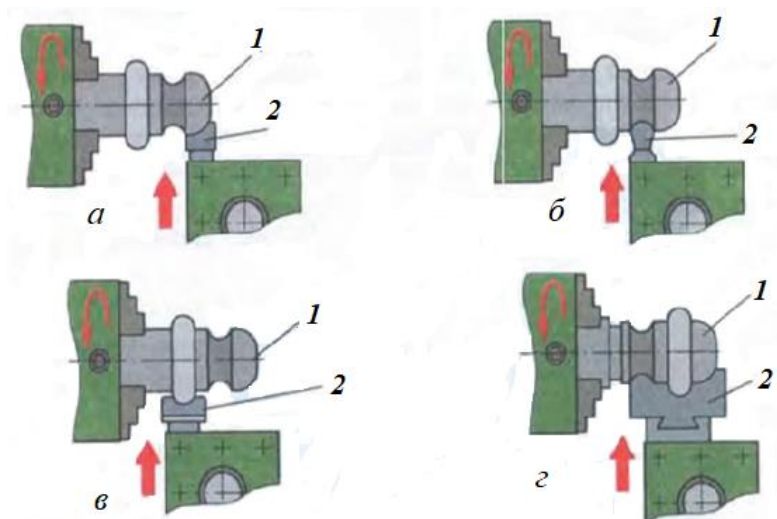


Рисунок 52 – Обработка фасонными резцами: 1 – деталь; 2 – фасонный резец.

2.8.3. Конструкция токарного резца

Токарный резец состоит из двух частей – головки и державки (рис. 53).

Головка резца – это режущая часть.

Державка (стержень) служит для закрепления резца в резцедержателе.

Передняя поверхность (грань) – поверхность головки резца, по которой в процессе резания сходит стружка.

Задняя грань – поверхность головки резца, которая обращена к заготовке, подлежащей обработке.

Главная задняя грань – это задняя грань головки, которая примыкает к главной режущей кромке.

Вспомогательная задняя грань – это соответственно задняя грань, примыкающая к вспомогательной кромке.

Режущая кромка – это линия, образованная пересечением передней и задних граней. Она может быть *главной* и *вспомогательной*, при этом главная будет выполнять основную часть технологической операции, связанной со снятием стружки.

Вершиной резца является точка, в которой пересекаются главная и вспомогательная режущие кромки. Вершина резца может быть закруглена.

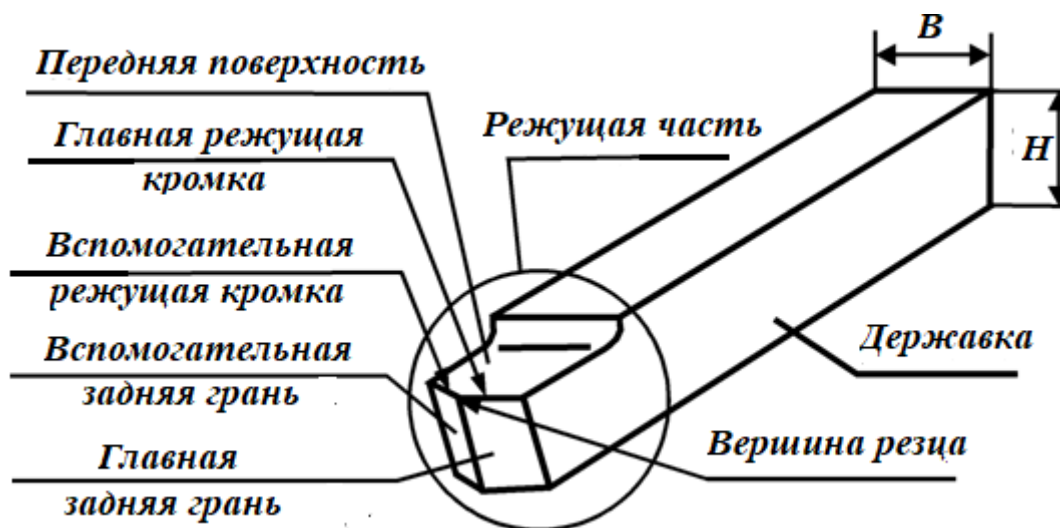


Рисунок 53 – Конструкция токарного резца

Геометрическая форма резца характеризуется его углами, которые могут быть, как главными, так и вспомогательными, а так же углами наклона главной режущей кромки и углами в плане (рис. 54, 55).

Передний угол γ – угол, который образуется между плоскостью, которая будет находиться перпендикулярно плоскости резания и передней гранью резца.

Главный задний угол α – угол, который образуется между плоскостью резания и главной задней гранью резца.

Угол резания δ – угол, который образуется между плоскостью резания и передней гранью резца.

Угол заострения β – угол, который образуется между главной задней и передней гранями.

Углы резца определяют в сечении главной секущей плоскостью.

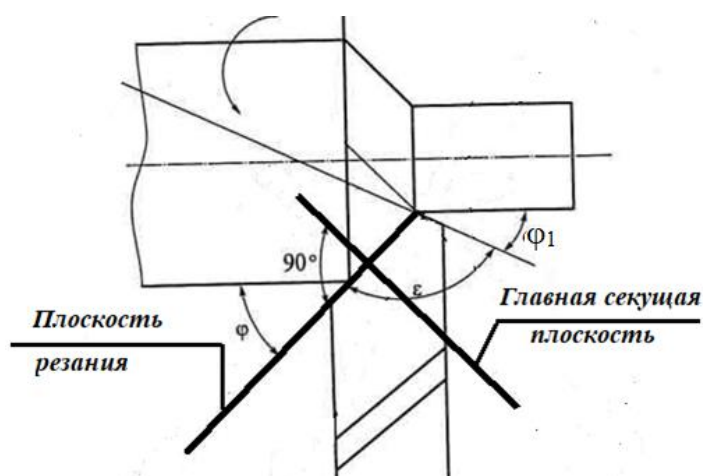


Рисунок 54 – Плоскости, в которых определяют углы резца

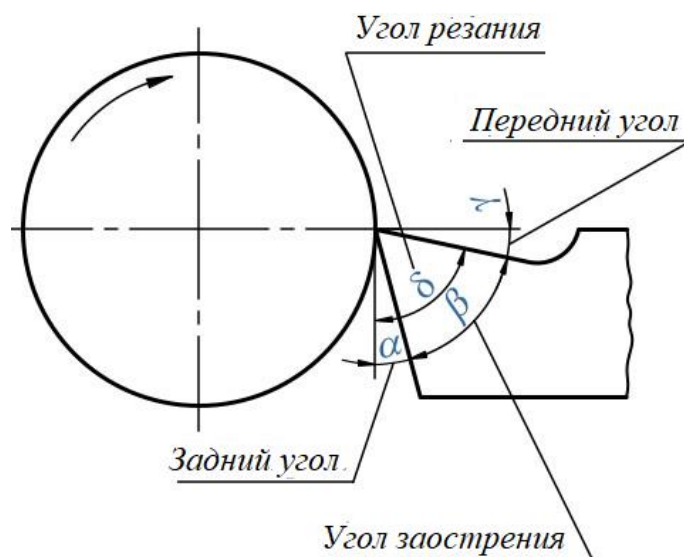


Рисунок 55 – Углы резца

Главный угол в плане ϕ (рис. 54) – называется угол, образованный между проекцией линии режущей кромки на основную плоскость и вектором направления подачи.

Вспомогательный угол в плане ϕ_1 (рис. 54) – называется угол, образованный между проекцией линии вспомогательной кромки на основную плоскость и вектором направления подачи.

Основной плоскостью называется плоскость, на которой лежит резец.

Углом наклона главной режущей кромки λ – называется угол, образованный режущей кромкой и условной линией, проходящей параллельно основной плоскости через вершину резца (рис. 56).

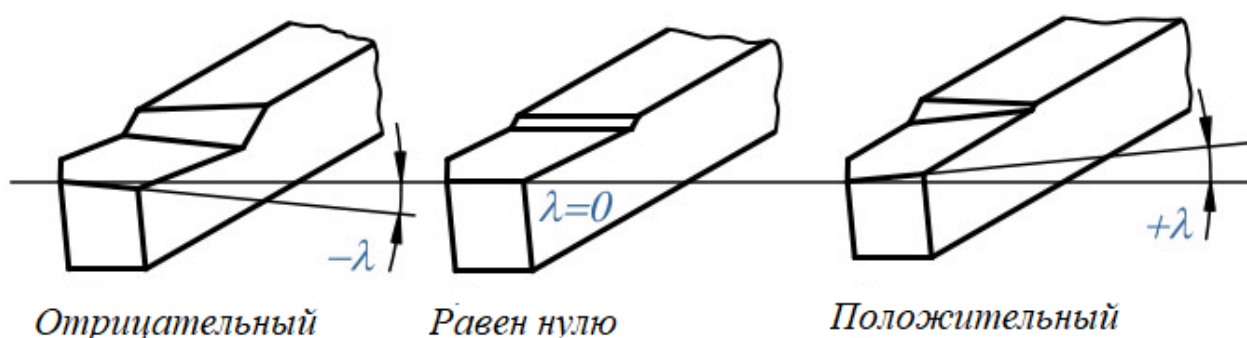


Рисунок 56 – Угол наклона главной режущей кромки

2.8.4. Заточка токарных резцов

Из всех технологических операций, производимых над заготовками из металла, обработка на токарных станках является наиболее распространенной. Именно поэтому заточка токарных резцов, предназначенных для работы по металлу, является очень важным процессом, выполнять который следует правильно.

Заточка токарного резца производится следующими методами:

- абразивным – при помощи шлифовальных кругов;
- механико-химическим – заключается в обработке металла определенными веществами;
- при помощи специализированного оборудования.

Заточить резец абразивным методом можно на заточных (рис. 57) или токарных станках. Ручной способ не отличается высоким качеством, поскольку трудно выдержать необходимые углы. Кроме того, при разогреве металлом утрачиваются первоначальные качества, из-за чего результат будет целиком зависеть от навыков и знаний мастера.



Рисунок 57 – Заточной станок, заточка резца

При затачивании резцы устанавливаются на подручниках 4 (рис. 58, б). Шлифовальный круг 2 должен быть огражден предохранительным кожухом 3. В первую очередь на точильном круге обрабатывают главную заднюю поверхность, затем заднюю вспомогательную, а в самую последнюю очередь точат переднюю. Последним этапом заточки является обработка вершины резца – придание ей требуемого радиуса закругления.

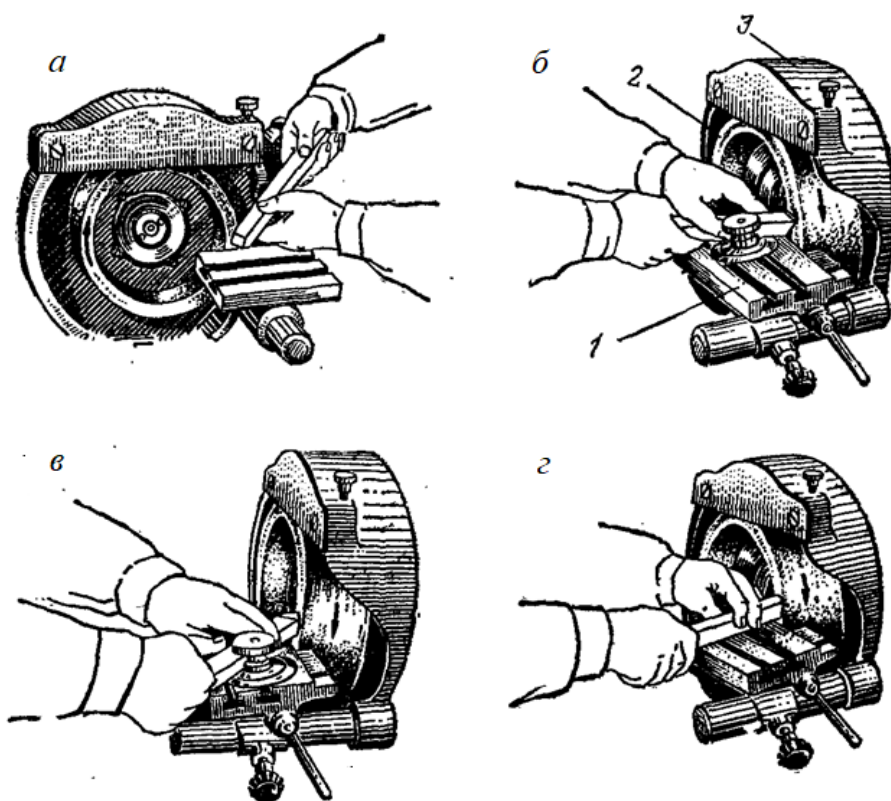


Рисунок 58 – Заточка поверхностей резца:

*а – главной задней поверхности; б – вспомогательной задней поверхности;
в – передней поверхности; г – радиуса закругления вершины резца*

Перед монтажом шлифовального круга на оборудование нужно проверить его цельность. В процессе работы шлифовальные круги иногда разламываются, нанося травмы операторам и смещая угол заточки.

Поверхность шлифовального круга должна быть ровной, поэтому ее правят карандашами из искусственных алмазов.

Для получения идеальной гладкой поверхности необходимо регулярное перемещение инструмента параллельно шлифовальной плоскости (рис. 59). Это способствует равномерному износу и долговечности шлифовального круга.

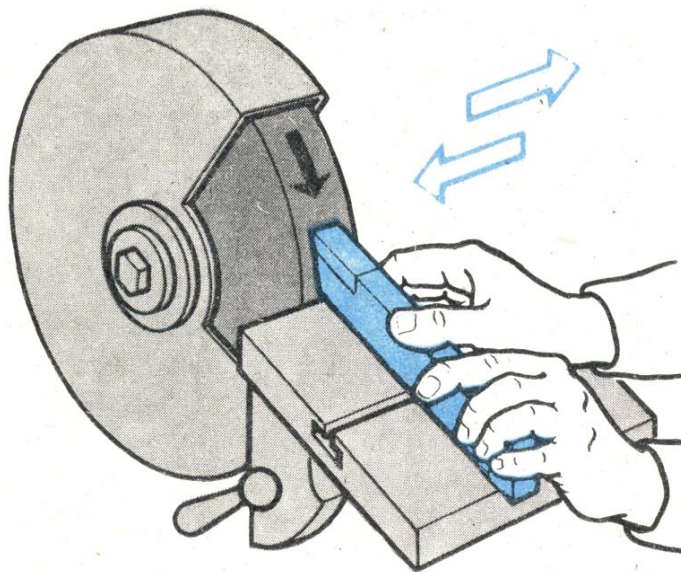


Рисунок 59 – Перемещение резца при заточке

Резцы из твердых сплавов обрабатываются кругами из зеленого карборунда. Первоначальные операции осуществляются с применением кругов, зернистостью от 36 до 46, а заключительные – от 60 до 80. Резцы из быстрорежущей стали затачивают кругами из электрокорунда средней твердости зернистостью от 25 до 40.

Чтобы не перегревать резец при заточке, не следует сильно прижимать резец к кругу.

Заточку токарных резцов по металлу нужно выполнять с охлаждением для снижения температуры их нагрева, чтобы не происходило растрескивание его режущей части. Если заточка выполняется с охлаждением, то холодную воду следует равномерно подавать в то место, где токарный резец соприкасается с точильным кругом. Капельное охлаждение или периодическое погружение резца в воду не допускается. Если непрерывное охлаждение обеспечить невозможно, следует перейти на сухую заточку.

После заточки режущие грани резца необходимо довести до требуемого состояния. Доводке подвергаются небольшие участки поверхностей резца (шириной до 4 мм), непосредственно прилегающие к режущим кромкам. Для доводки используют медные оселки и присадки, выбор которых зависит от материала режущей части резца. Для доводки резцов с твердосплавными пластинками на оселок наносят специальную пасту или карбид бора, смоченный керосином. Для доводки резцов из других материалов используют оселки небольшой абразивности, поверхность которых смачивают машинным маслом или керосином.

2.8.5. Контроль резца после заточки

После заточки токарного резца по металлу необходимо проверить правильность ее выполнения. Проще всего выполнить такую процедуру при помощи специального шаблона (рис. 60).

Углы резца после заточки контролируются также с помощью универсального угломера. При измерении резец устанавливают базовой поверхностью на плиту.

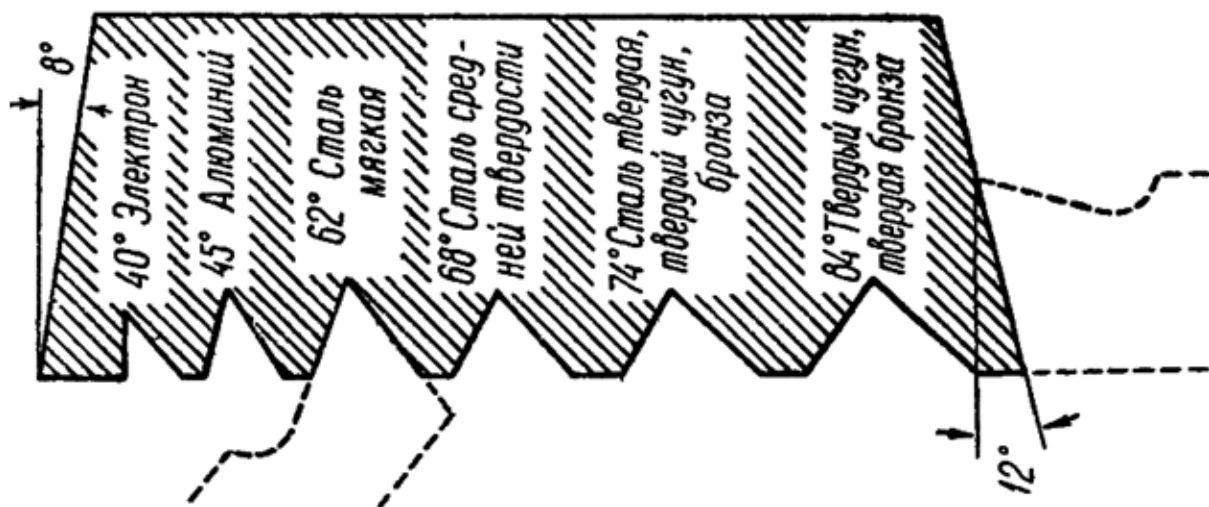


Рисунок 60 – Шаблон для проверки углов резца после заточки

Углы резца после заточки контролируются также с помощью универсального угломера. При измерении резец устанавливают базовой поверхностью на плиту.

Углы резца в плане можно определить с помощью универсальных угломеров 4УМ и 5УМ. Одна из линеек прикладывается к телу резца, а вторая – к главной или вспомогательной режущей

кромке. По шкале угломера отсчитывается величина главного угла в плане (рис. 61).

