
ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

*Г.А. Борисенко, Г.Н. Иванов,
Р.Р. Сейфулин*

**ТЕХНОЛОГИЯ
КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ



ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

серия основана в 1996 г.



Г.А. БОРИСЕНКО

Г.Н. ИВАНОВ

Р.Р. СЕЙФУЛИН

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Допущено Учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлениям подготовки «Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», «Автоматизированные технологии и производства»

**Электронно-
Библиотечная
Система
znanium.com**

Соответствует
Федеральному государственному
образовательному стандарту
3-го поколения

Москва
ИНФРА-М
2014

УДК 621.9(075.8)

ББК 34.63я73

Б82

Б82 **Борисенко Г.А., Иванов Г.Н., Сейфулин Р.Р.**
Технология конструкционных материалов. Обработка резанием: Учеб. пособие. — М.: ИНФРА-М, 2014. — 142 с. — (Высшее образование).

ISBN 978-5-16-004720-1

В учебном пособии приводятся сведения по основным, наиболее широко применяемым технологическим процессам механической обработки (точение, фрезерование, сверление, шлифование). Пособие предназначено для обеспечения необходимого уровня подготовки студентов всех специальностей, изучающих курс «Технологические процессы в машиностроении», а также может быть полезно студентам, изучающим курсы «Резание материалов»; дает возможность выбрать комплект лабораторных работ по курсу ТПМ в зависимости от отведенных часов на лабораторные работы и наличия оборудования в лаборатории.

УДК 621.9(075.8)

ББК 34.63я73

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. ТЕХНОЛОГИЯ РАЗМЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Все существующие в машиностроении технологические процессы связаны с формоизменением исходного сырья (заготовки) с целью получения детали заданной формы, размеров, шероховатости поверхности, точности геометрической формы, физико-химическим состоянием и физико-механическими свойствами поверхностного слоя материала детали.

В зависимости от объема материала, входящего в заготовку (V_3) и деталь ($V_{\text{дет}}$), технологические процессы делятся на три группы: $V_3 = V_{\text{дет}}$, $V_3 > V_{\text{дет}}$, $V_3 < V_{\text{дет}}$. В данной работе мы будем рассматривать технологические процессы второй группы.

Разность в объемах заготовки и детали $V_3 - V_{\text{дет}} = t$ — общий припуск на обработку, слой материала, удаляемый при обработке с целью получения поверхностей с заданными размерами и качественными показателями.

Припуск с заготовки можно удалить, воздействуя на материал различными способами.

1. Механическим, т.е. резанием, точением, сверлением, фрезерованием, ультразвуковой обработкой, пластическим деформированием поверхностного слоя.

2. Электрохимическим — путем анодного растворения при высокой плотности тока.

3. Электрофизическим — путем концентрации в небольших объемах энергии большой плотности; сюда относят электроэрозионный, лазерный и другие методы.

Механической обработке подвергаются заготовки, полученные литьем, свободной ковкой, горячей объемной штамповкой, холодной штамповкой, прокаткой и т.д.

Поступающие на обработку заготовки имеют различные формы: тела вращения (валы, втулки, маховики) с различными соотношениями длины L и диаметра D ; корпусные детали, плиты с разными соотношениями длины L , ширины B и высоты H . Любую форму детали можно представить в виде совокупности отдельных геометрических поверхностей (плоских, линейчатых, круговых, цилиндрических, конических, шаровых, торовых и геликоидных).

Каждую поверхность детали, согласно чертежу, обрабатывают в соответствии с заданными показателями точности.

Шероховатость поверхности оценивается совокупностью высот микронеровностей (рис. 1.1).

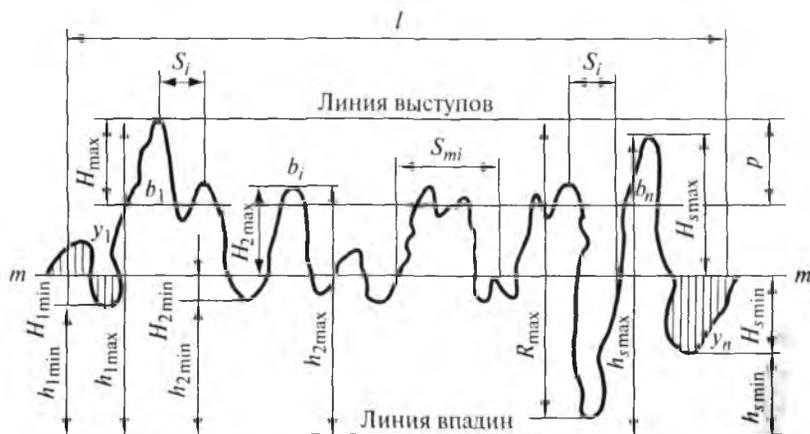


Рис. 1.1. Профилограмма поверхности

ГОСТ 2789–73 устанавливает следующие параметры шероховатости:

- R_a — среднее арифметическое отклонение профиля;
- R_z — высота неровностей профиля по 10 точкам;
- R_{max} — наибольшая высота профиля;
- S_m — средний шаг неровностей;
- S — средний шаг местных выступов профиля;
- t_p — относительная опорная длина профиля, где p — значение уровня сечения профиля.

Параметр R_a позволяет оценить шероховатость более полно, чем R_z .

Волнистость — совокупность периодически чередующихся неровностей, у которых расстояние между смежными возвышенностями или впадинами превышает базовую длину. Волнистость приводит к уменьшению опорной поверхности в 5–10 раз по сравнению с шероховатостью.

Под *геометрической точностью* понимают изготовление размеров в пределах указанного на чертеже поля допуска; точности формы поверхности (некруглость, конусность и т.д.), взаимного расположения поверхностей (неперпендикулярность, непараллельность, несоосность и т.д.).

Допуск — разность между наибольшим и наименьшим предельными размерами, зависит от качества и величины размера.

Геометрическая точность оценивается качеством *IT*. Всего 19 классов: от 0 до 4 — изготовление концевых мер, калибров; от 5 до 13 — размеры сопрягаемых деталей; с 14 по 17 — размеры низкой точности (литье, обработка давлением и т.д.).

Качество — совокупность допусков, рассматриваемых как соответствующие одному уровню точности всех номинальных размеров.

Значения параметров R_z , R_a , *IT* для разных технологических методов обработки устанавливаются на основании их связи с функциональными показателями деталей машин (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Средняя экономическая точность и шероховатость при обработке заготовок из стали и серого чугуна

Операция	Класс	R_a , мкм
Точение и растачивание:		
• предварительное	12 и грубее	12,5
• чистовое	10 и грубее	3,2–1,6
• тонкое на станках класса П	5–6	0,6–0,4
Фрезерование:		
• предварительное	12 и грубее	6,3
• чистовое	8	3,3–1,6
Сверление	11–12	6,3–3,2
Зенкерование	10 и грубее	3,2–1,6
Развертывание:		
• предварительное	8 и грубее	1,6–0,8
• чистовое	7	0,8–0,4
Протягивание отверстия	7–8	0,8–0,4
Шлифование:		
• чистовое	7	0,4–0,2
• тонкое на станках класса П	5–6	0,1–0,05
Притирка	5 и точнее	0,1–0,025
Доводка	4 и точнее	0,05 и менее
Хонингование	5 и грубее	0,05–0,025
Суперфиниширование	5 и грубее	0,05 и менее

Физико-механические свойства поверхностного слоя характеризуются твердостью, структурными и фазовыми превращениями, остаточными напряжениями, состоянием кристаллической решетки.

После обработки структура поверхностного слоя резко отличается от основной массы материала. Под действием сил резания на поверхности появляется дефектный слой, глубина которого зависит от материала, вида и режимов обработки.

Для проектирования технологического процесса необходим чертеж, в котором будут указаны: изображение детали; размеры и их предельные отклонения; допуски формы и расположения поверхностей; допуски относительно базовых поверхностей; шероховатость, материал и его твердость (HRC , HRB), технические условия (термообработка, покрытия и т.д.).

1.2. ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

Механическая обработка — технологический процесс получения деталей заданных размеров точности, качества поверхностного слоя путем удаления припуска в виде стружки с помощью инструмента, режущая часть которого имеет форму клина (резец, фреза, шлифовальный круг и т.д.) (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Схема резания

В технологии машиностроения полуфабрикаты, подлежащие обработке, называют *заготовками*. Наиболее важным параметром детали является ее геометрическая форма. Форма, с которой заготовка поступает на данную операцию, называется исходной; заготовка в исходном виде называется черновой. Окончательно обработанная заготовка называется *готовой деталью* или просто *деталью*, она имеет окончательную требуемую форму. Формы, которые заготовка принимает в процессе трансформации между двумя рабочими перехода-

ми, называются промежуточными, или межпереходными, формами. Рассматриваемое изменение геометрической формы заготовки происходит путем снятия частиц материала механическим путем. Этот процесс называется *резанием*.

Изменение формы заготовки производится инструментом, который может иметь определенную либо неопределенную геометрию режущей части. Инструмент и заготовка представляют собой рабочую пару и в процессе резания соприкасаются, образуя рабочий стык, или зону взаимодействия.

Процессы резания являются самыми эффективными по производительности, удельной энергоемкости, точности и качеству обработки и поэтому очень широко применяются.

Чтобы начать процесс резания, необходимо обеспечить относительное перемещение режущего клина и заготовки. При давлении режущего клина на срезаемый слой происходит деформирование отдельных поликристаллов. Под действием приложенных сил изменяется расположение атомов в кристаллической решетке. Вследствие этого происходят физико-механические превращения в срезаемом слое материала и под обработанной поверхностью. Механизмы развития деформации и разрушения объясняются и описываются теорией дислокации физики твердого тела.

Передняя поверхность режущего клина (резец), осуществляя давление на материал, создает в ограниченной зоне, впереди, сложное упруго-напряженное состояние. Во всех плоскостях возникают касательные τ_x и нормальные σ_y напряжения. При увеличении нагрузки упруго-напряженное состояние переходит в пластическую деформацию. Этот вид деформации, в отличие от упругой, является необратимым, т.е. после прекращения действия сил тело не сохраняет свою первоначальную форму. У хрупких материалов (чугун) пластическая деформация практически отсутствует. Небольшая пластическая деформация происходит в зоне стружкообразования — *OAB*. В начале деформирования в определенных направлениях плоскости скольжения разбивают зерно на отдельные части (пластины). Образуется вытягивание зерен, и происходит упрочнение материала. С увеличением деформации при дальнейшем увеличении нагрузки происходит смещение зерен относительно друг друга.

При большой скорости резания зона стружкообразования настолько сужается, что можно считать, что стружкообразование происходит по одной плоскости — плоскости сдвига *OC* (Θ — угол сдвига $\approx 30^\circ$). В этой плоскости происходит скалывание элемента стружки, в ней действует наибольшее касательное напряжение.

Создание формы происходит при обработке заготовки режущим инструментом определенной геометрии или при относительном движении инструмента и заготовки, а также при сочетании обоих способов. Процесс резания изучает физические зависимости процесса снятия стружки. Понятия, относящиеся к технике резания, объясняются в соответствующих нормах. Выбор способа обработки зависит от выбора технологических средств: станков, режущих инструментов и материалов. В зависимости от применяемых технологических средств обработки различают ручное и машинное производство.

Виды движений и методы формообразования при резании

Резание — процесс взаимодействия инструмента и заготовки, сопровождающийся упругим и пластическим деформированием срезаемого слоя с последующим его разрушением. В существующих станках различают пять видов движений:

- 1) движение формообразования;
- 2) движение врезания;
- 3) движение деления;
- 4) вспомогательные движения;
- 5) движение управления.

Движения, с помощью которых с обрабатываемой поверхности удаляется припуск и изменяется физико-механическое состояние поверхностного слоя, называют *движениями резания*.

Движения формообразования — движения, с помощью которых на обрабатываемой заготовке мы получаем поверхности заданных форм и размеров методами резания.

Движения резания подразделяются на главное движение и движение подачи. *Главному движению* присуща максимальная скорость, а *движение подачи* — это движение, позволяющее продолжать начавшийся процесс резания, захватывая новые участки необработанной поверхности; его скорость значительно ниже скорости главного движения.

Движение врезания — движение, с помощью которого инструмент (заготовка) устанавливается на заданный размер в процессе начавшегося резания.

Движение деления — движение, позволяющее повторить обработанную поверхность несколько раз, последовательно смещая на заданный размер.

Вспомогательное движение — это движение, подготавливающее процесс резания (установка заготовки, инструмента, приспособления, наладка и настройка станка и т.д.).

Движение управления — движение, управляющее процессом резания. Различают ручное управление, автоматическое управление с жесткой связью (станки-автоматы, полуавтоматы, автоматические линии) и с числовым программным управлением — ЧПУ.

Существует четыре метода формообразования: метод копирования, метод следа, метод касания и метод обкатки (рис. 1.3).

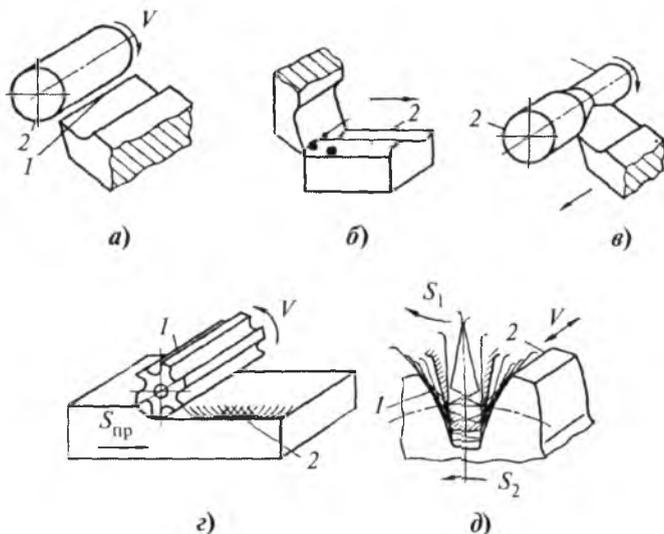


Рис. 1.3. Схема методов формообразования поверхностей:
 а, б — метод копирования; в — метод следа;
 г — метод касания; д — метод обкатки;
 1 — образующая линия; 2 — направляющая линия

1.3. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

В данной работе рассматриваются параметры резания при токарной и фрезерной обработках.

Движение, определяющее скорость отделения стружки, — главное движение, его скорость V . Движение, которое позволяет продолжаться начавшемуся процессу резания, — движение подачи, его скорость S .

Скорость резания — путь, проходимый в единицу времени точкой, расположенной на обрабатываемой поверхности или режущей кромке инструмента.

Точение — обработка резанием однолезвийным режущим инструментом — резцом.

При токарной обработке (рис. 1.4) скорость резания

$$V = \pi Dn / 1000 \text{ м/мин,}$$

где n — частота вращения, 1/мин; D — диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

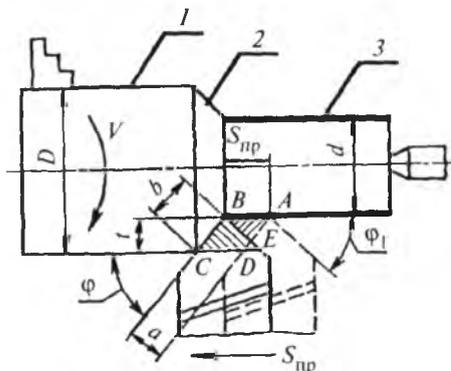


Рис. 1.4. Токарная обработка

Скорость подачи S (подача) — путь точки режущего лезвия инструмента относительно заготовки в направлении движения подачи за один оборот — S_0 , мм/об., либо в минуту — $S_m = S_0 \cdot n$, мм/мин.

В процессе резания на обрабатываемой детали различают три основные поверхности: обрабатываемая поверхность 1, с которой срезается слой металла; обработанная поверхность 3, полученная после удаления срезанного слоя; поверхность резания 2, образуемая на заготовке непосредственно режущей кромкой резца. Эта поверхность является переходной между обработанной и обрабатываемой поверхностями. Ширина срезанного слоя b — расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями, измеренное по поверхности резания. Толщина срезанного слоя a — расстояние, измеренное по нормали к поверхности резания за время одного оборота заготовки. Глубина резания t — разность радиусов обрабатываемой и обработанной поверхностей.

ГЛАВА 2. СРЕДСТВА ОСНАЩЕНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

2.1. ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ. ПРИНЦИП РАБОТЫ СТАНКА 16К20

Цель работы — ознакомить студентов с устройством станков токарной группы на примере токарно-винторезного станка 16К20, применяемым на них режущим инструментом, способами закрепления заготовок и инструментов, оснасткой и основными методами обработки различных заготовок.

Токарные станки в основном предназначены для обработки деталей типа тел вращения: валов, винтов, втулок, заготовок зубчатых колес, маховиков и др.

На заготовках этих деталей можно производить:

- 1) обточку наружных цилиндрических, конических и фасонных поверхностей;
- 2) расточку внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей;
- 3) проточку и подрезку торцевых поверхностей;
- 4) сверление, зенкерование, развертывание, центрование, зенкование, цекование отверстий при совпадении их осей с осью вращения заготовки, закрепленной на станке;
- 5) нарезание наружной и внутренней резьбы резцом, плашкой и метчиком;
- 6) накатывание резьбы и рифлений накатными роликами;
- 7) притирку с помощью специальных приспособлений.

При обработке на токарных станках заготовке и режущему инструменту сообщаются движения. Заготовка получает вращательное движение, а режущий инструмент перемещается относительно заготовки поступательно или по более сложной траектории.

2.1.1. Основные узлы станка 16К20 и их назначение

Отдельные самостоятельные части и механизмы металлорежущих станков называются узлами станка.

Токарно-винторезный станок 16К20 состоит из следующих узлов (рис. 2.1): станины I, передней бабки с коробкой скоростей II, суппорта III, задней бабки IV, механизма подачи V, фартука VI.

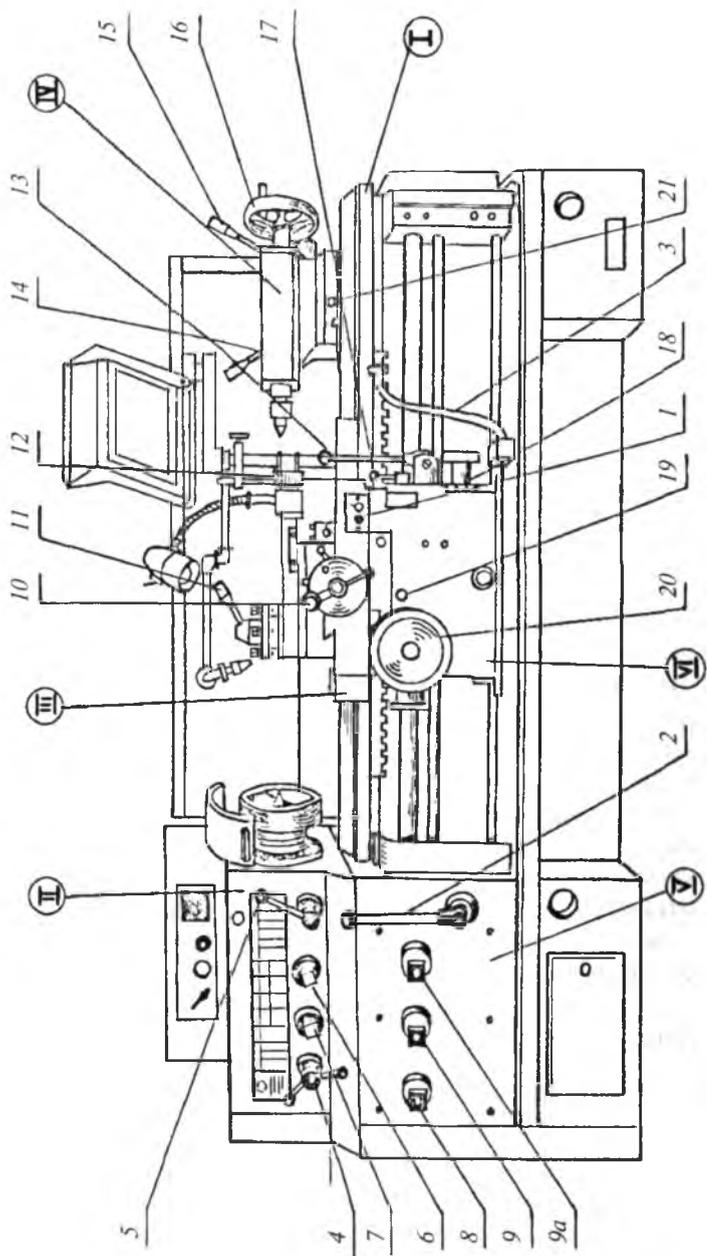


Рис. 2.1. Токарно-винторезный станок 16K20

Станина I представляет собой чугунную литую деталь сложной коробчатой формы, которая крепится на двух колоннах. Станина служит для монтажа всех основных узлов станка. На верхней части станины располагаются направляющие, по которым в продольном направлении (вдоль оси станка) перемещаются продольные салазки и задняя бабка. От точности направляющих во многом зависит точность обработанных на станке деталей.

Передняя бабка II состоит из чугунного корпуса, который жестко крепится слева на верхней поверхности станины. Внутри этого корпуса располагается коробка скоростей и шпиндель — главный вал станка, осуществляющий движение резания. Коробка скоростей служит для сообщения заданной скорости резания обрабатываемой детали, которая с помощью различных приспособлений крепится на правом конце шпинделя.

Суппорт III предназначен для закрепления режущего инструмента и сообщения ему движения подачи. Суппорт (рис. 2.2) состоит из следующих узлов: продольных салазок 1; нижней каретки, перемещающейся по направляющим станины; поперечных салазок 2, перемещающихся в поперечном (перпендикулярно направляющим станины) направлении по направляющим продольных салазок; поворотной части 3; резцовых салазок 4 и резцовой головки (резцедержателя) 5.

Задняя бабка IV служит для поддержания обрабатываемой заготовки с помощью токарного центра, устанавливаемого в пиноли, а также для закрепления инструмента, предназначенного для обработки отверстий (сверла, центровки, развертки).

Механизм подачи V состоит из гитары настройки (гитары сменных колес) коробки подач, ходового винта и ходового валика. Ходовым винтом снабжаются только токарно-винторезные станки для сообщения заданной величины подачи резцовому резцу при нарезании резьбы.

Фартук станка VI предназначен в основном для преобразования вращательного движения ходового винта и ходового валика в поступательное движение суппорта. Фартук состоит из чугунного корпуса, который жестко связан с продольными салазками суппорта. В корпусе помещается система зубчатых колес, передающих вращение от ходового валика к реечной шестерне и поперечному ходовому винту (при выполнении любых работ на станке, кроме нарезания резьбы резцом).

Реечная шестерня находится в зацеплении с зубчатой рейкой, привернутой винтами к станине станка под его передней направляющей.

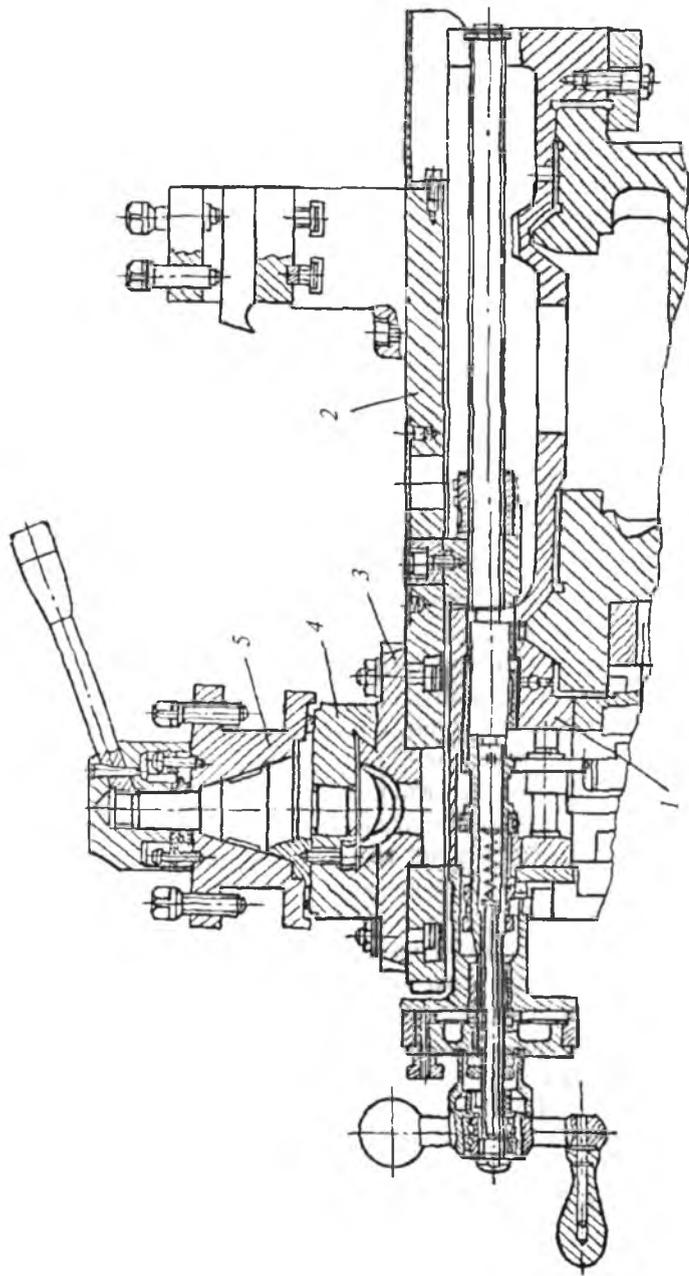


Рис. 2.2. Продольный разрез суппорта

При нарезании резьбы резцом вращение сообщается ходовому винту, по которому поступательно перемещается маточная гайка, состоящая из двух половин и расположенная на задней стенке фартука.

Краткая техническая характеристика станка

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки над станиной, мм	400
Наибольший диаметр заготовки, обрабатываемой над нижней кареткой суппорта, мм	220
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	53
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм	710, 1000, 1400
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	12,5–1600
Частота вращения шпинделя	24
Подача, мм/об:	
• продольная	0,05–2,8
• поперечная	0,025–1,4
Нарезаемые резьбы:	
• метрическая, шаг в мм	0,5–112
• дюймовая, число ниток на 1 дюйм	56–0,5
• модульная, шаг в модулях	0,5–112
• питчевая, в питчах	56–0,5
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	55
Мощность главного электродвигателя, кВт	10

2.1.2. Схема управления токарным станком модели 16К20 (продольный разрез суппорта)

Токарный станок модели 16К20 имеет следующую схему управления (см. рис. 2.1):

1 — кнопочная станция для включения электродвигателя станка (черная кнопка «Пуск»; красная кнопка «Стоп»); 2 — рукоятка управления фрикционной муфтой главного привода (сблокирована с рукояткой 3), служит для включения и выключения вращения шпинделя и для изменения направления его вращения. Рукоятка имеет три фиксированных положения. При среднем (нейтральном) положении рукоятки муфта сцепления выключена, тормоз включен, шпиндель неподвижен. При перемещении рукоятки на себя и повороте ее влево (из среднего положения) включается вращение шпинделя по часовой стрелке (холостой ход).

Рукоятки 4 и 5 коробки скоростей предназначены для установки частоты вращения шпинделя в минуту. Положения рычагов необходимо устанавливать согласно таблице, помещенной на панели передней бабки. Рукоятка установки правой и левой резьбы 6 включается при изменении направления движения в цепи подачи; 7 — рукоятка установки нормального или увеличенного шага резьбы и положения при делении многозаходных резьб; 8 — рукоятка установки величины подачи, шага резьбы и отключения механизма подачи. Положения рычагов, соответствующих определенным величинам подач, указаны в таблице, расположенной на коробке подач. Рукоятка 9 используется для установки подачи и типа нарезаемой резьбы; 9а — рукоятка установки величины подачи и шага резьбы и отключения механизма коробки подач при нарезании точных резьб. 10 — рукоятка ручного перемещения поперечных салазок суппорта (цена деления лимба 0,05 мм); 11 — рукоятка поворота и зажима резцедержателя. Поворот резцедержателя на следующую позицию происходит при вращении рукоятки по часовой стрелке; 12 — рукоятка ручной подачи резцовых салазок; 13 — рукоятка управления перемещениями каретки и поперечных салазок суппорта; 14 — рукоятка зажима пиноли задней бабки; 15 — рукоятка крепления задней бабки к станине; 16 — маховичок перемещения пиноли; 17 — рукоятка включения и выключения разъемной (маточной) гайки ходового винта. Включение гайки происходит при нарезании резьбы резцом; 18 — рукоятка включения подачи; 19 — рукоятка включения и выключения реечной шестерни; 20 — маховичок ручного перемещения суппорта в продольном направлении (цена деления лимба 0,1 мм); 21 — винт для смещения задней бабки в поперечном направлении при обточке конических поверхностей.

Для пуска станка следует нажать кнопку «Пуск», а затем перемещением на себя и поворотом вправо рукоятки 2 управления муфты включить прямое (рабочее) вращательное движение.

2.2. РЕЖУЩИЕ ИНСТРУМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ПРИ РАБОТЕ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

2.2.1. Резцы

Основным режущим инструментом при работе на токарных станках являются резцы. Резец состоит из корпуса и головки (режущей части) (рис. 2.3). На головке резца путем заточки образуются три поверхности (грани): по передней поверхности в процессе резания сходит стружка, задние поверхности — главная и вспомогательная — обращены к обрабатываемой детали. Основную работу

в процессе резания выполняет главная режущая кромка, которая образована пересечением передней и главной задней поверхностей. Вспомогательная режущая кромка образована пересечением задней (вспомогательной) и передней поверхностей. Вершина резца — место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок.