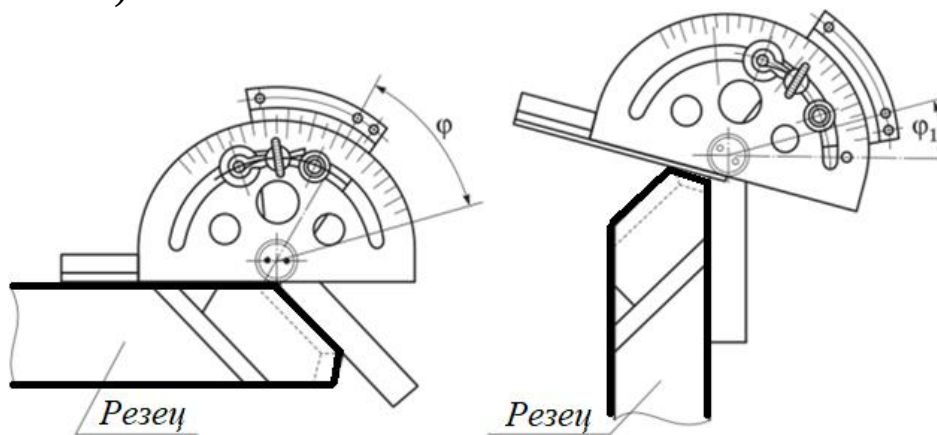


Рисунок 61 – Измерение главного угла в плане угломером 5 УМ

При использовании универсального угломера УН (рис. 62) измеряемая поверхность устанавливается между неподвижной линейкой 7 дуги 1 и подвижной лекальной линейкой 6 таким образом, чтобы был необходимый контакт (без просвета или с видимым равномерным просветом).

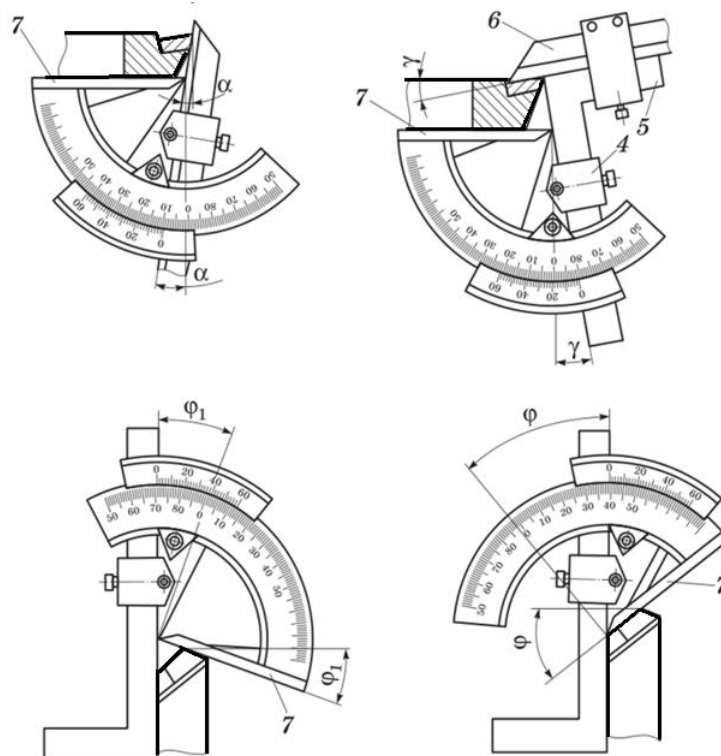


Рисунок. 62 – Контроль углов резца с помощью угломера УН:
 1 – подвижная дуга; 2 – градусная шкала; 3 – сектор с нониусом;
 4 – державка; 5 – угольник; 6 – подвижная лекальная линейка;
 7 – неподвижная линейка

При использовании маятникового угломера 3 УРИ (рис. 63) ребро измерительной линейки угломера прикладывают к поверхности, определяющей измеряемый угол, и нажимают на кнопку тормоза. После прекращения колебаний стрелки кнопку отпускают и отсчитывают по шкале показания углов α , γ , φ и λ .

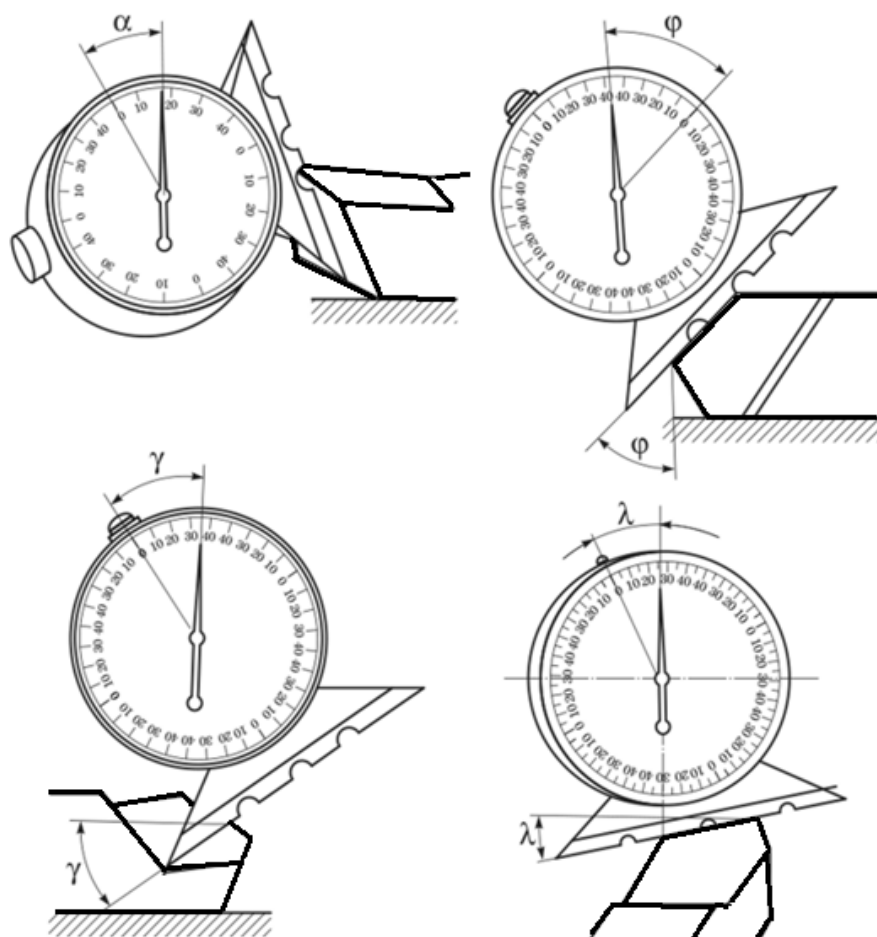


Рисунок 63 – Измерение углов резца маятниковым угломером 3 УРИ

2.9. Процесс образования стружки

Процесс резания (стружкообразования) является сложным физическим процессом, сопровождающимся большим тепловыделением, деформацией металла, износом режущего инструмента и наростообразованием на поверхности инструмента. Знание закономерностей процесса резания и сопровождающих его явлений позволяет рационально управлять этим процессом и изготавливать детали более качественно, производительно и экономично.

Заготовка и резец закреплены на станке. Резец, установленный на некоторую глубину резания, перемещается под действием силы, передаваемой станком.

При резании пластичных материалов различают следующие фазы образования элемента стружки (по И. А. Тиме). Головка резца представляет собой клин. В начале резания происходит соприкосновение резца с обрабатываемой заготовкой (рис. 64, а).

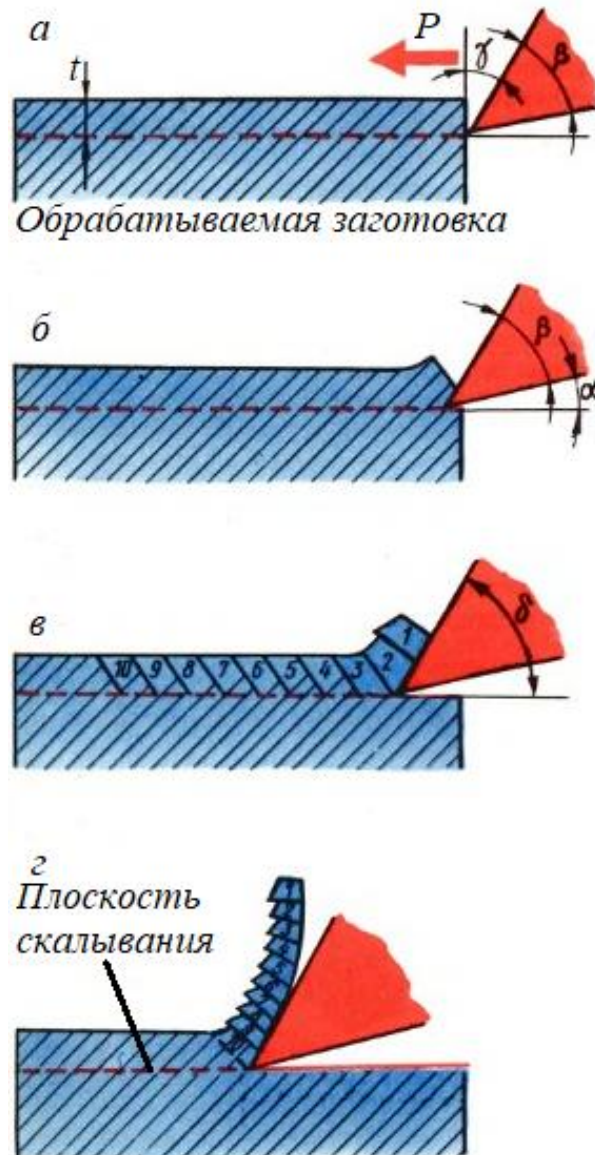


Рисунок 64 – Процесс стружкообразования

Затем резец своей вершиной вдавливаются в материал (рис. 64, б), который претерпевает деформацию сдвига. Дальнейшее внедрение резца преодолевает силы сцепления между отделяемым слоем и основным материалом и приводит к скалыванию (или сдвигу) первого элемента стружки (рис. 64, в). Затем резец, продолжая движение, отделяет от основной массы материала последующие элементы

стружки (второй, третий и т. д.). Цифрами 1, 2, 3, ..., 10 (рис. 64, в, г) показаны последовательно образуемые элементы стружки.

При резании различных материалов образуются следующие стружки (рис. 65): сливные (непрерывные), скалывания (элементные) и надлома.

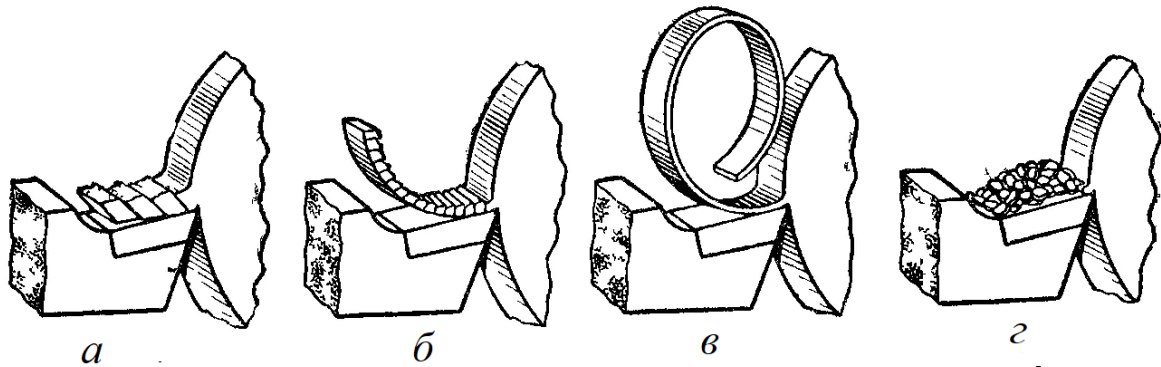


Рисунок 65 – Виды стружек:

а – элементная; б – ступенчатая; в – сливная; г – надлома

Стружка скалывания (рис. 65, а, б) – состоит из отдельных элементов, связанных друг с другом и имеет пилообразную поверхность. Такая стружка образуется при обработке твердой стали и некоторых видов латуни с малыми скоростями резания и большими подачами. С изменением условий резания стружка скалывания может перейти в сливную и наоборот.

Сливная стружка (рис. 65, в) – образуется при резании пластических металлов (например, мягкой стали, латуни) с высокими скоростями резания и малыми подачами при температуре 400–500°C. Образованию сливной стружки способствуют уменьшение угла резания (при оптимальном значении переднего угла) и высокое качество смазочно-охлаждающей жидкости.

Стружка надлома (рис. 65, г) – образуется при резании малопластичных материалов (чугуна, бронзы) и состоит из отдельных кусочков.

Режущий инструмент деформирует не только срезаемый слой, но и поверхностный слой обрабатываемой детали. Деформация поверхностного слоя металла зависит от различных факторов и ее глубина составляет от сотых долей миллиметра до нескольких миллиметров. Под действием деформации поверхностный слой металла упрочняется, увеличивается его твердость и уменьшается пластичность, т. е. происходит так называемый наклеп обрабатываемой поверхности. Чем мягче и пластичнее обрабатываемый металл, тем

интенсивней процесс образования наклепа. Чугуны обладают значительно меньшей способностью к упрочнению, чем стали. Глубина и степень упрочнения при наклепе увеличиваются с увеличением подачи и глубины резания и уменьшаются с увеличением скорости резания. При работе плохо заточенным инструментом глубина наклепа примерно в 2-3 раза больше, чем при работе остро заточенным инструментом. Применение смазочно-охлаждающей жидкости значительно уменьшает глубину и степень упрочнения поверхностного слоя.

2.10. Смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ)

Выполняя токарные работы на станке, необходимо обязательно использовать смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). Применение таких технических жидкостей (их состав может варьироваться) позволяет решить одновременно несколько важных задач:

- охлаждение резца, активно нагревающегося в процессе выполнения обработки (соответственно, продление срока его эксплуатации);
- улучшение чистоты обработки поверхности заготовки;
- повышение производительности процесса резания металла.

Все виды СОЖ, применяемых для токарных работ на станке, подразделяются на две большие категории.

СОЖ на основе воды отличаются хорошими охлаждающими характеристиками, они поглощают тепло, активно образующееся в процессе токарной обработки, и отводят его из зоны резания.

СОЖ на основе масла значительно хуже отводят тепло из области обработки, но обеспечивают отличное смазывание поверхностей заготовки и инструмента.

Среди наиболее распространенных СОЖ, которые используются при обработке металла на токарных станках, можно отметить следующие.

- Раствор кальцинированной технической соды (1,5%) в кипяченой воде. Такая жидкость используется при выполнении чернового обтачивания на токарном станке.
- Раствор, состоящий из кипяченой воды и тринатрийфосфата (1,5%), практически идентичный по своему охлаждающему действию жидкостям, содержащим кальцинированную соду.

- Водный раствор, содержащий 5-8% эмульсола Э-2 (Б) и 0,2% соды или тринатрийфосфата. С использованием такой СОЖ на токарном станке выполняется чистовое точение.

- Жидкость на основе масла, в которой содержится 70% индустриального масла 20, 15% льняного масла 2-го сорта, 15% керосина. СОЖ такого состава используется в тех случаях, когда нарезают высокоточную резьбу и обрабатывают заготовки дорогостоящими резцами фасонного типа.

- Сульфофрезол – маслянистая СОЖ, активированная серой. Используется такая смазочно-охлаждающая жидкость при выполнении точения с небольшим сечением среза. При выполнении черновых работ, характеризующихся активным и значительным нагревом инструмента и обрабатываемой заготовки, использование такой СОЖ может быть вредным для оператора станка, так как она выделяет летучие сернистые соединения.

- Чистый керосин – применяется, когда на токарном станке необходимо обработать заготовки, выполненные из алюминия и его сплавов, а также при финишной обработке с использованием колеблющихся абразивных брусков.

Важно направлять поток СОЖ в то место, в котором образуется максимальное количество тепла рис. 66). При токарной обработке – это участок, на котором стружка отделяется от обрабатываемой детали.

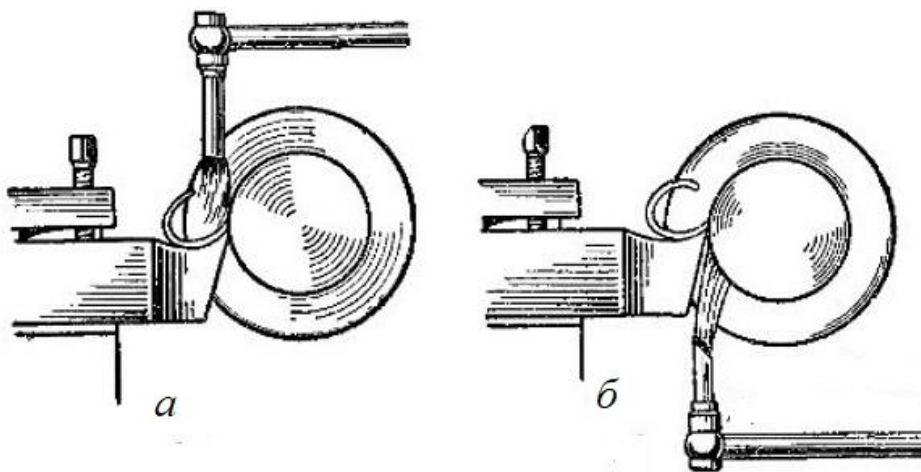


Рисунок 66 – Охлаждение резца СОЖ:

а – сверху на участок образования стружки; б – снизу тонкой струей под давлением со стороны задней поверхности резца

2.11. Виды обработок поверхностей заготовок на токарных станках

2.11.1 Продольное точение цилиндрических поверхностей

Для продольного точения (с продольной подачей) наружных цилиндрических поверхностей применяют проходные резцы прямые (рис. 57, *а*), отогнутые (рис. 67, *б*) и упорные (рис. 67, *в*). Отогнутые резцы удобны при обтачивании поверхностей заготовок, находящихся около кулачков патрона. Упорные резцы позволяют получить на заготовке уступ 90° .

Цилиндрические поверхности обычно обтачивают в два прохода: сначала начерно снимают большую часть припуска (2-5 мм на сторону), затем начисто оставшуюся часть припуска (0,5-1,0 мм на сторону).

2.11.1. Поперечное точение цилиндрических деталей

К поперечному точению (с поперечной подачей) относят подрезание торцов подрезными резцами (рис. 67, *г*), отрезание детали отрезными резцами (рис. 67, *д*), прорезание канавок канавочными резцами и фасонное точение фасонными резцами (рис. 56, *е*). Схема прорезания канавок аналогична отрезанию детали, только длина режущей кромки резца соответствует ширине обрабатываемой канавки.

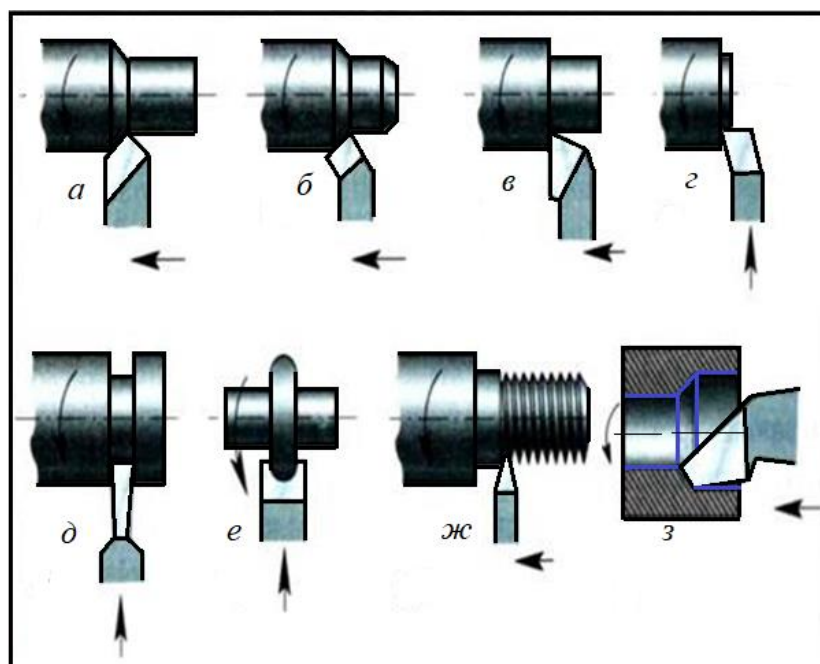


Рисунок 67 – Виды обтачивания поверхностей цилиндрических деталей

2.11.2. Нарезание наружной резьбы резцом

На токарно-винторезных станках (рис. 67, ж) резьбу нарезают резцами за несколько проходов. После каждого прохода резец отводят в исходное положение. По нониусу ходового винта поперечного движения подачи суппорта устанавливают требуемую глубину резания и повторяют проход. При нарезании резьбы с шагом до 2 мм подача составляет 0,05...0,2 мм на один проход.

2.11.3. Растачивание отверстий

Растачивание (рис. 67, з) применяют для обработки отверстий различных размеров и форм в полых заготовках с точностью до 9-го качества и шероховатостью до $Ra = 1$ мкм. Предварительно просверленные отверстия либо отверстия в заготовках, полученных литьем или ковкой (штамповкой), часто подвергают растачиванию с целью увеличения диаметра, обеспечения высокой точности размера и высокого класса шероховатости обработанной поверхности. Растачивание отверстий обеспечивает получение допуска на диаметр до 0,02 мм и 6-й класс шероховатости. Растачиванием можно исправить положение оси отверстия.

2.11.4. Обработка конических поверхностей

Обработка конических поверхностей ведется на токарных станках с применением следующих основных способов: поворотом верхней части суппорта (рис. 68), смещением корпуса задней бабки (рис. 69), широким резцом (рис. 70) и при помощи конусной линейки.

Способ поворота верхней части суппорта применяют для обработки коротких конических поверхностей с углом наклона $\alpha > 10^\circ$. Однако этот способ имеет и свой недостаток: применяется ручная подача. Верхний суппорт выставляют под углом α при помощи шкалы поворотного суппорта.

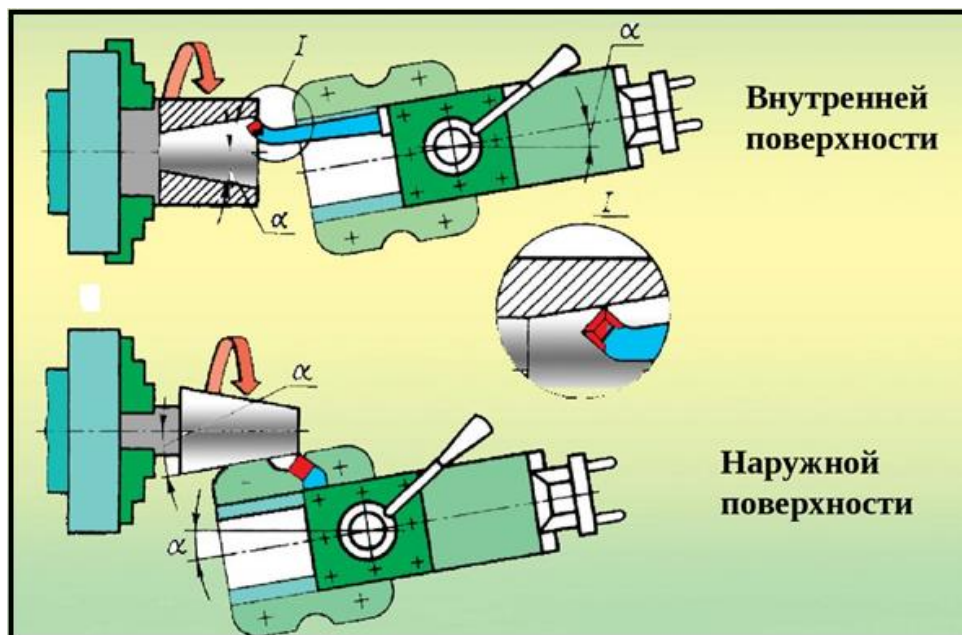


Рисунок 68 – Обработка конических поверхностей путем поворота верхней части суппорта

Способ обработки конической поверхности при смещении задней бабки имеет то преимущество, что тут можно применить механическую подачу и не нужны никакие дополнительные приспособления. Наряду с этим этот способ имеет недостатки: обрабатывать можно только детали с небольшой конусностью; точность обработки невелика; во время работы центровые отверстия перекашиваются и быстро теряют свою форму (поэтому рекомендуется применять центры с вершинами в форме шарика).

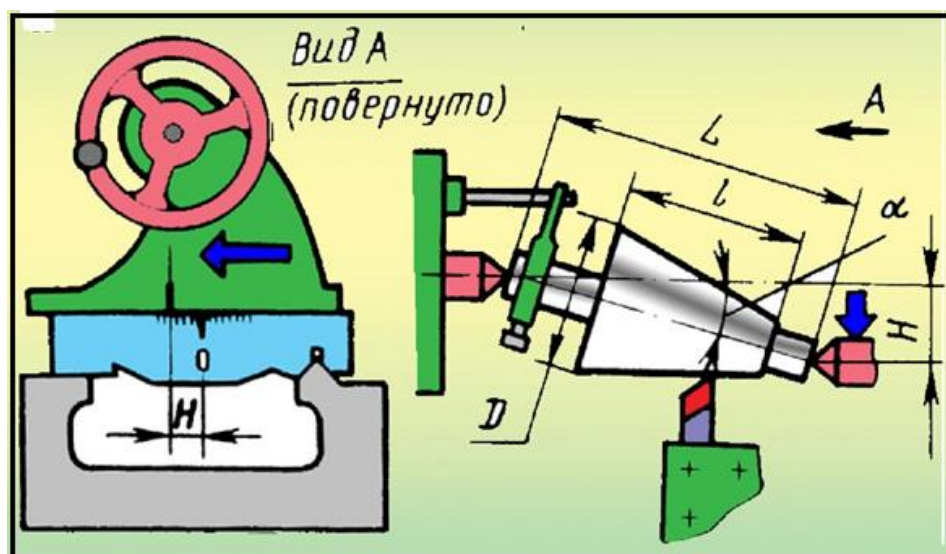


Рисунок 69 – Обработка конической поверхности путем смещения задней бабки

Для обработки конических поверхностей иногда используют **широкие резцы** с углом в плане, соответствующим углу конуса. Однако высота конуса при этом не должна превышать 15-20 мм, иначе возникают вибрации.

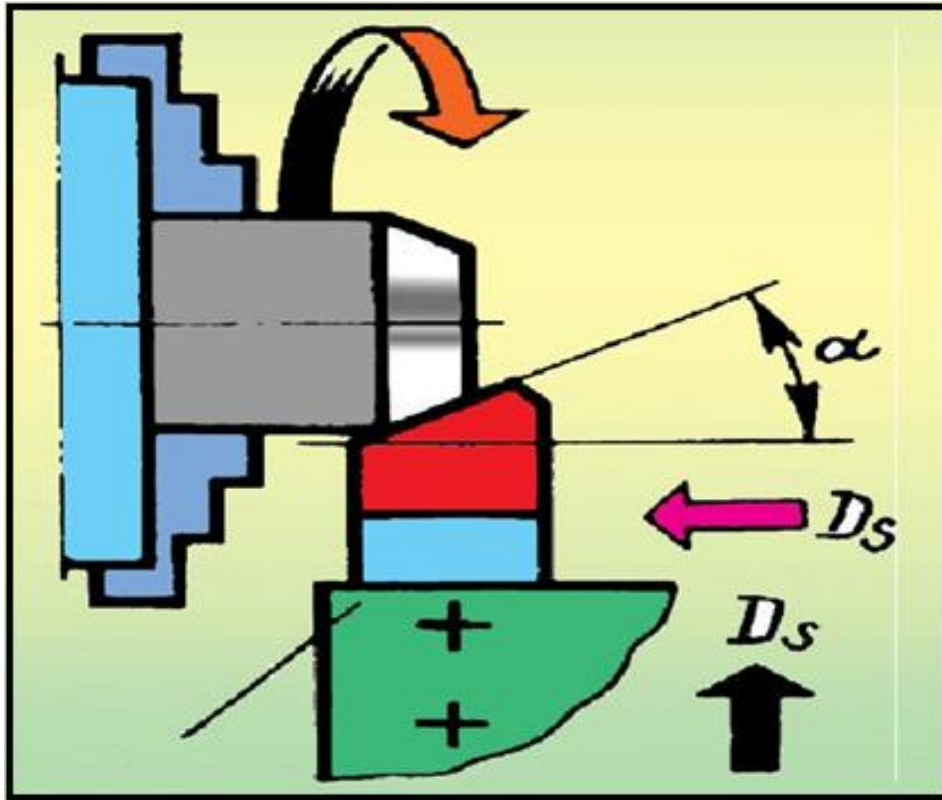


Рисунок 70 – Обработка конической поверхности широким резцом

Для обработки конических поверхностей с углом наклона, не превышающим 10-12°, современные токарные станки оснащены специальным приспособлением, называемым **конусной линейкой**. Сущность способа обработки конических поверхностей с применением конусной линейки заключается в том, что коническая поверхность образуется в результате одновременного использования продольной и поперечной подач: продольная подача резца обеспечивается обычно ходовым валиком, а поперечная – конусной линейкой (рис. 71).

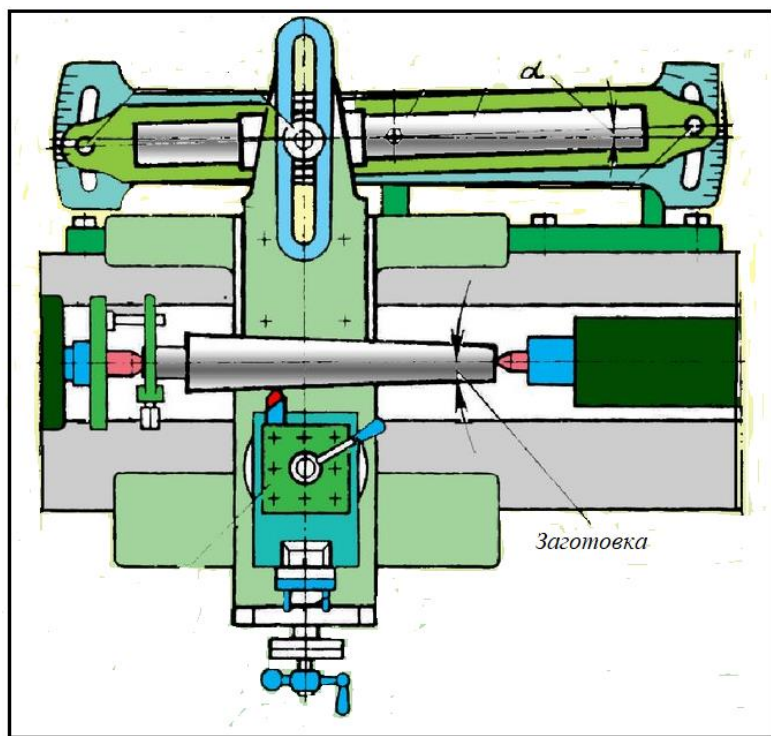


Рисунок 71 – Обработка конической поверхности с помощью конусной линейки

К станине станка прикреплен уголок 2 (рис. 72), на котором закреплена плита 3 с линейкой 5. Эта линейка может поворачиваться вокруг пальца в горизонтальной плоскости. Угол поворота линейки определяют по шкале В, нанесенной на плиту 3. Линейка крепится винтами 4 и 8, которые могут передвигаться вместе с ней в криволинейных пазах. Корпус поперечного суппорта по сравнению с обычным удлинен. В нем имеются два паза. Через паз А проходит болт 1, соединяющий поперечный суппорт с гайкой винта поперечной подачи. Если ослабить болт 1, поперечный суппорт будет свободно передвигаться в направляющих. Через паз С проходит болт 6, соединяющий поперечный суппорт с ползуном 7, охватывающим линейку. Таким образом, если ослабить болт 1 и затянуть болт 6, то при продольной подаче перемещение суппорта в поперечном направлении будет определяться углом поворота конусной линейки. Следовательно, конусная линейка – это универсальное приспособление, позволяющее в определенных пределах обрабатывать конические поверхности с любым углом наклона. При этом можно применять механическую подачу.

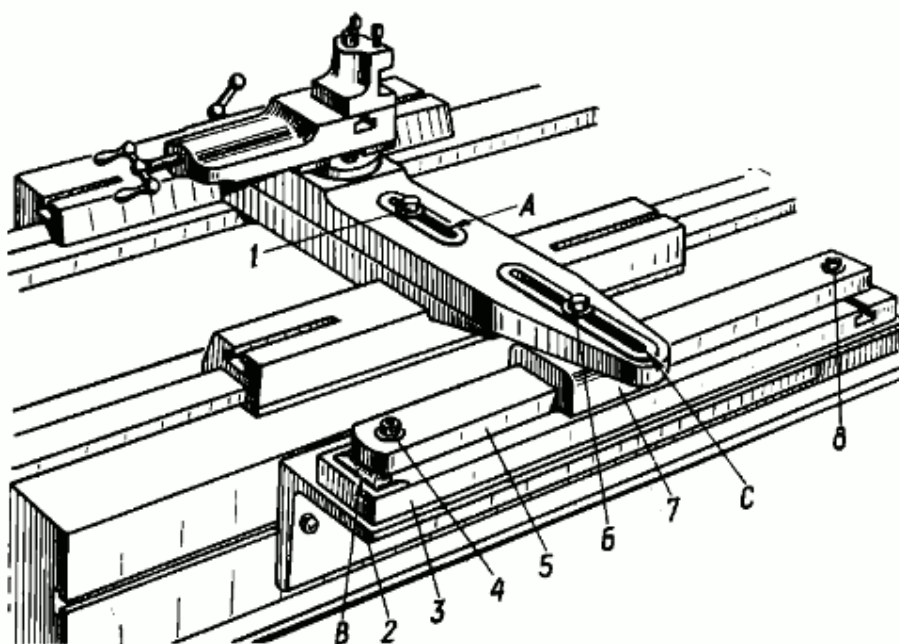


Рисунок 72 – Установка конусной линейки на токарном станке

2.11.5. Сверление отверстий на токарных станках

Сверление на токарном станке производится не вращающимся сверлом, которое закрепляется в пиноли задней бабки (рис. 73).

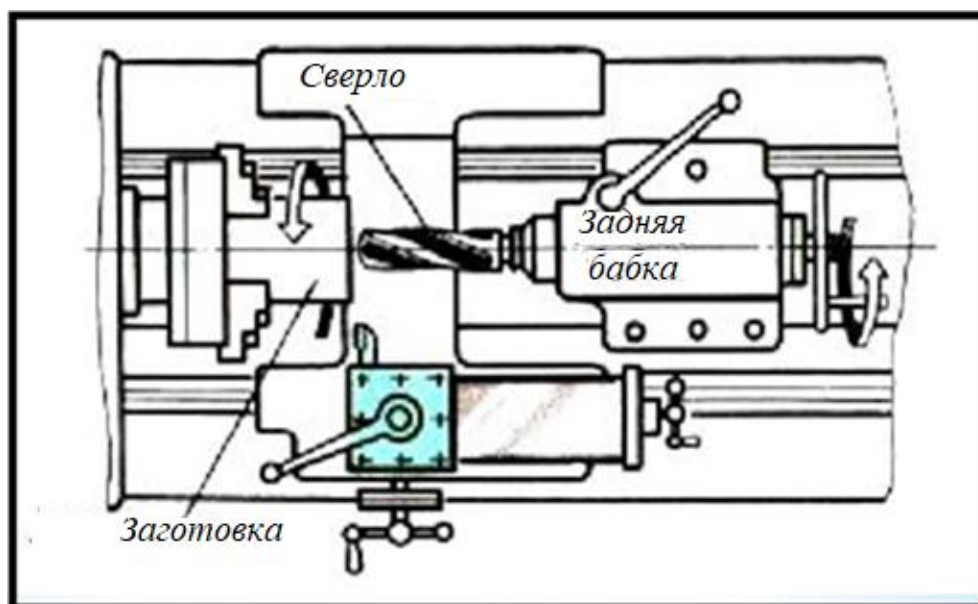


Рисунок 73 – Сверление отверстия на токарном станке

Обычно применяется следующий способ сверления на токарном станке (рис. 74). После подготовительной работы включают вращение шпинделя и вручную поворотом маховичка задней бабки подводят сверло к торцу вращающейся заготовки. При этом следует

избегать удара, иначе сверло может сломаться. Вначале сверло подают вперед медленно, когда же оно врежется в металл на глубину, немного большую длины режущей части, подачу можно увеличить. Подача сверла должна выполняться плавно, без рывков.

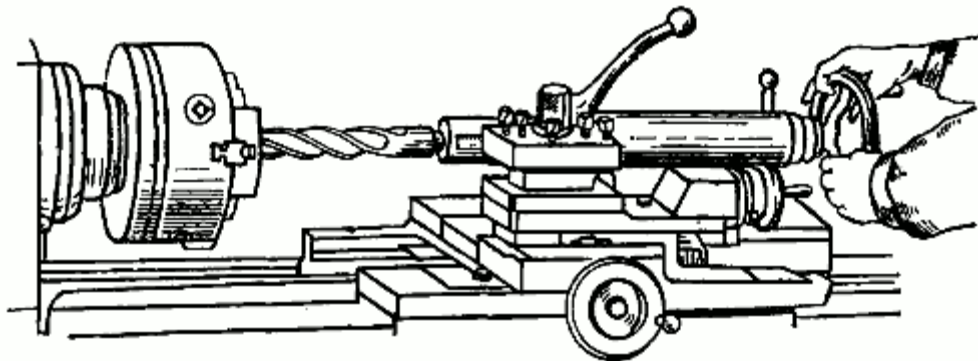


Рисунок 74 – Способ сверления отверстия

3. Обработка на строгальных и долбежных станках

3.1. Процессы строгания и долбления

Строгание – процесс снятия слоёв металла с плоских поверхностей заготовок. Резец на строгальном станке совершает возвратно-поступательное движение в горизонтальной плоскости.

Строганием обрабатывают горизонтальные, вертикальные и наклонные плоские и фасонные поверхности, уступы, пазы и канавки (рис.75).



Рисунок 75 – Виды обработок на строгальном станке

Долбление – вид механической обработки, при которой основной инструмент, (долбёж) совершая возвратно-поступательные движения в вертикальной плоскости, ведёт обработку заготовки, достигая требуемого размера, количества шлицов, зубьев или шпоночного паза (рис. 76). Долбление очень близко к другому виду обработки материалов резанием – строганию.

Долбление применяют для обработки наружных поверхностей, обработки внутренних цилиндрических, многогранных и неравнобоких поверхностей (сквозных и «глухих» отверстий и полостей), нарезания зубчатых колёс наружного и внутреннего зацепления.