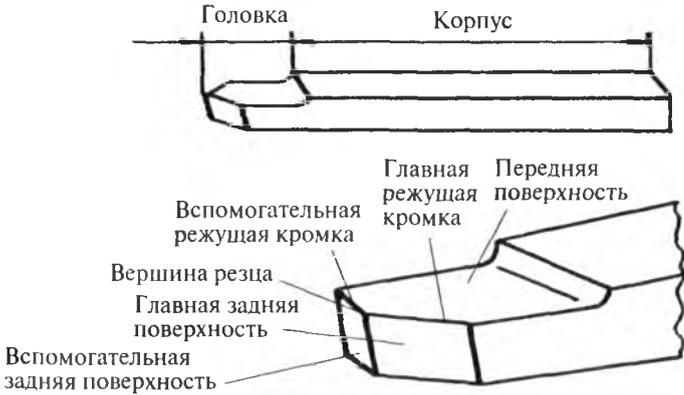


Рис. 2.3. Резец

Положение поверхностей, образующих режущую часть резца, характеризуется углами, для определения которых вводятся следующие условные плоскости (рис. 2.4); плоскость резания (ПР), касательная к поверхности резания в рассматриваемой точке режущей кромки; основная плоскость (ОП), параллельная продольной и поперечной подачам резца; главная секущая плоскость (ГСП), перпендикулярная к проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

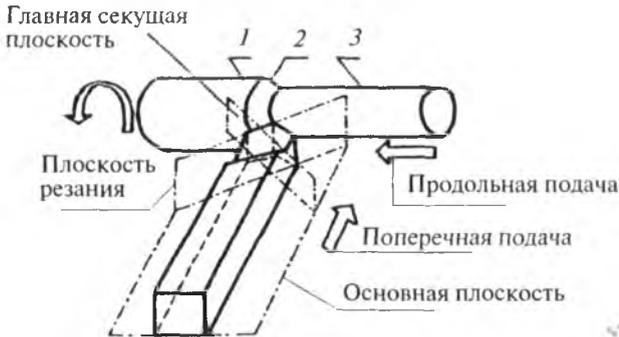


Рис. 2.4. Плоскости резания:

1 — обрабатываемая поверхность; 2 — поверхность резания; 3 — обработанная поверхность

Поверхность и плоскость резания. Угол α затачивается для уменьшения трения главной задней поверхности о поверхность резания (рис. 2.5). Величина α зависит от рода обрабатываемого материала. При обработке мягких, вязких материалов α больше, чем при обработке хрупких материалов. Обычно величина α находится в пределах 6–12°. Увеличение угла α приводит к снижению прочности резца. Угол заострения β заключен между передней и задней поверхностями резца. Угол β оказывает большое влияние на прочность режущей части резца. С его увеличением прочность режущей части возрастает.



Рис. 2.5. Углы резца

Передний угол γ заключен между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной к поверхности резания, проходящей через главную режущую кромку. Передний угол делается для облегчения врезания резца в металл, для уменьшения трения стружки о резец и уменьшения его износа по передней поверхности. Величина угла γ зависит от механических свойств обрабатываемого материала, от материала и типа резца, от характера работы. С повышением механических свойств обрабатываемого металла величина γ уменьшается, а прочность режущей части резца при этом увеличивается, так как с уменьшением γ возрастает угол заострения β . Величина угла γ колеблется от 30 до 15°. Если передняя поверхность

резца направлена вниз от плоскости, перпендикулярной плоскости резания, то передний угол считается положительным, а если вверх, то отрицательным. Между углами α , β , γ существует следующая зависимость:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ.$$

Угол резания δ заключен между передней поверхностью резца и плоскостью резания и равен сумме углов α и β .

В основной плоскости различаются углы в плане.

Главный угол в плане φ заключен между проекциями главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи, влияет на шероховатость обработанной поверхности. Для проходных резцов при достаточной жесткости обрабатываемой заготовки угол $\varphi = 45^\circ$. Чем меньше φ , тем лучше качество заготовки.

В плоскости резания рассматривается и измеряется угол наклона главной режущей кромки λ . Угол заключен между главной режущей кромкой и основной плоскостью. Угол считается отрицательным, когда вершина резца занимает наивысшее положение на главной режущей кромке; положительным, когда вершина резца занимает низшее положение на главной режущей кромке; равным нулю, когда режущая кромка располагается параллельно основной плоскости; при обработке вязкого металла (сталь, алюминий и его сплавы) угол λ отрицательный, при обработке твердых и хрупких металлов (чугун, бронза) $\lambda = 0^\circ$.

Токарные резцы классифицируются по следующим признакам.

1. По назначению токарные резцы делятся на основные типы.

Проходные резцы (рис. 2.6, а, 1, 2, 3) применяются для обработки наружных цилиндрических и конических поверхностей. Эти резцы делают прямыми (рис. 2.6, а, 1) и с отогнутой головкой (рис. 2.6, а, 2 и рис. 2.6, в), правыми и левыми, что определяется правилом правой руки (рис. 2.6, б). Резцы с отогнутой головкой применяются и для подрезки торцевых плоскостей. Проходные резцы имеют главный угол в плане $\varphi = 30-60^\circ$, проходные упорные (рис. 2.6, а, 3) — $\varphi = 90^\circ$.

Подрезные резцы (рис. 2.6, а, 4) применяются для обработки торцевых плоскостей и уступов под прямым углом к оси изделия.

Отрезные и прорезные резцы (рис. 2.6, а, 5 и 8) служат для отрезания детали и для прорезания поперечных канавок. Отрезной резец имеет две вспомогательные кромки, расположенные под углом $\varphi_1 = 1-2^\circ$ по отношению к направлению поперечной подачи. Головка резца сужается к подошве ($\alpha_1 = 2-3^\circ$).

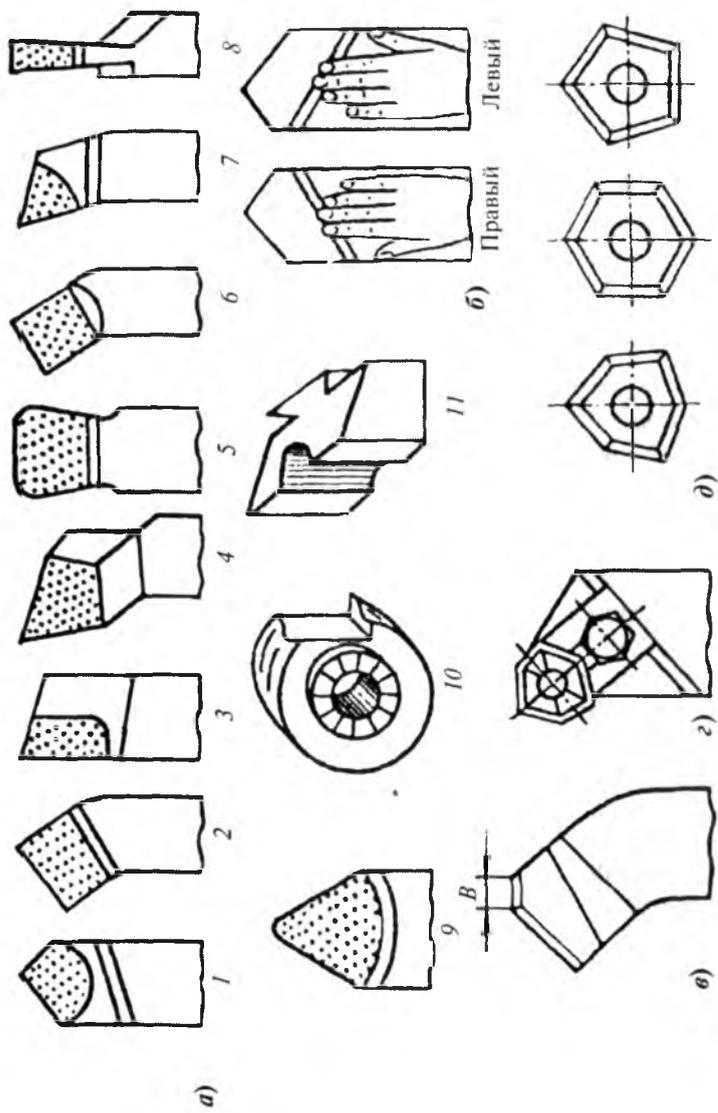


Рис. 2.6. Типы токарных резцов

Расточные резцы (рис. 2.6, а, б и 7) применяются для обработки внутренних цилиндрических и конических поверхностей. Они бывают двух видов — для сквозных (рис. 2.6, а, б) и глухих (рис. 2.6, а, 7) отверстий. У расточного резца (для сквозных отверстий) угол $\varphi = 75^\circ$, а угол λ — отрицательный.

У расточного упорного резца $\varphi = 95^\circ$, угол λ — положительный. Резьбовые резцы предназначены для нарезания наружной и внутренней резьбы различного профиля: прямоугольного, треугольного, трапецеидального. Форма их режущих лезвий соответствует профилю и размерам поперечного сечения нарезаемых резьб. На рис. 2.6, а, 9 показан резец для нарезания наружной резьбы треугольного профиля.

Галтельные и фасонные резцы (рис. 2.6, а, 10 и 11) применяются для обработки галтелей и фасонных поверхностей с длиной образующей линии до 30–40 мм. Форма режущей кромки фасонного резца соответствует профилю детали.

2. По форме головки: прямые (рис. 2.6, а, 1 и 3), отогнутые (рис. 2.6, а, 2, 4, 6 и рис. 2.6, в) оттянутые (рис. 2.6, а, 8) и изогнутые.

3. По направлению подачи: правые, левые (рис. 2.6, б).

4. По роду материала: из быстрорежущей стали, с пластинками из твердого сплава (рис. 2.6, г и д), с пластинками из металлокерамики, с кристаллами алмазов.

5. По конструкции различают резцы цельные, изготовленные из одной заготовки; составные (с неразъемным соединением его частей); с припаянными пластинами; с механическим креплением пластин (рис. 2.7).

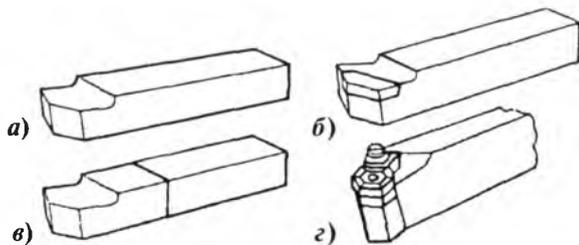


Рис. 2.7. Типы токарных резцов по конструкции: цельные (а, б), составные с припаянными пластинами (в) или с механическим креплением пластин (г)

Державки резцов обычно изготавливают из конструкционных сталей 40, 45, 50 и 40Х с различным сечением: квадратным, прямоугольным, круглым и др.

Резцы с механическим креплением твердосплавных пластин имеют значительные преимущества перед резцами с напаянными пластинами, так как при такой конструкции предотвращается возможность появления трещин в пластинах при напайке, удлиняется срок службы крепежной части резца.

Многогранные режущие пластины изготавливаются с тремя, четырьмя, пятью и шестью гранями (рис. 2.6, д). Для того чтобы создать положительный угол на передней поверхности пластины, вдоль режущих кромок делают лунки и фаски методом прессования с последующим спеканием.

2.2.2. Инструменты для обработки отверстий

Для сверления отверстий на токарных станках применяются спиральные сверла.

Спиральное сверло (рис. 2.8) состоит из рабочей части и хвостовика конической или цилиндрической формы. На рабочей части различаются режущая и направляющая части. Режущая часть состоит из двух режущих кромок, соединенных поперечной кромкой. Каждая режущая кромка образована пересечением передней и задней поверхностей.

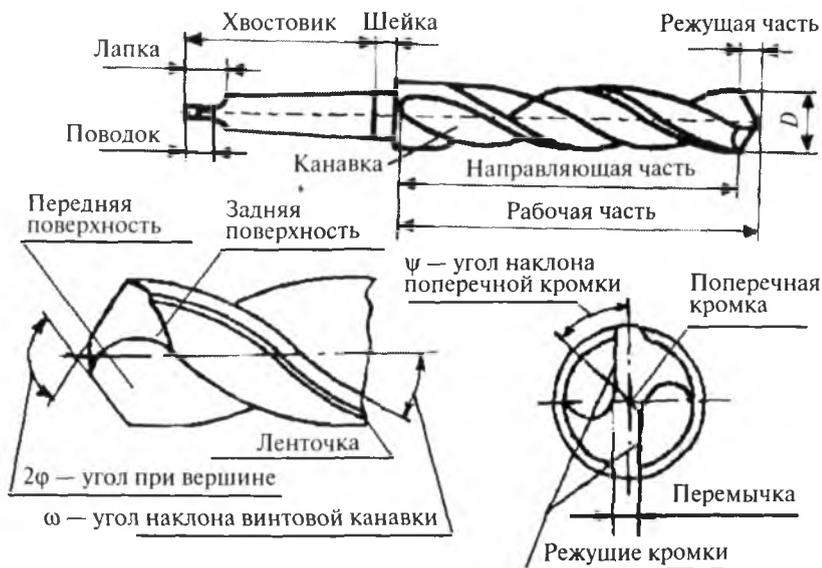


Рис. 2.8. Спиральное сверло

Передние поверхности образуются участками поверхностей спиральных канавок, служащих для отвода стружки, а задние — участками конических поверхностей, создаваемых на режущей части при заточке. На направляющей части имеются две узкие ленточки (фаски), расположенные на цилиндрической поверхности. Эти ленточки обеспечивают правильное направление сверла в отверстии. Основными параметрами спирального сверла являются: диаметр сверла D (мм), угол при вершине 2ϕ , угол наклона винтовой канавки к оси ω .

Для определенной работы используют сверла специальной конструкции.

Центровочные сверла (рис. 2.9, а) предназначены для формирования с торца валов отверстий, с помощью которых заготовка устанавливается в центрах станка.

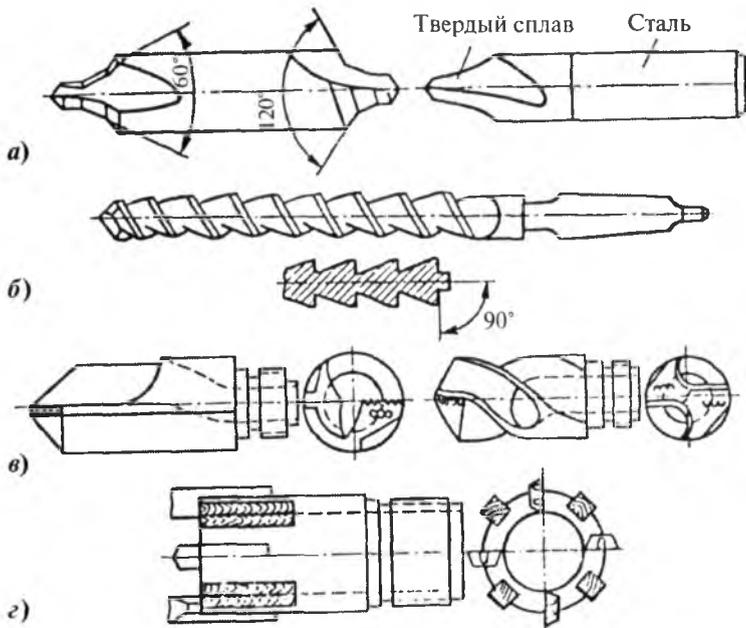


Рис. 2.9. Спиральные сверла:
 а — центровочное; б — шнековое; в — ружейное;
 г — кольцевого сверления

Отверстия протяженностью более 3–5 диаметров являются глубокими, поэтому для них используются специальные сверла: шнековые (рис. 2.9, б), специальные ружейные одно- и двустороннего резания (рис. 2.9, в) и кольцевого сверления (рис. 2.9, г).

Зенкеры применяются обычно для первоначальной обработки отверстий большего диаметра, чем в литых и штампованных заготовках, и для более точной обработки отверстий после сверления. Зенкер (рис. 2.10) по сравнению со сверлом обладает большей жесткостью и лучше направляется в отверстия, так как имеет 3–4 режущих зуба с направляющими фасками.

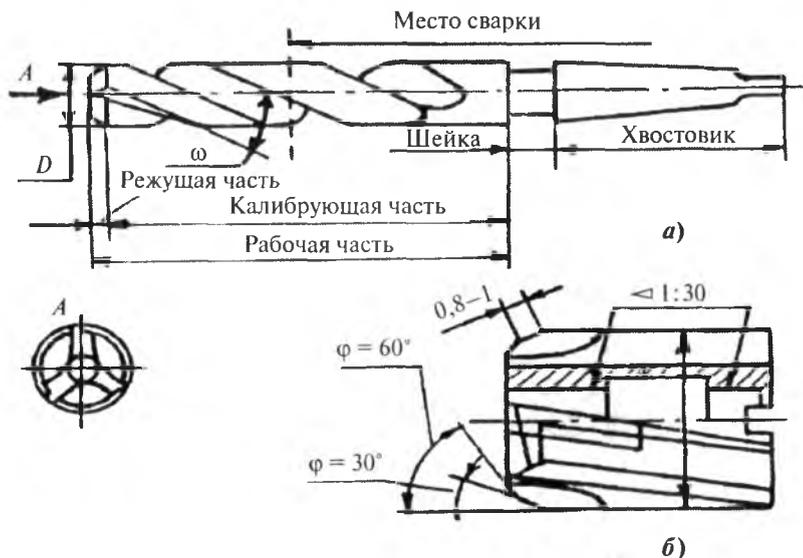


Рис. 2.10. Зенкеры:
а — цельный; б — насадной твердосплавный

По виду обрабатываемых поверхностей зенкеры бывают цилиндрические (2.11, а и б), конические (зенковка) (2.11, в) и торцевые (2.11, г). По конструкции различают зенкеры цельные, насадные с твердосплавными пластинами (см. рис. 2.10). Зенкеры обеспечивают более высокую точность и производительность, чем сверла.

Развертки применяются для чистовой и получистовой обработки отверстий диаметром меньше 100 мм после зенкерования или расточки.

Развертки имеют от 4 до 12 зубьев и хорошо направляются в отверстия. На токарных станках применяются машинные развертки (рис. 2.12), чаще с коническим хвостовиком и более короткой, чем у ручных разверток, режущей частью.

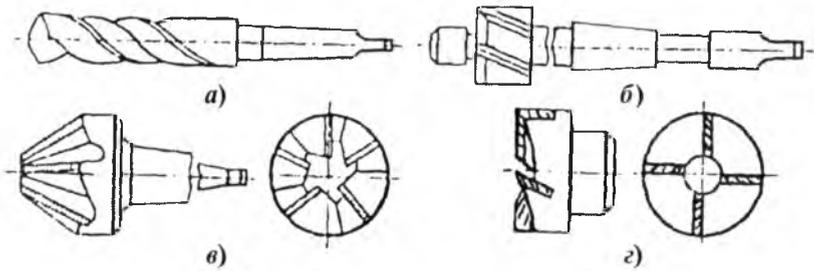


Рис. 2.11. Зенкеры:
а — цельный; *б* — циковка; *в* — зенковка; *г* — торцевые

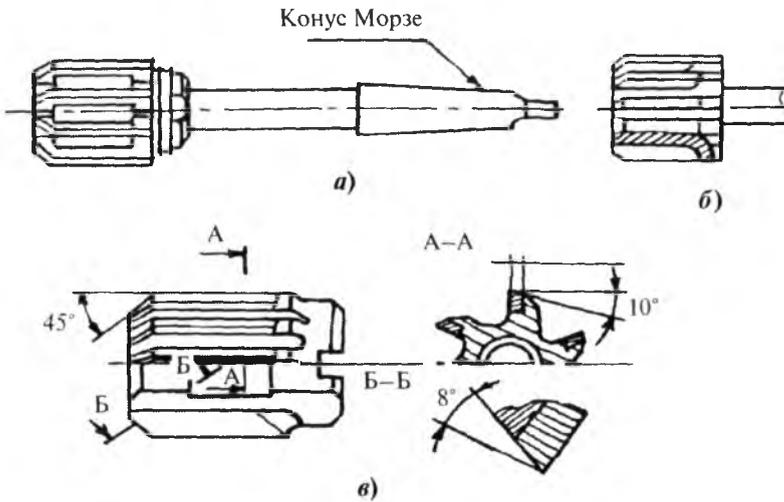


Рис. 2.12. Машинные развертки:
а — хвостовая регулируемая со вставными ножами;
б — хвостовая твердосплавная; *в* — насадная твердосплавная

По виду обрабатываемых поверхностей развертки бывают конические и цилиндрические, по конструкции — цельные, насадные со вставными ножами. Развертывание проводится после расточки или зенкерования с целью получения высокой точности и качества поверхности.

2.2.3. Инструменты для нарезания резьбы

Кроме резьбового реза, для нарезания резьбы небольших размеров треугольного профиля в условиях мелкосерийного производства применяются плашки и метчики. *Плашки* служат для

нарезания наружной резьбы, а *метчики* — для нарезания внутренней. Круглая плашка показана на рис. 2.13, а машинный метчик — на рис. 2.14.

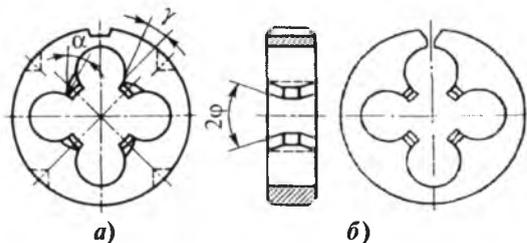


Рис. 2.13. Резьбонарезная плашка:
а — целная; б — разрезная

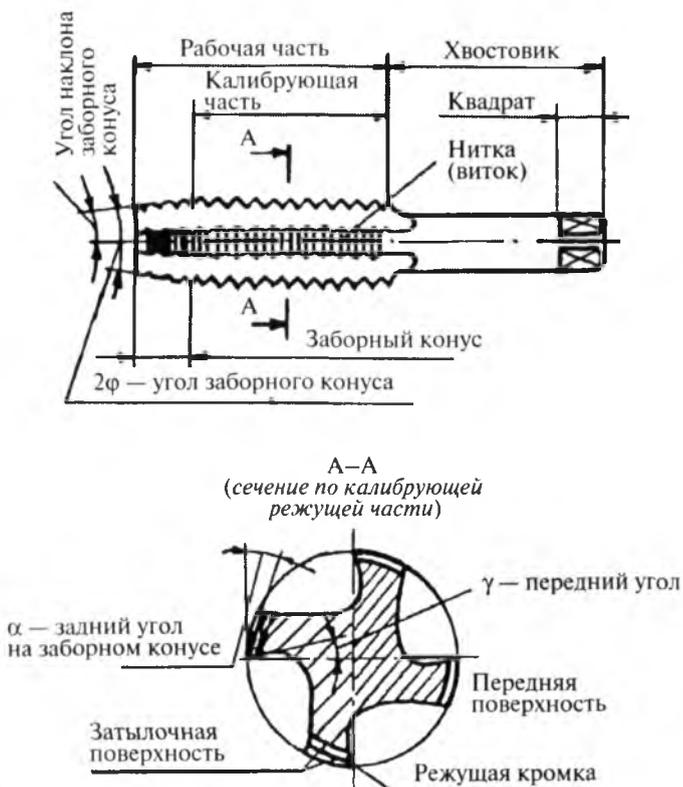


Рис. 2.14. Метчик

Метчик закрепляют в пиноль задней бабки, сообщая ему ручную подачу.

В крупносерийном и массовом производствах широко применяют комбинированные инструменты (рис. 2.15).

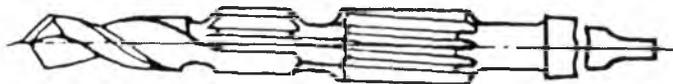


Рис. 2.15. Комбинированный инструмент

2.2.4. Инструментальные материалы

К материалам, из которых изготавливаются резцы, предъявляются особые требования.

Режущая часть резца должна иметь твердость выше твердости обрабатываемого материала; достаточную прочность, так как силы, возникающие при резании, стремятся сломать резец; достаточную вязкость, так как режущая часть испытывает ударные нагрузки; износостойкость и способность сохранять свою твердость при высокой температуре в течение продолжительного времени, т.е. красностойкость.

Инструментальные материалы должны обладать высокой износостойкостью, быть технологичными и обладать невысокой стоимостью.

Инструментальные материалы делят на основные группы.

1. Материалы для инструментов, работающих при низких скоростях резания, — высококачественные *углеродистые инструментальные стали* У10А, У11А, У12А твердостью *HRC* 60–64 после термообработки. Применяются в производстве напильников, зубил, метчиков, плашек и т.д.

Красностойкость *легированных инструментальных сталей* достигает 250–300 °С, допустимые скорости резания 15–25 м/мин. Это малодеформируемые при термообработке стали, поэтому из них изготавливают плашки, метчики, развертки, сверла, резцы, фрезы и т.д.

2. Материалы для инструментов, работающих на повышенных скоростях резания (до 80 м/мин), — *быстрорежущие стали* Р9, Р12, Р6М5, Р9К5Ф2 и др. После термообработки эти стали приобретают твердость *HRC* 62–65; красностойкость до 640 °С. Из вольфрамовой стали Р9 изготавливают резцы, фрезы, зенкеры, из Р18 — инструменты с высокой износостойкостью (метчики, плашки, зуборезный инструмент).

Инструменты из быстрорежущих сталей с износостойкими покрытиями применяются шире. Тонкие покрытия нитрида титана увеличивают срок службы инструмента в 2–5 раз.

3. Материалы для инструментов, работающих на высоких скоростях резания, и твердые сплавы, выпускаемые в виде пластинок.

Твердые сплавы содержат карбиды вольфрама, титана и др., а в качестве их связки используется кобальт; процентное соотношение составных частей влияет на свойства сплавов.

Твердые сплавы обладают высокой износостойкостью, твердостью *HRC* 86–92 и красностойкостью (800–1000 °С), пригодны для обработки на скоростях до 800 м/мин.

Так, группа ВК (вольфрамокобальтовые — ВК2, ВК5, ВК6М) применяется для обработки хрупких материалов (чугуна, бронзы, неметаллических материалов). Мелкозернистые твердые сплавы группы ВК (с индексом М) и крупнозернистые (с индексом В) предназначены для обработки нержавеющей и жаропрочной стали, титановых сплавов, закаленной стали.

Сплав группы ТК (титано-вольфрамо-кобальтовые — Т5К10, Т15К6, Т30К4) применяется для обработки вязких материалов и сплавов, углеродистых и легированных сталей.

Трехкарбидные твердые сплавы марки ТТ7К12 обладают повышенной прочностью, износостойкостью и вязкостью, применяются для обработки жаропрочных сталей, титановых сплавов и других труднообрабатываемых материалов. Твердосплавные пластины к державкам и корпусам инструментов крепятся механическим путем.

В настоящее время 95% резцов, 4,5% фрез, 1% осевого инструмента изготавливаются с пластинками из твердых сплавов.

Инструменты оснащаются пластинками с тонкими покрытиями (толщиной 5–10 нм) из износостойких материалов (карбида, нитрида, карбонитрида титана и др.), что повышает их стойкость в 5–6 раз.

Для оснащения режущей части резца используют также синтетический материал — минералокерамику (ЦМ332), изготавливаемую из глинозема (Al_2O_3), пластинки которой обладают твердостью до *HRA* 93, красностойкостью до 1200 °С, большой износостойкостью, но подвержены повышенной хрупкости, и это ограничивает ее применение. Пластинки из минералокерамики используются в основном при чистовой обработке медных и алюминиевых сплавов. Для чистовой обработки цветных металлов широко применяются искусственные алмазы. При обработке алмазным резцом не требуется последующая шлифовка. Для высокопроизводительных сталей успешно применяются синтетические материалы, например нитрид бора. Для повышения режущих свойств инструмента используются покрытия, например нитридом титана.

2.3. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ НА ТОКАРНОМ СТАНКЕ

Универсальность металлорежущего станка расширяется применением универсальных приспособлений и принадлежностей. На токарном станке используют: патроны, центры, люнеты, оправки, хомуты, переходные втулки, сверлильный патрон.

Наибольшее распространение получил трехкулачковый самоцентрирующийся патрон (рис. 2.16).

Его конструкция обеспечивает одновременное перемещение трех кулачков в радиальном направлении, благодаря чему заготовка устанавливается по оси шпинделя.

При несимметричном сечении заготовки, когда правильное ее закрепление в трехкулачковом патроне невозможно, применяют четырехкулачковый патрон (рис. 2.17) с отдельным зажимом кулачков или планшайбу (рис. 2.18).

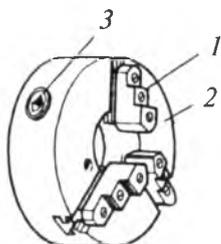


Рис. 2.16. Самоцентрирующийся трехкулачковый патрон:
1 — кулачок; 2 — корпус; 3 — управление зажимом

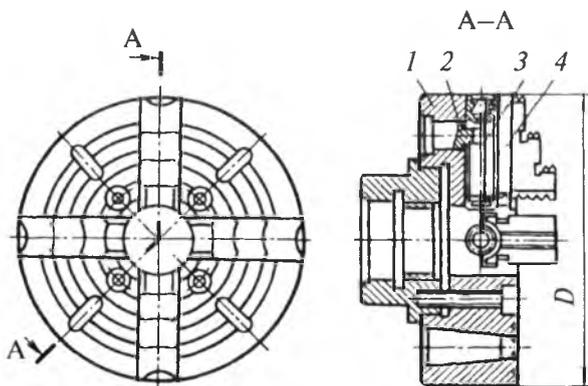


Рис. 2.17. Четырехкулачковый патрон с независимым перемещением кулачков:
1 — корпус; 2 — сухарь; 3 — винт; 4 — кулачок

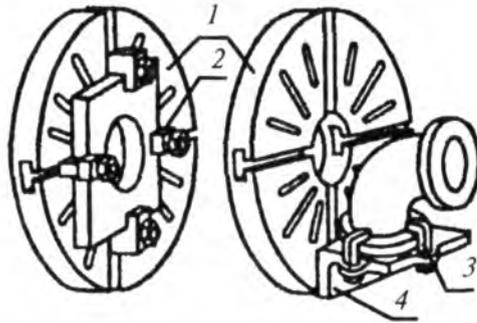


Рис. 2.18. Планшайба:
1 — планшайба; 2, 3 — прихват; 4 — уголок

При обработке в центрах для придания вращения заготовке применяют поводковые патроны (рис. 2.19).

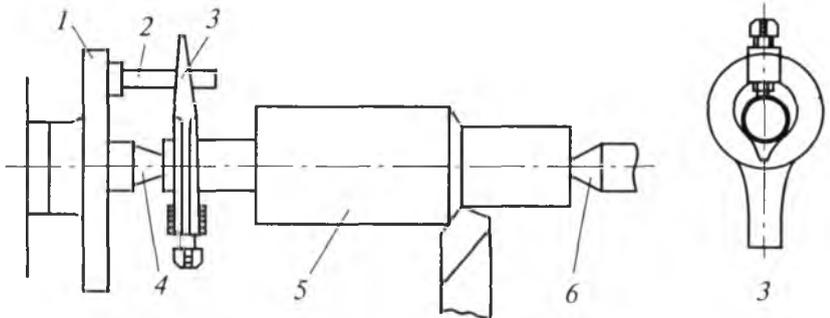


Рис. 2.19. Общий вид закрепления деталей в центрах:
1 — поводковый патрон; 2 — поводок; 3 — хомутик;
4 — передний центр; 5 — заготовка; 6 — задний центр

При наружной обработке длинномерных заготовок малого диаметра с целью предотвращения прогиба используют неподвижный (рис. 2.20) или подвижный (рис. 2.21) люнеты.

На токарно-револьверных станках, токарных автоматах и полуавтоматах для закрепления заготовок-прутков используют цанговый патрон (рис. 2.22).

Для крепления деталей на станке используют различного рода центра, обработка в центрах обеспечивает лучшую точность, позволяет переставлять заготовку со станка на станок без последующей выверки. Для этого в торцах обрабатываемой детали предварительно засверливают центровые отверстия. Форма и размеры центровых отверстий стандартизованы (рис. 2.23).

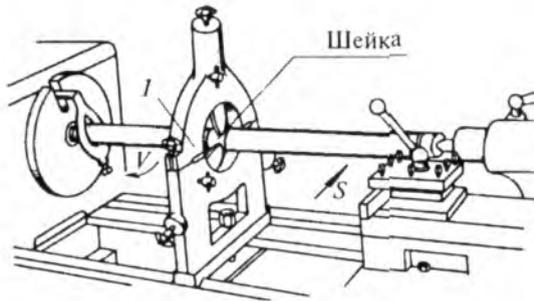


Рис. 2.20. Обработка длиномерных заготовок с использованием неподвижного люнета:
1 — неподвижный люнет

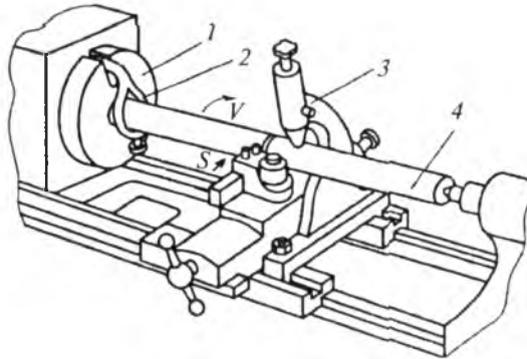


Рис. 2.21. Обработка длиномерных заготовок с использованием подвижного люнета:
1 — поводковый патрон; 2 — хомут;
3 — подвижный люнет; 4 — заготовка

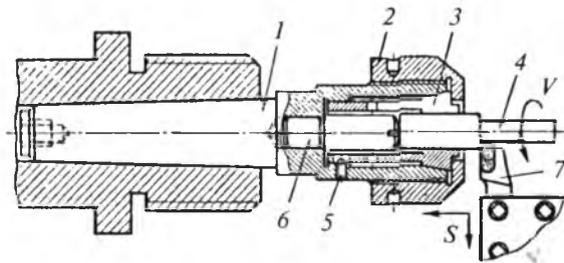


Рис. 2.22. Крепление в цанговом патроне:
1 — цанговый патрон; 2 — гайка; 3 — цанга;
4 — заготовка; 5 — винт; 6 — упор

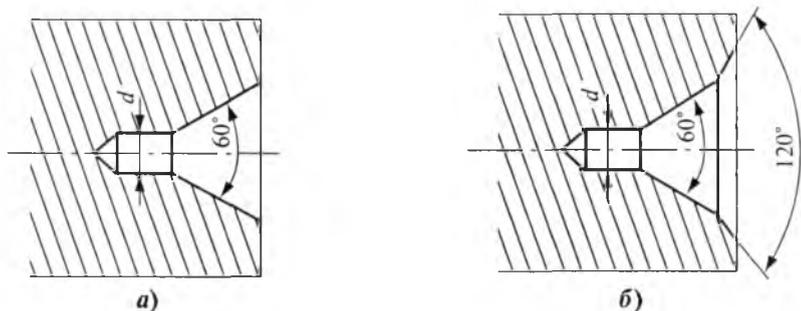


Рис. 2.23. Центровые отверстия:
а — обыкновенные; *б* — с предохранительным конусом

В центровые отверстия на детали входят острия центров, установленные в передней и задней бабках станка. Для передачи вращения от шпинделя передней бабки к обрабатываемой детали применяют поводковый патрон *1* и хомутик *2* (рис. 2.24).

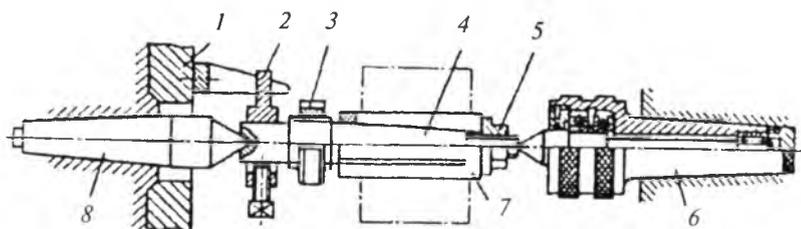


Рис. 2.24. Обработка в центрах:
1 — поводковый патрон; *2* — хомутик; *3* — гайка;
4 — стержень; *5* — гайка; *6* — вращающийся центр;
7 — втулка; *8* — передний центр

Центр, устанавливаемый в шпинделе станка, вращается вместе с заготовкой, а центр, устанавливаемый в задней бабке, не вращается, поэтому изнашивается сам и изнашивает центровое отверстие заготовки. Для предотвращения износа при больших частотах вращения детали и больших припусках используют вращающийся центр (рис. 2.25).

При обработке торцевых поверхностей используют срезанные центры. При обтачивании заготовки небольшого диаметра (до 5 мм) используют обратные центры.

При точении конических поверхностей методом сдвига задней бабки в основной плоскости используют шариковые центры. При обработке дисков используются грибковые центры.

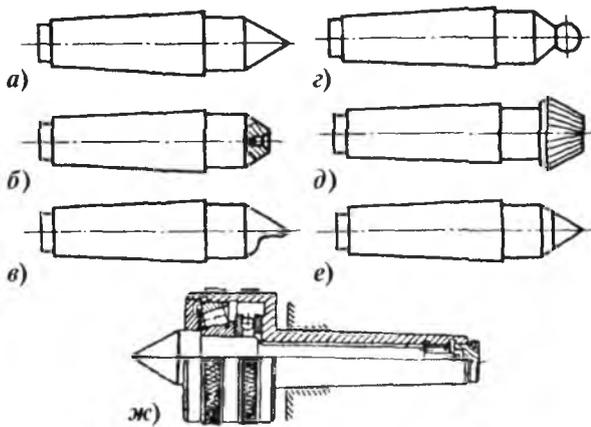


Рис. 2.25. Токарные центры:

- a* — прямой; *б* — обратный; *в* — срезанный; *з* — шариковый;
д — грибовый (рифленый); *е* — с твердосплавным наконечником;
ж — прямой вращающийся

Деталь вращения, имеющая внутреннее отверстие, при отношении $l/d < 1$ называется кольцом, $1 < l/d < 6$ — втулкой, $6 < l/d < 20$ — стаканом, $l/d > 20$ — трубой.

Для закрепления заготовок типа втулок, колец, стаканов применяют различного рода оправки (жесткие цилиндрические, конические, (рис. 2.26) цанговые, разжимные).

На конической оправке заготовка крепится силой трения.

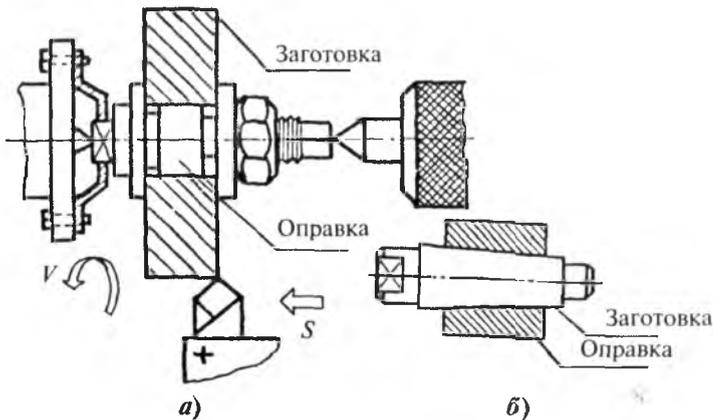


Рис. 2.26:

- a* — оправка; *б* — коническая оправка

Преимуществами конических оправок являются простота конструкции и дешевизна. Положение заготовки вдоль оси оправки зависит от колебаний диаметра базового отверстия.

На рис. 2.27 показана цанговая оправка, где заготовка надевается на правую часть 1 цанги, снабженную тремя продольными прорезями. Коническая пробка вворачивается в оправку, разжимая лепестки цанги, и тем самым закрепляет заготовку. Хвостовик оправки устанавливают в коническое отверстие шпинделя, благодаря чему заготовка располагается близко к головному подшипнику передней бабки, что способствует получению высокой точности и малой шероховатости поверхности. На рис. 2.28 показана оправка 1 с эластичными элементами 2, которые увеличиваются в радиусе при осевой нагрузке, тем самым центрируя заготовку 3 на оправке.

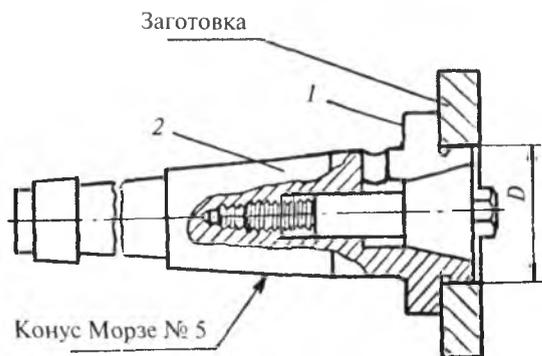


Рис. 2.27. Цанговая разжимная оправка:
1 — конус с винтом; 2 — конус-цанга

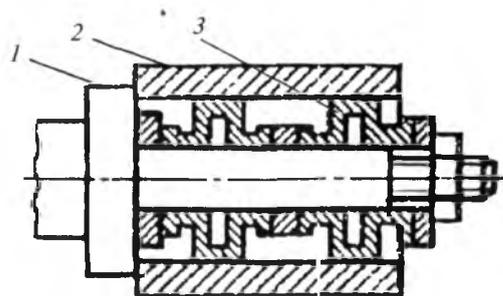


Рис. 2.28. Оправка с эластичными элементами:
1 — оправка; 2 — эластичный элемент; 3 — заготовка

ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

3.1. СПОСОБЫ УСТАНОВКИ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК

Обычно на токарном станке подвергаются обработке детали типа валов, втулок, колец, маховиков и др. Методы крепления валов представлены на рис. 3.1.

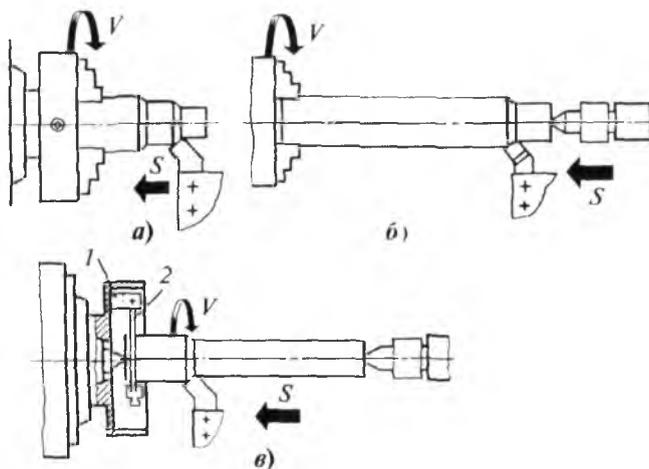


Рис. 3.1. Методы крепления валов:
а — консольное в трехкулачковом патроне;
б — в трехкулачковом патроне и центре; в — в центрах с хомутиком; 1 — поводковый патрон; 2 — хомутик

Заготовки типа валов могут быть закреплены различными способами в зависимости от отношения длины заготовки к ее диаметру (т.е. l/d) и требуемой точности обработки:

а) при $l/d < 4$ заготовки считаются короткими, жесткими и крепятся в самоцентрирующихся трехкулачковых патронах с ручным, механическим, пневматическим или гидравлическим зажимом (рис. 3.1, а). Такое крепление называется консольным;

б) при $4 < l/d < 10$ и невысоких требованиях к точности центрирования заготовки крепятся в самоцентрирующихся патронах с поддержкой центром задней бабки (рис. 3.1, б);

в) при $4 < l/d < 10$ и повышенных требованиях к точности заготовка крепится в центрах (рис 3.1, в и рис. 3.3). В этом случае центровые отверстия должны быть просверлены в заготовке с обоих торцов. При установке в центрах для передачи вращающегося момента от шпинделя на левый конец заготовки надевают хомутик 2, который входит в паз поводковой планшайбы 1, надетой на передний конец шпинделя.

Центра бывают различной конструкции: упорные, срезанные, шариковые, грибовые. Так, передние — рифленные, плавающие, самозажимные, задние — вращающиеся. При применении этих центров отпадает необходимость в поводке, так как вращение будет передаваться рифлениями. Детали малого диаметра крепятся в обратных, рифленных, вращающихся центрах (рис. 3.2). При обработке конических поверхностей используют шариковые центра;

г) при $l/d > 10$ заготовка крепится между центрами подвижным или неподвижным люнетом (см. рис. 2.20 и 2.21). Подвижный люнет устанавливается на суппорте станка и перемещается вдоль обрабатываемой детали. Неподвижный люнет устанавливается на станине станка. При неподвижном люнете на заготовке должна быть проточена шейка;

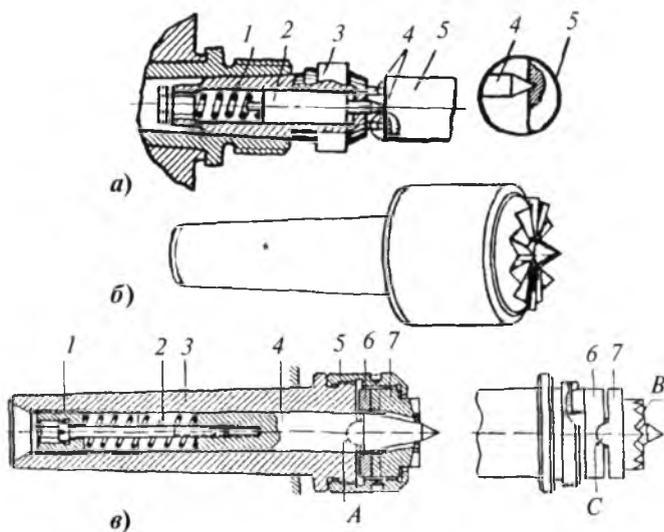


Рис. 3.2. Центра: а — плавающий: 1 — пружина; 2 — плавающий центр; 3 — корпус-гайка; 4 — жесткие опоры; 5 — деталь; б — рифленный; в — грибовый: 1 — опорная втулка; 2 — пружина; 3 — корпус; 4 — центр; 5 — гайка; 6 — шайба; 7 — сменная опора; А — сфера; В — рифленая поверхность; С — опора сферическая

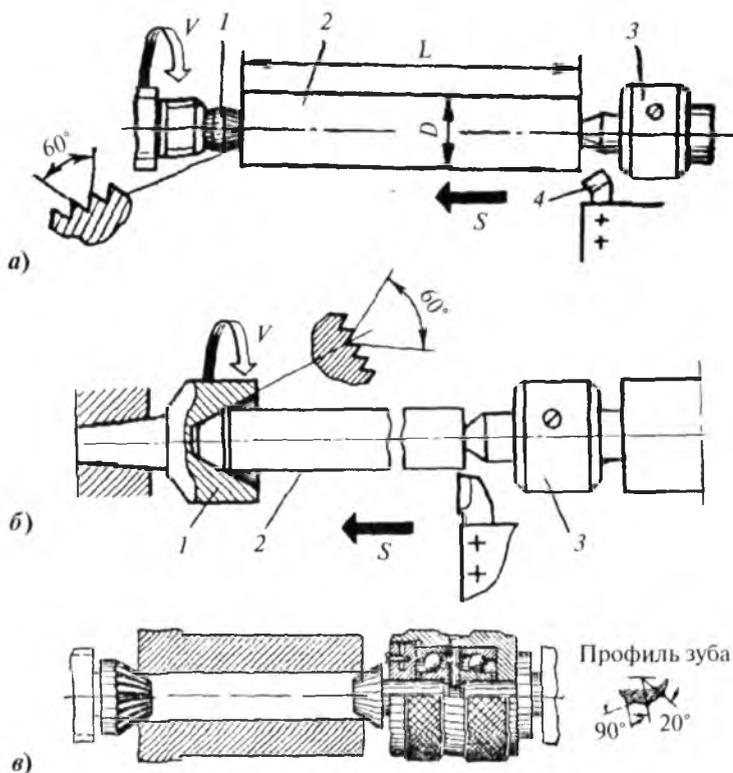


Рис. 3.3: а, б — пример закрепления прутка в центрах: 1 — передний центр; 2 — заготовка; 3 — задний центр; в — закрепление втулки в грибовых центрах

д) при $l/d > 30$, а в некоторых случаях и для коротких деталей применяются цанговые патроны (см. рис. 2.23). Цанговые патроны в основном используются в токарно-револьверных станках. При работе на токарных станках цанговые патроны служат для закрепления заготовки по предварительно обработанной наружной поверхности.

Заготовки типа втулок, колец, маховиков, имеющие предварительно обработанные отверстия, закрепляют на оправках (см. рис. 2.26, 2.27, 2.28), которые устанавливаются между центрами или в отверстие шпинделя. Оправки могут быть цельными, коническими, цилиндрическими, шлицевыми, шпоночными и разжимными (цанговыми с эластичным элементом). Эти же заготовки могут быть закреплены и в самоцентрирующихся патронах.

Заготовки несимметричных деталей или деталей, базирующихся на плоские поверхности, за исключением прутков шестигранного профиля, закрепляются на планшайбе с помощью прихватов или в четырехкулачковом патроне с независимым перемещением кулачков (см. рис. 2.17).

3.2. ЗАКРЕПЛЕНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Резцы закрепляются в резцовой головке с помощью двух винтов таким образом, чтобы вершина резца не выступала за пределы резцовой головки больше чем на 1,5 высоты сечения корпуса резца и располагалась бы на уровне оси шпинделя. Регулировка по высоте производится подкладками под резец (рис. 3.4).

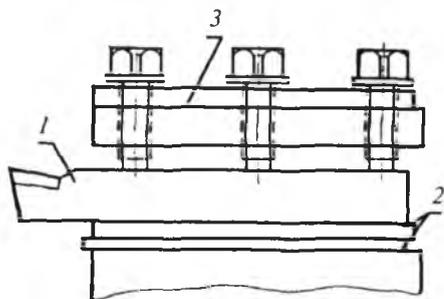


Рис. 3.4. Установка подкладок под резец:
1 — резец; 2 — подкладки; 3 — резцедержатель

Расточные резцы закрепляют в резцовой головке параллельно оси заготовки.

При расточке отверстий диаметром более 80 мм расточные резцы крепят в оправках. Оправку закрепляют в дополнительной державке, установленной в резцедержателе (рис. 3.5).

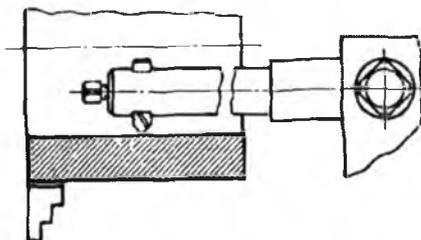


Рис. 3.5. Растачивание резцом, закрепленным в державке

Сверла, зенкеры, развертки устанавливаются коническим хвостовиком непосредственно в пиноль задней бабки или через переходные втулки (рис. 3.6). При этом инструменту сообщается ручная подача путем вращения пиноли задней бабки.

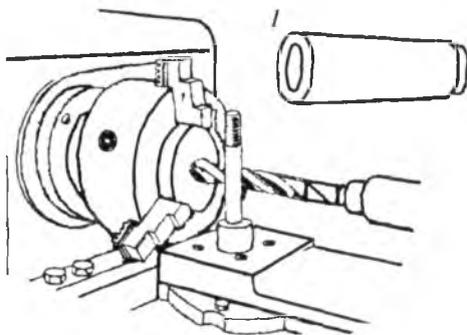


Рис. 3.6. Закрепление сверла в задней бабке через переходную втулку (1)

Чтобы обеспечить механическую подачу сверла, применяют специальные державки, которые устанавливаются в резцовой головке или соединяют плиту задней бабки с продольными салазками специальной замком.

3.3. ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

Обточка валов, втулок, болтов, осей, колец, маховиков и др. производится обычно проходными резцами (рис. 3.7, а и б) за два прохода — черновой и чистовой. При обточке ступенчатых валов удобнее использовать проходной упорный резец (рис. 3.7, в) с углом $\varphi = 90^\circ$.

Подрезание торцевых плоскостей и уступов на деталях, установленных в центрах, производится подрезными резцами (рис. 3.7, г). Подрезание торцевых плоскостей на деталях, установленных в патроне или на планшайбе, целесообразно производить проходными резцами с отогнутой головкой, которые обладают большей жесткостью (рис. 3.7, б, 2). Подрезание обычно производится по направлению от наружной поверхности к центру в два прохода. Отрезание металла и протачивание наружных канавок производится соответственно отрезными и прорезными канавочными резцами (рис. 3.7, з, и).

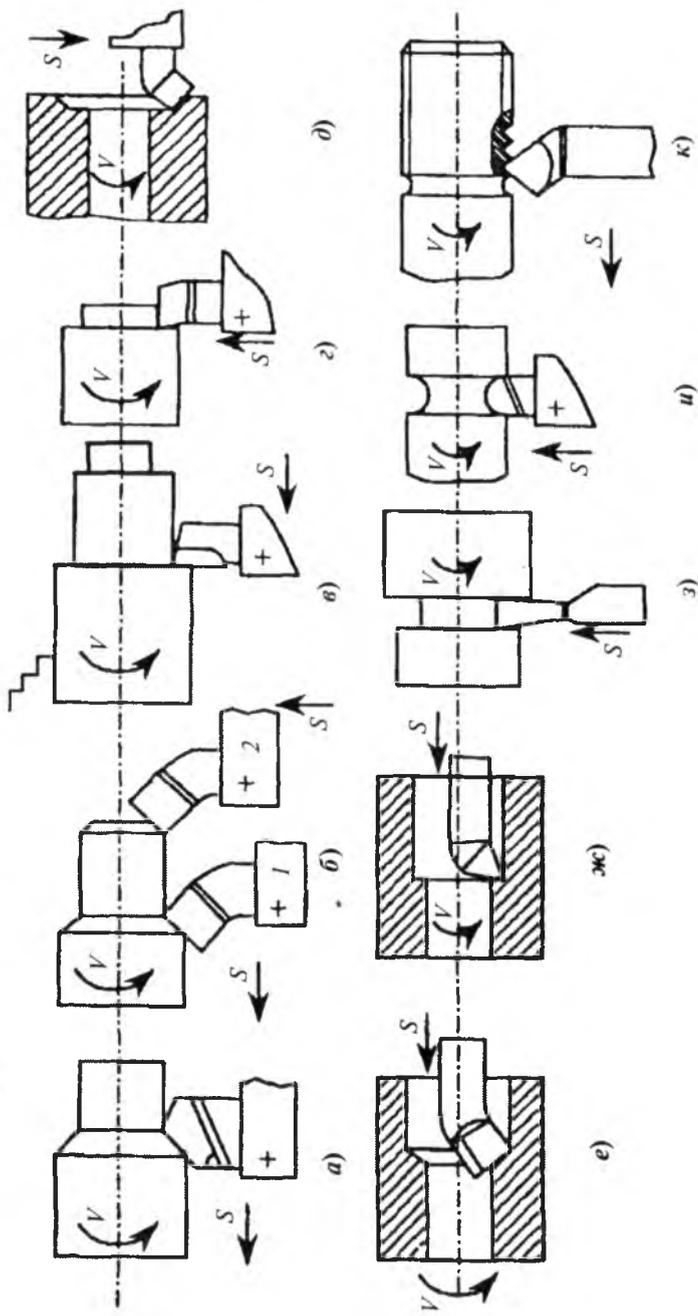


Рис. 3.7. Обработка токарными резцами

Для уменьшения вибрации при отрезании необходимо резец располагать как можно ближе к кулачкам патрона, а именно на расстоянии, не повышающем диаметра прутка. Ось резца должна быть строго перпендикулярна к оси заготовки, а его вершина должна располагаться точно на уровне этой оси.

Обработка отверстий в зависимости от диаметра и требуемой точности производится различными способами. Так, например, для получения отверстия по *IT6*, *IT7* применяется следующая последовательность обработки: при диаметре до 10 мм производится сверление и развертывание; при $d = 10-30$ мм — сверление, зенкерование и растачивание, черновое и чистовое развертывание; при $d = 30-100$ мм — сверление, рассверливание, зенкерование, черновое и чистовое развертывание (рассверливание и зенкерование при этом может быть заменено растачиванием); при $d > 100$ мм в литых деталях производится черновое, получистовое и чистовое растачивание (рис. 3.7, *д*, *е*, *ж*).

Выбор вида расточного резца зависит не только от диаметра отверстия, но и от того, какое это отверстие — сквозное, глухое, ступенчатое. Для сквозного отверстия используется расточной проходной резец, для глухого и ступенчатого — проходной упорный.

Обработка наружных и внутренних конусов производится различными способами в зависимости от вида конуса (рис. 3.8). Любой конус определяется конусностью или углом уклона (половина угла при вершине), который можно подсчитать по следующей формуле:

$$\alpha = \arctg [(D - d) / 2l].$$

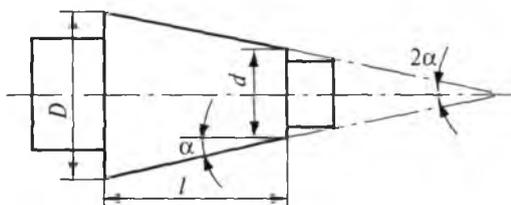


Рис. 3.8. Элементы конуса

Обработку конусов можно производить следующими способами:
 а) широким резцом (рис. 3.9, *а*). Этот способ используется при обработке наружных и внутренних конусов небольшой длины (20–25 мм). Для получения необходимого угла применяют установочный шаблон, по которому устанавливают резец;

б) поворотом верхних салазок суппорта на половину угла при вершине конуса (рис. 3.9, *б*).

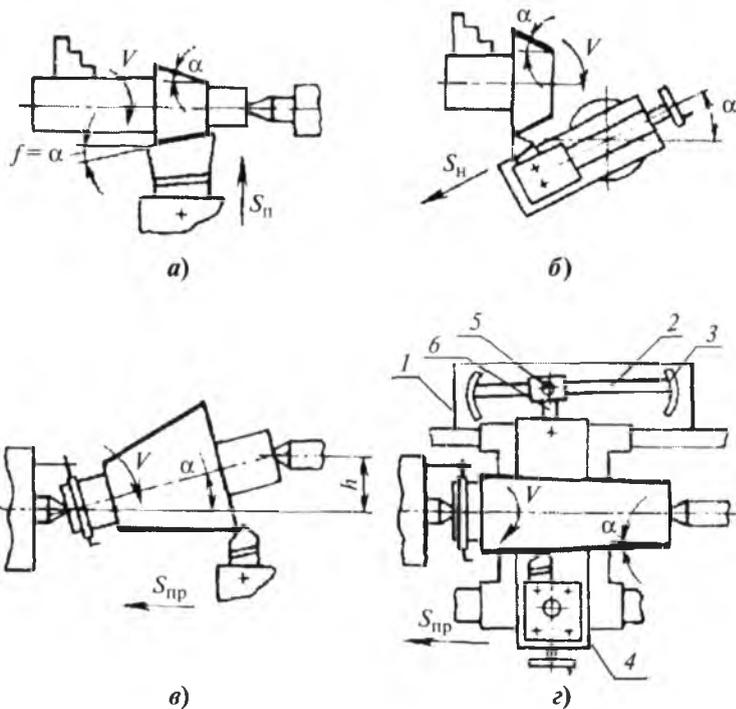


Рис. 3.9. Обработка конических поверхностей

Верхние резцовые салазки расположены на поворотной плите суппорта и могут быть повернуты относительно поперечных салазок на требуемый угол. Контроль угла поворота с точностью до одного градуса осуществляется по делениям поворотной плиты. Таким способом можно обработать наружные и внутренние конуса при невысоких требованиях к чистоте поверхности, так как резцовым салазкам сообщается обычно ручная подача. В некоторых моделях станка 16К20 возможна и автоматическая подача верхних салазок. Длина обрабатываемого конуса при этом ограничена длиной хода резцовых салазок. Достоинствами этого способа является возможность обработки конусов с любым углом уклона и простота наладки станка;

в) поперечным смещением корпуса задней бабки (рис. 3.9, в). Этим методом обрабатывают длинные наружные конуса при установке заготовки в шариковых центрах. Корпус задней бабки при помощи винта смещают в поперечном направлении (перпендикулярно оси шпинделя в основной плоскости) так, что образующая конуса становится параллельной оси станка. Вращение заготовки передает-

ся от поводкового патрона с помощью хомутика. Суппорту сообщается механическая продольная подача. Величина смещения H задней бабки определяется по формуле

$$H = L(D - d) / 2l,$$

где L — длина всего изделия; l — длина конического участка; D, d — наибольший и наименьший диаметры конической части.

Смещение задней бабки допускается на величину ± 15 мм, поэтому этим методом можно обрабатывать конуса с углом конуса не более 12° . Достоинством метода является возможность обработки длинных конусов с механической подачей суппорта, недостатком — невозможность обработки внутренних конусов и конусов с большим углом;

г) с помощью копировальной конусной линейки (рис. 3.9, *г*). При обработке больших партий деталей конические поверхности целесообразно обрабатывать с применением специального приспособления — копировальной конусной линейки, сообщая резцу продольную механическую подачу. Сзади к станине станка на кронштейнах 1 крепится линейка 2 , которая может поворачиваться на некоторый угол α , отсчитываемый по угловой шкале 3 . Поперечные салазки 4 суппорта станка отсоединяют от своего ходового винта и тягой присоединяют к ползунку 5 линейки 2 . Если сообщить механическую продольную подачу каретке, то ползунки 5 , перемещаясь по линейке 2 , установленной под углом конусности, начнет смещать поперечные салазки и резец будет обтачивать конус. Этот способ обеспечивает высокопроизводительную и точную обработку наружных и внутренних конусов с углом уклона до $\alpha = 10-12^\circ$.

Для обработки конусов с большими углами наклона сочетают смещение задней бабки и наладку по конусной линейке.

Обработка фасонных тел вращения может производиться с помощью фасонных резцов или обычными резцами с использованием копировальных приспособлений, шаблонов, копировальных линеек, гидрокopировальных суппортов и др. (рис. 3.10).