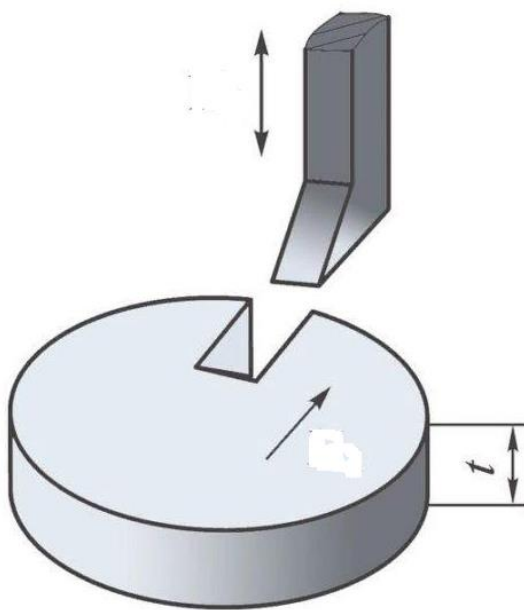


Рисунок 76 – Схема обработки долблением

Процесс резания при строгании или долблении – прерывистый, удаление материала происходит только при прямом (рабочем) ходе инструмента. Обратный холостой ход с одной стороны обеспечивает охлаждение инструмента, с другой стороны – это потери времени, что уменьшает производительность процесса. Ударное вхождение инструмента в контакт с заготовкой ограничивает скорость резания.

3.2. Классификация строгальных и долбежных станков

Строгальные станки классифицируются по нескольким основным категориям.

1) В зависимости от *вида выполняемых работ* все строгальные станки можно разделить на две основные группы: **станки общего назначения** и **станки специализированные и специальные**.

К станкам *общего назначения* относятся *поперечно-строгальные и продольно-строгальные*.

Принцип обработки заготовок на *продольно-строгальных* или *поперечно-строгальных станках* принципиально различен. *Продольно-строгальные* станки предназначены для обработки сравнительно коротких поверхностей, поэтому в них перемещение получает стол, к которому прикрепляется обрабатываемое изделие, в то время, как резец устанавливается в резцовой головке суппорта, и относительно станины станка не движется. В *поперечно-строгальном* станке всё наоборот: движется резец, а установленная на столе заготовка – неподвижна.

К *специализированным* станкам относятся *поперечно-строгальные с подвижной кареткой* (для обработки тяжелых деталей), *ямные продольно-строгальные* (для обработки весьма крупных и тяжелых деталей) и *кромкострогальные* (для обработки кромок крупных листов и других деталей).

Специальные станки предназначены для выполнения лишь вполне определенных операций; они применяются в основном в массовом производстве.

2) По размеру:

- малые;
- средние;
- большие.

Малые станки в основном представлены группой поперечно-строгальных установок. С увеличением габаритов соотношение станков по принципу работы смещается в сторону продольно-строгальных.

3) По типу привода:

- гидравлический;
- механический (кулисно-кривошипный).

Строгальные станки с гидравлическим приводом приводятся в действие при помощи гидравлических цилиндров, которые запитываются от масляного электронасоса. Подобная система имеет ряд преимуществ. Во-первых, гидравлика хорошо поддается регулировке по усилию и скорости осуществления движений. Во-вторых, гидравлика имеет предохранительные перепускные клапана, которые в случае превышения давления в системе открываются и сбрасывают избыточное давление, чем предохраняют станок от повреждения.

Гидравлическая система обеспечения рабочего движения используется на станках всех типов и размеров.

Механический привод, который выполнен по схеме кулисно-кривошипного механизма, используется в основном на поперечно-строгальных станках малых и средних размеров. Состоит такой привод из электродвигателя, редуктора, массивного маховика и кулисно-кривошипного механизма, который преобразовывает вращательное движение маховика в возвратно-поступательное движение ползуна. Иногда механический привод применяется и для продольно-строгальных станков. В этом случае система защиты от перегрузок представлена фрикционной муфтой.

- 4) Максимальные габариты обрабатываемой детали.
- 5) Скорость осуществления рабочих движений.
- 6) Максимально создаваемое усилие при строгании.
- 7) Производительность.

В принятой классификации строгальные станки составляют седьмую группу, поэтому обозначение (шифр) любого строгального станка начинается с цифры 7.

Станки этой группы разделяются на следующие типы:

- 1 – продольно-строгальные одностоечные;
- 2 – продольно-строгальные двухстоечные;
- 3 – поперечно-строгальные;
- 4 – долбежные.

Последние две цифры маркировки обозначают основной технологический параметр оборудования. Как правило, это – наибольший габарит обрабатываемого изделия в дециметрах. Например, марка 7310 будет указывать на то, что данный агрегат – поперечно-строгальный, и предназначен для обработки металла с максимальной длиной плоскости до 1000 мм. Буква в обозначении (например, 7A110) указывает на модификацию базовой модели (например, наличие гидропривода, дополнительного узла прижима и т.п.). Наличие буквы Ф в обозначении отмечает, что данное оборудование снабжено системой ЧПУ.

Долбежные станки классифицируются по следующим признакам.

- 1) Масса станка:
 - малые – до 1 тонны;
 - средние – от 1 до 10 тонн;
 - крупные – свыше 10 тонн.

- 2) Управление подачей станка:
- с ручной подачей;
 - с автоматической настраиваемой подачей.
- 3) Мощность приводного электродвигателя. Чем больше станок, тем мощнее устанавливается двигатель.
- 4) Диапазон частот рабочего хода долбяка, регулируемых коробкой скоростей.
- 5) Максимальные габаритные размеры обрабатываемой детали.
- 6) Максимальное режущее усилие, создаваемое ползуном.
- Определяет величину подачи и скорость обработки.
- 7) Точность обработки.

3.3. Устройство продольно-строгального станка

Продольно строгальные станки применяются при обработке поверхностей на корпусных и асимметричных деталях, отлитых из чугуна или из сплавов цветных и черных металлов.

Продольно-строгальный станок для производства металлических изделий скомпонован из станины с направляющими 1, стола 2, суппортов 4, 7 поперечины 3, электрооборудования 8, системы смазки и других узлов (рис. 77).

Размеры обрабатываемой заготовки определяются техническими возможностями строгального станка. Исходную заготовку, которую необходимо обработать, устанавливают на столе 2.

Стол способен выполнять возвратно-поступательные движения. При этом резец, закрепленный в суппорте, остается неподвижным. При холостом ходе стола суппорт выполняет движение в сторону, позволяя свободно перемещаться столу в исходную точку. Такое комплексное движение позволяет обрабатывать большие заготовки сразу же несколькими резцами.

Длина и ширина рабочей поверхности стола у каждой модели своя. Общим элементом для всех моделей является пульт управления.

При обработке сложных по геометрическим размерам деталей, на суппорт можно установить несколько режущих инструментов. Такой прием сокращает время для обработки изделия.

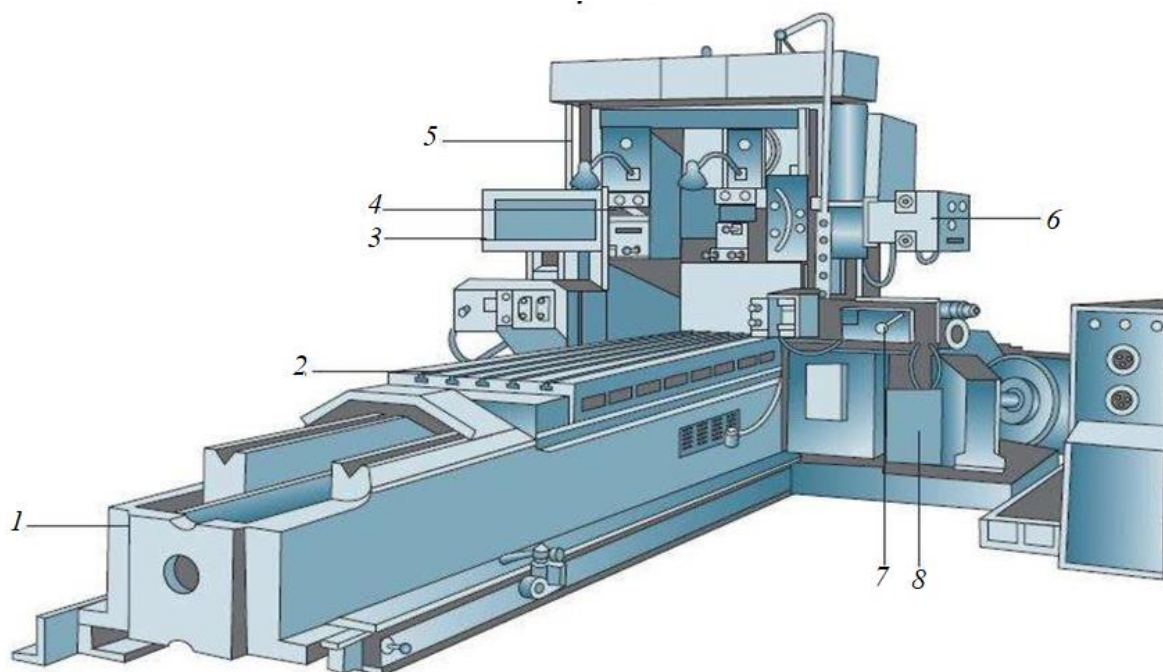


Рисунок 77 – Продольно – строгальный станок:

1 – направляющие станины; 2 – стол; 3 – поперечина; 4 – вертикальные суппорты; 5 – стойки портала; 6 – коробка подачи; 7 – каретка бокового суппорта; 8 – привод

3.4. Устройство поперечно-строгального станка

Поперечно - строгальный станок по металлу устанавливается в технологических линиях, где обрабатываются детали малого и среднего размера. Станок используется при строгании горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей.

Основными элементами поперечно-строгального станка являются станина 8 и основание 10 (рис. 78).

На эту опору крепятся все узлы и устройства, которые призваны обеспечивать крепление и перемещение соответствующих элементов. Деталь закрепляется на столе по заданным координатам.

В процессе обработки металла детали узлы и элементы конструкции совершают сложные движения. Основным считается возвратно-поступательное движение ползуна 5 (рис. 78), на котором закреплен режущий инструмент 3. Вспомогательным является движение стола 1, на котором закреплена обрабатываемая заготовка 2. Скорость перемещения ползуна регулируется с помощью специальной коробки подачи.

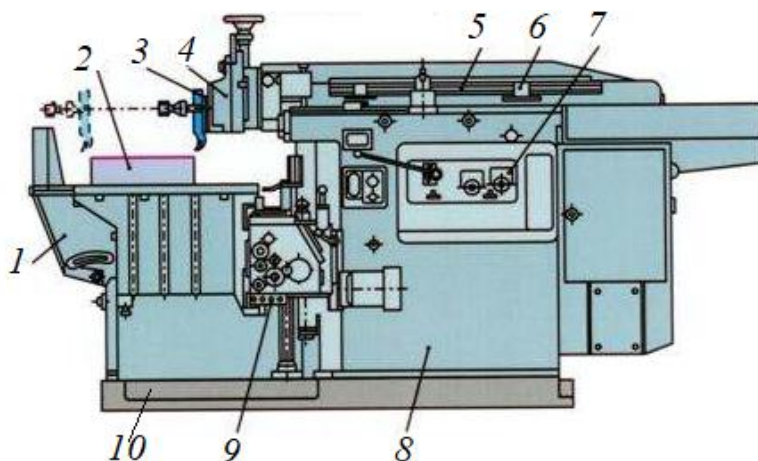


Рисунок 78 – Поперечно-строгальный станок:

1 – консольный стол; 2 – заготовка; 3 – резец; 4 – суппорт; 5 – ползун;
6 – упоры; 7 – гидропанель; 8 – станина; 9 – поперечина; 10 – основание

Перед началом обработки любой детали все механические узлы агрегата нужно смазать машинным маслом.

3.5. Устройство долбежного станка

Опорным элементом долбежного станка является станина с вертикальной колонной (рис. 79), представляющая собой сварную конструкцию из толстого металла с внутренними ребрами жесткости и нишами для размещения механизмов и электроаппаратуры.



Рисунок 79 – Долбежный станок

На верхней плоскости станины смонтированы направляющие из закаленного металла, по которым перемещается каретка с поворотным столом. На лицевой части колонны также находятся направляющие из упрочненного и отшлифованного металла, по которым вверх и вниз движется ползун (долбьяк). На его нижнем торце установлен резцедержатель, в который крепится долбежный инструмент. На боковых поверхностях станины и колонны находятся рычаги и рукоятки для управления его механизмами. Круглый стол с Т-образными пазами расположен на массивной плите из металла. Внутри нее находится поворотный механизм, с помощью которого стол позиционируется по круговой оси. Плита перемещается вдоль продольной оси по направляющим на верхней части каретки, которая также может передвигаться, но уже в поперечном направлении.

3.6. Строгальный и долбежный инструменты

Строгальные и долбежные резцы аналогичны токарным резцам.

Строгальные резцы (рис. 80, а) делают изогнутыми назад, чтобы режущие элементы воспринимали ударные нагрузки в начале рабочего хода. Расположение вершины на нейтральной линии (на расстоянии $H/2$) уменьшает также изгиб и колебания стержня резца. По назначению резцы делят на проходные (рис. 80, а; 81), подрезные (рис. 80, б), отрезные (рис. 80, в) и фасонные. Резцы оснащены пластинками из быстрорежущих сталей марок Р12, Р6МЗ, Р9М4К8Ф и твердых сплавов марок ВК6, ВК8, Т15К6 и др.

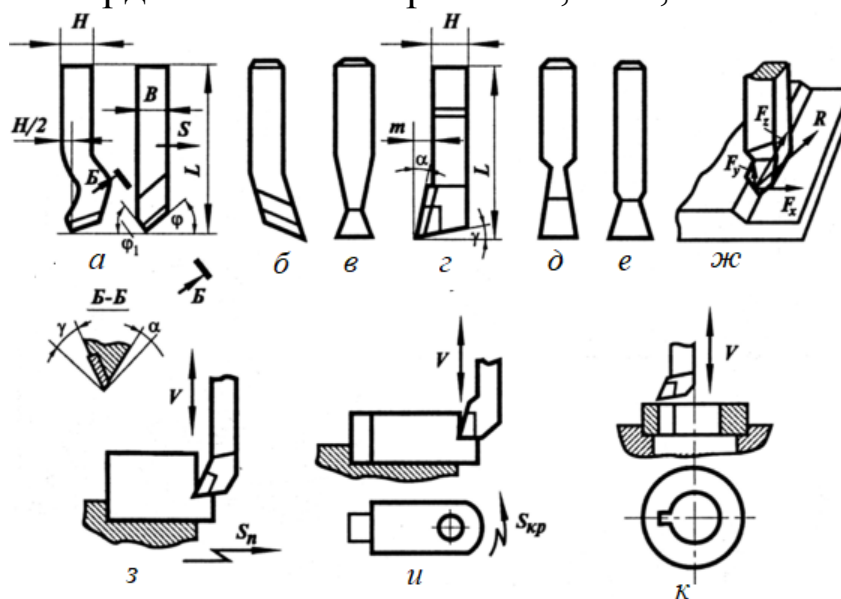


Рисунок 80 – Строгальные и долбежные резцы

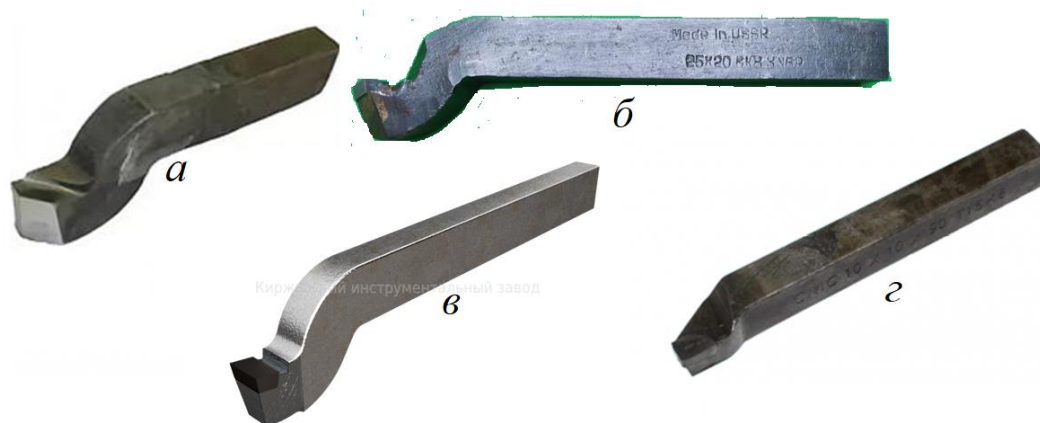


Рисунок 81 – Строгальные резцы:

а – проходной изогнутый; б – проходной (петушковый); в – чистовой широкий изогнутый; г – проходной упорный

Обработка строгальным проходным резцом показана на рисунке 82.



Рисунок 82 – Обработка строгальным проходным резцом

Долбежные резцы (рис. 80, з) выполняют изогнутыми вперед, так как они работают при вертикальном перемещении и деформируют срезаемый слой металла своей нижней частью, что определяет положение углов, показанное на рисунке 80. Резцы бывают проходными (рис. 80, г) прорезными (рис. 80, д) и для шпоночных пазов (рис. 80, е; 83; 84) или шлицев (рис. 85).

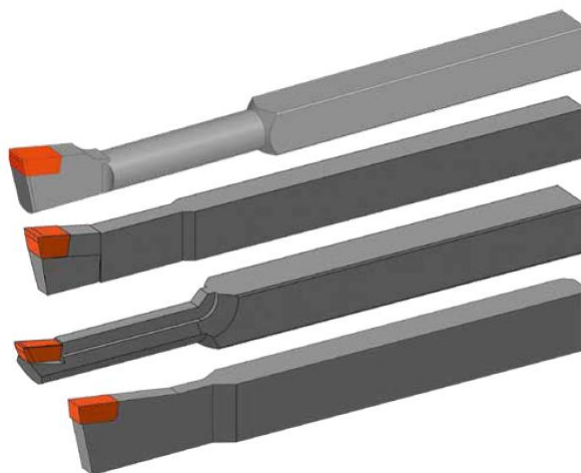


Рисунок 83 – Резцы долбежные для шпоночных пазов

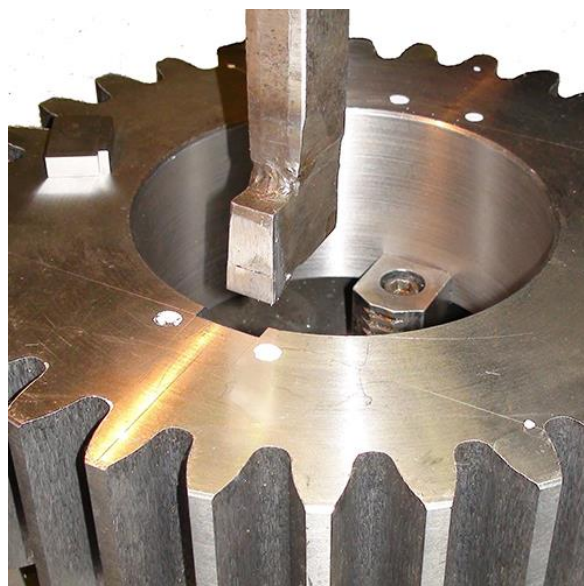


Рисунок 84 – Долбление шпоночного паза в отверстии



Рисунок 85 – Долбление шлицев в отверстии

Долбяки подразделяются на 3 основных класса:

- класс АА – такой тип инструмента предназначен для обработки колес 6-й степени точности;
- класс А – используется для работы с колесами 7-й степени;
- класс Б – используется для обработки колес с 8-й степенью.

В зависимости от конструктивных особенностей долбяков различают:

- **дисковые** долбяки (рис. 86) представляет собой зубчатое колесо с режущими элементами, отличающимися определенной степенью заточки. Используется для выполнения зубцов, реек и венцов (рис. 87);



Рисунок 86 – Дисковый долбяк



Рисунок 87 – Обработка шестерни дисковым долбяком

- **хвостовые** долбяки (рис. 88) служат для обработки зубчатых колес внутреннего зацепления (рис. 89). Для их производства используется быстрорежущая сталь марок P18, P12, P6M5, возможно нанесение специального защитного покрытия КИБ, которое существенно увеличивает износостойкость инструмента.