Нарезание резьбы на токарных станках производится резьбовыми резцами (см. рис. 3.7, *к*), метчиками (см. рис. 2.14) и плашками (см. рис. 2.13).

При нарезании резьбы круглой плашкой (рис. 3.11, *а*) ее устанавливают в плашкодержателе и первые несколько ниток нарезают вручную. Затем ручку плашкодержателя опирают на суппорт, включают станок, а плашку вначале слегка прижимают пинолью задней бабки. После окончания нарезки станок реверсируют и свинчивают плашку.

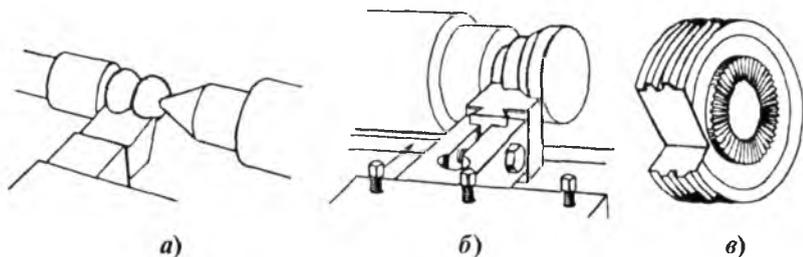


Рис. 3.10. Обработка фасонных поверхностей:
a — цельный резец; *б* — с механическим креплением режущей части; *в* — дисковый резец

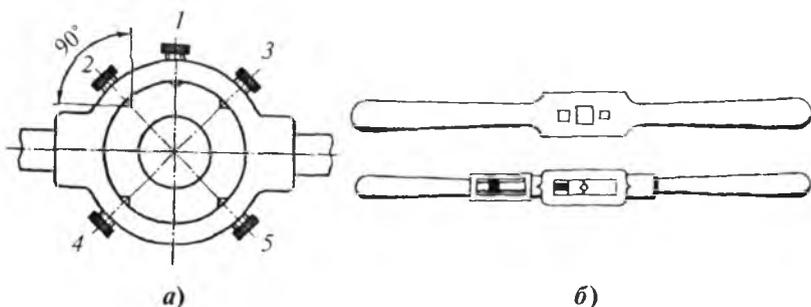


Рис. 3.11. Плашкодержатель (*a*) и вороток (*б*):
 1 — фиксатор; 2-5 — крепежные винты

Внутренняя резьба нарезается метчиком, который устанавливается в вороток (рис. 3.11, б) и режущей частью подводится к отверстию. Рукоятка воротка опирается на суппорт. Метчик поддерживается центром задней бабки. При нарезании первых витков производится поджим метчика пинолью задней бабки. Затем метчик сам перемещается вдоль оси и пиноль передвигается только для его поддержки. Резьбы большого диаметра нарезаются последовательно несколькими метчиками (набором).

Наиболее характерной для работы на токарно-винторезных станках является нарезание резьбы резцами. На токарно-винторезном станке 16К20 можно нарезать резцом метрические, модульные, дюймовые и питчевые резьбы.

При нарезании резьбы особенно важна правильная установка резца. Вершина его должна быть установлена точно на уровне линии центров, а ось — строго перпендикулярна к оси изделия. Перпендикулярность оси проверяется шаблоном, в прорезь которого обе режущие кромки резца должны входить без зазора (рис. 3.12).

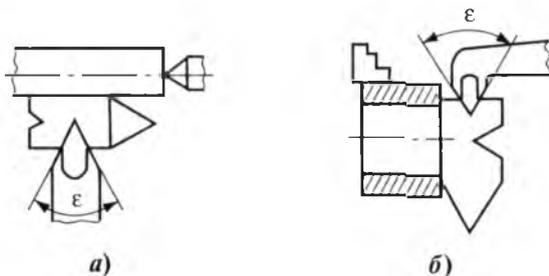


Рис. 3.12. Установка резьбового резца по шаблону:
 а — при нарезании внутренней резьбы;
 б — при нарезании наружной резьбы

Резьба нарезается за несколько проходов. В конце каждого прохода резец отводят назад, заметив при этом деление по лимбу поперечной подачи. После этого реверсируют вращение шпинделя и ходового винта и возвращают резец в исходное положение. При нарезании резьбы с шагом до 2 мм после каждого чернового прохода углубляют резец поперечной подачей на 0,05–0,2 мм и перемещают вдоль оси резцовые салазки на 0,1–0,15 мм. При чистовых проходах углубление производится только поперечной подачей на 0,1–0,2 мм.

При нарезании крупной резьбы перед установкой резца рекомендуется повернуть резцовые салазки на половину угла профиля и в дальнейшем производить углубление резца подачей резцовых салазок. В этом случае работать будет только одна режущая кромка резца и условия резания будут лучше.

После нарезания резьбы резцом окончательную калибровку иногда производят плашкой или метчиком.

3.4. НАСТРОЙКА ТОКАРНОГО СТАНКА НА НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Для обработки деталей на токарном станке необходимо создать два движения формообразования: вращение детали и поступательное перемещение инструмента. Чтобы создать эти движения, в станке имеются соответствующие кинематические цепи.

В токарном станке имеются три кинематические цепи:

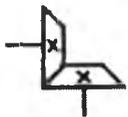
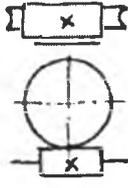
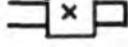
- 1) цепь главного движения;
- 2) цепь подачи;
- 3) цепь ускоренных перемещений (вспомогательная).

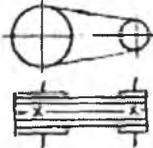
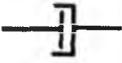
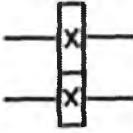
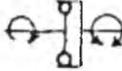
Для того чтобы определять нахождение этих цепей в станке (на кинематической схеме), необходимо выяснить исходное условие (основное назначение) каждой кинематической цепи. Для этого проведем анализ кинематической схемы станка (рис. 3.13).

На кинематических схемах показывают в развернутом виде расположение и взаимную связь валов, подшипников, передач и других элементов. При этом все элементы вычерчиваются в упрощенном, условном виде. Условные обозначения элементов станков для кинематических схем предусмотрены ГОСТ 2770–68. Некоторые обозначения приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Некоторые условные обозначения для вычерчивания кинематических схем станков по ГОСТ 2770–68

Наименование	Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение
Вал		Передача коническими зубчатыми колесами	
Глухое соединение валов			
Соединение детали с валом свободное при вращении		Червячная передача	
Соединение детали с валом подвижное без вращения			
Соединение детали с валом глухое			
Подшипник скольжения радиальный		Реечная передача	
Подшипник качения радиальный		Винтовая передача, гайка неразъемная	
Передача плоским ремнем		Винтовая передача, гайка разъемная	
		Муфта сцепления кулачковая односторонняя	

Наименование	Условное обозначение	Наименование	Условное обозначение
Передача клиновидным ремнем		Муфта сцепления фрикционная дисковая односторонняя	
		Муфта сцепления фрикционная дисковая двусторонняя	
Передача цилиндрическими зубчатыми колесами		Муфта обгона односторонняя	
		Неподвижное закрепление оси	

Цепь главного движения

Основное назначение — изменять скорость резания. Начало цепи — электродвигатель M мощностью $N = 10$ кВт с частотой вращения ротора $n_r = 1460$ об/мин; конец — шпиндель станка. Движение от электродвигателя M через клиноременную передачу с диаметрами $\frac{140}{268}$ передается на первый вал коробки скоростей, которая находится в передней бабке станка.

В дальнейшем условимся именовать зубчатые колеса по числу зубьев, указанных на схеме.

На первом валу коробки скоростей находится двусторонняя фрикционная дисковая муфта, которая выполняет функции включения, выключения и изменения направления вращения шпинделя.

При включении муфты влево (рабочий ход) движение с вала I на вал III передается через зубчатые колеса $\frac{56}{34}$ либо $\frac{51}{39}$; валы вращаются в разные стороны; при включении муфты вправо (холостой ход) движение с вала I через $\frac{50}{24}$ передается на вал II и через $\frac{38}{38}$ — на вал III. При этом валы I и III будут вращаться в одну сторону. В дальнейшем будем рассматривать варианты частот вращения только рабочего направления вращения шпинделя.

Итак, вал III имеет два варианта частот вращения. От вала III на вал IV могут быть переданы три варианта частоты вращения: $\frac{29}{47}$, либо $\frac{21}{55}$, либо $\frac{38}{38}$. Переключение шестерен достигается путем смещения по шлицам вала IV тройного блока шестерен. Вал IV имеет шесть вариантов частот вращения (2×3).

От вала IV на шпиндель VII движение может быть передано двумя путями. Первый путь — через перебор с двумя вариантами: от вала IV на вал V через зубчатые колеса $\frac{15}{60}$, как показано на основной схеме, или через зубчатые колеса $\frac{45}{45}$, как показано на схеме рис. 3.14, а. При обоих вариантах вращение от вала V передается на вал VI через зубчатые колеса $\frac{18}{72}$ и дальше через зубчатые колеса $\frac{30}{60}$ на шпиндель УД. Через перебор шпиндель может получить 12 вариантов частот вращения (6×2).

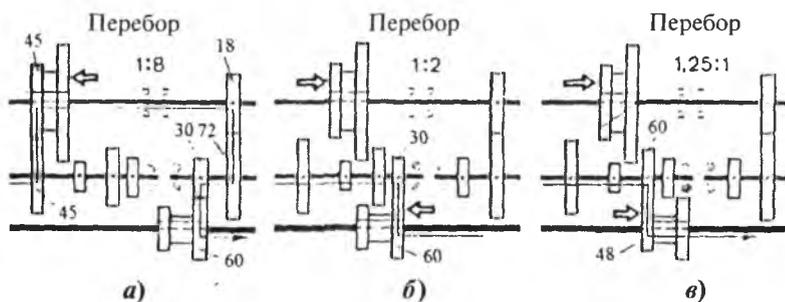
По второму пути можно передать вращение от вала IV непосредственно на шпиндель, минуя перебор, также двумя вариантами: через зубчатые колеса $\frac{30}{60}$ (рис. 3.14, б) или через зубчатые колеса $\frac{60}{48}$ (рис. 3.14, в).

Этим путем шпиндель может получить еще 12 вариантов частот вращения. Следовательно, всего шпинделю можно передать движение от электродвигателя *M* 24-мя вариантами. Однако два варианта частот вращения — 500 об/мин и 630 об/мин повторяются, поэтому шпиндель может иметь всего 22 различные частоты вращения от $n_{\min} = 12,5$ об/мин до $n_{\max} = 1600$ об/мин.

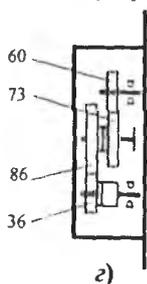
Для подсчета по кинематической схеме частоты вращения шпинделя можно воспользоваться следующей формулой:

$$n_{\text{шт}} = \eta_{\text{эд}} \cdot \eta_{\text{р}} \cdot i_{\text{р}} \cdot i_{\text{кс}},$$

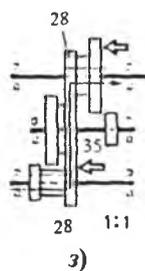
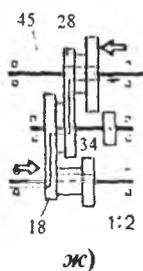
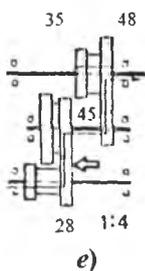
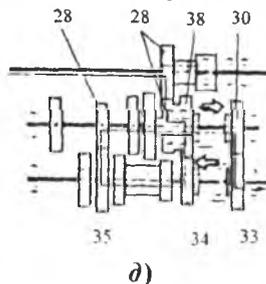
где $\eta_{\text{эд}}$ — частота вращения ротора электродвигателя, 1/мин; $\eta_{\text{р}}$ — коэффициент проскальзывания ремня, $\eta_{\text{р}} = 0,985$; $i_{\text{р}}$ — передаточное отношение ременной передачи:



Настройка на модульную
и питчевую резьбы



Настройка на дюймовую
и питчевую резьбы



Настройка на поперечную подачу

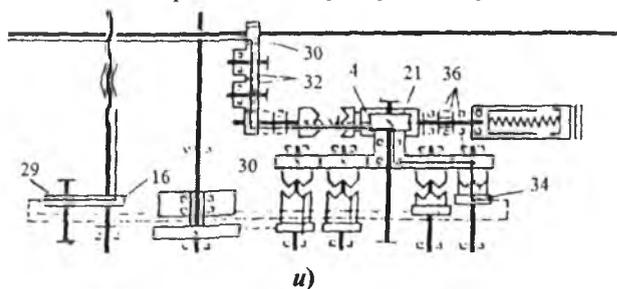


Рис. 3.14. Настройки для кинематической схемы
токарно-винторезного станка 16К20

$$i_p = \frac{d_{\text{ведущ}}}{d_{\text{ведом}}};$$

$i_{\text{кс}}$ — передаточное отношение коробки скоростей, $i_{\text{кс}} = i_1 \cdot i_2 \times \dots \times i_n$; i_1, i_2, \dots, i_n — передаточные отношения зубчатых передач, участвующих в рассматриваемой кинематической цепи.

Для примера подсчитаем минимальную $\eta_{\text{мин}}$ и максимальную $\eta_{\text{макс}}$ частоту вращения шпинделя:

$$\eta_{\text{мин}} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{51}{39} \cdot \frac{21}{55} \cdot \frac{15}{60} \cdot \frac{18}{72} \cdot \frac{30}{60} = 12,4 \text{ 1/мин};$$

$$\eta_{\text{макс}} = 1460 \cdot 0,985 \cdot \frac{140}{268} \cdot \frac{56}{34} \cdot \frac{38}{38} \cdot \frac{60}{48} \cdot \frac{18}{72} = 1630 \text{ 1/мин.}$$

Ряд частот вращения шпинделя построен по геометрической прогрессии со знаменателем $\phi = 1,26$.

Полученные значения $\eta_{\text{мин}}$ и $\eta_{\text{макс}}$ шпинделя отличаются от частот вращения нормального ряда 12,5 об/мин и 1600 об/мин, указанных в паспорте станка. Однако при конструировании станков допускаются отклонения частоты вращения шпинделя от нормального ряда на величину $\pm 10 (\phi - 1)\%$.

Цепь подачи

При нарезании резьбы резцом резец за один оборот шпинделя должен перемещаться на величину шага нарезаемой резьбы t_p .

Перемещение продольных салазок с резцом происходит по ходовому винту.

При продольном точении продольные салазки с инструментом за один оборот шпинделя перемещаются по рейке на величину продольной подачи S_1 , мм.

При подрезке торца поперечные салазки с резцом за один оборот шпинделя перемещаются по поперечному ходовому винту на величину поперечной подачи S_2 , мм. Заметим, что подача на токарных станках измеряется в мм за один оборот шпинделя. Поэтому анализ кинематической цепи подачи следует начинать со шпинделя VII (см. рис. 3.13).

От шпинделя вращение передается через зубчатые колеса $\frac{60}{60}$ на вал VIII, от вала VIII вращение может быть передано на вал X через реверсивный механизм двумя путями: или через зубчатые колеса $\frac{30}{25}$, $\frac{25}{45}$, как показано на рис. 3.13, тогда вал X будет вращаться в ту же сторону, что и вал VIII, или, после смещения шестерни по валу X влево, через зубчатые колеса $\frac{30}{45}$, как показано пунктиром, тогда вал X будет вращаться в сторону, обратную вращению вала VIII. Этим механизмом реверса пользуются при нарезании левых резьб резцом. От вала X движение передается в коробку передач (гитару) со сменными зубчатыми колесами. Коробка передач имеет два основных передаточных отношения. Первое осуществляется через зубчатые колеса 40, 86 и 64, показанные на основной схеме:

$$i_1 = \frac{40}{86} \cdot \frac{86}{64} = \frac{5}{8}.$$

Это передаточное отношение используется при механической продольной и поперечной подаче, а также при нарезании метрических и дюймовых резьб резцом.

Второе передаточное отношение осуществляется через зубчатые колеса 60, 73, 86 и 36, как показано на рис. 3.14, z:

$$i_2 = \frac{60}{73} \cdot \frac{86}{36} = \frac{5}{8} \pi.$$

Второе передаточное отношение используется только при нарезании модульной и питчевой резьб.

Модульная резьба применяется на червяках червячных передач в метрической системе, а питчевая — на червяках в дюймовой системе.

Шаг модульной резьбы равен

$$t_{\text{мод}} = \pi \cdot m,$$

где m — модуль червячного колеса, с которым будет сцепляться нарезаемый червяк, мм:

$$m = \frac{d}{z};$$

d — диаметр делительной окружности колеса, мм; z — число зубьев колеса.

Шаг питчевой резьбы равен

$$t_{\text{питч}} = \frac{\pi}{p},$$

где p — питч червячного колеса.

От коробки передач (гитары) движение передается в коробку подач.

На валу XII коробки подач на шлицах расположена шестерня 28, заблокированная с зубчатой муфтой. При включении муфты шестерня 28 вала XII сцепляется с шестерней двойного блока (28; 38), сидящего на валу XIII свободно. При включении муфты шестерня 28 на валу XII смещается вправо и расцепляется с шестерней 28 двойного блока. При этом коробка подач отключается и вращение передается прямо от вала XII валу XVII и далее через зубчатую муфту на ходовой винт XX. Отключение коробки подач производится при нарезании точных резьб для уменьшения погрешностей шага нарезаемой резьбы. Настройка на шаг осуществляется при этом подбором сменных колес коробки передач (гитары) из набора колес, прилагаемого к станку.

Двойной блок вала XIII 28; 38 заблокирован с зубчатой муфтой, вторая половина которой жестко связана с шестерней 30, сидящей на шлицах на валу XIII. Поэтому при включении муфты на валу XIII путем смещения зубчатого колеса 30 влево движение от двойного блока 28; 38 передается на вал XIII. Эту муфту включают при продольной и поперечной механической подаче, а также при нарезании метрической и модульной резьбы.

На левой половине вала XIII жестко сидят четыре зубчатых колеса 28; 28; 30 и 42, с которыми могут сцепляться зубчатые колеса 28; 35; 25 и 30, сидящие на валу XIV на шлицах. Таким образом, вал XIV может получить четыре различных числа оборотов за один оборот шпинделя в зависимости от того, какие зубчатые колеса будут сцеп-

лены: $\frac{28}{28}$; $\frac{28}{35}$; $\frac{30}{25}$ или, наконец, $\frac{42}{30}$.

В этом случае суммы зубьев сцепляющихся колес различны, так как модули сцепляющихся пар не одинаковы.

На правом конце вала XIV на шлицах сидит шестерня 34, заблокированная с зубчатой муфтой, вторая половина которой сидит на левом конце вала XV и жестко связана с шестерней 33. При включении муфты на валу XIV путем смещения шестерни 34 вправо валы XIV и XV будут соединены между собой. Такое включение осуществляется при

продольной и поперечной подаче, а также при нарезании метрических и модульных резьб резцом.

На валу XV на шлицах сидит двойной блок 18; 28, через который вращение может быть передано валу XVI двумя путями: или через зубчатые колеса $\frac{18}{45}$, или через зубчатые колеса $\frac{28}{35}$, как показано на рис. 3.14, ж и на рис. 3.14, з.

От вала XVI на вал XVII вращение может быть передано также двумя путями: $\frac{15}{48}$; $\frac{35}{28}$ (рис. 3.14, е, з) после смещения этого блока влево. Таким образом, вал XVII может получить 16 различных чисел оборотов за один оборот шпинделя ($4 \times 2 \times 2$).

При нарезании резьбы резцом включается муфта на правом конце вала XVII и вращение от него передается на ходовой винт XX.

В случае нарезания резцом дюймовой и питчевой резьб, когда и шаг резьбы выражается в дюймах ($1'' = 25,4$ мм), муфта на валу XIII размыкается и зубчатое колесо 30, перемещаясь вправо, входит в зацепление с колесом 33 на валу XV. При этом муфта на валу XIV также размыкается и зубчатое колесо 34, перемещаясь влево, входит в зацепление с колесом 38 двойного блока 28; 38, сидящего свободно на валу XIII. В результате вращение от вала XII сразу передается на нижний вал XIV, а затем через одну из четырех пар колес:

$\frac{28}{28}$; $\frac{35}{28}$; $\frac{25}{30}$; $\frac{30}{42}$ — валу XII. От вала XIII вращение через шестерню 30 муфты на правом конце вала XI передается шестерне 33 муфты на левом конце вала XV, который, таким образом, получит вращение (рис. 3.14, д).

Число зубьев шестерен, связанных с муфтами, подобрано так, что величина

$$\frac{38}{34} \cdot \frac{30}{33} = \frac{1''}{25}$$

Вращение от вала XV к валу XVII передается так же, как при нарезании метрической резьбы. Величина шага резьбы, нарезаемой резцом, подсчитывается по формуле

$$t_p = i_3 \cdot t_1 \text{ (мм)},$$

где i_3 — передаточное отношение от шпинделя до ходового винта; t_1 — шаг ходового винта; $t_1 = 12$ мм.

В приведенных формулах передаточные отношения i_1, i_2, i_3 участков кинематической цепи равны произведению передаточных

отношений всех передач, участвующих в рассматриваемой кинематической цепи. Рассмотрим несколько примеров настройки цепи подач на нарезание резьб.

1. Минимальный шаг метрической резьбы, нарезаемой резцом,

$$t_{\text{метр. min}} = \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot 12 = 0,5 \text{ мм.}$$

2. Максимальный шаг метрической резьбы, нарезаемой резцом без звена увеличения шага,

$$t_{\text{метр. max}} = \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{42}{30} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{35}{28} \cdot 12 = 7 \text{ мм.}$$

3. Максимальный шаг метрической резьбы, нарезаемой резцом со звеном увеличения шага при частоте вращения шпинделя от 50 до 160 об/мин. Увеличение шага при этом — в 8 раз (рис. 3.14, а):

$$t_{\text{метр. max}} = \frac{60}{30} \cdot \frac{72}{18} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{42}{30} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{35}{28} \cdot 12 = 56 \text{ мм.}$$

Возможно также увеличение шага в 32 раза при включении перебора по основной схеме. При этом частота вращения шпинделя будет в пределах от 12,5 до 40 об/мин или увеличение шага в 2 раза при частоте вращения шпинделя от 200 до 630 об/мин. Значение возможных величин подачи и шагов нарезаемой резьбы указаны в табл. 3.2.

4. Минимальный шаг модульной резьбы, нарезаемой резцом. Настройка станка на модульную резьбу отличается от настройки на метрическую резьбу только установкой других зубчатых колес в коробке передач (гитаре). В этом случае передаточное отношение коробки передач будет равно

$$i_2 = \frac{60}{73} \cdot \frac{86}{36} = \frac{5}{8}\pi;$$

$$t_{\text{мод. min}} = \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{60}{73} \cdot \frac{86}{36} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot 12 = 0,5\pi \text{ мм.}$$

Так как шаг модульной резьбы равен

$$t_{\text{мод}} = \pi \cdot m, \quad \text{то} \quad m_{\text{min}} = 0,5 \text{ мм.}$$

В табл. 3.2 указаны модули модульных резьб, которые можно нарезать на станке. При этом модули численно равны шагам нарезаемой метрической резьбы.

Таблица 3.2

Частота вращения шпинделя П, об/мин		Подача S, об/мин																				
		A			B			C			D											
	1:32	1:8	1:2	1,25:1	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV						
					12,5—1600	0,05	0,06	0,075	0,09	0,1	0,125	0,15	0,175	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7	
1	12,5	50	200	500	Со звеном увеличения шага	0,1	0,125	0,15	0,175	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,5	0,6	0,7					
2	16	63	250	630	50—160	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	2	2,4	2,8					
					12,5—40	0,6	2	2,4	2,8													
Метрическая и модульная резьбы (модуль 6 мм)																						
3	20	80	315	800	12,5—1600	0,5		0,75		1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	
4	25	100	400	1000	200—630	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	12	14	
					50—160	4	5	6	7	8	10	12	14	16	20	24	28	32	40	48	56	
					12,5—40	16	20	24	28	32	40	48	56	64	80	96	112					
Дюймовая и питчевая резьбы (питч) Дюймовая — число витков на дюйм																						
5	31,5	125	500	1250	12,5—1600	32	40	48	56	64	72	80	90	100	112	125	140	160	180	200	225	250
6	40	160	630	1600	200—630	16	20	24	28	32	36	40	45	50	56	63	70	78	88	100	112	125
					50—160	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32
					12,5—40	1	1,25	1,5	1,75	2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	9	10	11	12

5. Минимальный шаг дюймовой резьбы и максимальное число ниток на дюйм:

$$t_{\text{дюйм. min}} = \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{60}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{38}{34} \cdot \frac{30}{42} \cdot \frac{30}{33} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot 12 \text{ мм.}$$

Но так как

$$\frac{38}{34} \cdot \frac{30}{33} = \frac{1''}{25} \text{ (дюйма),}$$

то

$$t_{\text{дюйм. min}} = \frac{25}{56} \cdot \frac{1''}{25} = \frac{1''}{56}.$$

Число ниток на дюйм η_H равно

$$\eta_H = \frac{1}{t''},$$

поэтому

$$\eta_{H \text{ max}} = \frac{1}{t''_{\text{min}}} = 56 \text{ нит./дюйм.}$$

В таблице приведены не шаги, а числа ниток на один дюйм резьбы.

6. Минимальный шаг питчевой резьбы и максимальный питч:

$$t_{\text{питч. min}} = \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{60}{73} \cdot \frac{86}{36} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{38}{34} \cdot \frac{30}{42} \cdot \frac{30}{33} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot 12 \text{ мм.}$$

Так как

$$\frac{60}{73} \cdot \frac{86}{36} = \frac{5}{8} \pi \quad \text{и} \quad \frac{38}{34} \cdot \frac{30}{33} = \frac{1''}{25},$$

то

$$t_{\text{питч. min}} = \frac{25}{56} \cdot \pi \cdot \frac{1''}{25} = \frac{1''}{56} \cdot \pi \text{ (дюймов).}$$

Шаг питчевой резьбы равен

$$t_{\text{питч. min}} = \frac{\pi}{P''_{\text{max}}}.$$

Поэтому

$$P''_{\text{max}} = 56 \text{ нит./дюйм.}$$

В таблице указаны значения питчей резьб, которые можно нарезать на станке. Они численно равны числу ниток на дюйм дюймовой резьбы.

Механическая продольная или поперечная подача осуществляется от ходового вала. В этом случае муфта на правом конце вала XVII выключается и шестерня 23, связанная с муфтой, перемещаясь влево, сцепляется с шестерней 40 двойного блока 40; 24, сидящего на валу XIX свободно. Дальше движение от шестерни 24 блока передается шестерне 39, связанной с муфтой обгона на валу XVIII. Муфта обгона позволяет включать ускоренное вращение ходового вала от отдельного электродвигателя мощностью 0,75 кВт для холостых ускоренных перемещений салазок суппорта без выключения основной подачи (цепь ускоренных ходов).

От вала XVIII вращение через зубчатые колеса $\frac{28}{35}$ передается ходовому валу XIX. На ходовом валу по всей длине имеется шпоночная канавка, поэтому шестерня 30, расположенная на ходовом валу в фартуке на скользящей шпонке, при любом расположении фартука получает вращение от ходового вала XIX.

От шестерни 30 вращение передается валу XXIII через зубчатые колеса $\frac{30}{32}$, $\frac{32}{32}$, $\frac{32}{30}$. На валу XXI расположен четырехзакходный червяк 4, который соединяется с этим валом через специальное устройство, предохраняющее цепь подачи от перегрузки. В случае перегрузки вал XXIII будет проворачиваться относительно остановившегося червяка 4 и поломки цепи подачи не произойдет.

При нормальной нагрузке вращение от вала XXIII передается через червяк 4 и червячное колесо 21 шестерне 36, которая заблокирована с червячной. От шестерни 36 движение может быть передано или влево на продольную подачу через зубчатые колеса 41, 41, или вправо на поперечную подачу через зубчатые колеса 36, 36. Эти четыре шестерни связаны с муфтами, сидящими на валах XXVIII, XXVII, XIII, XXV. Все четыре муфты управляются одной рукояткой, направление переключения которой совпадает с направлением движения резцовой головки. Для продольной подачи включается муфта на валу XXVIII или XXVII и вращение от шестерни 36 на валу XXIV передается на вал XXIX через шестерни 41, 41, 17 и 66. На конце вала XXIX жестко закреплена реечная шестерня 10, которая при вращении катится по зубчатой рейке, неподвижно закрепленной под передней направляющей станины. В связи с тем что вал XXIX с реечной шестерней установлен в корпусе фартука, фартук с продольными салазками при вращении реечной шестерни будет перемещаться вдоль станины. Направление перемещения вправо или влево зависит от того, на каком из валов была включена муфта — на

валу XXVIII или XXVII. Для поперечной подачи включается муфта на валу XXVIII или XIII в зависимости от выбранного направления (к рабочему или от него). В этом случае (рис. 3.14, и) вращение от шестерни 36 на валу XXIV передается на поперечный ходовой винт XXXI через шестерни 36, 36, 34, 55, 29 и 16.

В общем, коробка подачи и коробка передач позволяет сообщать резцу 16 основные продольные и поперечные подачи без специального подбора сменных зубчатых колес, а также позволяют нарезать метрические, дюймовые, модульные и питчевые резьбы 16 основных шагов.

Конструкция коробки скоростей, кроме того, позволяет включать в цепь подачи участок скоростной цепи, так называемое звено увеличения шага, путем сцепления колеса 45 блока на валу VIII с колесом 45 на валу IV.

В результате величина подачи или шага нарезаемой резьбы может быть увеличена по сравнению с основным рядом в 2,8 или 32 раза в зависимости от расположения зубчатых колес «перебора» коробки скоростей. При этом, однако, увеличение шага резьбы или подачи будет зависеть от установленной частоты вращения шпинделя. Наибольшее увеличение шага (в 32 раза) будет соответствовать ряду наименьших частот вращения шпинделя от 12,5 до 40 об/мин.

Для подсчета величины продольной подачи можно использовать формулу

$$S_1 = i_1 \cdot \pi \cdot m \cdot z, \text{ мм/об,}$$

где i_1 — передаточное отношение кинематической цепи от шпинделя до реечной шестерни; m — модуль реечной шестерни, $m = 3$ мм; z — число зубьев реечной шестерни, $z = 10$.

Поперечная подача подсчитывается по формуле

$$S_2 = i_2 \cdot t_2, \text{ мм/об,}$$

где i_2 — передаточное отношение от шпинделя до поперечного ходового винта; t_2 — шаг поперечного ходового винта, $t_2 = 5$ мм.

7. Подсчитаем минимальную величину продольной подачи:

$$\begin{aligned} S_{\text{прод. min}} &= \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \times \\ &\times \frac{23}{40} \cdot \frac{24}{39} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{4}{21} \cdot \frac{36}{41} \cdot \frac{17}{66} \times \\ &\times \pi \cdot 3 \cdot 10 = 0,04804 \approx 0,05 \text{ мм/об.} \end{aligned}$$

8. Максимальная величина продольной подачи без звена увеличения шага

$$\begin{aligned}
 S_{\text{прод. max}} &= \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{42}{30} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{35}{28} \times \\
 &\times \frac{23}{40} \cdot \frac{24}{39} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{4}{21} \cdot \frac{36}{41} \cdot \frac{17}{66} \times \\
 &\times \pi \cdot 3 \cdot 10 = 0,06756 \approx 0,7 \text{ мм/об.}
 \end{aligned}$$

9. Максимальная величина продольной подачи со звеном увеличения шага при частоте вращения шпинделя от 12,5 до 40 об/мин. Величина подачи при этом увеличивается в 32 раза:

$$\begin{aligned}
 S_{\text{прод. max}} &= \frac{60}{30} \cdot \frac{72}{18} \cdot \frac{60}{15} \cdot \frac{45}{45} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{42}{30} \cdot \frac{28}{35} \times \\
 &\times \frac{35}{28} \cdot \frac{23}{40} \cdot \frac{24}{39} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{30}{30} \cdot \frac{4}{21} \cdot \frac{36}{40} \cdot \frac{17}{66} \times \\
 &\times \pi \cdot 3 \cdot 10 = 22,4 \text{ мм/об.}
 \end{aligned}$$

10. Минимальная величина поперечной подачи

$$\begin{aligned}
 S_{\text{поп. min}} &= \frac{60}{60} \cdot \frac{30}{45} \cdot \frac{40}{64} \cdot \frac{28}{28} \cdot \frac{28}{35} \cdot \frac{18}{45} \cdot \frac{15}{48} \cdot \frac{23}{40} \cdot \frac{24}{39} \cdot \frac{28}{35} \times \\
 &\times \frac{30}{30} \cdot \frac{4}{21} \cdot \frac{36}{36} \cdot \frac{34}{55} \cdot \frac{55}{29} \cdot \frac{29}{16} \cdot 5 = 0,02387 \text{ мм/об.}
 \end{aligned}$$

Величина поперечной подачи в два раза меньше продольной:

$$\frac{S_{\text{прод. min}}}{S_{\text{поп. min}}} = \frac{0,04804}{0,02387} = 2,01.$$

ГЛАВА 4. ТИПЫ СТАНКОВ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

В группу токарных станков входят следующие типы станков: одношпиндельные и многшпиндельные, полуавтоматы и автоматы, токарные, токарно-винторезные и лобовые, токарно-револьверные, токарно-карусельные, многолезцовые, многшпиндельные автоматы параллельной обработки и др. (рис. 4.1).

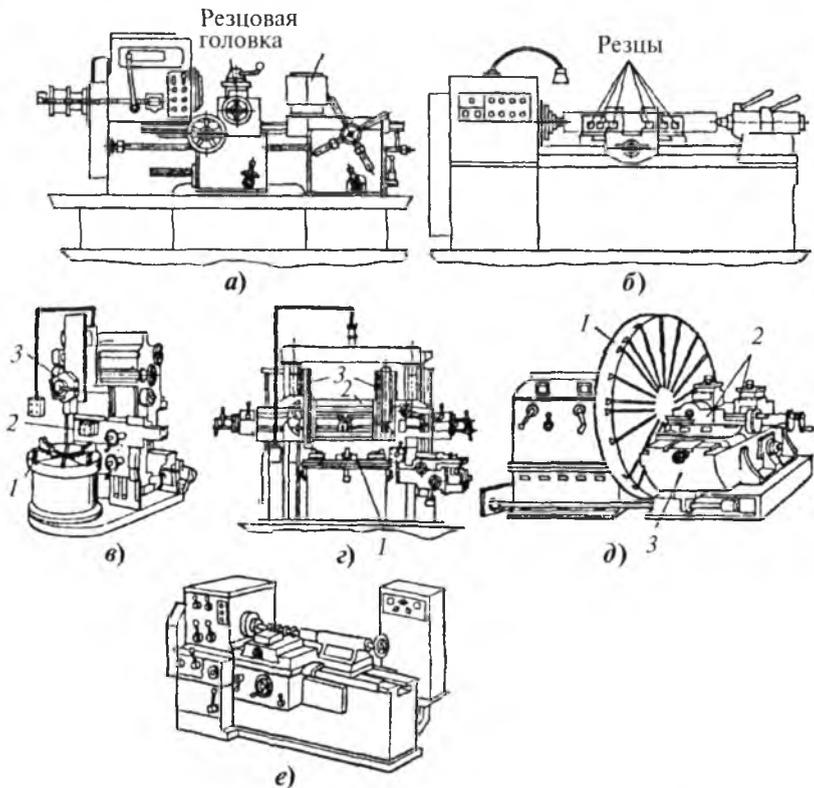


Рис. 4.1. Токарные станки:
а — токарно-револьверный; б — многолезцовый токарно-винторезный; в — одноэтажный карусельный; з — двухэтажный карусельный; д — токарно-лобовой; е — токарно-затыловочный:
1 — планшайба; 2 — резцовая головка; 3 — суппорт

Выбор типа токарного станка для того или иного технологического процесса зависит от формы заготовки, отношения l/d , количества обрабатываемых поверхностей, типа производства (единичное, серийное, массовое), производительности.

На всех станках токарной группы можно осуществить все вышеперечисленные операции (см. параграф 2.1).

Каждый тип станка имеет свои конструктивные и технологические особенности.

Токарно-лобовые станки (рис. 4.1, *д*) предназначены для обработки деталей большого диаметра с отношением $l/d < 1$.

Токарно-револьверные станки предназначены для однотипных заготовок, имеющих сложные фасонные поверхности и требующих применения многоинструментальной наладки. В этих станках (рис. 4.1, *а*) вместо задней бабки на станине устанавливается револьверная головка: многогранная с вертикальной осью поворота либо круглая с горизонтальной осью поворота, на которых крепится необходимый режущий инструмент.

В станках с револьверной головкой, имеющей вертикальную ось поворота, имеется один или два поперечных суппорта. В станках с горизонтальной осью поворота поперечный суппорт отсутствует. При отрезке детали поперечная подача заменяется круговой подачей револьверной головки.

В токарно-револьверных станках за счет многоинструментальной обработки сокращается основное технологическое и вспомогательное время. Эти станки широко используются в серийном производстве для изготовления штучных деталей (патронные), а для деталей, изготавливаемых из прутка, — прутковые.

Токарно-карусельные станки (рис. 4.1, *в, г*) предназначены для обработки заготовок большого диаметра с отношением $l/d < 1$, корпусных заготовок, имеющих форму вращения, сложных корпусов. Для этих станков характерно наличие круглого стола (планшайбы) с вертикальной осью вращения.

До диаметра стола $d = 1600$ мм станки изготавливаются одно-стоечными, свыше — двухстоечными.

Многорезцовые токарные станки (рис. 4.1, *б*) работают по полуавтоматическому циклу, снабжены двумя суппортами. Одновременно закрепляется большое количество инструмента, что позволяет обрабатывать заготовки многоступенчатых деталей с канавками, фасками

и галтелями. Многорезцовые токарные станки оснащаются системой ЧПУ.

Токарно-затыловочные (или просто затыловочные) станки (рис. 4.1, *e*) служат для обработки по архимедовой спирали задней поверхности (затылка) зубьев фрез и некоторых других инструментов.

ГЛАВА 5. ОБРАБОТКА НА ШИРОКОУНИВЕРСАЛЬНОМ СТАНКЕ мод. ЕРТ03 (ЕРТ03-1)

При построении технологического процесса в серийном и мелкосерийном производстве приоритетом является высокая концентрация технологических переходов, относящихся к различным видам обработки материалов резанием на одном станке, с целью расширения номенклатуры (разновидностей) обрабатываемых деталей. Поэтому переходят от универсальных станков к обработке деталей на многокоординатных станках, что значительно увеличивает производительность.

В периоды спада производства и для организации ремонтных мастерских, малых предприятий необходимо оборудование, позволяющее осуществлять большой объем операций на малой фундаментной базе, т.е. необходимы станки, быстро переналаживаемые.

Примером такого станка может быть малогабаритный широкоуниверсальный станок мод. ЕРТ03.

5.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНКА

Малогабаритный широкоуниверсальный станок мод. ЕРТ03 (ЕРТ03-1) предназначен для различных видов механической обработки деталей из металлов, пластмасс и древесины. Отличительной особенностью станка модели ЕРТ03 (ЕРТ03-1) является возможность переналадки базового токарного варианта в различные горизонтально-, вертикально-фрезерные, сверлильные и деревообрабатывающие наладки. На станке можно выполнять токарные, резьбонарезные, сверлильно-расточные и фрезерные операции. Дополнительные приспособления и оснастка дают возможность проводить на станке и такие операции, как отрезка, распиловка, прорезка пазов, строгально-фуговальные операции при обработке древесины, а также зачистку, шлифование и полирование поверхностей деталей, заточку инструмента.

5.2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАНКА

Наибольшие размеры обрабатываемого изделия, мм:	
• в центрах (диаметр×длина)	105 × 440(105 × 220)
• в патроне (диаметр над суппортом)	230
• на столе (длина×ширина× высота)	140 × 160 × 180
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия на планшайбе или в патроне, мм	
	600
Наибольший диаметр сверления, мм	
	10
Диаметр отверстия в шпинделе, пиноли задней бабки и вертикально-фрезерной головки	
	Конус Морзе 2 АТ6 (ГОСТ 2848–75)
Наибольшие перемещения рабочих органов, мм:	
• продольное суппорта при точении	440 (220)
• продольное суппорта при фрезеровании	600 (480)
• поперечное суппорта	100
• вертикальное шпиндельной коробки	180
• пиноли задней бабки	50
Наибольшие наладочные перемещения стойки, мм:	
• вертикальное	80
• горизонтальное	420
Наибольший ход зажимных губок тисков, мм	
	100
Поворот резцедержки, град.	
	90×4
Наибольшие размеры деревообработки, мм:	
• толщина распиловки (дисковой пилой)	35
• ширина фугования	100
Наибольший ход вертикального стола, мм	
	100
Наибольший ход подвижной резцедержки, мм	
	70
Угол поворота подвижной резцедержки, град	
	45
Наибольший угол поворота вертикально-фрезерной головки, град	
	45
Количество ступеней частот вращения шпинделя	
	6
Диапазон частот вращения шпинделя, 1/мин	
	160–2500
Продольная механическая подача, мм/об.	
	0,1–0,16

Шаг нарезаемых резьб:

- метрических, мм 0,5–2,5
- дюймовых, число ниток на дюйм 10–20

Цена деления лимба маховика, мм:

- суппорта, шпиндельной коробки и продольной подачи 0,02
- пиноли задней бабки 0,04

Мощность электродвигателя, кВт 0,37

Питание электрооборудования однофазное 220В,
50 Гц

Габариты станка (длина × ширина × высота), мм 1120 × 680 × 640
(900 × 680 × 640)

Масса (без оснастки и инструмента), кг 160(145)

Примечание. Показатели в скобках соответствуют станку с длиной станины 630 мм.

5.2.1. Основные узлы и органы управления станком (рис. 5.1)

1. Основание (станина) станка.
2. Рукоятка включения механической продольной подачи.
3. Крышка гитары сменных зубчатых колес продольной подачи (коробка подач).
4. Рукоятка переключения диапазонов (А и Б) частот вращения шпинделя.
5. Шпиндельная коробка.
6. Индикатор включения электрооборудования.
7. Рукоятка включения прямого или обратного вращения шпинделя.
8. Кнопка «Пуск» включения блока электрооборудования станка.
9. Кнопка «Стоп» для выключения блока электрооборудования станка.
10. Крышка шпиндельной коробки.
11. Стойка вертикального перемещения шпиндельной коробки с подвижной кареткой.
12. Крышка блока электрооборудования станка.
13. Маховик вертикального перемещения шпиндельной коробки.
14. Винт вертикального перемещения стойки.
15. Кожух ограждения электродвигателя и блока электрооборудования станка.

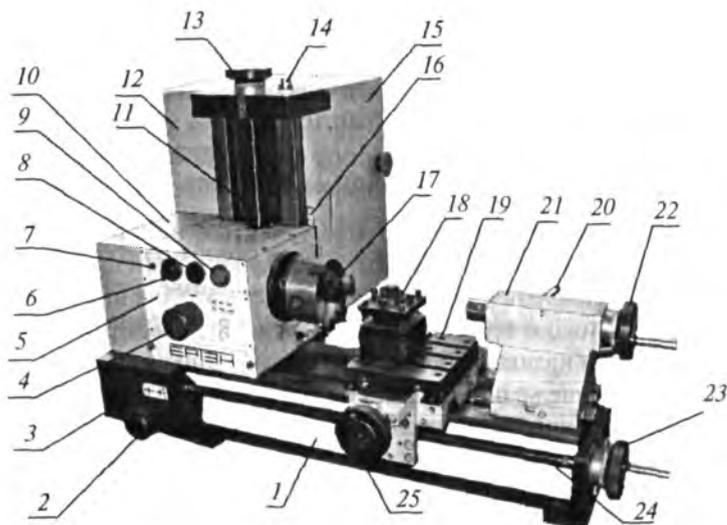


Рис. 5.1. Малогабаритный широкоуниверсальный станок мод. ЕРТОЗ (ЕРТОЗ-1)

- 16. Болт крепления каретки на стойке вертикального перемещения шпиндельной коробки.
- 17. Трехкулачковый патрон.
- 18. Резцедержка.
- 19. Суппорт.
- 20. Рукоятка зажима пиноли задней бабки.
- 21. Задняя бабка.
- 22. Маховик перемещения пиноли задней бабки.
- 23. Маховик ручного продольного перемещения суппорта.
- 24. Ходовой винт продольного перемещения суппорта.
- 25. Маховик поперечного перемещения стола суппорта.

5.3. НАЛАДКА СТАНКА НА РАЗНЫЕ ВИДЫ ОБРАБОТКИ

5.3.1. Обработка заготовок в патроне

Станок поставляется заказчику в токарной наладке, поэтому после выполнения требований, приведенных в разделах 9.1 «Руководства по эксплуатации» (РЭ) «Порядок установки станка» и 9.2 «Подготовка станка к работе», можно приступить к обработке деталей в трехкулачковом патроне. В зависимости от материала об-

рабатываемой детали и применяемого режущего инструмента по справочнику для токарной обработки определяют скорость и глубину резания для черновой и чистовой обработки. На станке возможно применение резцов сечением от 8 до 16 мм.

5.3.2. Обработка заготовок в центрах

Прежде чем установить упорный центр в отверстие шпинделя, необходимо отсоединить трехлачковый патрон и присоединительный фланец от шпинделя. После этого в пиноль задней бабки устанавливают вращающийся центр. На левый торец обрабатываемой детали надевают поводок и надежно фиксируют так, чтобы его хвостовик вошел в шпоночный паз на переднем торце шпинделя. Заднюю бабку с вращающимся центром устанавливают в соответствии с длиной обрабатываемой детали, а затем фиксируют ее на станине при помощи гайки прижимной планки. Для обработки конических деталей с малым углом уклона конуса в центрах на станке предусмотрено поперечное смещение корпуса задней бабки по шпонке.

5.3.3. Обработка заготовок больших диаметров на планшайбе или в патроне (рис. 5.2)

Конструкция станка позволяет устанавливать на планшайбе или в патроне детали диаметром до 600 мм. Для этого необходимо:

- на суппорт (поз. 19 рис. 5.1) установить вертикальный стол с резцедержкой;



Рис. 5.2. Настройка для обработки заготовок большого диаметра на планшайбе

- снять панель с названием фирмы «ЕРТЭН», расположенную на шпиндельной коробке;
- отвернуть три болта крепления шпиндельной коробки (поз. 5 рис. 5.1) к станине станка;
- поднять шпиндельную коробку на нужную высоту при помощи маховика вертикального перемещения (поз. 13 рис. 5.1);
- закрыть зубчатые колеса коробки подачи от возможного попадания стружки крышкой и закрепить ее двумя винтами;
- завернуть заглушки в три отверстия на станине, используемые для закрепления шпиндельной коробки.

5.3.4. Нарезание резьбы резцом

Нарезание резьбы резцом осуществляется при установке детали в трехкулачковом патроне или в центрах. Подбор сменных зубчатых колес рекомендуется выполнять в соответствии с таблицей, прикрепленной к крышке гитары сменных зубчатых колес (поз. 10 рис. 5.1).

5.3.5. Сверление отверстий (рис 5.3)

Сверление на станке осуществляется установкой режущего инструмента в сверлильный или цанговый патрон. В зависимости от конфигурации и габаритов детали патроны могут устанавливаться непосредственно в шпиндель станка, в пиноль задней бабки или в шпиндель вертикально-фрезерной головки. Режимы резания при сверлении определяются по справочнику для токарной обработки деталей.

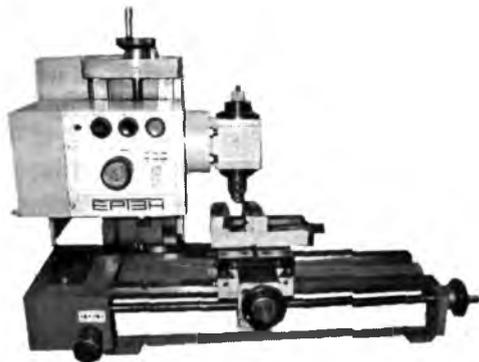


Рис. 5.3. Настройка для сверления отверстий

5.3.6. Фрезерование заготовок на станке

Фрезерование деталей на станке производится после переналадки его из базового токарного варианта во фрезерный.

5.3.6.1. Фрезерование заготовок без продольного перемещения стойки со шпиндельной коробкой

Для фрезерования заготовок на станке без продольного перемещения шпиндельной коробки необходимо:

- отсоединить трехкулачковый патрон и присоединительный фланец от шпинделя;
- снять панель с названием фирмы «ЕРТЭН», расположенную под рукояткой переключения диапазонов вращения шпинделя (поз. 4 рис. 5.1);
- отвернуть три болта крепления шпиндельной коробки (поз. 5 рис. 5.1) к станине станка;
- поднять шпиндельную коробку на нужную высоту при помощи маховика вертикального перемещения (поз. 13 рис. 5.1);
- от возможного попадания стружки закрыть зубчатые колеса коробки подач крышкой и закрепить ее двумя винтами, завернуть заглушки в три отверстия на станине, используемые для крепления шпиндельной коробки.

Режущий инструмент, имеющий конический хвостовик, устанавливается непосредственно в отверстие шпинделя и затягивается шомполом. Мелкие концевые и шпоночные фрезы закрепляются в цанговом патроне. Обрабатываемая заготовка закрепляется на суппорте при помощи прихватов либо зажимается в тисках.

5.3.6.2. Фрезерование заготовок с продольным перемещением стойки со шпиндельной коробкой

Для фрезерования деталей на станке с продольным перемещением стойки со шпиндельной коробкой необходимо:

- отсоединить трехкулачковый патрон и присоединительный фланец от шпинделя;
- снять панель с названием фирмы «ЕРТЭН», расположенную под рукояткой переключения диапазонов вращения шпинделя (поз. 4 рис. 5.1);
- отвернуть три болта крепления шпиндельной коробки (поз. 5 рис. 5.1) к станине станка;
- поднять шпиндельную коробку на нужную высоту при помощи маховика вертикального перемещения (поз. 13 рис. 5.1);
- от возможного попадания стружки закрыть зубчатые колеса коробки подач крышкой и закрепить ее двумя винтами, завернуть

заглушки в три отверстия на станине, используемые для закрепления шпиндельной коробки;

- ослабить четыре гайки крепления стойки вертикального перемещения шпиндельной коробки к станине, переместить вручную при помощи винта продольной подачи суппорта предварительно опущенную на стол суппорта шпиндельную коробку со стойкой по Т-образным пазам;

- завернуть четыре гайки крепления стойки к станине;
- отвернуть специальный болт фиксации подвижной каретки от поворота, расположенного на основании стойки вертикального перемещения (см. рис. 5.1);

- ослабить два болта крепления каретки на стойке вертикального перемещения (поз. 16 рис. 5.1); повернуть каретку со шпиндельной коробкой вокруг стойки на необходимый угол для фрезерования;

- при необходимости поднять каретку со шпиндельной коробкой на необходимую величину винтом (поз. 13 рис. 5.1);

- завернуть два болта крепления каретки на стойке вертикального перемещения.

Режущий инструмент, имеющий конический хвостовик, устанавливается непосредственно в отверстие шпинделя и затягивается шомполом. Мелкие концевые и шпоночные фрезы закрепляются в цанговом патроне. Обработываемая заготовка закрепляется на суппорте при помощи прихватов либо зажимается в тисках.

5.3.6.3. Установка на станке тисков

Тиски устанавливаются на стол суппорта при помощи шпонки и четырех болтов крепления тисков. Предварительно вывертывают заглушки резьбовых отверстий на столе суппорта и заворачивают в них болты крепления тисков; в зависимости от комплектации станка тиски могут закрепляться при помощи специальных болтов.

5.3.6.4. Установка на станок вертикально-фрезерной головки (рис. 5.4)

Вертикально-фрезерная головка (см. рис. 5.1) устанавливается на фланце корпуса шпиндельной коробки станка при помощи шпонки и четырех винтов. Головка может быть установлена как вертикально, так и под углом. Для этого на фланце шпиндельной коробки имеются соответствующие крепежные отверстия.

Режущий инструмент, имеющий конический хвостовик, устанавливается непосредственно в отверстие шпинделя головки и закрепляется шомполом. Мелкие концевые и шпоночные фрезы закрепляются в цанговом патроне аналогично рассмотренному выше.

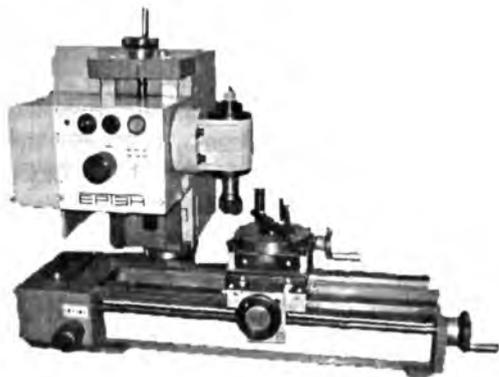


Рис. 5.4. Настройка установки на станок вертикально-фрезерной головки

5.3.6.5. Режимы резания при фрезеровании деталей

Режимы резания при фрезеровании деталей на станке определяются по справочнику в зависимости от материала детали, конфигурации ее обработки, применяемого режущего инструмента, методов крепления детали и инструмента на станке и ряда других факторов, характерных для конкретных условий фрезерования. Поэтому в начале работы на станке необходимо контролировать нагрев электродвигателя. В случае срабатывания пускозащитного реле от перегрузки электродвигателя немедленно ввести корректировку в сторону уменьшения режимов резания.

■ ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ВИДЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО МЕХАНООБРАБОТКЕ РЕЗАНИЕМ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

✓ Лабораторная работа 1

Особенности обработки заготовок на токарных станках

Цель работы — овладеть методикой работы на токарно-винторезном станке.

Задание

1. Изучить основные узлы токарно-винторезного станка 16К20 и зарисовать их.
2. Изучить приспособления к этому станку и зарисовать их.

Вопросы для самопроверки

1. Назначение токарно-винторезного станка 16К20.
2. Основные узлы этого станка и их назначение.
3. Основные параметры резания при токарной обработке.
4. Назначение центров.
5. Виды работ, выполняемых на токарном станке.
6. Назначение люнетов.

Вопросы СРС (самостоятельная работа студента)

1. Точение в центрах.
2. Точение в патронах.
3. Точение фасонных заготовок.

✓ Лабораторная работа 2

Резцы для токарной обработки

Цель работы — ознакомление с конструкцией и геометрией режущей части основных типов токарных резцов.

Задание

Используя руководящий материал:

1. Изучить геометрию прямого правого проходного резца, углы заточки и зарисовать их.
2. Изучить и зарисовать формы передней поверхности резцов из быстрорежущей стали и с пластинами из твердого сплава.
3. Изучить и зарисовать виды в плане основных типов токарных резцов (подрезных, отрезных, расточных, резьбовых) и геометрию одного резца (по указанию преподавателя).

Экспериментальная часть

Студенты изучают и зарисовывают различные формы поверхностей резцов из быстрорежущей стали и твердых сплавов.

Вопросы для самопроверки

1. Классификация токарных резцов.
2. Элементы токарного резца.
3. Материалы, применяемые для режущей части резцов.

Индивидуальное задание

Построить сечение резца с указанием углов заточки, предложенных преподавателем.

✓ Лабораторная работа 3

Способы установки и закрепления заготовки, режущего инструмента и приспособления к станку

Цель работы — научить студентов самостоятельно выбирать способ крепления заготовки, режущего инструмента, необходимые приспособления.

Задание

Выбрать в соответствии с индивидуальным заданием (по указанию преподавателя) способ установки и закрепления заготовки, режущего инструмента и приспособления.

Индивидуальное задание

1. Ознакомиться с конструкциями и панелью управления станка 16К20 6Н82.
2. Получить у преподавателя рабочую тетрадь.
3. Оформить рабочую тетрадь, используя данное методическое пособие и учебник по технологии конструкционных материалов.
4. Получить у мастера чертеж обрабатываемой детали, заготовку, необходимый режущий и мерительный инструмент.
5. Проверить соответствие размеров заготовки чертежу на предстоящую работу.
6. Выбрать способ крепления заготовки и получить у мастера, если это необходимо, дополнительные приспособления.
7. Закрепить заготовку на станке.
8. Выбрать, установить и закрепить на станке необходимый режущий инструмент.
9. Настроить коробку скоростей станка на требуемую частоту вращения шпинделя, а коробку подач — на требуемую продольную и поперечную подачи.
10. Обработать заготовку под руководством учебного мастера. В процессе обработки составить технологическую карту по следующей схеме.

№ п/п	Наименование перехода	Эскиз перехода	Наименование режущего инструмента	Режимы работы				
				Частота вращения, 1/мин	Скорость резания, м/мин	Подача, мм/об.	Глубина, мм/об.	Число проходов

11. Получить у преподавателя контрольные вопросы.

Вопросы для самопроверки

1. Основные параметры резания.
2. Основные способы крепления заготовки на станке.
3. Приспособления, применяемые на станке.

✓ **Лабораторная работа 4**

Нарезание резьбы резцом на токарно-винторезном станке

Цель работы — овладеть методикой нарезания резьбы резцом на токарно-винторезном станке.

Индивидуальное задание

1. Получить у преподавателя задание.
2. Получить у мастера заготовку, чертеж обрабатываемой детали.
3. Составить уравнение настройки на нарезание заданной резьбы.
4. Проверить соответствие размеров заготовки чертежу на предстоящую работу.
5. Выбрать способ крепления заготовки и закрепить ее на станке.
6. Закрепить в резцедержке резьбовой резец.
7. Наладить и настроить станок на нарезание нужного шага резьбы.
8. Составить отчет по лабораторной работе, где отразить:
 - а) эскиз детали, самостоятельно изготовленной на станке, с размерами;
 - б) уравнение настройки на нарезание заданной резьбы;
 - в) технологическую схему обработки детали с указанием основных движений.

✓ **Лабораторная работа 5**

Выбор компоновки станка ЕРТЭН для обработки мелких корпусных деталей

Цель работы — научить студентов выбирать возможные компоновки станка в соответствии с технологическим процессом обрабатываемой детали.

Индивидуальное задание

1. Изучить возможности станка.
2. Получить у преподавателя чертеж обрабатываемой детали.
3. Составить технологический процесс обработки детали.
4. В соответствии с технологическим процессом выбрать возможные компоновки станка ЕРТЭН, режущий и мерительный инструмент.
5. Составить отчет по лабораторной работе, где отразить:
 - а) чертеж детали с размерами;
 - б) технологический процесс обработки детали;
 - в) операционные эскизы с указанием способа крепления детали, способа крепления инструмента в выбранной компоновке станка.

✓ Лабораторная работа 6

Выбор метода обработки конической поверхности на станке 16К20

Цель работы — научить студентов налаживать токарно-винторезный станок на обработку конических поверхностей.

Индивидуальное задание

1. Изучить, используя руководящие материалы, методы точения наружных и внутренних конусов на станке 16К20.
2. Получить у преподавателя чертеж детали.
3. Выбрать метод обработки конической поверхности и способ ее крепления.
4. Выбрать необходимые приспособления (центра, патрон, люнет) и режущий инструмент.
5. Наладить и настроить станок.
6. Обточить заготовку.
7. Составить отчет по лабораторной работе, где отразить:
 - а) чертеж детали с размерами;
 - б) способ крепления детали;
 - в) возможные методы обработки данной конической поверхности в единичном и массовом производстве.

✓ Лабораторная работа 7

Выбор инструмента и схемы крепления детали при различных технологических операциях

Цель работы — научить студентов выбирать режущий инструмент и способ крепления заготовки с использованием приспособлений, используя руководящие материалы гл. 2.

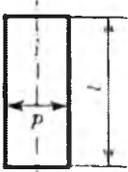
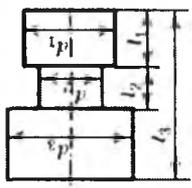
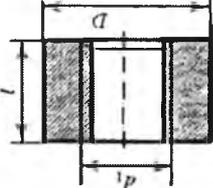
1. Изучить применяемый режущий инструмент при различных токарных операциях.
2. Изучить приспособления, используемые при токарной обработке.
3. Определить основные параметры резания.

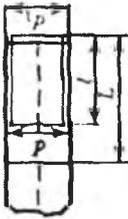
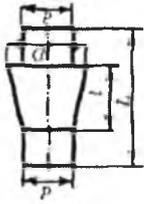
Задание

1. Получить у преподавателя задание.
2. Составить отчет. Зарисовать схему крепления детали, указанной преподавателем.
3. Выбрать режущий инструмент для обработки указанных поверхностей.

По окончании каждой работы отчет необходимо подписать у мастера. По окончании всех лабораторных работ отчет подписать у преподавателя.