Рисунок 88 – Хвостовые долбяки



Рисунок 89 – Обработка зубчатого колеса внутреннего зацепления хвостовым долбяком

- **чашечные** долбяки (рис. 90) применяются для нарезки зубьев в колесах с выступающими буртами. Такой вид инструмента от-

личается высокой точностью нарезания и простотой в использовании.



Рисунок 90 – Чашечный долбяк

По типу нарезаемых колес бывают долбяки *прямозубые* (рис. 90) и *косозубые* (рис. 91), которые применяются для выполнения прямозубых и косозубых колес соответственно.

Косозубые долбяки (рис. 91) благодаря своим конструктивным особенностям применяются для косозубых передач, *косозубые парные* – для шевронных передач.



Рисунок 91 – Косозубый долбяк

Комбинированные, где часть зубьев – черновая, специально для ориентира окончательного среза, а другая часть зубьев с окончательной толщиной, для чистовой работы. Данный инструмент, при всем своем удобстве, применяется только для колес с определенным количеством зубьев.

4. Обработка на фрезерных станках

4.1. Классификация фрезерных станков

Фрезерный станок – это станок для обработки металлических и других деталей вращающейся фрезой при поступательном перемещении заготовки.

На фрезерных станках можно обрабатывать плоские и фасонные поверхности с прямыми и винтовыми образующими. Резание осуществляется фрезой – многолезвийным инструментом, у которого зубья расположены на поверхности тела вращения или на торце.

Фрезерные станки применяются для выполнения следующих операций:

- обработка наружных и внутренних плоских поверхностей;
- создание фасонных поверхностей;
- прорезание канавок, наружных и внутренних шлицев, пазов;
- создание эвольвентных и других профилей зубчатых колес;
- подрезание торцов и создание профилей на торцевых поверхностях;
- отрезание.

Фрезерные станки относятся к шестой группе. В свою очередь, каждая группа станков делится на типы.

- 1 - вертикально-фрезерные консольные;
- 2 - фрезерные непрерывного действия;
- 3 - продольные одностоечные;
- 4 - копировальные и гравировальные;
- 5 - вертикальные бесконсольные;
- 6 - продольные двухстоечные;
- 7 - консольно-фрезерные операционные;
- 8 - горизонтально-фрезерные консольные;
- 9 - разные фрезерные.

Рассмотрим, например, обозначение станка 6Р12. Это фрезерный станок (цифра 6), модернизированный (буква Р), вертикально-фрезерный (цифра 1), типоразмер станка № 2 (цифра 2).

Вертикально-фрезерные станки

Вертикально-фрезерные станки (рис. 92) имеют следующие преимущества:

1. Возможность регулировки положения обрабатываемой плоскости при помощи винтовых механизмов, что позволяет изготовить деталь сложной конфигурации.

2. Шпиндель и рабочий орган могут свободно перемещаться в вертикальном направлении, в соответствии с заданными координатами.



Рисунок 92 – Вертикально-фрезерный станок

Вертикально-фрезерный станок была одной из первых машин, используемых в обработке металлических деталей и тяжёлом машиностроении. Посадочный паз позволяет зафиксировать любые фрезы для проточки или торцовки деталей. Чаще всего применяется при необходимости выполнения пропила, выборки паза или сверления отверстий в обрабатываемом элементе.

Конструкция вертикально-фрезерного станка показана на рисунке 93.

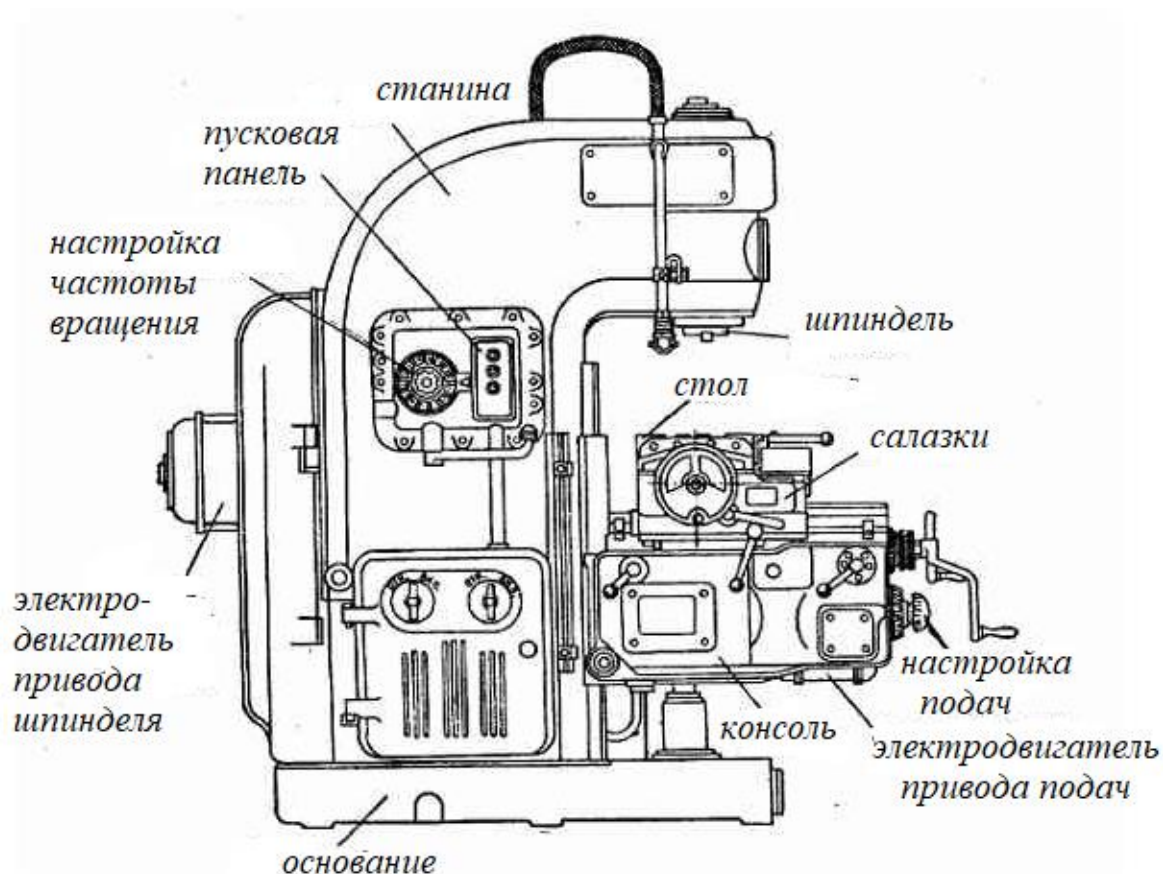


Рисунок 93 – Конструкция вертикально-фрезерного станка

Горизонтально-фрезерные станки

Особенностью конструкции горизонтально-фрезерных станков (рис. 94) является горизонтальное расположение шпинделя, который движется в параллельной полу плоскости. Станок предназначен для выполнения сложных насечек, пропилов, отверстий различной конфигурации, выбора фасок.

Горизонтально-фрезерный станок имеет следующие отличительные особенности:

1. В качестве рабочих инструментов станков используются диски различного диаметра или специализированные фрезы для выполнения прорези определённой конфигурации.

2. В случае, если необходимо сделать круглое отверстие посредством сверлящего действия, оператор меняет рабочий инструмент с фиксирующей оправкой.



Рисунок 94 – Горизонтально-фрезерный станок

3. Рабочий стол, расположенный под режущим инструментом, свободно передвигается в трёх плоскостях на полозьях, а, при необходимости, может быть зафиксирован зажимным механизмом.

Конструкция горизонтально-фрезерного станка показана на рисунке 95.

Универсальные и широкоуниверсальные машины

Являются оборудованием широкого применения, с помощью которых можно произвести одновременно несколько действий по обработке металлической детали с возможностью её перемещения или вращения на поверхности рабочего стола. Данные устройства, как правило, имеют консольную конструкцию и некоторые отличительные особенности:

1. Широкоуниверсальные станки снабжены двумя рабочими шпинделями, один из которых зафиксирован на шарнирном хоботе, позволяющим выполнять дополнительные операции на поверхности под произвольным углом.

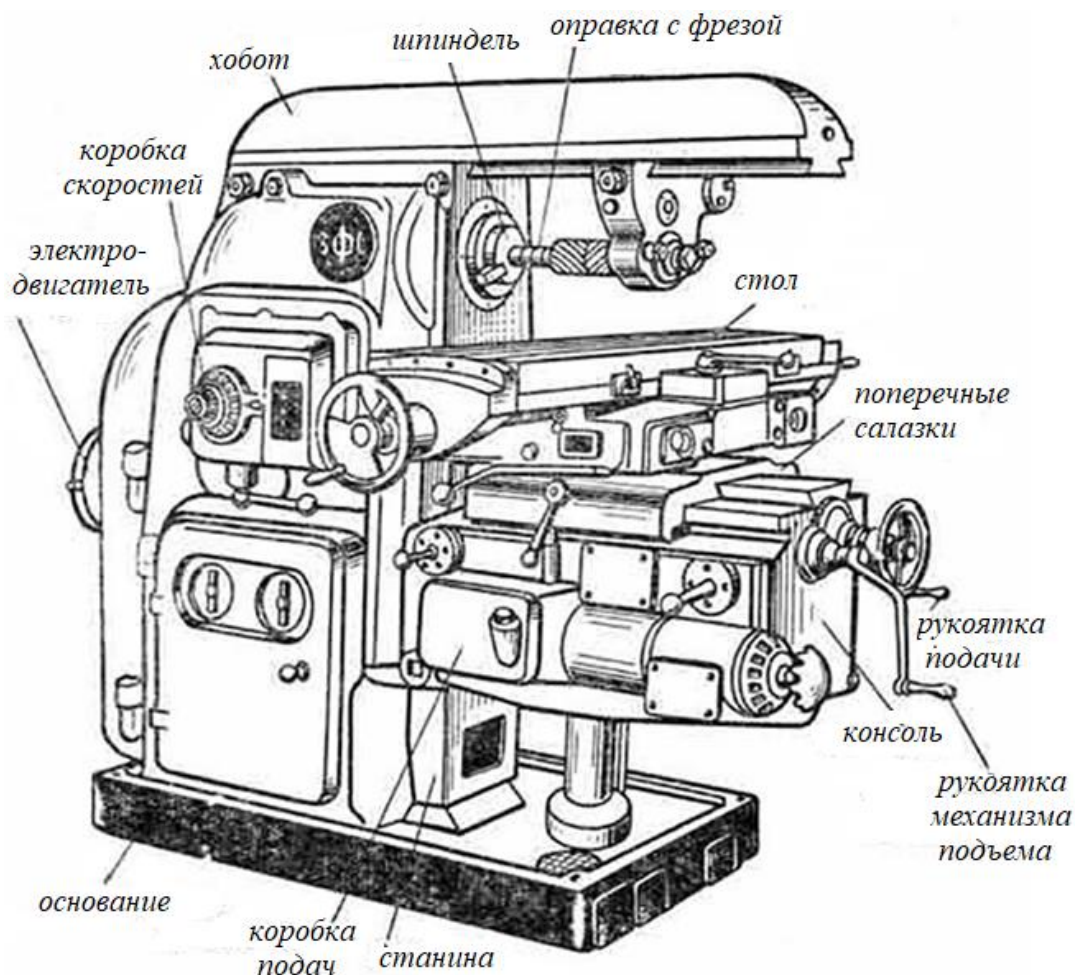


Рисунок 95 – Конструкция горизонтально-фрезерного станка

2. В оправку хобота можно вставить любой инструмент и вести обработку элемента в соответствии с чертежами.

3. Для каждого режущего органа в универсальном станке установлен собственный привод, позволяющий выполнять несколько операций независимо друг от друга.

4. Современные универсальные станки (рис. 96) снабжаются трансформируемым рабочим столом, который может перемещаться в 3 направлениях. А их отдельные элементы свободно вращаются вокруг вертикальной оси.



Рисунок 96 – Универсально-фрезерный станок

Настольные станки

Широко распространённая группа станков, при помощи которых ведётся фрезеровка не только металлов, но и деревянных элементов.



Рисунок 97 – Настольный фрезерный станок

Настольные станки (рис. 97) характеризуются следующими параметрами:

- наличие свободно перемещающегося в двух плоскостях стола, с дополнительными фиксирующими элементами и пазами для того, чтобы закрепить деталь;
- шпиндельный узел, как правило, также снабжён функцией движения;
- в зависимости от типа поверхности и сложности обработки. Оператор имеет возможность выставить индивидуальный режим работы;
- современные машины оснащаются ЧПУ приводами для автоматизации работы. Контроллер данной установки соединён с программным обеспечением на офисном компьютере, и оператор управляет процессом дистанционно. Фрезерные станки с ЧПУ точно повторяют заранее заданный программой алгоритм необходимое количество циклов.

Настольные фрезерные станки по металлу последних поколений полностью исключают необходимость присутствия человека, что снижает риск ошибки и образования брака.

Во фрезерных станках *главное движение* (вращательное) совершает фреза, а движение подачи может выполнять либо заготовка, либо фреза.

Вспомогательные движения необходимы в станке для подготовки процесса резания. К вспомогательным движениям относятся движения, связанные с настройкой и наладкой станка, его управлением, закреплением и освобождением детали и инструмента, подводом инструмента к обрабатываемым поверхностям и его отводом; движения приборов для автоматического контроля размеров и т. д.

4.2. Классификация фрез

Фрезы для металлообработки классифицируют в зависимости от *формы*:

- дисковые;
- торцевые;
- цилиндрические;
- угловые;
- концевые;
- фасонные;
- червячные;

- кольцевые.

По форме зуба:

- острозаточенные;
- затылованные.

По инструментальному материалу:

- быстрорежущая сталь;
- с пластинками твердого сплава;
- с керамическими пластинками;
- с пластинками из сверхтвердого материала.

По способу крепления на станке:

- концевые с цилиндрическим или коническим хвостовиком;
- насадные с цилиндрическим или коническим отверстием под оправку.

По способу изготовления:

- цельные;
- сборные.

По числу заходов:

- однозаходные;
- двухзаходные;
- четырехзаходные.

Дисковые фрезы получили широкое применение на профильных станках, а также на автоматах продольного вытачивания заготовок. Выделяют следующие разновидности дисковых фрез (рис.98):

- пазовые;
- двусторонние;
- трехсторонние.



Рисунок 98 – Дисковая фреза

С помощью дисковых фрез делают прорезы в заготовке (рис. 99), а также делят ее по длине (для отрезания).



Рисунок 99 – Фрезерование паза дисковой фрезой

Торцевые фрезы (рис. 100) используются для формирования у заготовок плоских и ступенчатых поверхностей.



Рисунок 100 – Торцевая фреза

Каждый ее зуб представляет собой стандартный резец, при этом его режущие кромки размещаются исключительно в торцевой поверхности. Ось фрезы располагается перпендикулярно по отношению к обрабатываемой плоскости заготовки. Основную нагрузку несут боковые режущие кромки. При этом ее зубья воздействуют на деталь не все вместе и сразу, а по очереди (то есть, упор производится не всей плоскостью инструмента). Это дает возможность обрабатывать заготовки равномерно (рис. 101).



Рисунок 101 – Фрезерование плоскости торцевой фрезой

Цилиндрические фрезы (рис. 102) предназначены для горизонтально-фрезерного оборудования для обработки поверхностей заготовок. Различают следующие разновидности цилиндрического инструмента:

- с прямыми зубьями;

- с винтовыми зубьями.



Рисунок 102 – Цилиндрическая фреза

Особенность фрезы с винтовыми зубьями отличается плавностью обработки заготовки (рис. 103), а потому они весьма распространены на предприятиях. Инструменты с прямыми зубьями в основном применяется для фрезерования узких плоскостей.



Рисунок 103 – Фрезерование плоскости цилиндрической фрезой

Угловые фрезы (рис. 104) используются для обработки угловых пазов и наклонных плоскостей у заготовки. Такие фрезы бывают:

- *одноугловые*: оснащаются рабочими кромками, которые располагаются на торце конической поверхности (рис.105);
- *двуугловые*: кромки расположены на двух конических поверхностях.



Рисунок 104– Угловая фреза

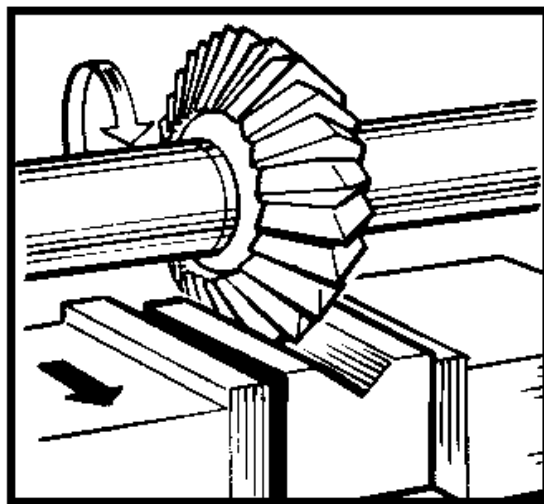


Рисунок 105 – Фрезерование паза одноугловой фрезой

Концевые фрезы (рис. 106) применяются для формирования глубоких пазов в корпусных деталях. Основную работу выполняют зубья фрезы, расположенные на ее цилиндрической поверхности.

Кроме того, присутствуют и вспомогательные рабочие кромки, которые зачищают дно образуемой канавки.

Зубья концевых фрез бывают винтовыми (рис. 106) и наклонными (рис. 107).



Рисунок 106 – Концевая фреза с винтовыми зубьями



Рисунок 107 – Концевая фреза с наклонными зубьями

Фрезерование концевой фрезой показано на рисунке 108.



Рисунок 108 – Фрезерование концевой фрезой

Фасонные фрезы (рис. 109) используются для придания профиля поверхностям незамкнутого типа. Кроме того, они подходят для формирования канавок. С помощью фасонного инструмента можно создать сложный профиль, в том числе для заготовок, которые имеют существенную разницу между своими габаритными размерами, между длиной и шириной. Фасонные фрезы имеют 2 типа зубьев:

- остроконечные;
- затылованные.



Рисунок 109 – Фасонная выпуклая фреза

Чтобы получить пазы или выступы полукруглой формы, а также других скруглений на детали, обычно используют радиусные, выпуклые и вогнутые фасонные фрезы.

- *радиусная* (рис. 110): с ее помощью можно делать не только отрезку различных частей заготовки, но и фигурные вырезы на ее поверхности;
- *выпуклая* (рис. 109): применяется для формирования относительно простых скругленных пазов и выступов;



Рисунок 110 – Фасонная радиусная фреза

- *Вогнутая* (рис. 111): такой инструмент часто применяется на производстве для формирования металлорежущих изделий – резцов.