Предлагаемые индивидуальные задания

№ варианта	Размеры заготовки, мм			Обрабатываемая поверхность	№ эскиза	Эскиз заготовки				
	d	L	L							
1	20	500		Цилиндр Торец и цилиндр Торец и цилиндр Цилиндр Торце	1					
2	100	80								
3	150	250								
4	50	1000								
5	30	450								
6	d_1	I_1	d_3	$d_1, (I_1 + I_2)$ d_2, I_2 d_3, I_3 d_1, d_2, I_1, I_2 d_1, d_3, I_3 $(I_1 + I_2), I_3$	2					
7	20	20	18				I_2	4	30	70
8	35	40	30				8	8	50	100
9	50	40	40				10	10	60	125
10	80	50	70				5	5	90	125
	90	70	80				10	10	110	200
11	D		L				М6-7Н М100×2-8Н Тг100×5-7е М10-7Н М60×3-8Н	3		
12	30	20								20
13	200	50								50
14	150	50								50
15	50	30		30						

№ варианта	Размеры заготовки, мм			Обрабатываемая поверхность	№ эскиза	Эскиз заготовки
	L	l	d			
16	50	25	8	M8-7g M30-7g M100×2-8g Tr100×12-7e M40×1,5-7e	4	
17	300	250	40			
18	150	100	100			
19	180	150	100			
20	500	100	50			
	D	d	L			
21	40	20	80	80 100 150 200 250	5	
22	40	20	100			
23	100	20	150			
24	50	20	200			
25	150	20	250			

ГЛАВА 6. ОБРАБОТКА НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

6.1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗАНИЯ

Фрезерование — обработка резанием многолезвийным режущим инструментом — фрезой — плоскостей и линейчатых поверхностей (пазы, зубья, резьбы, шлицы). Особенность — прерывистость процесса резания. Каждый зуб фрезы находится в работе только часть оборота фрезы. Врезание зуба в заготовку сопровождается ударом, что приводит к неравномерности процесса резания, вибрациям, сколу зубьев фрезы. Это сказывается на точности и качестве обрабатываемой поверхности, стойкости инструмента. Различают три вида фрезерования.

1. **Цилиндрическое фрезерование** производится цилиндрическими фрезами 2, в которых режущие кромки расположены по периферии (рис. 6.1, а). При цилиндрическом фрезеровании длина фрезы L должна быть больше B , но не меньше 150 мм.

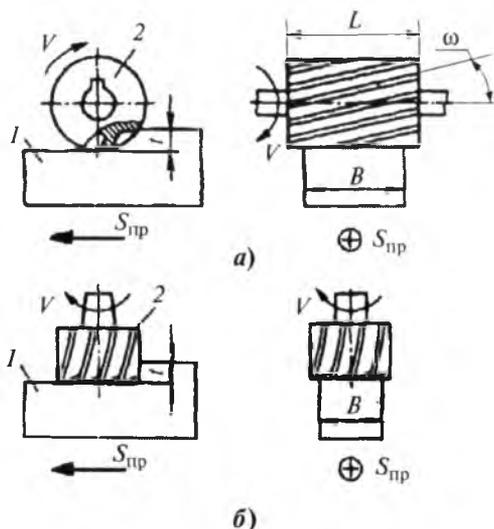


Рис. 6.1. Схема фрезерования:

а — цилиндрической фрезой; б — торцевой фрезой

2. **Торцевое** — торцевыми фрезами, в которых режущие кромки расположены по периферии и торцу (рис. 6.1, б). Основной припуск

снимают периферийные режущие кромки, торцевые — зачищают поверхность.

Оба вида используют для обработки плоскостей любого направления.

3. *Концевое фрезерование* — производится концевыми фрезами. Обрабатываются пазы, рельефы, уступы, шлицы и т.д. (рис. 6.2). Концевые фрезы имеют большой вылет, поэтому нежесткие.

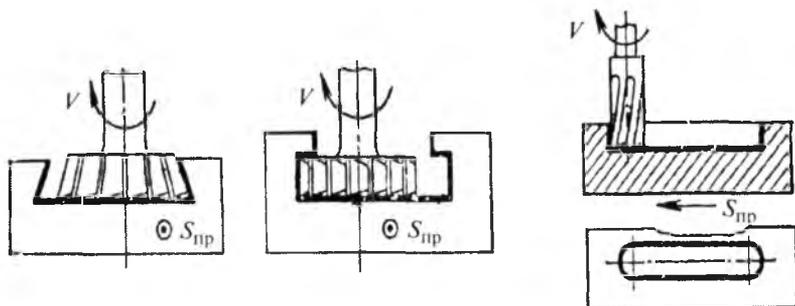


Рис. 6.2. Концевое фрезерование

Процесс фрезерования можно проводить двумя способами.

Встречное фрезерование: вектор скорости V в точке касания A не совпадает с вектором скорости подачи S (рис. 6.3, а).

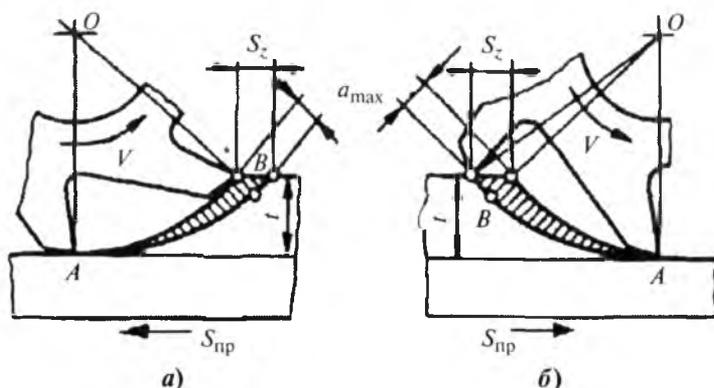


Рис. 6.3. Встречное (а) и попутное (б) фрезерование

1. Нагрузка возрастает от нуля до максимума.
2. Сила, действующая на заготовку, стремится оторвать ее от стола, что приводит к вибрациям и увеличению шероховатости поверхности.

3. Из-за упругого скольжения в точке A нет резания, поэтому качество поверхности невысокое.

4. Нагрузка возрастает плавно, материал снимается под корку. Обычно встречное фрезерование применяется при черновой обработке.

Попутное фрезерование (рис. 6.3, б): векторы V и S совпадают по направлению.

1. Нагрузка изменяется от максимума до нуля.

2. Режущая кромка входит в работу с ударом (возможно выкрашивание).

3. Режущая кромка снимает стружку в точке A до нуля, что приводит к хорошему качеству поверхности.

4. Сила, действующая на заготовку, прижимает ее к столу станка, что уменьшает вибрации и облегчает задачу крепления тонких пластин при их обработке. Это фрезерование применяется при чистовой обработке.

Главное движение V — вращательное движение фрезы. Движение подачи S — поступательное перемещение заготовки в нескольких направлениях.

$$S_m = S_0 \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n,$$

где Z — число зубьев фрезы.

Скорость резания измеряется в метрах в минуту и определяется так же, как при токарной обработке. Подача на фрезерных станках может измеряться: минутная подача S_m — мм/мин; подача на 1 оборот фрезы S_0 — мм/об. и подача на 1 зуб фрезы S_z — мм/зуб:

$$S_0 = S_z Z.$$

6.2. СРЕДСТВА ОСНАЩЕНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

6.2.1. Особенности обработки заготовок на консольно-фрезерных станках.

Принцип работы станка 6Н82

Цель работы — ознакомить студентов с устройством станков фрезерной группы на примере неуниверсального горизонтального станка 6Н82, с видами применяемых фрез, способами закрепления заготовок и фрез, а также с основными методами обработки различных заготовок.

Фрезерные станки предназначены для обработки плоскостей любого направления, фасонных линейчатых поверхностей, прямолинейных и винтовых канавок различного профиля, зубчатых колес

методом копирования, шлицевых валов. При обработке на консольно-фрезерных станках фреза получает вращательное (главное) движение, а заготовка перемещается поступательно в трех взаимно перпендикулярных направлениях или по более сложной траектории.

Консольно-фрезерные станки предназначены для обработки заготовок небольшого размера. Основным размером во фрезерных станках является размер стола — ширина a и длина b , причем b обычно приблизительно равняется $4a$.

Консольно-фрезерные станки бывают с горизонтальным расположением шпинделя — горизонтальные; с вертикальным расположением шпинделя — вертикальные (рис. 6.4).

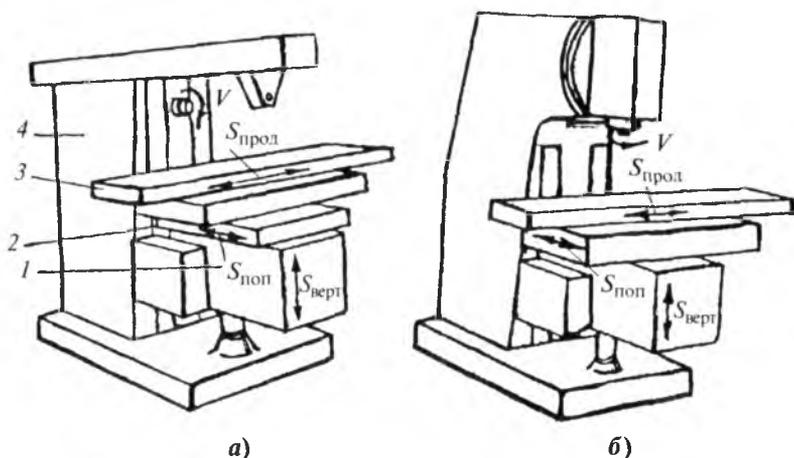


Рис. 6.4. Фрезерные станки:

a — горизонтальный; 1 — консоль; 2 — салазки;
3 — стол; 4 — станина; b — вертикальный

В широкоуниверсальных станках имеется горизонтальный шпиндель и дополнительная шпиндельная головка, которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси на угол 45° .

Широкоуниверсальные инструментальные станки (рис. 6.5) имеют не только шпиндель с горизонтальной и вертикальной осями поворота, но и стол, который может поворачиваться вокруг горизонтальной и вертикальной осей, что дает возможность обрабатывать плоскости под любым углом в пространстве.

Консольно-фрезерные станки из-за наличия консоли обладают низкой жесткостью, и поэтому на них нельзя получить высокую точность.

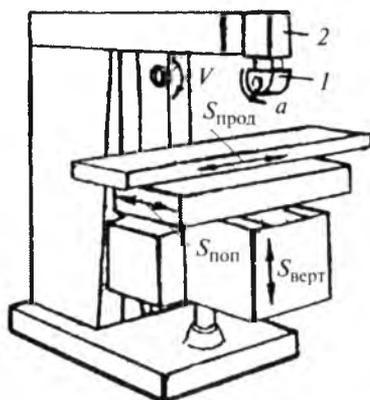


Рис. 6.5. Широкоуниверсальный фрезерный станок:
1 — выдвигной хобот; 2 — шпиндельная головка

6.2.2. Основные узлы горизонтально-фрезерного (неуниверсального) станка 6Н82

Горизонтально-фрезерные станки (рис. 6.6) состоят из следующих узлов: станины 1, хобота 3, консоли 7, поперечных салазок 6, рабочего стола 5, коробки скоростей 2 и коробки подачи 8. Пустотелая станина имеет коробчатую форму, внутри которой размещается электродвигатель и коробка скоростей. Станина снабжена горизонтальными направляющими, по которым перемещается хобот, и вертикальными направляющими для перемещения консоли станка. Хобот представляет собой чугунную деталь, которая вручную при помощи реечной передачи может перемещаться по направляющим станины. На нижней плоскости хобота укрепляются опорные подшипники 4 (подвески), служащие для поддержания оправки, на которой крепится фреза 10.

Консоль перемещается по вертикальным направляющим станины, внутри нее расположена коробка подач.

Поперечные салазки, расположенные на консоли, могут перемещаться по горизонтальным направляющим параллельно оси шпинделя.

Рабочий стол имеет продольное перемещение по направляющим поперечных салазок, перпендикулярных к оси шпинделя.

На универсальных горизонтально-фрезерных станках между поперечными салазками и рабочим столом помещается диск с делениями для поворота рабочего стола под заданным углом к оси шпин-

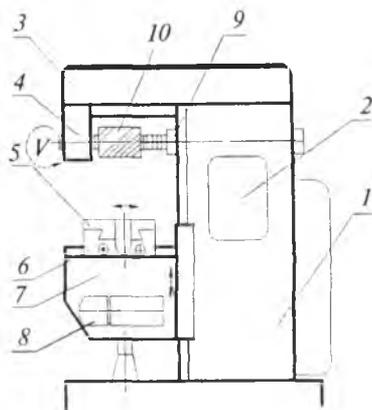


Рис. 6.6. Общий вид горизонтально-фрезерного станка модели 6H82

для станка 9 в горизонтальной плоскости. Универсальный горизонтально-фрезерный станок отличается от неуниверсального тем, что его стол может быть повернут относительно вертикальной оси на некоторый угол. Это дает возможность обрабатывать на станке винтовые канавки.

Передний конец шпинделя имеет коническое отверстие, в которое вставляется конический хвостовик оправки.

На станке можно производить работы цилиндрическими, угловыми, дисковыми и другими фрезами.

6.2.3. Режущий инструмент, применяемый на фрезерных станках. **Классификация и конструкция фрез**

Фрезы являются наиболее распространенными режущими инструментами и изготавливаются самых различных типов. Фрезы классифицируются по нескольким признакам.

По *технологическому признаку* различают фрезы для обработки плоскостей, пазов, шлицев, фасонных поверхностей, тел вращения, зубчатых и резьбовых поверхностей, резания материала и др.

По *конструктивным признакам* фрезы подразделяются:

- по расположению зубьев на исходном цилиндре — торцевые, цилиндрические, дисковые, двусторонние, угловые, фасонные, концевые и др.;
- по конструкции зуба — с наклонными, прямыми, винтовыми зубьями;

- по конструкции фрезы — цельные, составные, сборные со вставными зубьями;
- по способу крепления — насадные, концевые с коническим или цилиндрическим хвостовиком;
- по виду инструментального материала режущей части — из быстрорежущей стали, твердых сплавов, керамики, сверхтвердых материалов.

Фрезы для обработки плоскостей

1. Цилиндрические фрезы (рис. 6.7) — применяются для обработки плоскостей шириной 25–150 мм. Цилиндрические фрезы имеют остроконечные винтовые зубья, расположенные к оси под углом $\omega = 20\text{--}30^\circ$. У вершины зубьев оставляется цилиндрическая ленточка $f = 0,05\text{--}0,1$ мм для уменьшения радиального биения. Главный задний угол α измеряется в плоскости, перпендикулярной к оси фрезы. Величина его колеблется от 12 до 16°. Главный передний угол γ рассматривается в плоскости, нормальной к режущей кромке. Величина его берется от 5 до 20° для фрез из быстрорежущей стали.

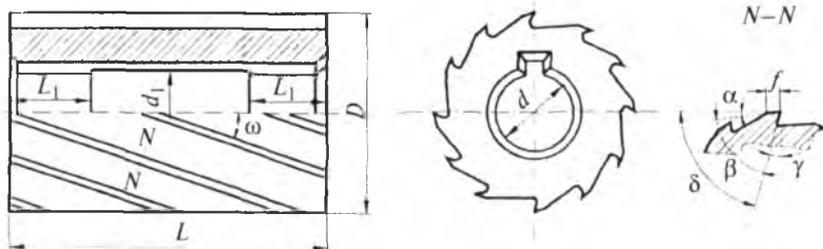


Рис. 6.7. Цилиндрическая фреза

2. Торцевые фрезы (рис. 6.8) — применяются для обработки сплошных и прерывистых плоскостей в основном шириной от 90 до 900 мм. В некоторых случаях на продольно-фрезерных станках применяются и более крупные фрезы. Зубья торцевых фрез имеют три режущие кромки: главную, расположенную под главным углом в плане $\varphi = 45\text{--}60^\circ$; переходную (f_0) — длиной 1–2 мм, расположенную под углом $\varphi_0 = 1/2 \cdot \varphi$, и вспомогательную — под углом $\varphi_1 = 1\text{--}10^\circ$.

Углы в плане φ , φ_0 , φ_1 торцевых фрез измеряются между проекциями соответствующих режущих кромок на осевую плоскость и направлением подачи. Передние углы для торцевых фрез, оснащенных пластинками из твердого сплава, затачиваются в зависимости от обрабатываемого материала от $\gamma = +10^\circ$ до $\gamma = -20^\circ$.

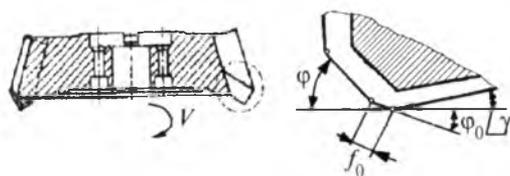


Рис. 6.8. Торцевая фреза

Фрезы для фрезерования пазов и канавок

1. Фрезы дисковые пазовые для фрезерования пазов шириной 5–16 мм с малыми допусками на отклонение ширины паза (рис. 6.9, а).

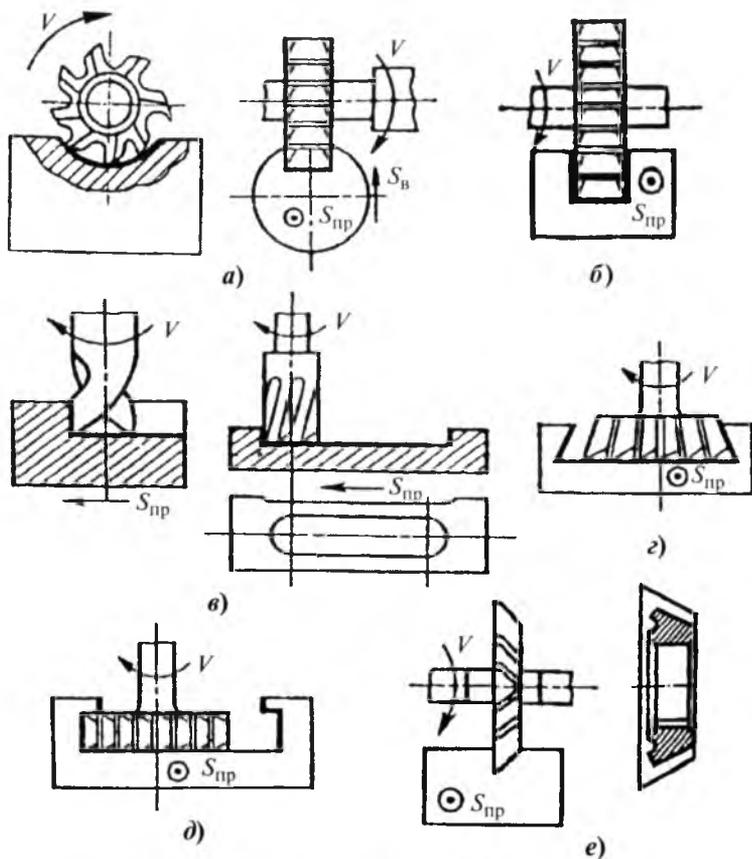


Рис. 6.9. Фрезерование пазов и канавок

2. Фрезы дисковые трехсторонние — применяются для фрезерования канавок шириной от 6 до 40 мм (рис. 6.9, б).

3. Фрезы шпоночные для фрезерования шпоночных канавок на валах (рис. 6.9, в, г).

4. Фрезы для фрезерования Т-образных пазов (рис. 6.9, д).

5. Фрезы угловые и двухугловые — применяются для фрезерования канавок между зубьями фрез, разверток в пр. (рис. 6.9, е).

Фрезы для обработки фасонных поверхностей (рис. 6.10)

1. Зуборезные — дисковые, пальцевые и червячные.

2. Резьбонарезные.

3. Для канавок инструмента.

4. Для обработки фасонных линейчатых поверхностей и др.

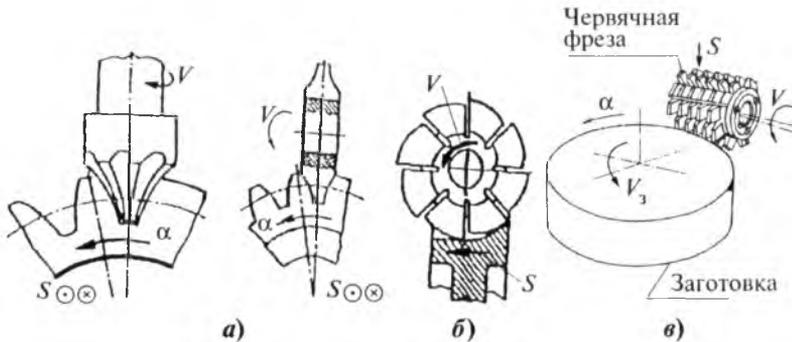


Рис. 6.10. Фрезерование фасонными фрезами:
а — пальцевыми; б — дисковыми; в — червячными

Передний угол фасонных фрез для уменьшения искажения профиля при переточке делается от $\gamma = 0^\circ$ для чистовых до $\gamma = 10^\circ$ для черновых фрез (рис. 6.11).

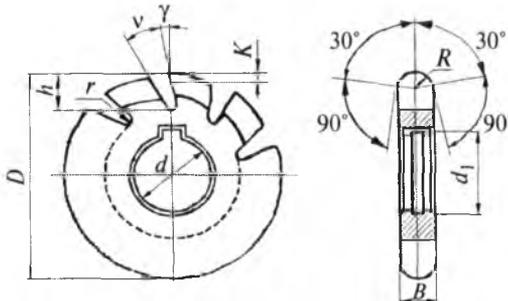


Рис. 6.11. Фреза фасонная полукруглая выпуклая с затылованными зубьями

Фрезы концевые (рис. 6.12) применяются в основном на вертикально-фрезерных и копировально-фрезерных станках для самых разнообразных работ.

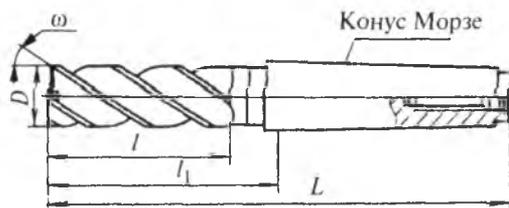


Рис. 6.12. Концевая фреза с коническим хвостовиком

Концевые фрезы закрепляются непосредственно в коническом отверстии шпинделя с помощью затяжного болта.

Фрезы для разрезки заготовок

1. Отрезные фрезы диаметром 60–200 мм — применяются для разрезки на горизонтально-фрезерных станках.

2. Пилы круглые сегментные диаметром 275–2000 мм — применяются для разрезки на специальных разрезных станках.

По конструкции зубьев фрезы делятся на два типа.

1. Фрезы с остроконечными зубьями (см. рис. 6.7) проще в изготовлении и обладают большой стойкостью, но после переточки профиль их зубьев изменяется,

2. Фрезы с затылованными зубьями (см. рис. 6.11).

У этих фрез задняя поверхность зубьев очерчивается по архимедовой спирали, и при переточке по передней поверхности их профиль не изменяется. Такая конструкция зубьев применяется для фасонных фрез.

6.3. СПОСОБЫ УСТАНОВКИ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК

6.3.1. Используемые приспособления

Заготовки, имеющие хорошую опорную поверхность, закрепляются непосредственно на столе станка с помощью прихватов 1 и подкладок 2 (рис. 6.13, а). В некоторых случаях используются клинья и домкраты. При установке прихвата необходимо, чтобы он опирался на подкладку, высота которой равнялась бы высоте закрепляемой детали. Болт при этом необходимо располагать как можно ближе к детали.

1. Детали, у которых обрабатываются две перпендикулярные стороны, удобно закреплять на угловых плитах-угольниках, закрепляемых на столе (рис. 6.13, б).

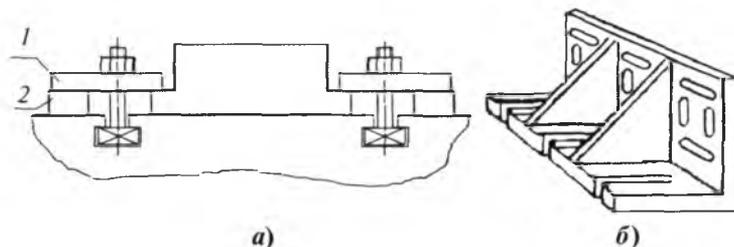


Рис. 6.13. Закрепление детали непосредственно на столе с помощью прихватов (а) или угловой плиты (б)

2. Круглые детали типа валов при фрезеровании шпоночных канавок, пазов и лысок закрепляются на призмах с помощью прихватов (рис. 6.14).

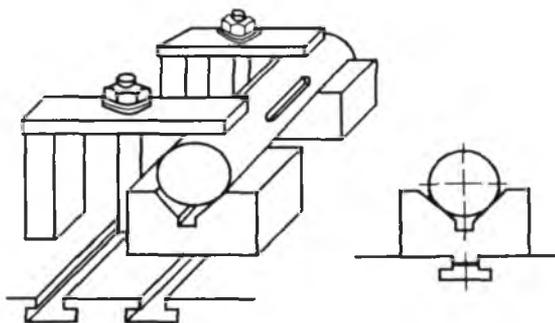


Рис. 6.14. Закрепление детали на призме

3. Детали небольших размеров закрепляют в машинных тисках, которые имеют следующие основные разновидности (рис. 6.15):

а) неповоротные тиски;

б) поворотные тиски имеют корпус, который может поворачиваться вокруг вертикальной оси относительно плиты, закрепленной на столе;

в) универсальные тиски могут поворачиваться не только вокруг вертикальной, но также и вокруг горизонтальной оси.

Пневматические и гидравлические тиски. Эти тиски позволяют значительно сократить время на зажим и открепление детали и облегчают труд станочника.

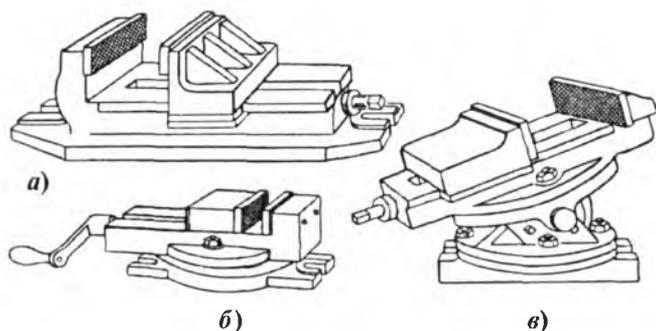


Рис. 6.15. Машинные тиски

4. В серийном и крупносерийном производствах применяются специальные зажимные приспособления, предназначенные для одной определенной детали:

а) многократные зажимы (рис. 6.16) — позволяют зажимать заготовку сразу в нескольких местах;

б) многоместные приспособления — позволяют одним зажимом закрепить несколько деталей.

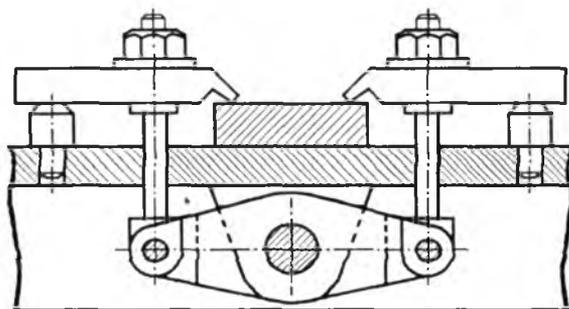


Рис. 6.16. Двойной зажим

5. При фрезеровании нескольких прямолинейных или винтовых канавок, а также при фрезеровании многогранников широкое применение имеет делительная головка (рис. 6.17), для использования которой обрабатываемые детали могут закрепляться несколькими способами:

а) между центрами шпинделя делительной головки и задней бабки;

б) на оправке между центрами;

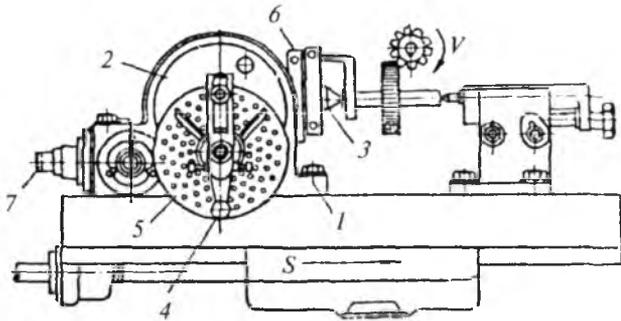


Рис. 6.17. Делительная головка:

- 1 — корпус головки; 2 — поворотный корпус;
 3 — шпиндель; 4 — рукоятка; 5 — делительный лимб;
 6 — лобовой диск; 7 — гитара

в) на оправке с коническим хвостом, установленным в шпинделе делительной головки;

г) в трехкулачковом патроне на переднем конце шпинделя головки.

Технические характеристики делительной головки модели УДГ D = 200

Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	200
Угол поворота шпинделя в вертикальной плоскости:	
• вниз от линии центров, не менее	5°
• вверх от линии центров, не менее	95°
Конус Морзе шпинделя	№ 4
Передаточное отношение червячной пары	1:40
Число отверстий делительного лимба:	
• на одной стороне	16, 17, 19, 21, 23, 29, 30, 31
• на другой стороне	33, 37, 39, 41, 43, 47, 49, 54
Цена деления шкалы любого лимба	15°
Число зубьев сменных шестерен	25, 25, 30, 35, 40, 50, 55, 60, 70, 80, 90, 100
Модуль сменных шестерен, мм	1,5

6.3.2. Способы установки и закрепления фрез

Цилиндрические, дисковые и фасонные фрезы устанавливаются на горизонтально-фрезерном станке на оправке с помощью шпонки и установочных колец, которые зажимаются гайкой на переднем конце оправки (рис. 6.18, а).

Торцевые фрезы закрепляются с торцевой поверхности болтами (рис. 6.18, б) или на концевой оправке с коническим хвостовиком, который вставляется в отверстие шпинделя и затягивается болтом, или при большом диаметре фрезы закрепляются непосредственно на конце шпинделя. Установка торцевых фрез на оправке или шпинделе производится по имеющемуся базовому цилиндрическому или коническому отверстию. При работе торцевыми фрезами на горизонтально-фрезерных станках опорный подшипник снимается с хобота, который, в свою очередь, смещается назад таким образом, чтобы его передний конец не выступал за пределы станины.

Концевые фрезы с коническим хвостовиком закрепляются или непосредственно в коническом отверстии шпинделя с помощью затяжного болта, или через переходные втулки (рис. 6.18, в).

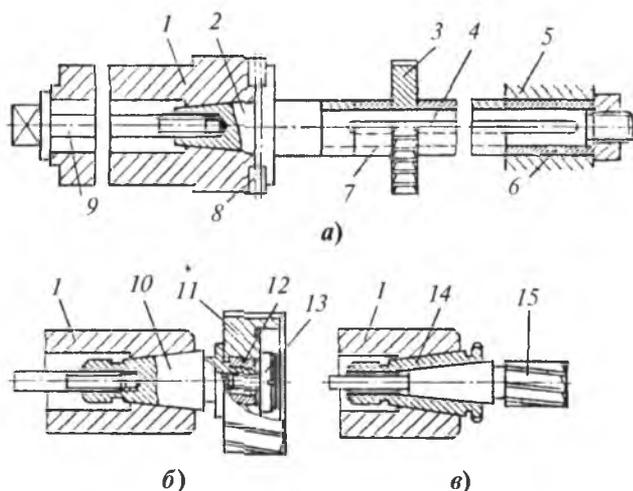


Рис. 6.18. Схемы установки и закрепления фрез на станке:

- 1 — шпиндель; 2 — оправка; 3 — дисковая фреза;
- 4, 12 — шпонка; 5 — серьга; 6 — подшипник;
- 7 — установочные кольца; 8 — сухари; 9 — болт;
- 10 — хвостовик; 11 — насадная фреза; 13 — винт;
- 14 — переходная втулка; 15 — фреза с коническим хвостовиком

6.3.3. Способы обработки заготовок на горизонтально-фрезерных станках

Фрезерование плоскостей. Горизонтальные плоскости шириной до 150 мм фрезеруются цилиндрическими фрезами, ширина которых должна быть несколько больше ширины обрабатываемых плоскостей (рис. 6.19, а).

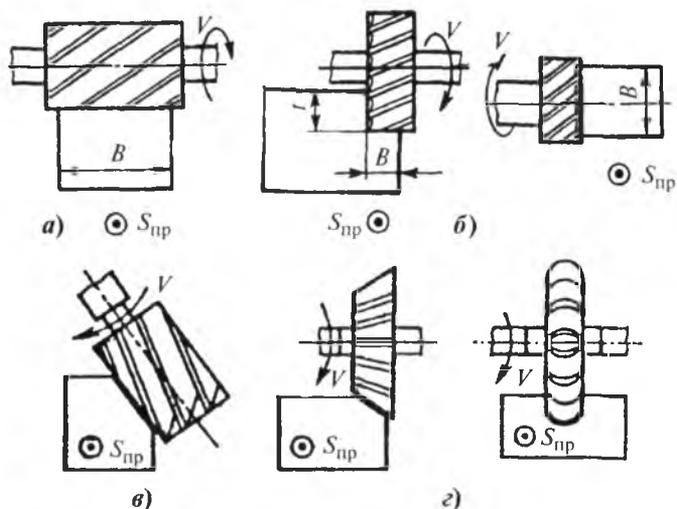


Рис. 6.19. Фрезерование плоскостей

Вертикальные плоскости могут фрезероваться дисковыми двухсторонними фрезами и торцевыми фрезами (рис. 6.19, б).

Фрезерование наклонных плоскостей (рис. 6.20, а) обычно производится путем установки заготовок под углом к плоскости стола, или в универсальных тисках, или в специальных приспособлениях.

Небольшие наклонные плоскости можно фрезеровать угловыми фрезами при обычном закреплении деталей (рис. 6.19, в).

Фрезерование скосов осуществляется дисковыми одноугловыми или концевыми фрезами (рис. 6.19, г).

Фрезерование шпоночных канавок на валах. Открытые (сквозные) шпоночные канавки на валах фрезеруются дисковыми фрезами. Фрезерование закрытых шпоночных канавок выполняется концевыми шпоночными фрезами, устанавливаемыми в шпинделе с помощью специального патрона (см. рис. 6.2).

Отрезка и разрезка заготовок на части осуществляются дисковыми отрезными фрезами (пилами).

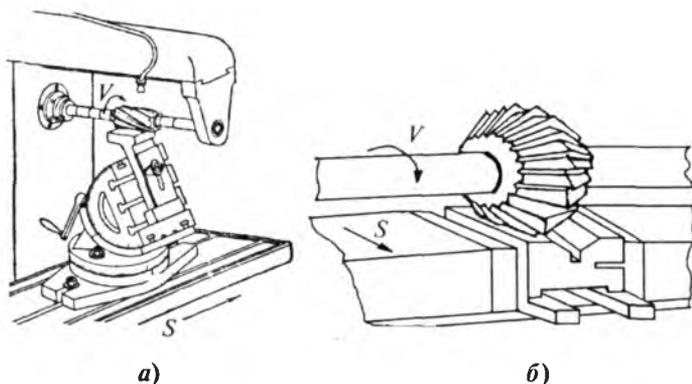


Рис. 6.20. Фрезерование наклонных плоскостей

Фрезерование фасонных поверхностей производится фасонными дисковыми фрезами, профиль которых соответствует профилю прорезаемой канавки (рис. 6.19, *з*; 6.20, *б*).

Фасонные линейчатые поверхности фрезеруются фасонными фрезами, которые закрепляются так же, как и цилиндрические.

6.3.4. Виды работ, выполняемых с помощью делительной головки

Для фрезерования нескольких прямолинейных канавок, расположенных на цилиндрической или конической поверхности, а также для фрезерования винтовых канавок на горизонтально-фрезерном станке широкое применение имеет универсальная лимбовая делительная головка (см. рис. 6.17).

Лимбовая делительная головка дает возможность сообщать заготовке периодический поворот на заданный угол, сообщать заготовке непрерывное вращательное движение с заданной угловой скоростью и устанавливать ось заготовки под углом к плоскости стола.

Универсальная лимбовая делительная головка состоит из неподвижного корпуса 1, закрепляемого на столе станка; поворотного корпуса 2, который может поворачиваться вокруг горизонтальной оси на угол $-10^\circ \pm 90^\circ$; шпинделя 3, установленного в поворотном корпусе и связанного с рукояткой 4 через червячную и цилиндрические зубчатые передачи; делительного диска (лимба) 5; лобового диска 6 для непосредственного деления; двухпарной гитары 7, которая применяется при дифференциальном способе деления и при фрезеровании винтовых канавок. К делительной головке прилагается задняя бабка для поддержки длинных изделий или оправки.

Так как число зубьев цилиндрических колес одинаково, то характеристика будет равна обратной величине передаточного отношения червячной пары: $N = Z_{\text{чк}} / k$.

Для универсальных делительных головок в большинстве случаев $N = 40$.

Составим уравнение кинематического баланса, приняв за ведущее звено рукоятку, а за ведомое — шпиндель, который за время поворота рукоятки на n оборотов должен повернуться на $\frac{1}{2}$ часть оборота — исходное условие:

$$n \cdot \frac{k}{Z_{\text{чк}}} = \frac{1}{Z}. \quad (1)$$

Так как

$$\frac{Z_{\text{чк}}}{k} = N, \quad \text{то} \quad n = \frac{N}{Z}.$$

Если $Z < 40$, то

$$\frac{40}{Z} > 1; \quad \frac{40}{Z} = A + \frac{a}{b} = A + \frac{ma}{mb}, \quad (2)$$

где A — целое число оборотов рукоятки; a, b — числитель и знаменатель правильной и простой дроби; m — общий множитель.

При настройке n в большинстве случаев получается дробным. Для поворота рукоятки на какую-то дробную часть оборота выбираем на лимбе такой ряд отверстий, число которых было бы кратно знаменателю полученной дроби, и устанавливаем штифт рукоятки на этот ряд. После прорезания очередной канавки выводим заготовку рукояткой продольной подачи стола из-под фрезы и поворачиваем рукоятку делительной головки относительно лимба на целое число оборотов, полученное по формуле (2), а затем — на число отверстий, равное числителю дроби a , умноженному на дополнительный множитель n , который равен числу отверстий выбранного ряда на лимбе, деленному на знаменатель дроби по формуле (2).

Для того чтобы не отсчитывать каждый раз необходимое число отверстий, можно воспользоваться специальным сектором на лимбе, ножки которого заранее следует раздвинуть на требуемое число отверстий.

Настройка на дифференциальное деление. Если при расчете по формуле (2) получается дробь, соответственно которой на лимбе нельзя подобрать ряда отверстий, то приходится прибегать к методу

дифференциального деления. Сущность этого метода заключается в том, что делительная головка настраивается на приближенное число делений z_0 (рис. 6.21, б) Получающаяся при этом ошибка автоматически исправляется путем сообщения соответствующего вращательного движения лимбу 5. Вращение лимба настраивается с помощью гитары 7, которая связывает его со шпинделем 3. Таким образом, абсолютное вращательное движение рукоятки будет складываться из двух движений: движения рукоятки относительно лимба и движения лимба, исправляющего допущенную в настройке ошибку (рис. 6.22).

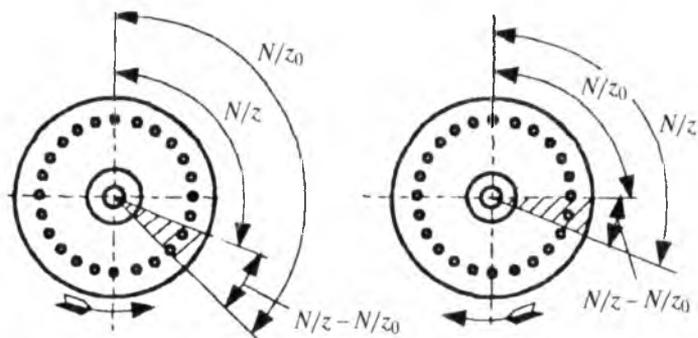


Рис. 6.22. Отсчет числа оборотов рукоятки по делительному лимбу при дифференциальном делении

Головка настраивается на некоторое число z_0 , близкое к z . Оно может быть больше или меньше z , но должно удовлетворять условию

$$Z_0 = Z \pm (1-2).$$

Лучше брать z_0 больше z , тогда упрощается наладка головки. Угловая ошибка составит (заштрихованный сектор на рис. 6.22)

$$n - n_0 = \frac{N}{Z} - \frac{N}{Z_0} = N \left(\frac{1}{Z} - \frac{1}{Z_0} \right), \quad (3)$$

Угловая ошибка устраняется поворотом лимба в направлении, указанном стрелкой, на $N \left(\frac{1}{Z} - \frac{1}{Z_0} \right)$ оборота. Таким образом, отсчитывая относительно подвижного лимба n_0 оборотов рукоятки, мы повернем ее относительно корпуса головки на n оборотов.

Поворот лимба осуществляется от рукоятки 4 через червячную передачу, шпиндель 3, сменные зубчатые колеса гитары 7 и конические зубчатые колеса Z_5, Z_6 .

Величина поворота лимба обеспечивается настройкой гитары 7 по передаточному отношению сменных зубчатых колес $U_{\text{см}}$.

Для определения $U_{\text{см}}$ запишем уравнение баланса кинематической цепи «шпиндель—делительный лимб»: $n_{\text{шт}} \cdot U_{\text{см}} = n_{\text{л}}$, где $n_{\text{шт}}$ — число оборотов шпинделя; $U_{\text{см}}$ — передаточное отношение сменных зубчатых колес гитары; $n_{\text{л}}$ — число оборотов лимба.

Учитывая то, что шпиндель должен повернуться на $1/z$, а делительный лимб — на $N/z - N/z_0$ оборота, получим

$$U_{\text{см}} = N \frac{z_0 - z}{z_0} = \frac{z_1}{z_2}, \dots, \frac{z_{n-1}}{z_n}, \quad (4)$$

где z_1, z_2, \dots, z_n — числа зубьев сменных зубчатых колес гитары.

Подбор зубчатых колес гитары осуществляют по $U_{\text{см}}$, применяя известные способы к условию их сцепляемости:

$$\begin{cases} z_1 + z_2 \geq z_3 + (15-20), \\ z_3 + z_4 \geq z_2 + (15-20), \\ z_{n-1} + z_n \geq z_{n-2} + (15-20). \end{cases}$$

При этом используют набор зубчатых колес, который придается головке (см. техническую характеристику).

Если принятое число делений $z_0 > z$, то передаточное отношение $U_{\text{см}}$ имеет положительное значение. В этом случае лимбу сообщают вращение в одном направлении с рукояткой, так как на заготовке должны получаться деления более крупные по сравнению с делениями, соответствующими числу z_0 . Если $z_0 < z$, то $U_{\text{см}}$ имеет отрицательное значение, лимбу сообщают вращение в направлении, противоположном вращению рукоятки. В обоих случаях, если после установки зубчатых колес на гитаре при повороте рукоятки лимб вращается не в требуемом направлении, устанавливают промежуточное зубчатое колесо.

Настройка делительной головки для фрезерования винтовой канавки. При фрезеровании винтовой канавки изделие должно непрерывно вращаться с такой угловой скоростью, чтобы за время продольного перемещения стола на шаг нарезаемой винтовой канавки T оно сделало бы один оборот.

Кроме того, для получения канавки правильной формы и размеров необходимо, чтобы касательная к винтовой линии на заготовке совпадала с плоскостью, перпендикулярной к оси фрезы.

Для этого стол универсального горизонтально-фрезерного станка должен быть повернут на угол наклона винтовой линии к оси заготовки β .

Для сообщения непрерывного вращательного движения заготовке воспользуемся ходовым винтом продольной подачи, который гитарой 7 свяжем со шпинделем делительной головки. Рассмотрим кинематическую схему головки для данного случая (см. рис. 6.21, а).

Движение от ходового винта через гитару 7, конические зубчатые колеса Z_6, Z_5 и цилиндрические зубчатые колеса Z_2, Z_1 передается на лимб, от которого через рукоятку 4, цилиндрические зубчатые колеса Z_3, Z_4 и червячную передачу движение передается на шпиндель.

Обозначим:

- T — шаг нарезаемой винтовой канавки;
- t_x — шаг ходового винта стола;
- $U_{см}$ — передаточное отношение двухпарной гитары.

Составим уравнение кинематического баланса, приняв за ведущее звено шпиндель, а за ведомое — стол станка, что является более удобным, хотя действительное движение идет в обратном направлении. Дадим шпинделю головки 1 оборот:

$$1_{об. шп.} \cdot \frac{Z_{чк}}{k} \cdot \frac{1}{U_{см}} \cdot t_x = T. \quad (5)$$

В выражении (5) $U_{см}$ стоит в знаменателе, так как действительное движение идет в обратном направлении.

Из выражения (5) получим

$$U_{см} = N \cdot \frac{t_x}{T}. \quad (6)$$

Зная значение $U_{см}$, можно подобрать четыре зубчатых колеса гитары с таким расчетом, чтобы

$$U_{см} = ac/bd,$$

где a, b, c, d — числа зубьев гитары.

При подборе колес следует не забывать правило сцепляемости:

$$a + b > c + 15; \quad c + d > b + 15.$$

Если неизвестен угол наклона винтовой канавки или ее шаг, то можно воспользоваться формулой

$$\operatorname{tg} \beta = \pi d / T,$$

где β — угол наклона винтовой канавки к оси; d — диаметр изделия.

Если необходимо нарезать Z винтовых канавок, то используют простое деление.

6.4. ТИПЫ СТАНКОВ ФРЕЗЕРНОЙ ГРУППЫ

Кроме консольно-фрезерных станков, к фрезерной группе станков относятся *бесконсольно-фрезерные* станки, в которых рабочий стол располагается на станине (рис. 6.23), и поэтому они обладают более высокой жесткостью.

Такие станки могут быть с прямоугольным и круглым столом, с копировальным суппортом.

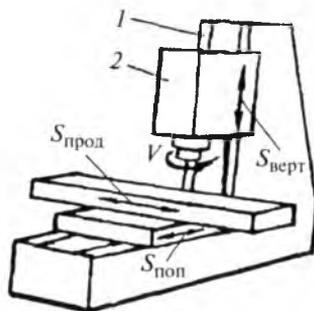


Рис. 6.23. Вертикально-фрезерный бесконсольный станок:
1 — станина; 2 — каретка

Для обработки крупных деталей (станины, плиты, корпуса) используют *продольно-фрезерные* станки с шириной стола от 500 мм и выше (рис. 6.24). Станки подразделяются на одностоечные и двухстоечные; головки располагаются на стойках и траверсе в количестве, необходимом для обработки поверхностей заготовки.

При обработке особотяжелых заготовок на траверсе располагают резцовый суппорт, что дает возможность выполнять строгальные работы.

Фрезерные станки непрерывного действия (барабанно- и карусельно-фрезерные) позволяют вести установку заготовки без остановки станка.

На *карусельно-фрезерном* станке (рис. 6.25) обработка заготовки производится торцевыми фрезами. Станок может иметь несколько шпинделей для черновой и чистовой обработки. Заготовки располагаются на круглом столе, вращающемся вокруг вертикальной оси. Эти станки широко используются в условиях массового и крупносерийного производств.

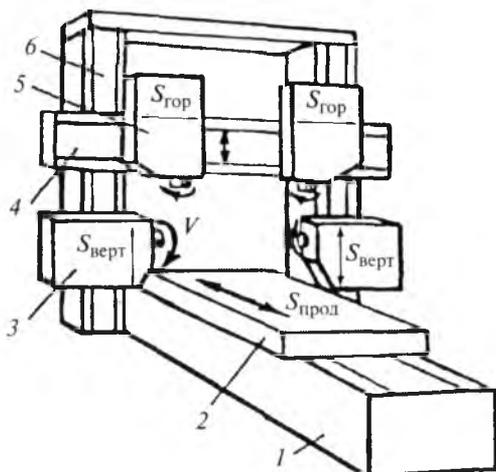


Рис. 6.24. Продольно-фрезерный станок:
 1 — станина; 2 — стол; 3 — горизонтальные поворотные
 фрезерные головки; 4 — траверса;
 5 — вертикальные фрезерные головки; 6 — стойки

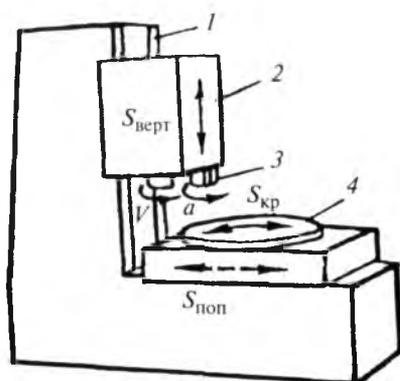


Рис. 6.25. Карусельно-фрезерный станок:
 1 — стойка; 2 — шпиндельная головка;
 3 — шпиндели; 4 — стол

Барабанно-фрезерные станки (рис. 6.26) применяются при обработке поверхностей в корпусных деталях. Обрабатываемые заготовки крепятся на вращающемся барабане и получают от него движение подачи. Фрезерные головки устанавливаются на стойках и производят черновую и чистовую обработку.

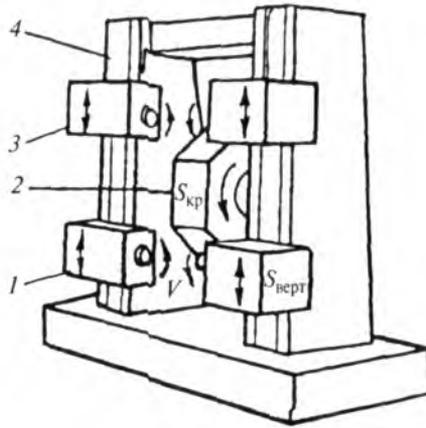


Рис. 6.26. Барабанно-фрезерный станок:
 1 — нижние фрезерные головки; 2 — барабан;
 3 — верхние фрезерные головки; 4 — стойки

6.5. МЕТОДЫ НАРЕЗАНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Для передачи вращательного движения между двумя валами и преобразования вращательного движения в поступательное используются зубчатые передачи (прямозубые, косозубые, конические, червячные, реечные). В машиностроении широкое применение нашли зубчатые колеса с эвольвентным профилем, т.е. боковая поверхность зуба у которых очерчена эвольвентой.

Эвольвента — кривая, траектория точки прямой, катящейся по окружности без скольжения.

Различают два метода профилирования: копирование и обкатка.

Метод копирования

На горизонтально- или универсально-фрезерных станках зубчатые колеса нарезают дисковой модульной фрезой (см. рис. 6.11). Профиль фрезы копируется на профиль впадины зубчатого колеса.

На вертикально-фрезерных станках профиль впадины нарезается модульной пальцевой фрезой (см. рис. 6.12).

При нарезании зубчатого колеса фрезе сообщают вращательное движение, а заготовке — поступательное движение S . Нарезание впадин производится последовательно, после нарезания каждой впадины заготовка отводится в первоначальное положение и поворачивается с помощью делительной головки на величину $1/z$, где z — число нарезаемых зубьев.

Нарезание зубчатых колес методом копирования не обеспечивает высокой точности вследствие погрешностей инструмента, поэтому применяется редко либо для нарезания крупномодульных колес низкой точности.

Метод обкатки

Метод обкатки (рис. 6.27, 6.28) основан на зацеплении зубчатой пары, где одно колесо — заготовка, другое — инструмент. При этом воспроизводится процесс зубчатого зацепления колеса и рейки или червяка и червячного колеса.

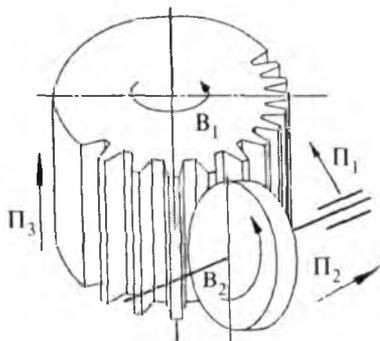


Рис. 6.27. Нарезание зубчатых колес методом обкатки червячной фрезой

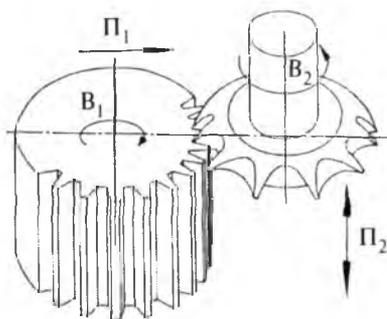


Рис. 6.28. Нарезание зубчатых колес методом обкатки долбяком

Боковая поверхность зуба на заготовке образуется как огибающая последовательных положений режущих лезвий инструмента в их относительном движении.

При зубофрезеровании методом обкатки фрезе сообщают вращательное — главное движение V_2 , поступательное движение P_2 вдоль зуба и согласованное вращательное движение заготовки и инструмента — движение деления. Для получения правильного профиля зубьев нарезаемого колеса червячную фрезу необходимо так расположить относительно заготовки, чтобы в точке контакта касательная к винтовой линии витка фрезы по начальному цилиндру совпала с направлением будущего зуба. Для этого ось фрезы должна быть повернута относительно плоскости, перпендикулярной к оси нарезаемого колеса, на угол подъема винтовой линии ω .

Метод обкатки используется при нарезании зубчатых колес червячной фрезой на зубофрезерных станках и долбяком на зубодолбежных станках (см. рис. 6.28). Зубчатые колеса с прямым зубом нарезаются прямоугольными долбяками. При этом инструмент — долбяк — совершает возвратно-поступательное движение вдоль оси заготовки P_2 — главное движение при движении долбяка вниз, происходит резание вверх — возврат в первоначальное положение. Заготовка и долбяк находятся в зацеплении, поэтому им сообщаются согласованные вращательные движения, что и является движением обкатки. При подъеме долбяка вверх заготовка отходит от долбяка.

✓ Лабораторная работа 8

Цель работы — ознакомиться с устройством и принципом работы на станках фрезерной группы.

Задание

Изучить:

- 1) конструкцию станка 6Н82Г;
- 2) конструкции фрезерных станков и элементы режима резания;
- 3) основные виды фрез;
- 4) ознакомиться с приемами установки заготовки и фрез.

Вопросы для самопроверки

1. Укажите основные узлы консольно-фрезерных станков.
2. Укажите основные приспособления, используемые при установке заготовки.
3. Определите зависимость между $S_{обр}$, $S_{мин}$, S_z .

Самостоятельная работа студента

1. Изучить особенности обработки различных поверхностей на фрезерных станках.
2. Получить чертеж заготовки у преподавателя.
3. Предложить способ крепления заготовки.

✓ Лабораторная работа 9

Цель работы — ознакомиться с видами фрез, применяемых на горизонтально-фрезерных станках.

Задание

1. Изучить конструкции цилиндрических фрез.
2. Изучить конструкции торцевых фрез.
3. Изучить конструкции дисковых фрез.

Экспериментальная часть

Студенты изучают и зарисовывают различные виды фрез.

Вопросы для самопроверки

1. Классификация фрез.
2. Методы крепления фрез на станке.
3. Выбор вида фрезы при обработке различных поверхностей.

✓ Лабораторная работа 10

Цель работы — освоить работу универсальной делительной головки УДГ Д-200.

Задание

1. Изучить конструкцию универсальной головки.
2. Изучить способы настройки головки на простое дифференциальное деление и на нарезание винтовой канавки.

Самостоятельная работа студента

1. Получить у преподавателя задание на нарезание определенного числа канавок.
2. Составить уравнение настройки, при необходимости провести расчет гитары сменных колес.
3. Настроить УДГ на заданное число Z .

ГЛАВА 7. ОБРАБОТКА НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

7.1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

Сверление — обработка резанием сверлом с целью получения отверстий (сквозных, глухих, ступенчатых).

Главное движение при сверлении — вращение сверла вокруг оси, подача — перемещение сверла вдоль оси.

Скорость резания $V = \pi \cdot D \cdot n / 1000$, м/мин, где D — наружный диаметр сверла, мм; n — частота вращения сверла (при работе на сверлильном станке) либо частота вращения детали (при сверлении на токарном станке), 1/мин.

Подача S_0 , мм/об, — величина перемещения сверла за один оборот.

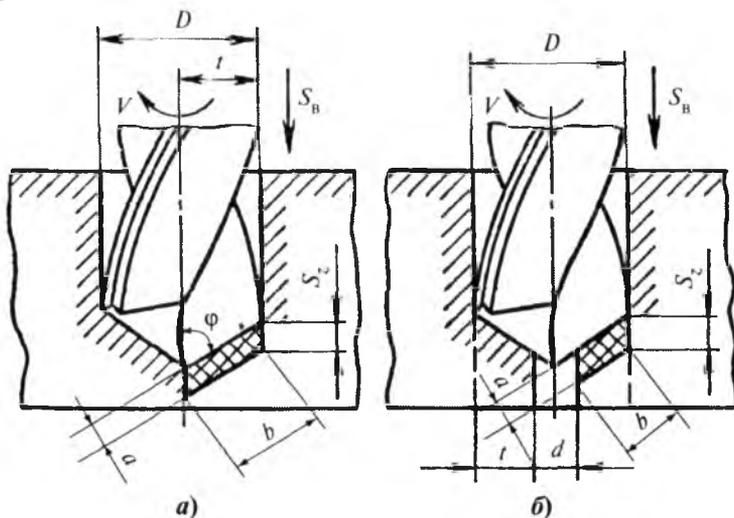


Рис. 7.1. Схемы сверления (а) и рассверливания (б)

Глубина резания t при сверлении равна половине диаметра (рис. 7.1):

$$t = D / 2 \text{ мм};$$

при рассверливании

$$t = (D - D_0) / 2,$$

где D — диаметр сверла.

Толщина среза измеряется в направлении, перпендикулярном к режущей кромке:

$$a = S_z \sin \varphi = \frac{S}{2} \sin \varphi,$$

где S_z — подача на одну режущую кромку, мм/зуб.

Ширина среза, измеряемая вдоль режущей кромки,

$$b = \frac{D}{2 \sin \varphi}.$$

Площадь поперечного сечения среза, приходящаяся на одну режущую кромку,

$$f_z = ab = \frac{DS}{4}.$$

7.2. СРЕДСТВА ОСНАЩЕНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

7.2.1. Особенности обработки заготовок на сверлильных станках

Цель работы — ознакомить студентов с устройством сверлильных станков на примере вертикально-сверлильного станка 2Н135.

Сверлильные станки предназначены для сверления отверстий сверлом в сплошном материале (глухих и сквозных, цилиндрических и конических), рассверливания, растачивания, зенкерования, раз-вертывания, нарезания резьбы, зенкования и цекования, вырезания дисков из листового металла и выполнения подобных операций сверлами, зенкерами, развертками, метчиками, резцами.

В зависимости от области применения в производстве используют универсальные и специальные станки. В крупносерийном и массовом производстве широкое применение получили специализированные станки. Эти станки создаются на базе универсальных путем оснащения их многошпиндельными сверлильными и резьбонарезными головками, автоматизации цикла работы.

К универсальным станкам относятся одно- и многошпиндельные, настольные и колонные вертикально-сверлильные станки; радиально-сверлильные; горизонтально-сверлильные (для глубокого сверления) и горизонтально-центровальные.

7.2.2. Основные узлы вертикально-сверлильного станка 2Н135

Станок 2Н135 (рис. 7.2) имеет следующие основные узлы: на фундаментной плите 1 располагается станина (стойка, колонна) 2, коробка скоростей 3, шпиндель 5, коробка подач и ме-

ханизм подачи 4, стол 6. На станине, которая представляет собой полую отливку коробчатой формы, размещены основные узлы станка. Вертикальные направляющие колонны 2 позволяют устанавливать шпиндельную бабку 4 и стол 6 в положение, удобное для работы. Для уравнивания шпиндельной бабки внутри колонны подвешен груз. Стол 13 имеет Т-образные пазы для крепления тисков, приспособлений или детали. Плита 1 является основанием станка, а внутренняя ее полость — резервуаром для охлаждающей жидкости. Режущий инструмент закрепляется во внутреннем конусе (Морзе № 4) шпинделя 5.

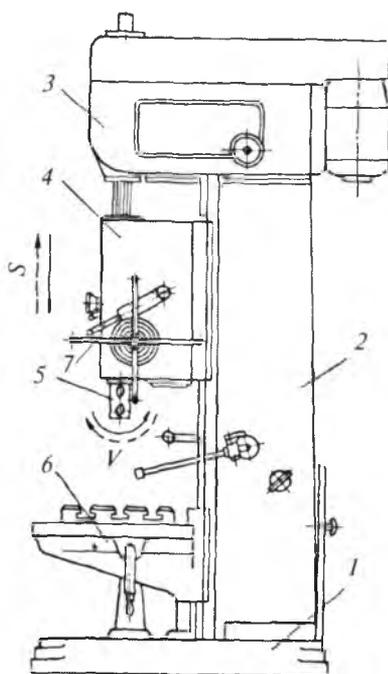


Рис. 7.2. Вертикально-сверлильный станок

Для сверления отверстия, вращая штурвал 7 «на себя», опускают шпиндель. Подача шпинделя включается автоматически, когда сверло упирается в обрабатываемую поверхность. Глубина сверления настраивается кулачком. Кулачки устанавливают по лимбу. Подъем шпинделя осуществляют вращением штурвала 7 «от себя». При этом отключается подача шпинделя.