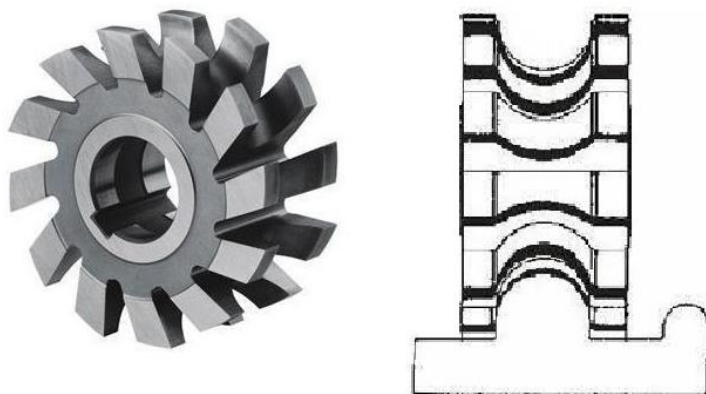


Рисунок 111 – Фасонная вогнутая фреза

Червячные фрезы (рис. 112). Обработка таким инструментом осуществляется через точечное касание заготовки.

Червячные фрезы бывают:

- сборными и цельными;
- в зависимости от направления витков – левыми и правыми;
- со шлифованными и нешлифованными зубьями;
- однозаходными и многозаходными – это число витков на червячной фрезе. Чем их больше, тем выше производительность, но точность снижается. Поэтому большое количество заходов применяется в основном только при черновой отделке.



Рисунок 112 – Червячные фрезы

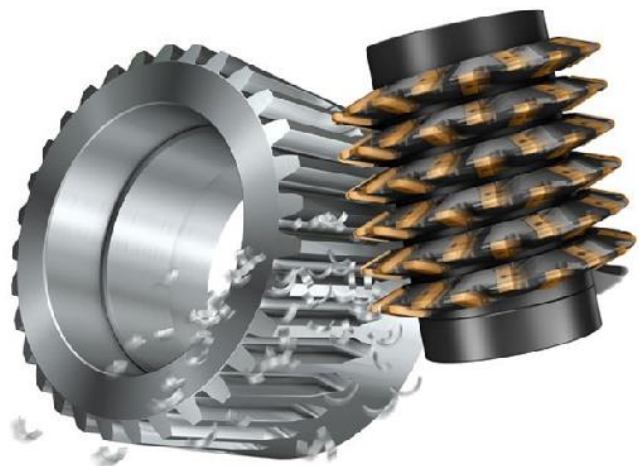
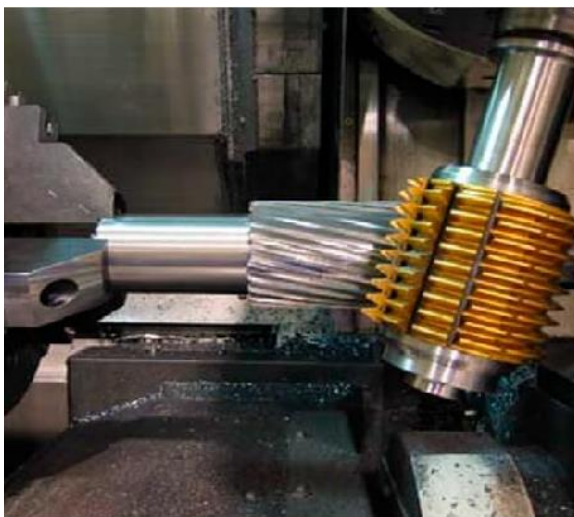


Рисунок 113 – Фрезерование зубьев зубчатых колес червячными фрезами

Кольцевые (корончатые) (рис. 114) – уже нечто среднее между фрезой и сверлом. Они предназначены для получения отверстий большего диаметра, чем это может обеспечить сверлильный станок. Кроме того, кольцевой инструмент имеет более высокую скорость резки по сравнению со сверлами (почти в 4 раза). Такой тип оснастки выпускается не только для станков, но и для ручных дрелей (другое их название – борфрезы).



Рисунок 114 – Кольцевые фрезы

Шпоночные фрезы (рис. 115) – концевая фреза с плавно расположенными витками режущих кромок на рабочей части. Особенность заключается в специальных выемках, предназначенных для легкого отвода стружки.



Рисунок 115 – Шпоночная фреза

Конические фрезы (рис. 116) имеют вид усеченного конуса и применяются для обработки округлых деталей. Разновидность конических фрез – пальчиковые (рис. 117).

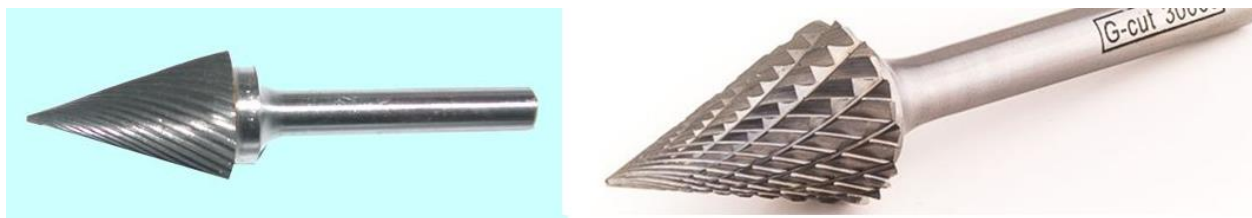


Рисунок 116 – Конические фрезы (борфрезы)



Рисунок 117 – Фреза пальчиковая пазовая

Сферические фрезы (рис. 118) применяются редко при одно-проходной обработке качественных пазов и фигурных уступов. Маленькие лезвия расположены со всех сторон рабочей сферы.



Рисунок 118 – Сферические фрезы

Т-образные фрезы (рис. 119)

Внешний профиль фрезы напоминает форму гриба или букву «Т». Конструкция такого инструмента выполняется в виде диска, на боковой поверхности которого могут быть напаяны режущие лезвия из твердого сплава. Сменные пластины встречаются только на особо крупных модификациях. Для закрепления в станке используется хвостовик, выполненный заодно с телом фрезы. В зависимости от

модели и размера встречаются варианты с цилиндрическим или с коническим хвостовиком. Иногда их называют «грибком», так как они имеют похожую на гриб форму.



Рисунок 119 – Т-образная фреза

Сборные фрезы (рис. 120), корпусу, изготовленному из конструкционной делают из двух которые либо приварены частей – режущей и корпуса. Режущая часть – пластинки из сверхпрочного материала стали, либо имеют механическое крепление.



Рисунок 120 – Сборные фрезы

4.3. Виды обработок на фрезерных станках

Виды обработок поверхностей деталей на горизонтально-фрезерных станках показаны на рисунке 121, *а*; на вертикально-фрезерных – на рисунке 121, *б*; обработка угловыми фрезами (рис. 121, *в*), фасонными фрезами (рис. 121, *г*); нарезание зубьев зубчатых колес дисковой модульной фрезой (рис. 121, *д*) и пальчиковой модульной фрезой (рис. 121, *е*).

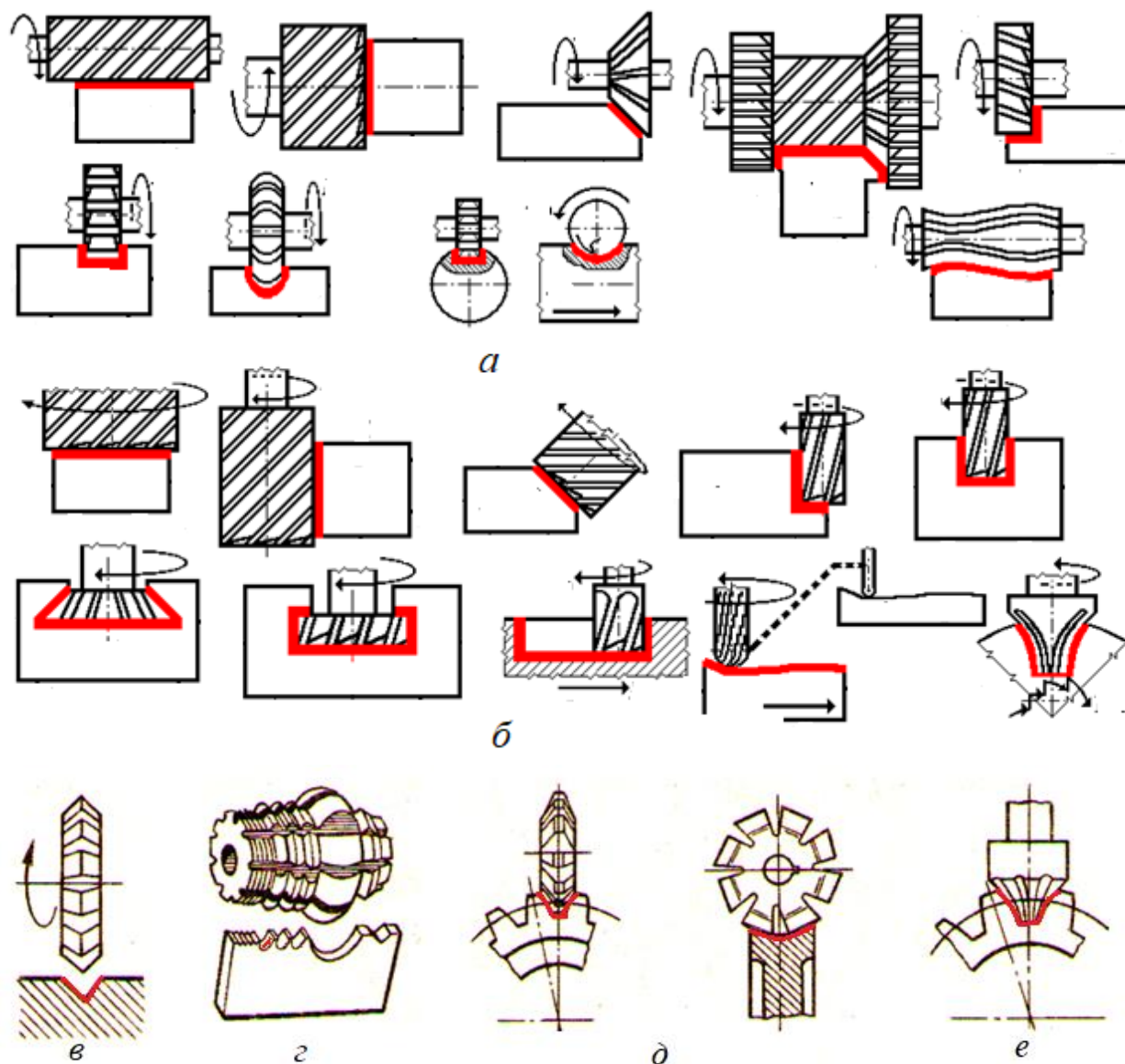


Рисунок 121 – Виды обработок поверхностей деталей на фрезерных станках

5. Обработка на сверлильных станках

5.1. Классификация сверлильных станков

Сверлильные станки предназначены для выполнения глухих и сквозных отверстий в деталях из различных материалов, а также для

чистовой обработки внутренних цилиндрических поверхностей при помощи операций зенкерования и развертывания.

Сверлильные и расточные металлорежущие станки по классификации относятся ко 2 группе. В этой группе, как и в большинстве других, оборудование делится на 9 типов:

1. вертикально-сверлильные;
2. одношпиндельные полуавтоматические;
3. многошпиндельные полуавтоматические;
4. одностоечные координатно-расточные;
5. радиально-сверлильные;
6. расточные;
7. алмазно-расточные;
8. горизонтально-сверлильные;
9. разные сверлильные.

Вертикально-сверлильные одношпиндельные станки (рис. 122) наиболее распространены. Служат как в мелкосерийном, так и крупном производстве. Как правило, такими станками оснащаются и небольшие ремонтные предприятия.



Рисунок 122 – Вертикально-сверлильный станок

Вертикально-сверлильные, при обозначении записывают 21XX, где 2 – группа сверлильного оборудования, 1 – вертикальное направление сверления, XX – дополнительные характеристики,

например, диаметр сверления. Станок 2135 – вертикально-сверлильный станок с максимальным диаметром сверления 35 мм.

Одношпиндельные полуавтоматические (рис. 123) – тип станков, выполняющих сверление в автоматическом режиме. Остальные операции производит оператор, работающий на заданном рабочем месте. Обозначают это оборудование 22ХХ, здесь вторая цифра определяет указанный тип станка.



Рисунок 123 – Одношпиндельный сверлильный полуавтомат

Многошпиндельные полуавтоматические (23ХХ) (рис. 124) устройства могут одновременно производить сверления нескольких отверстий. Под это оборудование на стадии проектирования конкретных деталей подбирают расположение будущих отверстий. С помощью вспомогательной оснастки можно изменять количество отверстий и расположение сверл.



Рисунок 124 – Многошпиндельный сверлильный полуавтомат

Радиально-сверлильные станки (25XX) (рис. 125) получили широкое распространение на предприятиях самого разного назначения. Универсальные установки выполняют работу по формированию отверстий, чистовую обработку и нарезание внутренней резьбы.



Рисунок 125 – Радиально-сверлильный станок

Горизонтально-сверлильные станки (28XX) (рис. 126) чаще всего применяют для получения глубоких отверстий, например, пушки. В них используют сверла, в которых имеются отверстия для подачи смазывающих охлаждающих жидкостей (СОЖ).

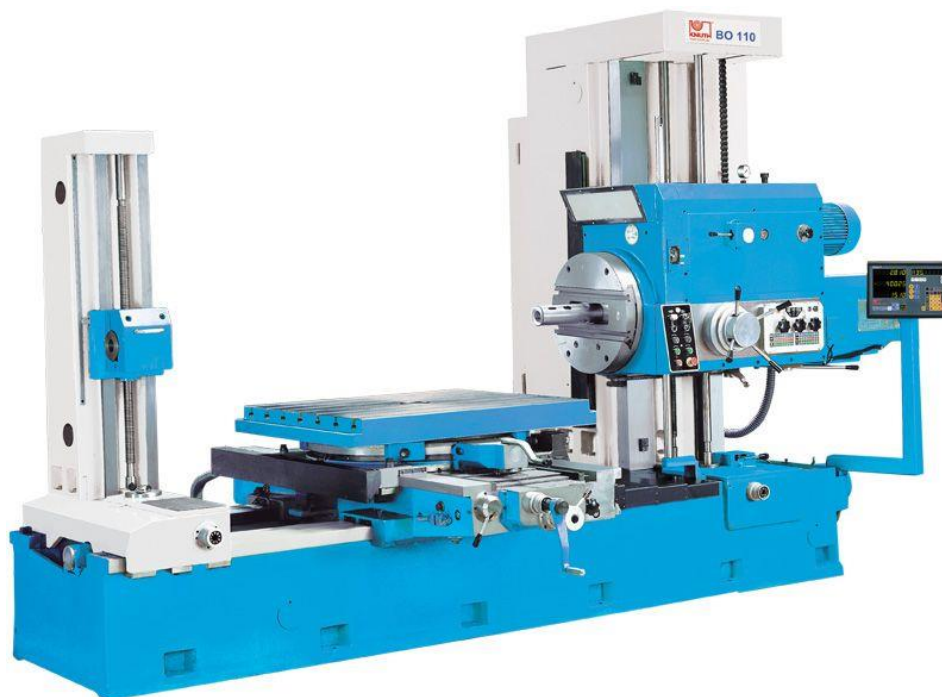


Рисунок 126 – Горизонтально-сверлильный станок

Разные сверлильные станки (29XX) подразумевают использование оборудования специального назначения для получения и обработки отверстий.

5.2. Устройство сверлильных станков

Наибольшее распространение получили вертикально- и радиально-сверлильные станки, поэтому рассмотрим устройство этих станков.

Конструкция вертикально-сверлильного станка приведена на рисунке 127.

Конструкция радиально-сверлильного станка приведена на рисунке 128.

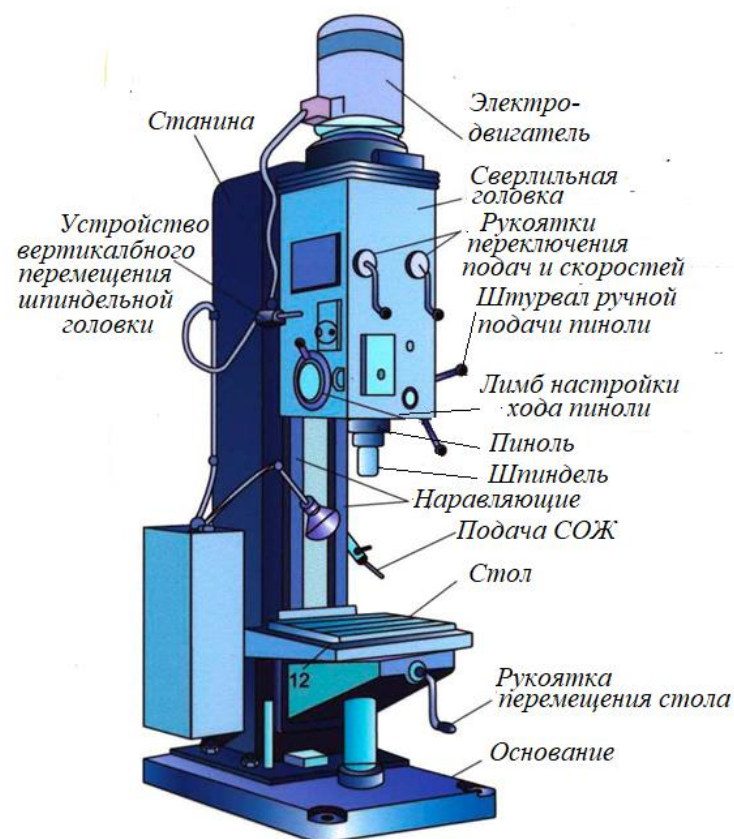


Рисунок 127 – Конструкция вертикально-сверлильного станка

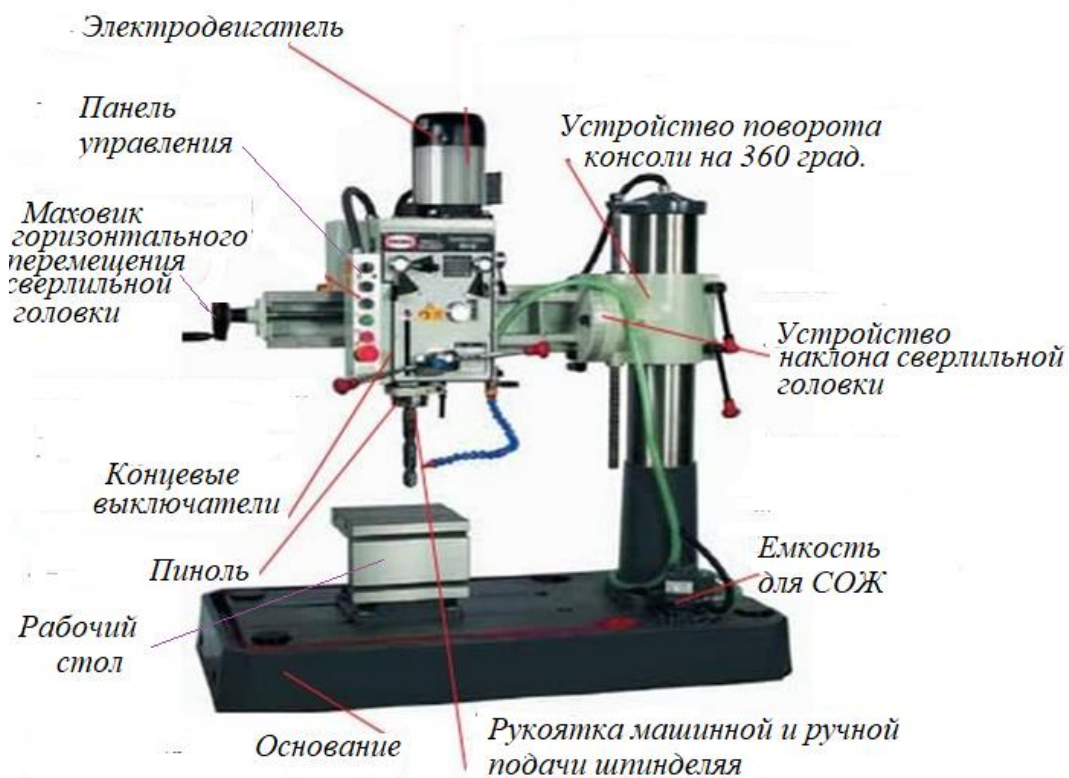


Рисунок 128 – Конструкция радиально-сверлильного станка

Настольные сверлильные станки широко используются на рабочих местах слесарей. Они компактны, легко устанавливаются на слесарных верстаках. На рисунке 129 показан настольный сверлильный станок.



Рисунок 129 – Настольный вертикально-сверлильный станок

Конструкция настольного вертикально-сверлильного станка приведена на рисунке 130.

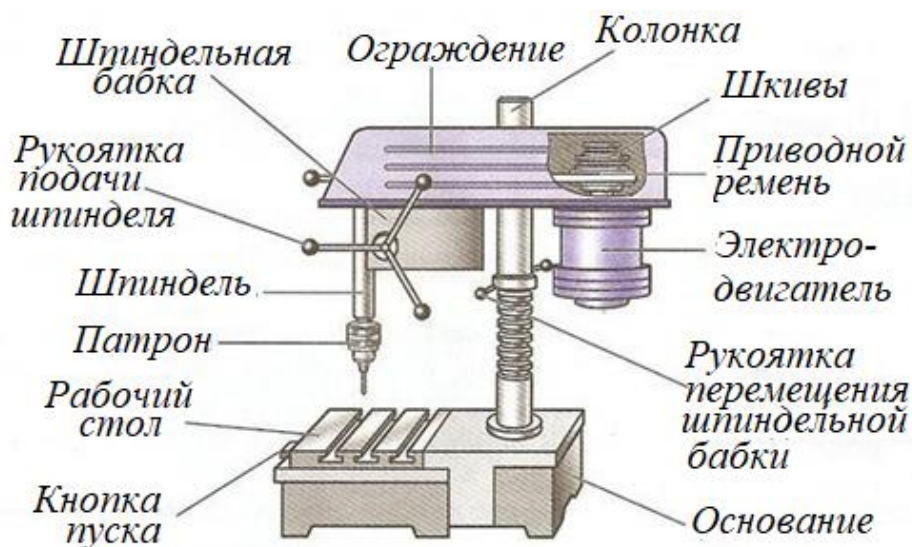


Рисунок 130 – Конструкция настольного вертикально-сверлильного станка

5.3. Режущий инструмент для сверлильных станков

Сверление – один из видов обработки отверстий резанием специальным инструментом – сверлом. По конструкции и назначению

сверла делятся на *перовые, спиральные, центровочные* и др. (рис. 131). В современном производстве применяются преимущественно спиральные сверла (рис. 132) и реже специальные виды сверл.

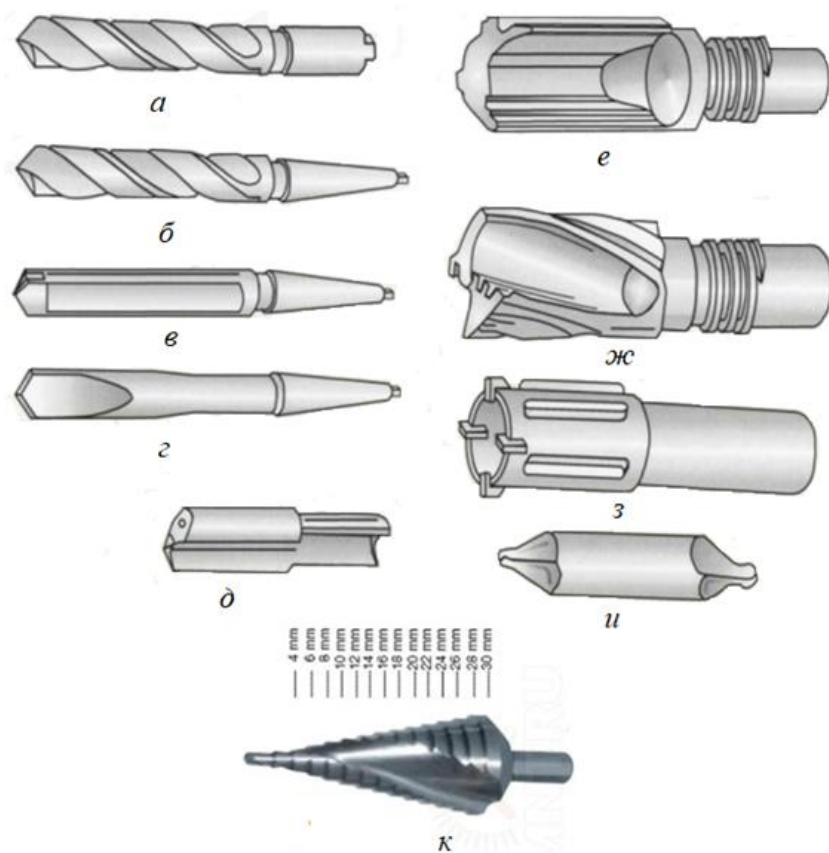


Рисунок 131 – Виды сверл:

а – спиральное с цилиндрическим хвостовиком; б – спиральное с коническим хвостовиком; в – с прямыми канавками; г – перовое; д, е, ж – для глубокого сверления (ружейное); з – для кольцевого сверления; и – центровочное; к – коническое ступенчатое

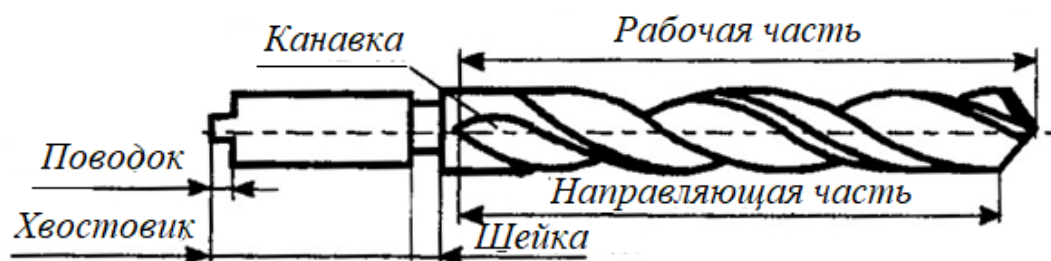


Рисунок 132 – Конструктивные элементы спирального сверла

Спиральные сверла в основном выполняются с двумя типами хвостовиков:

- цилиндрический хвостовик применяется для сверл маленького диаметра для закрепления в сверлильных патронах;
- конический хвостовик – на сверлильных станках. Сверло с коническим хвостовиком устанавливается в коническое отверстие шпинделя станка и удерживается в нем силой трения.

Сверлами обрабатывают не только глухие и сквозные отверстия (рис. 133) в сплошном материале, но и рассверливают – увеличивают размер (диаметр) уже полученных отверстий.



Рисунок 133 – Сверление отверстий на сверлильных станках

Последовательность обработки отверстия и движения инструментов показаны на рисунке 134.

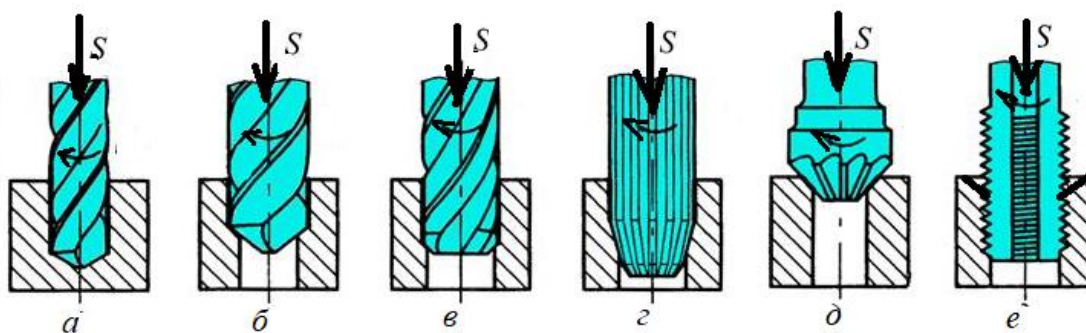


Рисунок 134 – Последовательность обработки отверстия и движения инструментов:

*а – сверление; б – рассверливание; в – зенкерование;
г - развертывание; д – зенкование; е – нарезание резьбы*

Зенкерование – это обработка отверстий, полученных литьем, штамповкой или сверлением, для придания им цилиндрической

формы, повышения точности и качества поверхности. Зенкерование выполняется специальными инструментами – зенкерами (рис. 135).

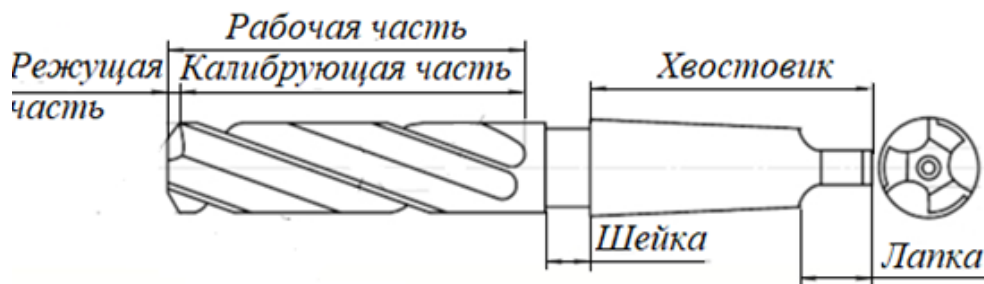


Рисунок 135 – Конструктивные элементы зенкера

Зенкеры могут быть с режущими кромками на цилиндрической или конической поверхности (цилиндрические и конические зенкеры – рис. 136), а также с режущими кромками, расположенными на торце (торцовые зенкеры). Для обеспечения соосности обрабатываемого отверстия и зенкера на торце последнего иногда делают гладкую цилиндрическую направляющую часть. Зенкерование может быть процессом окончательной обработки или подготовительным к развертыванию. В последнем случае при зенкеровании оставляют припуск на дальнейшую обработку.

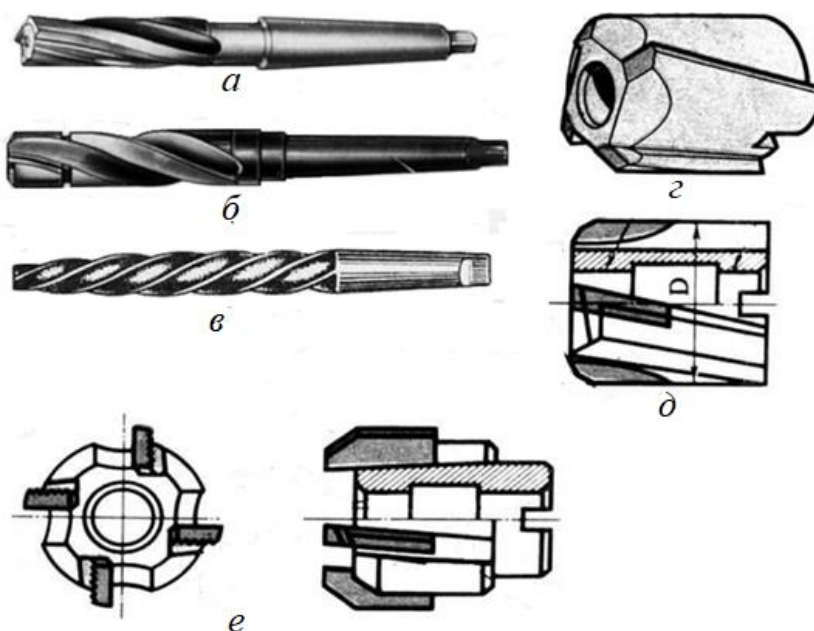


Рисунок 136 – Цилиндрические и конические зенкеры:

а – цилиндрический хвостовой цельный быстрорежущий; б – цилиндрический хвостовой твердосплавный; в – конический хвостовой цельный; г – насадной быстрорежущий; д – насадной твердосплавный; е – насадной со вставными ножами

Зенкерование – точная операция. Поэтому ее нельзя проводить вручную при помощи обычной электродрели – здесь требуется специальный станок. (рис. 137).



Рисунок 137 – Зенкерование отверстия на сверлильном станке

Зенкованием называется обработка в верхней части отверстий фасок или цилиндрических углублений, например под потайную головку винта или заклепки (рис. 138, 139). Выполняется зенкование зенковками (рис. 140) или сверлом большего диаметра.

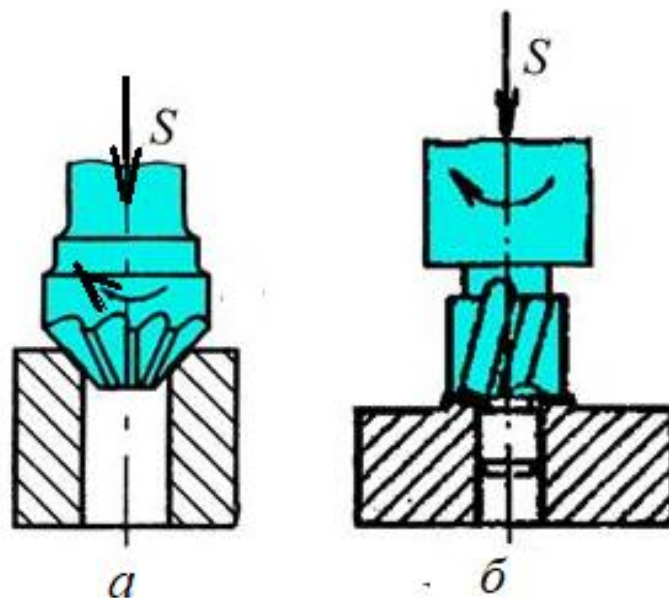


Рисунок 138 – Зенкование:
а – конической зенковкой; *б* – цилиндрической зенковкой (цековкой)



Рисунок 139 – Зенкование под потайную головку винта

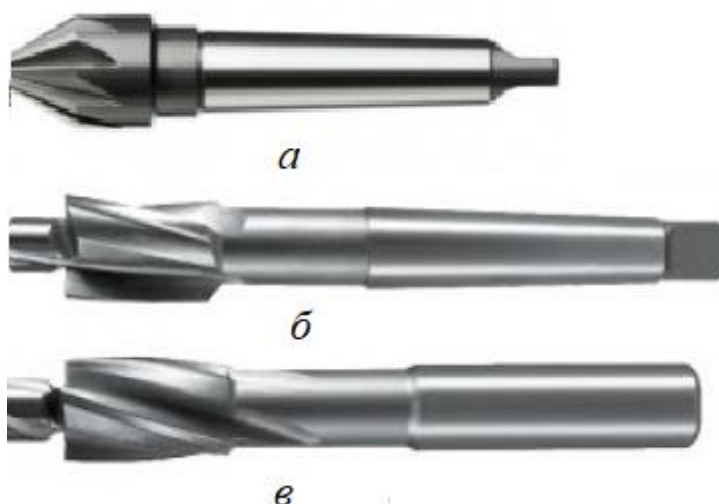


Рисунок 140 – Зенковки:

а – коническая; б – цилиндрическая с коническим хвостовиком;
в – цилиндрическая с цилиндрическим хвостовиком

Развертывание – это чистовая обработка отверстий. По своей сущности она подобна зенкерованию, но обеспечивает более высокую точность и малую шероховатость обработки поверхности отверстий. Выполняется эта операция слесарными (ручными) или станочными (машинными) развертками. Развертки могут быть (рис. 141):

- в зависимости от места установки – на ручные и машинные;
- по форме отверстия – цилиндрические и конические;
- в зависимости от типа фиксации в патроне – хвостовые и насадные;

- по расположению режущих кромок – с равномерным и неравномерным.



Рисунок 141 – Развертки:

а – ручная цилиндрическая хвостовая; б – машинная цилиндрическая хвостовая; в – ручная коническая хвостовая; г – машинные насадные

Ручные и машинные развертки состоят из основных частей: рабочей, шейки и хвостовика (рис. 142).

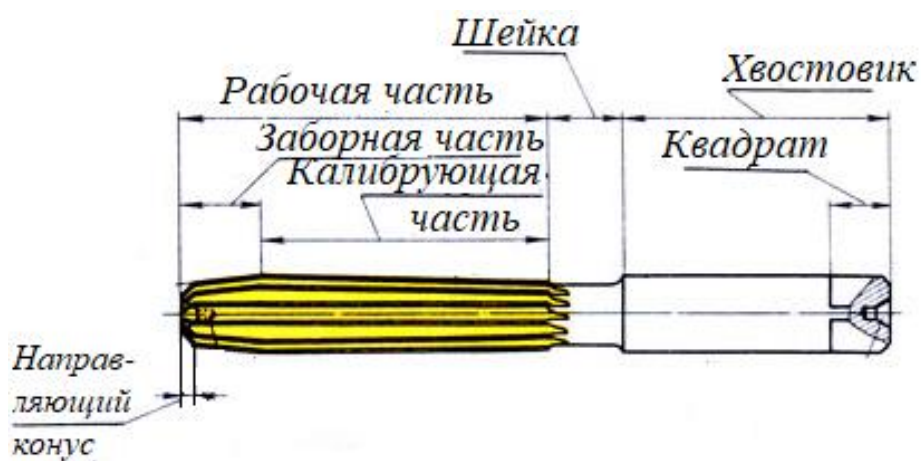


Рисунок 142 – Конструктивные элементы развертки



Рисунок 143 – Развертывание отверстий

Нарезание резьбы – это образование винтовой поверхности на наружной либо внутренней цилиндрической или конической поверхностях детали.

Приемы нарезания резьбы, и особенно применяемый при этом режущий инструмент, во многом зависят от вида и профиля резьбы.

Резьбы бывают *однозаходные*, образованные одной винтовой линией (ниткой), или *многозаходные*, образованные двумя и более нитками. По направлению винтовой линии резьбы подразделяют на *правые* и *левые*.

В зависимости от системы размеров резьбы делятся на *метрические*, *дюймовые*, *трубные* и др.

Нарезание резьбы в отверстиях выполняют метчиками (рис. 144) машинным способом.

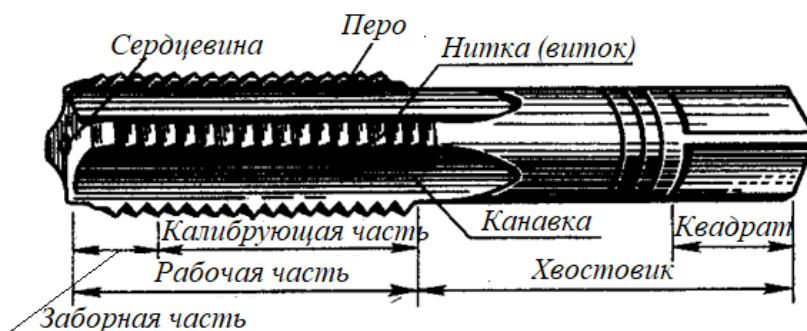


Рисунок 144 – Конструктивные элементы метчика

Различают цилиндрические и конические метчики (рис. 107, а, б). Ручные метчики бывают одинарные, двух- и трехкомплектные.

Обычно используют комплект, состоящий из трех метчиков: черного, обозначенного одной черточкой или цифрой 1; среднего, обозначенного двумя черточками или цифрой 2; и чистового, обозначенного тремя черточками или цифрой 3 (рис. 145).



Рисунок 145 – Комплект метчиков:
а – черновой; б – получистовой (средний); в – чистовой

При цилиндрической конструкции метчиков все три инструмента комплекта имеют соответствующие диаметры. У чистового метчика полный профиль резьбы, диаметр среднего метчика меньше нормального на 0,6 глубины нарезки, а диаметр черного метчика меньше диаметра резьбы на полную глубину нарезки. У черного метчика длина заборной части равна 4-7 ниткам, у среднего – 3-3,5 и у чистового – 1,5-2 ниткам.

При конической конструкции метчиков все три инструмента комплекта имеют одинаковый диаметр и полный профиль резьбы с различной длиной заборных частей. Резьба в пределах заборной части делается конической и дополнительно срезается по вершинам зубьев на конус. В конических метчиках заборная часть равна: у черного метчика – всей длине рабочей части, у среднего – половине этой длины, у чистового – двум ниткам.

Конические метчики применяют обычно для нарезания сквозных отверстий. Глухие отверстия нарезаются цилиндрическими метчиками.

Гаечные метчики (рис. 146, в) служат для нарезания метрической резьбы в гайках за один проход вручную или на сверлильных и резьбонарезных станках. Они выполняются однокомплектными, имеют длинную режущую часть (12 витков). Хвостовик у них также длинный, что дает возможность нанизывать на него гайки при нарезании. Изготавливают также гаечные метчики с изогнутым хвостовиком (рис. 146, г), закрепляемые в специальных патронах на гайконарезных автоматах. Они дают возможность гайкам автоматически сбрасываться по мере нарезания.

Плашечные метчики (рис. 146, д) отличаются от гаечных наличием большого заборного конуса и предназначены для предварительного нарезания резьбы в плашках за один проход.

Маточные метчики (рис. 146, е) применяют для зачистки резьбы в плашках после нарезания плашечным метчиком, а также для зачистки резьбы в плашках, находящихся в работе. В маточных метчиках канавки делают с правой спиралью.

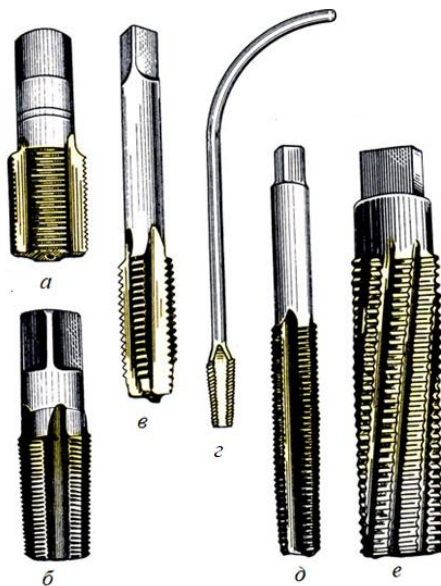


Рисунок 146 – Виды метчиков:

а - цилиндрический, б - конический, в - гаечный,
г - с изогнутым хвостовиком, д - плашечный, е – маточный

Специальные метчики составляют большую группу, в которую входят не нормализованные конструкции метчиков: бесканавочные (рис. 147, а), комбинированные (рис. 147, б), метчик-сверло

(рис. 147, *в*), с винтовыми канавками (рис. 147, *г*), метчик-протяжка (рис. 147, *а*).

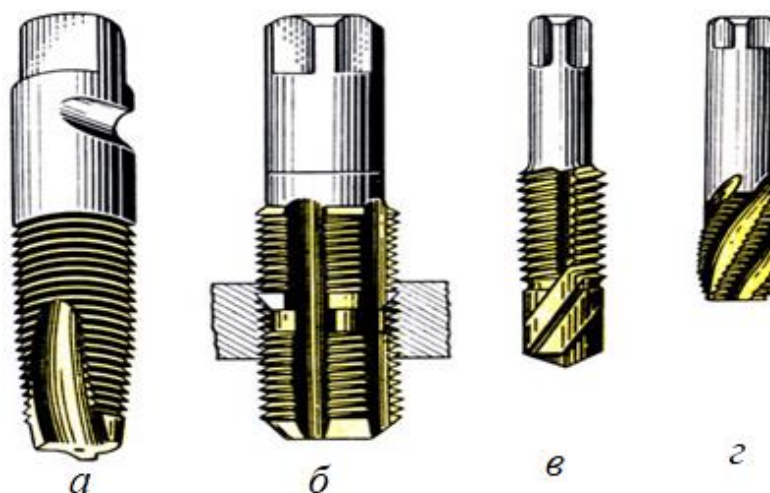


Рисунок 147 – Специальные метчики:
а - бесканавочный; *б* – комбинированный; *в* – метчик-сверло;
г – с винтовыми канавками

Последовательность обработки отверстия при нарезании резьбы приведена на рисунке 148.

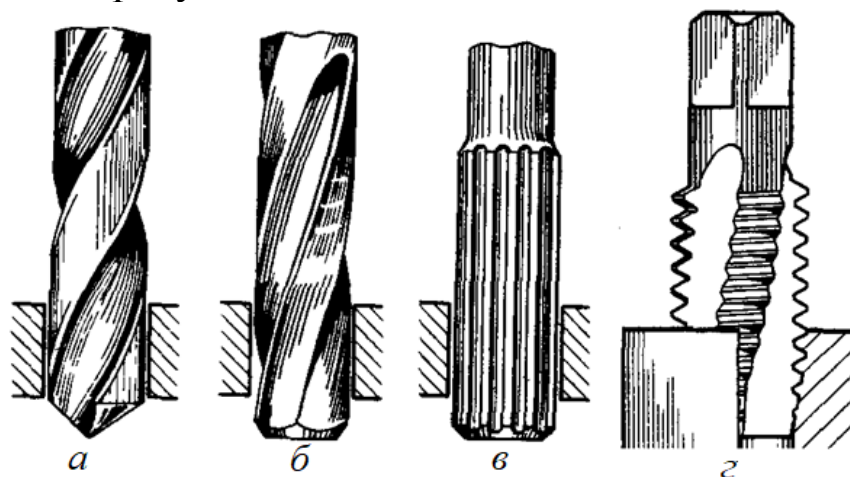


Рисунок 148 – Последовательность обработки отверстия при нарезании резьбы:
а – сверление, *б*- зенкерование, *в* – развертывание, *г* – нарезание резьбы

5.4. Крепление инструмента на сверлильных станках

Способы крепления инструментов на вертикально-сверлильном станке (рис. 149):

- в шпинделе сверлильного станка (рис.149, *а*);
- с помощью переходных втулок (рис. 149, *б*);
- в сверлильном патроне (рис. 149, *в*);

- в быстром сменном патроне (рис. 149, з).

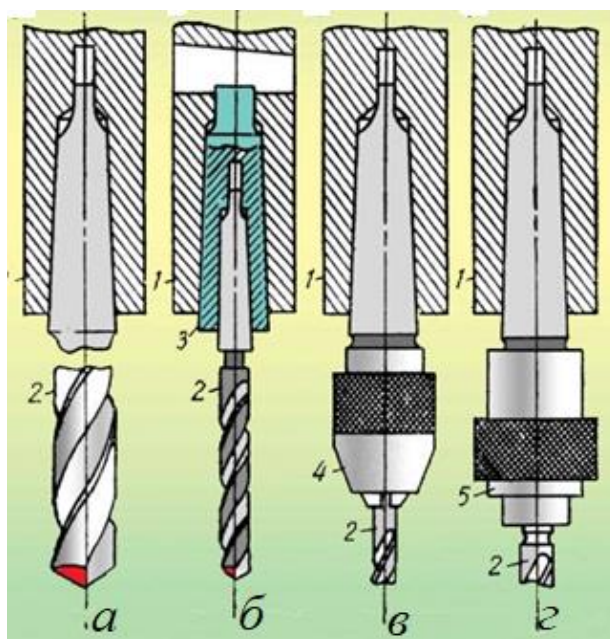


Рисунок 149 – Способы крепления инструмента на сверлильном станке

Установка инструмента в шпиндель сверлильного станка показана на рисунке 150.

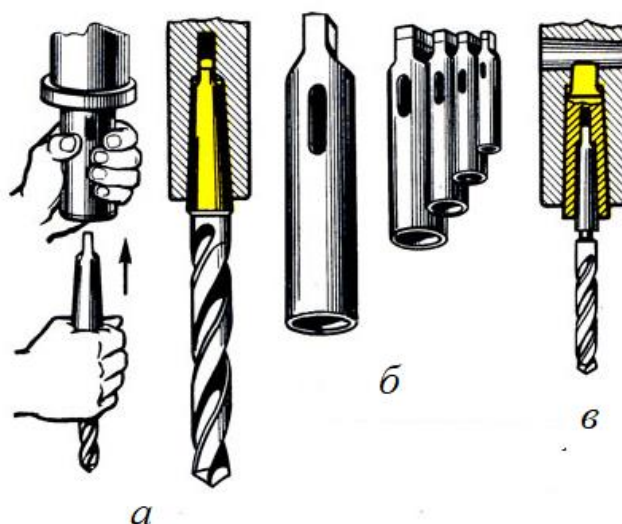


Рисунок 150 – Установка инструмента в шпиндель станка

5.5. Материал инструмента для обработки отверстий на сверлильных станках

Инструмент изготавливают из:

- быстрорежущей стали Р9 с содержанием вольфрама 9%;
- быстрорежущей стали Р9К15 с содержанием кобальта 15%;

быстрорежущей стали P6M5K5, содержащей вольфрам, кобальт и молибден;

- твердые сплавы:

- вольфрамо - кобальтовые,

- титано – вольфрамо – кобальтовые,

- титано – тантало – вольфрамо – кобальтовые

Маркировка HSS:

- HSS-E – содержит кобальт и используется при обработке металлов повышенной вязкости;

- HSS-Tin – имеет титановое напыление, значительно увеличивающее твёрдость рабочей поверхности и температурную устойчивость материала;

- HSS-E VAP – используется для обработки нержавеющей сталей;

- HSS-4241– предназначены для сверления алюминия;

- HSS-R – обладают максимальной прочностью.

Маркировке сверла P6M5 – будет соответствовать сверло HSS, сверла P6M5K – сверло HSSCo.

5.6. Заточка сверл

В процессе обработки сверла изнашиваются, поэтому требуется их заточка. То, что сверло износилось и его нужно заточить, можно определить по следующим признакам:

- сверло сильно нагревается;

- металлическая стружка имеет мелкую фракцию;

- повышается шум при сверлении.

Для заточки сверл потребуется специальное оборудование (рис. 152, 153, 154) и специальные приспособления (рис. 151).



Рисунок 151 – Держатель для заточки сверл диаметром от 3 до 18 мм



Рисунок 152 – Станок для заточки спиральных сверл GSC GS-34



Рисунок 153 –Точило Metabo DS 175



Рисунок 154 – Комбинированный заточной станок BSG-20

Контроль углов заточки сверл проверяют угломером VOGEL (рис. 155), шаблоном (рис. 156) или угломером 5УМ (рис. 157).

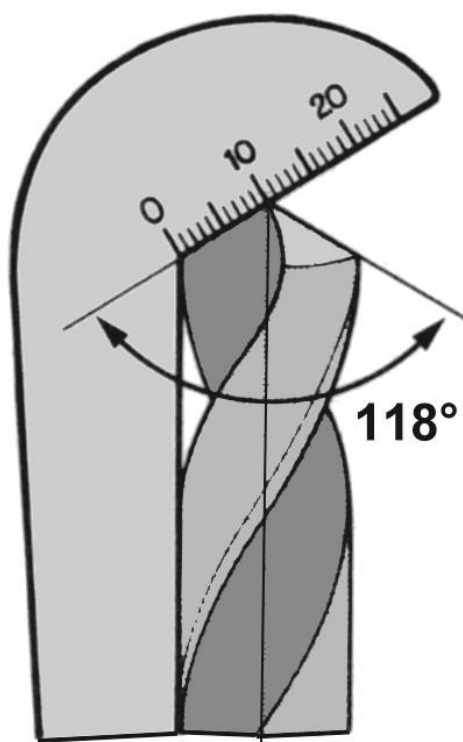


Рисунок 155 – Контроль угла заточки угломером VOGEL

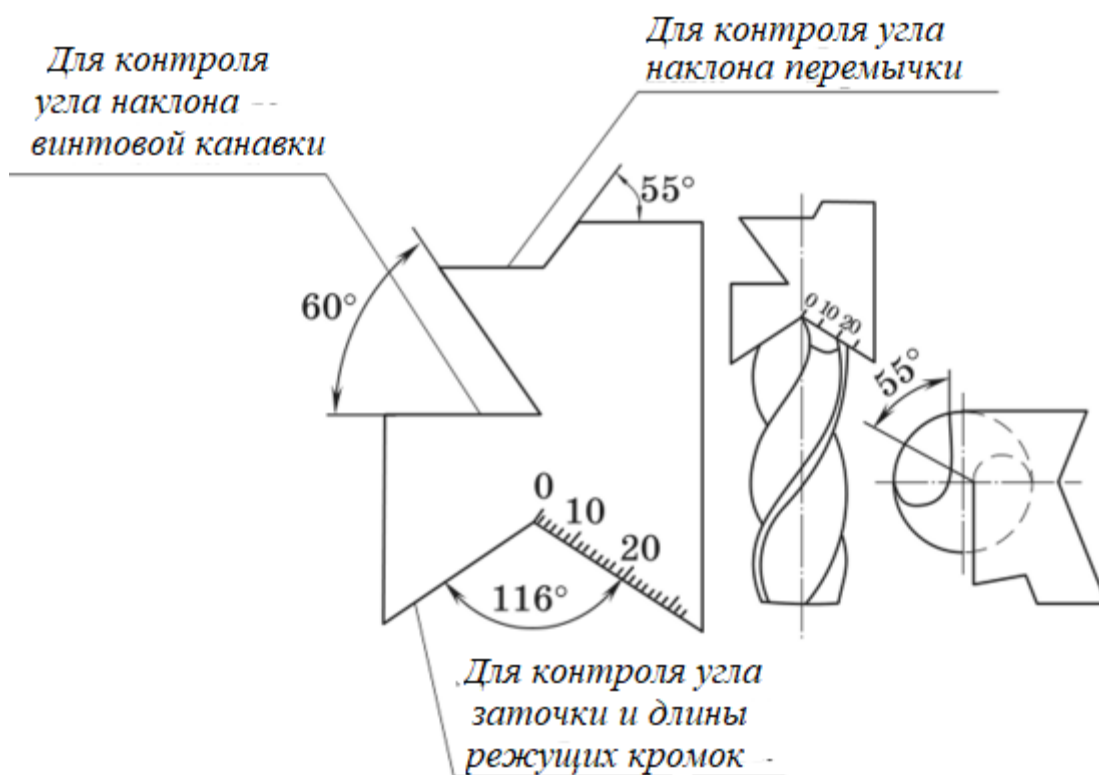


Рисунок 156 – Контроль углов заточки шаблоном

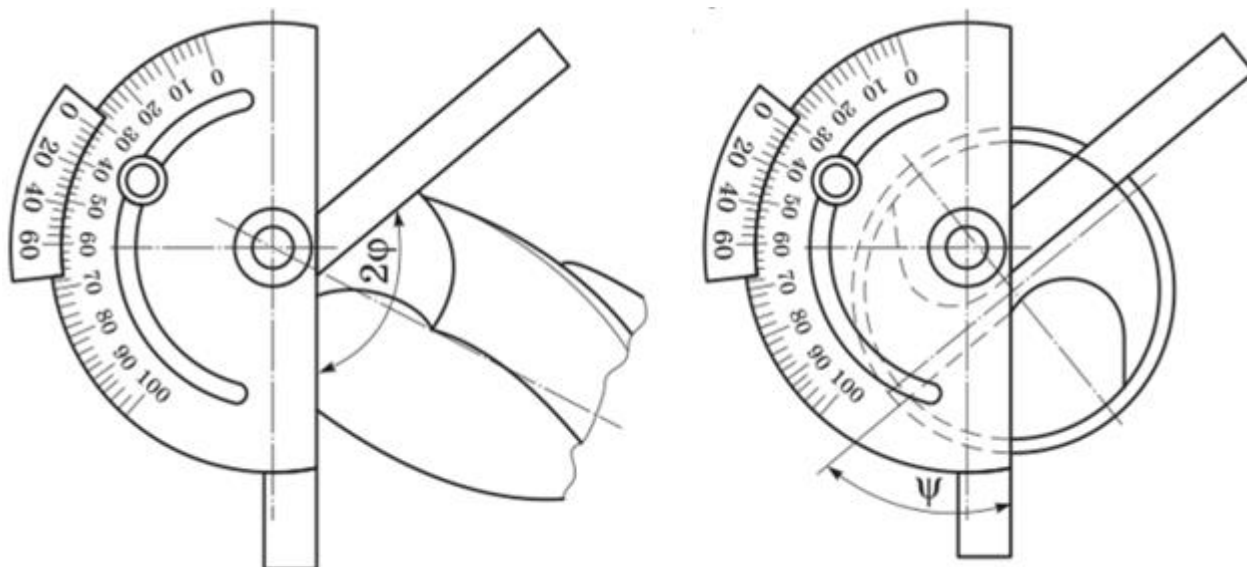


Рисунок 157 – Контроль углов заточки угломером 5УМ

Литература

1. Багдасарова Т. А. Технология токарных работ 4-е изд. – Москва : Академия, 2015. – 160 с.
2. Дирвук, Е. П. Фрезерные работы : пособие к лабораторным работам для студентов специальности «Профессиональное обучение», направления специальности 1-08 01 01-01 «Профессиональное обучение (машиностроение)» / Е. П. Дирвук. – Минск : БНТУ, 2018 – 105 с.
3. Зубарев, Ю. М. Основы резания материалов и режущий инструмент: учебник / Ю. М. Зубарев, Р. Н. Битюков. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 228 с. RL: <https://e.lanbook.com/book/126717> . – Текст : электронный.
4. Логинов, Н. Ю. Metallорежущие станки: лабораторный практикум / Н. Ю. Логинов, М. В. Гомельский. – Санкт-Петербург, 2019. – 59 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140184> . – Текст : электронный.
5. Metallорежущие станки / В. А. Водоватов, А. И. Сидоркин, Н. П. Сютлов, О. Н. Стародубцева ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. – 104 с. URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=483701. – Текст : электронный.
6. Мукин, И. М. Справочник молодого токаря / И.М. Мукин. – Москва : ЁЁ Медиа, 2000. – 919 с.
7. Резание материалов. режущий инструмент в 2 ч. часть 1.: учебник для СПО / Под общ. ред. Чемборисова Н.А.. – Москва : Юрайт, 2021. – 263 с. – URL: <https://urait.ru/book/rezanie-materialov-rezhuschiy-instrument-v-2-ch-chast-1-471835> . – Текст : электронный
8. Сибикин, М. Ю. Технологическое оборудование. Metallорежущие станки : Учебник / М. Ю. Сибикин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : НИЦ ИНФРА-М, 2019. – 448 с. – URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=341690> . – Текст : электронный.
9. Справочник фрезеровщика / В. Л. Косовский. – Москва : Академия, 2001.