7.2.3. Краткая техническая характеристика станка 2Н135

Размеры рабочей поверхности стола, мм (ширина × длина)	450 × 5002
Наибольший диаметр сверления в стали, мм	35
Конус Морзе шпинделя	№ 4
Наибольшее вертикальное перемещение стола, мм	300
Число ступеней частоты вращения шпинделя	12
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 1000; 1400
Число ступеней подач шпинделя	9
Подачи шпинделя, мм/об.	0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	4

При сверлении в заготовке нескольких отверстий совмещение оси отверстия заготовки с осью шпинделя достигается перемещением заготовки на столе либо использованием сверлильной головки.

7.3. ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ОТВЕРСТИЙ НА ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

На вертикально-сверлильных станках для формообразования отверстий используются следующие методы.

1. *Сверление* в сплошном металле и *рассверливание* спиральными, перовыми и итоговыми сверлами (рис. 7.3, а, б, в). Спиральные сверла используются для получения отверстий диаметром $D = 0,3-85$ мм и глубиной до $10d$, перовые — диаметром $d = 6-40$ мм, шнековые — диаметром $d = 5-20$ мм для отверстий глубиной до $30d$.

Сверлением обеспечивается 14–12-й квалитет точности и шероховатость поверхности 12–25 мкм. *Спиральное сверло* (см. рис. 2.8 и 7.4) является двузубым инструментом и состоит из рабочей части, шейки, цилиндрического или конического хвостовика, лапки. Рабочая часть состоит из режущей с двумя главными режущими кромками, поперечной режущей кромкой (перемычкой) и направляющей частей с двумя вспомогательными кромками (ленточками) на винтовой поверхности зубьев и канавками для выхода стружки.

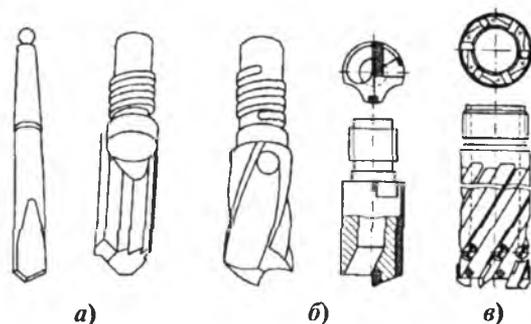


Рис. 7.3. Специальные сверла:
 а — перовое; б — для глубокого сверления;
 в — для кольцевого сверления

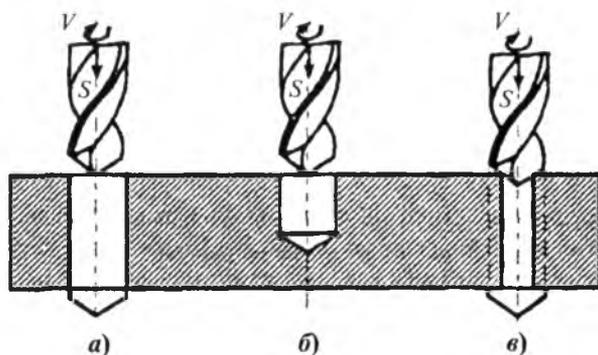


Рис. 7.4. Схемы сверления и рассверливания отверстий

Перовое сверло (рис. 7.3, а) представляет одно- или двухступенчатую лопатку и применяется при тяжелых условиях работы. *Шнековое сверло* (см. рис. 7.3, б) имеет треугольный шлифованный профиль стружечных канавок и плоскую заточку передних и задних поверхностей. Глухие отверстия диаметром более 30 мм сверлят двумя сверлами (первое меньшего, а второе — большего диаметра) в целях уменьшения осевой силы и предотвращения увода сверла.

2. *Зенкерование* (рис. 7.5) — обработка отверстий, полученных в отливках, поковках или штамповках или ранее просверленных с помощью цельных и насадных сверл. Зенкер является 3- или 4-зубым инструментом, что обеспечивает лучшее его центрирование в отверстии и большую жесткость. Припуск на зенкерование составляет 0,5–3 мм. Зенкерованием обеспечивается 11-й квалитет точности и шероховатость поверхности $Ra = 3,2\text{--}6,3$ мкм.

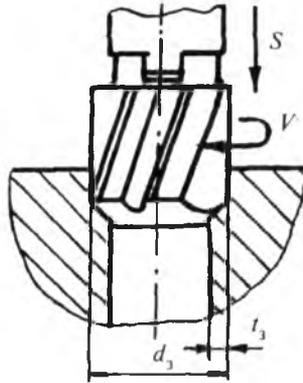


Рис. 7.5. Схема обработки отверстия зенкером

3. *Развертывание* (рис. 7.6) — получение точных отверстий с помощью разверток (см. рис. 2.12): ручных или машинных, цилиндрических, конических и ступенчатых; с прямыми и винтовыми канавками, право- и леворезущих.

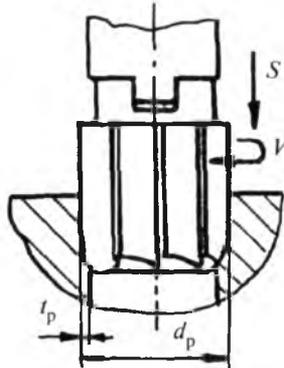


Рис. 7.6. Схема обработки отверстия разверткой

Развертка имеет 6–12 зубьев и высокую жесткость. Припуск на развертывание составляет: при черновом развертывании — 0,15–0,5 мм; чистовом — 0,05–0,15 мм. Обеспечивается 9–7-й квалитет точности и шероховатость поверхности $Ra = 0,8–1,6$ мкм и менее.

4. *Зенкование и цекование* — обработка конических (рис. 7.7, а, б), торцевых (рис. 7.7, в) поверхностей отверстий и торцов бобышек (рис. 7.7, г).

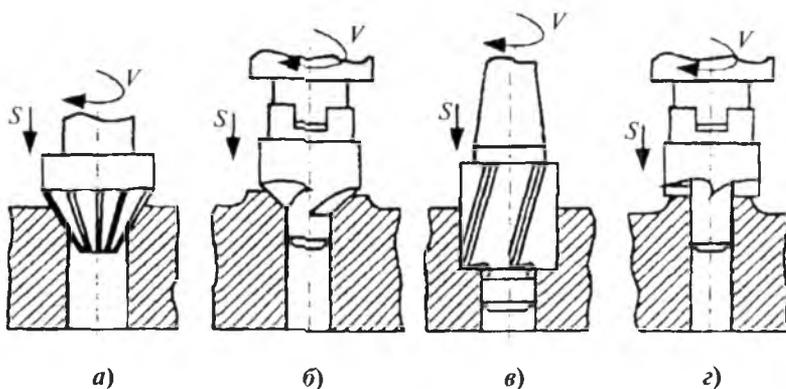


Рис. 7.7. Схемы обработки отверстий

5. Растачивание с помощью расточных резцов, закрепленных в концевых оправках (рис. 7.8).

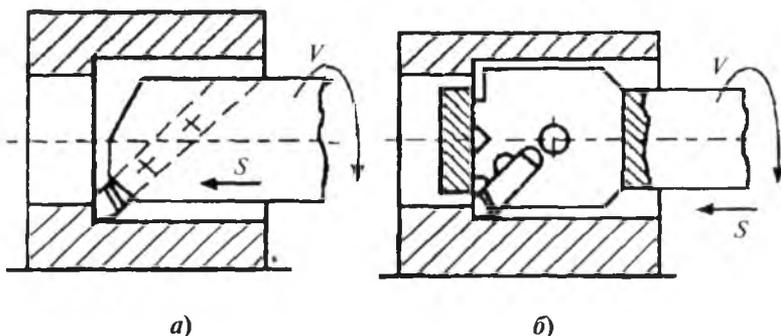


Рис. 7.8. Схема растачивания отверстий резцом (а) и плавающим блоком (б)

6. Нарезание резьб с помощью машинных метчиков, типы метчиков приведены на рис. 7.9.

7. Метод пластического деформирования с помощью раскатных роликов и калибрующих устройств.

8. Обработка комбинированными инструментами: сверло-зенкер, сверло-зенковка, сверло-метчик, сверло-развертка и др. (см. рис. 2.15).

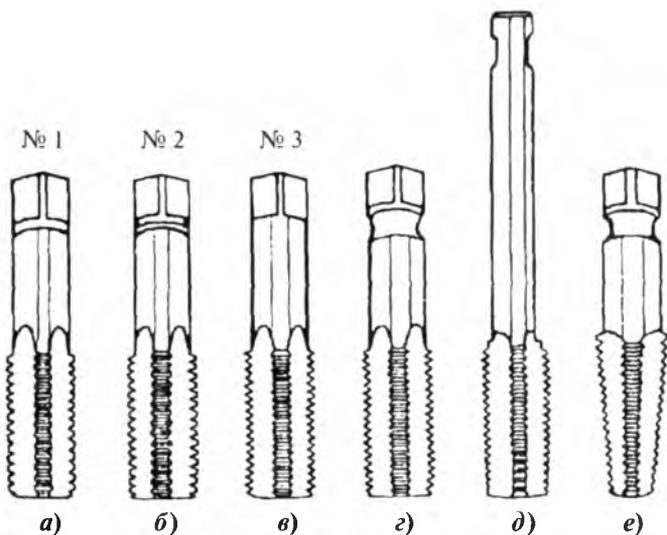


Рис. 7.9. Типы метчиков:

а, б, в — ручные (№ 1 — черновой, № 2 — средний, № 3 — чистовой);
 з — машинно-ручные; д — машинные; е — конические

7.4. ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАКРЕПЛЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ЗАГОТОВОК НА СВЕРЛИЛЬНОМ СТАНКЕ

На *вертикально-сверлильных станках* заготовки крепятся непосредственно на столе станка с помощью упоров (ступенчатых или регулируемых), прихватов или в приспособлении.

Для крепления используются универсальные или специализированные машинные тиски. В единичном производстве используют тиски с винтовым или эксцентриковым зажимом, в серийном и массовом производствах — тиски с пневмо- или гидроприводом. Крепление заготовок на вертикальной или наклонной поверхности осуществляют с помощью поворотных стоек. Цилиндрические заготовки крепят на призмах. При обработке отверстий с торца применяют кулачковые и цанговые патроны, которые крепят на столе. При обработке отверстий, расположенных по окружности, для крепления заготовок используют поворотные столы с ручным и механизированным приводом. В серийном производстве заготовки средних и крупных размеров обрабатывают в поворотных кондукторах.

Режущий инструмент с коническим хвостовиком закреплен непосредственно в отверстии шпинделя (или через переходную втулку) или в патроне. При обработке отверстий в несколько переходов применяют быстросменные патроны с шариковыми или кулачковыми зажимами.

7.5. СТАНКИ СВЕРЛИЛЬНО-РАСТОЧНОЙ ГРУППЫ

Радиально-сверлильные станки (рис. 7.10) отличаются от вертикально-сверлильных тем, что совмещение оси отверстия заготовки с осью шпинделя достигается путем перемещения шпинделя (в полярных координатах) относительно неподвижной заготовки. На фундаментной плите монтируется поворотная колонна, на которой расположен рукав, перемещающийся по колонне вертикально. По рукаву перемещается сверлильная головка. Инструмент устанавливают относительно детали, которая находится на фундаментной плите, поворотом рукава и перемещением по нему сверлильной головки. По конструкции эти станки подразделяются на станки общего назначения и переносные — для обработки отверстий в заготовках больших размеров или при сборке, самоходные, смонтированные на тележках.

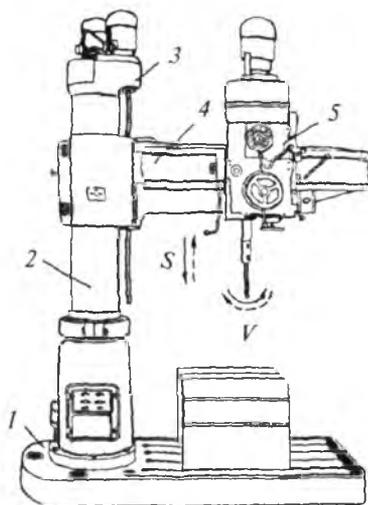


Рис. 7.10. Радиально-сверлильный станок:
1 — станина; 2 — колонна; 3 — двигатель;
4 — траверс (рукав); 5 — шпиндельная головка (бабка)

Станки для глубокого сверления (рис. 7.11) используются для обработки отверстий, глубина которых превышает диаметр более чем в пять раз. Обработка ведется однолезвийным инструментом, так как предъявляются высокие требования к прямолинейности оси отверстия, соосности отверстия относительно наружных поверхностей, цилиндричности, шероховатости и точности взаимного положения обрабатываемых отверстий.

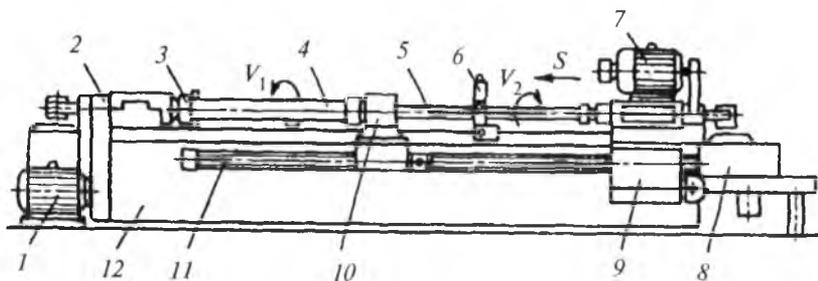


Рис. 7.11. Станок для глубокого сверления:

- 1 — двигатель; 2 — редуктор; 3 — приспособление для закрепления; 4 — заготовка; 5 — инструмент; 6 — лонет; 7 — электродвигатель; 8 — установка для подачи СОЖ; 9 — привод подачи; 10 — торцевой поджим; 11 — ходовой винт; 12 — станина

Для обработки отверстий диаметром от 3 до 20 мм и $L > 5D$ применяют ружейные и спиральные сверла, оснащенные твердосплавными пластинами. Для обработки отверстий диаметром от 4 до 40 мм обработку ведут шнековыми сверлами, имеющими большой угол наклона винтовых канавок, треугольный профиль канавок и утолщенную сердцевину. Обработка этими сверлами дает наилучшие результаты по точности и производительности. Сверление отверстий $D > 20$ мм эжекторными сверлами производится с внутренним подводом СОЖ и внутренним отводом стружки. В этих станках может вращаться инструмент и заготовка.

Центровальные станки (рис. 7.12) нашли применение в серийном и массовом производствах. Применяют как одностоечные — для центровки одного торца, так и двухстоечные — для центровки с двух сторон. Главное движение — вращение инструмента; движение подачи — перемещение пиноли или головки.

Для массового производства деталей типа валов применяют центровальные полуавтоматы и автоматы; фрезерно-центровальные — для обработки торцов и центровки отверстий; центровально-обточ-ные — для подрезания торцов, обработки шейки и центрования.

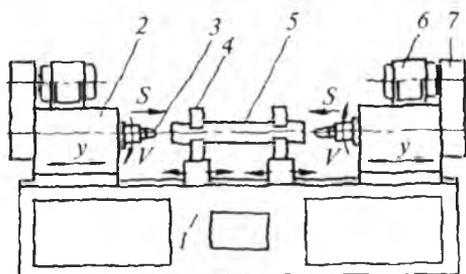


Рис. 7.12. Центровальный станок:

1 — станина; 2 — бабка; 3 — сверлильная головка; 4 — кронштейн;
5 — заготовка; 6 — электродвигатель; 7 — ременная передача

Обработку соосных отверстий с параллельными и перпендикулярными осями, расположенных в корпусных деталях, в зависимости от требуемой точности производят на расточных станках. Расточные станки делятся на универсальные (горизонтальные и координатные), вертикальные и специализированные — алмазно-расточные или станки для тонкой расточки.

Горизонтально-расточные станки (рис. 7.13) предназначены для сверления, зенкерования, растачивания, развертывания, нарезания резьбы и т.д. в крупных корпусах. Обработку отверстия до $D < 70$ мм возможно вести сверлом, зенкером, разверткой, резцом, непосредственно закрепленными в шпинделе станка, которому сообщается

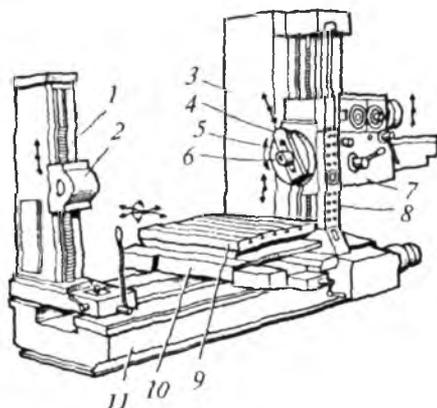


Рис. 7.13. Горизонтально-расточной станок:

1 — задняя стойка; 2 — люнет; 3 — передняя стойка;
4 — суппорт; 5 — планшайба; 6 — расточной шпиндель;
7 — шпиндельная бабка; 8 — пульт; 9 — стол; 10 — салазки;
11 — основание с направляющими

вращательное главное движение и осевая подача. Расточку отверстий можно вести, закрепив резец в радиальном суппорте, находящемся на планшайбе. Главным движением в этом случае будет вращение планшайбы, а движение подачи сообщается продольному и поперечному столам. Соосные отверстия в крупных корпусах обрабатываются резцами, которые крепятся в борштанге.

Координатно-расточные станки (рис. 7.14) предназначены для обработки отверстий высокой точности размеров и обеспечения расположения осей отверстий между собой и относительно базовых поверхностей; для точной разметки; как мерительные машины. Это станки класса *B*, снабженные оптической системой отсчета, позволяющей измерять перемещения подвижных узлов с точностью 0,003–0,005 мм. Шпинделю сообщается вращательное — главное движение и вертикальное движение подачи. Станки работают в декартовой и полярной системах координат.

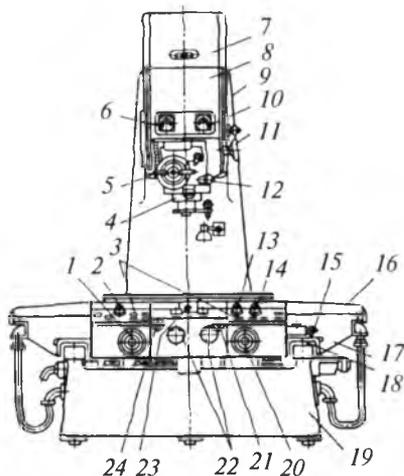


Рис. 7.14. Координатно-расточной станок:

- 1, 20 — маховики ручного перемещения салазок и стола;
 24, 21 — маховики с микрометрической подачей; 2, 14, 13 —
 рукоятки скорости перемещения соответственно салазок, стола
 и гильзы шпинделя; 3 — пульт управления; 4 — шпиндель;
 5, 12 — рукоятки для ручного ускоренного и точного
 перемещения шпинделя; 6, 10 — указатели частоты вращения
 шпинделя и скорости перемещения гильзы; 7 — коробка
 скоростей; 8 — шпиндельная бабка; 9 — стойка; 11, — маховик
 для установки частоты вращения шпинделя; 15, 23 — рукоятки
 механизмов набора координат салазок и стола; 16 — стол;
 17 — салазки; 18 — направляющие; 19 — станина; 22 — маховички
 устройства приведения отсчета оптических систем к нулю

Алмазно-расточные станки (рис. 7.15) применяются для получения точных отверстий с обеспечением заданного взаимного расположения или положения их относительно базовых поверхностей.

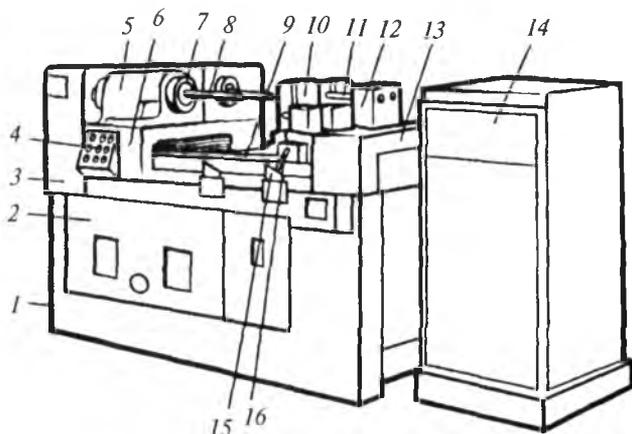


Рис. 7.15. Алмазно-расточной станок:

- 1 — станина; 2 — гидropанель; 3 — кожух; 4 — пульт;
 5 — две шпиндельные головки; 6, 13 — мостики; 7 — шпиндель;
 8 — оправка; 9 — стол; 10 — приспособление; 11 — фиксатор;
 12 — стойка; 14 — шкаф электрооборудования; 15 — упор;
 16 — золотниковый распределитель

Все основные и вспомогательные движения в станке автоматизированы, чем достигается высокая производительность. Станки бывают горизонтальные, вертикальные, односторонние и двусторонние. Расточка ведется при больших скоростях резания (200–300 м/мин), малых подачах (0,02–0,1 мм/об.) и малых глубинах резания (0,1–0,3 мм). Качество обработанной поверхности $Ra = 0,32$ мкм и ниже.

Агрегатные станки (рис. 7.16) используются для обработки большого количества отверстий в корпусных деталях в массовом и крупносерийном производствах. Из агрегатных станков komponуются целые автоматические линии.

Агрегатные станки — станки, состоящие из стандартизированных и нормализованных узлов. На этих станках можно производить сверление, расточку, зенкерование, развертывание, зенкование, цекование отверстий и др., фрезерование торцов (реже).

Главным узлом агрегатного станка является силовая головка (обычно гидравлическая), которая обеспечивает все движения в станке.

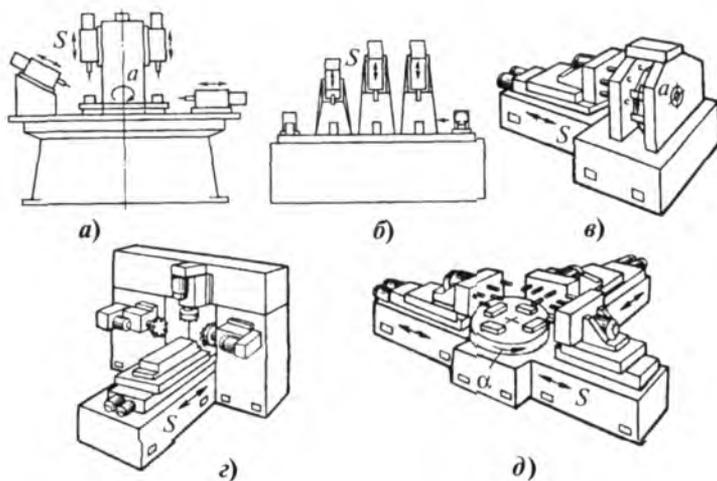


Рис. 7.16. Типовая компоновка агрегатного станка:
a — с центральной колонной; *б* — с прямолинейным перемещением заготовки; *в* — барабанного типа;
г — со стационарным приспособлением;
д — с поворотным делительным столом

Станки бывают одно- и многосторонними, последовательного, параллельного действия. Заготовка в станке неподвижна.

Станок имеет много преимуществ по сравнению с универсальными:

- 1) прост в проектировании и изготовлении;
- 2) за счет многоинструментальной обработки резко сокращается основное технологическое время;
- 3) сокращается вспомогательное время, поэтому высокая производительность;
- 4) не требуют в обслуживании рабочих высокой квалификации;
- 5) после смены объекта производства узлы станка могут использоваться в компоновках других станков;
- 6) низкая стоимость обработки благодаря высокой производительности;
- 7) простота монтажа и демонтажа, возможность быстрого ремонта.

✓ Лабораторная работа 11

Цель работы — изучить конструкцию сверлильного станка. Приобрести практические навыки работы на станке 2Н135.

Задание

1. Ознакомиться с устройством вертикально-сверлильного станка.
2. Ознакомиться с обработкой отверстий на станке инструментом — сверлом, зенкером, разверткой.
3. Изучить применяемый режущий инструмент.
4. Ознакомиться с настройкой и наладкой станка.
5. Обработать отверстие в детали $D = 30H7$, выбрать инструмент и приспособления.
6. Данные внести в таблицу.

Экспериментальная часть

1. Студенты под руководством учебного мастера осваивают операции обработки различных отверстий на сверлильном станке 2Н135.
2. Получают деталь у мастера.
3. Выбирают приспособление для крепления детали на станке.
4. Выбирают инструмент для обработки отверстия, указанного преподавателем.
5. Обработывают отверстие в детали.
6. Данные вносят в таблицу.

Вопросы для самопроверки

1. Какие движения необходимы для получения отверстий на сверлильных станках?
2. Какие работы выполняют на сверлильных станках?
3. Как закрепляются инструменты в сверлильном станке?
4. Какие приспособления используются на сверлильном станке?

✓ Лабораторная работа 12

Цель работы — научить студента выбирать способы обработки отверстий в соответствии с чертежом детали, оборудование, инструмент, оснастку.

Задание

1. Изучить конструкции станков сверлильно-расточной группы.
2. Изучить конструкции инструментов, применяемых на сверлильных и расточных станках.
3. Изучить используемую оснастку

Индивидуальное задание

1. Получить у преподавателя чертеж корпусной детали с указанием отверстий, которые необходимо обработать.

2. Выбрать оборудование, инструмент и оснастку для обработки указанных отверстий:
 - а) в единичном производстве;
 - б) серийном производстве;
 - в) массовом производстве.
3. В рабочей тетради изобразить схемы обработки детали в заданных производствах.

ГЛАВА 8. ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ

8.1. ФИЗИЧЕСКАЯ СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ

Шлифование — обработка резанием абразивными (шлифовальными) кругам, состоящими из многогранников абразивного вещества (карбида кремния, нитрида бора и др.), соединенных между собой связующими материалами.

Шлифование отличается от точения и фрезерования: абразивные зерна расположены в шлифовальном круге беспорядочно, нет сплошного режущего лезвия, углы резания у зерен в пространстве не ориентированы, неодинаковые, имеют положительные и отрицательные значения. При вращении круга в начале каждого зерна происходит истирание. После того как давление превысит силу сцепления частиц, в кристаллической решетке начинается процесс резания — процесс отделения стружки.

Шлифование производится на больших скоростях — от 30 до 75 м/с, поэтому отделение стружки происходит мгновенно. В зоне контакта выделяется большое количество тепла. Мелкая стружка оплавляется, так как температура в зоне контакта достигает 900 °С. Структура металла поверхностного слоя изменяется, появляются дефектный слой, прижоги, микротрещины.

Подбором характеристик (материала, связки), круга и режимов резания добиваются наименьшей толщины дефектного слоя.

Шлифованием обрабатывают наружные (рис. 8.1, б) и внутренне (рис. 8.1, в) поверхности вращения, плоскости (рис. 8.1, а), резьбы (рис. 8.1, з), зубчатые колеса (рис. 8.1, д), шлицевые валы и производят заточку инструмента.

Шлифование применяется как отделочная, чистовая обработка, позволяет обрабатывать закаленные детали, хорошо исправляет дефекты формы, качество поверхности (шероховатость), так как сила удельного давления на заготовку незначительна (7–70 кг/см²). Шлифование должно проводиться обязательно с применением СОЖ. К шлифовальным станкам предъявляются высокие требования по жесткости.

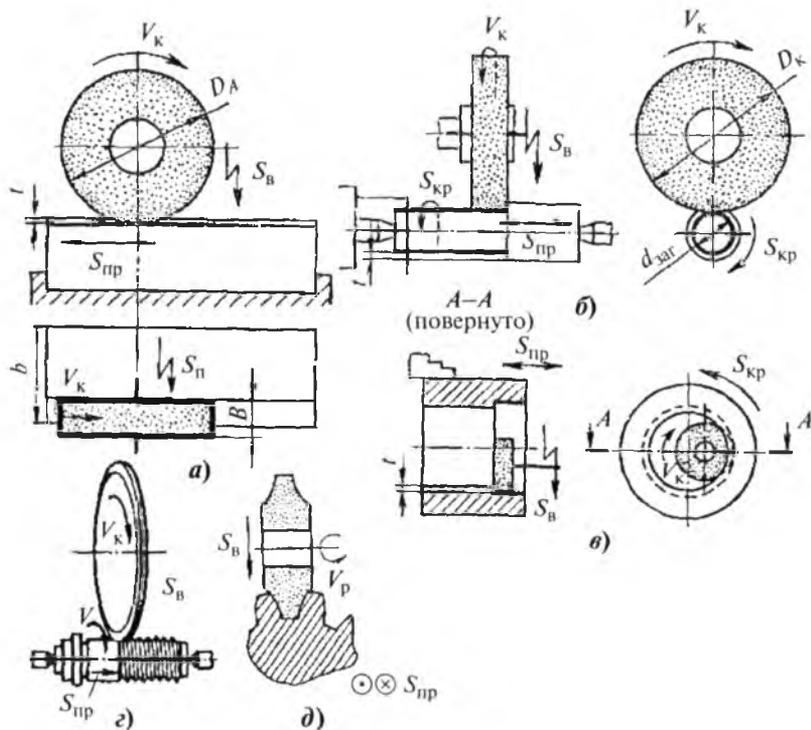


Рис. 8.1. Основные схемы шлифования

При шлифовании вращательное движение шлифовального круга V_k — главное движение, скорость резания $V = \pi \cdot D \cdot n / 1000 \cdot 60$ м/с, где n — частота вращения круга 1/с, D — диаметр шлифовального круга, мм. Подачами являются перемещения заготовки или инструмента вдоль — $S_{пр}$ или вокруг координатных осей — $S_{кр}$. От схемы шлифования зависят выражения и размерности подач. Глубина резания t — толщина срезаемого слоя за один проход. Допускаемый припуск не более 1,1 мм.

8.2. ШЛИФОВАЛЬНЫЕ СТАНКИ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

В зависимости от формы шлифуемой поверхности и вида шлифования шлифовальные станки общего назначения могут быть разделены на следующие типы.

1. Круглошлифовальные.
2. Внутришлифовальные.

3. Плоскошлифовальные.
4. Бесцентрово-шлифовальные.

8.2.1. Обработка на круглошлифовальных станках

Для шлифования наружных поверхностей вращения используют круглошлифовальные станки, которые бывают:

- а) неуниверсальные;
- б) универсальные (рис. 8.2), которые снабжены бабкой изделия и шлифовальной бабкой, поворачивающимися вокруг вертикальной оси, что расширяет возможности шлифования конических валов, и дополнительным шпинделем для внутреннего шлифования;
- в) полуавтоматы врезного действия, где нет механизма продольной подачи;
- г) автоматы;
- д) торцевокруглошлифовальные для обработки шеек валов.

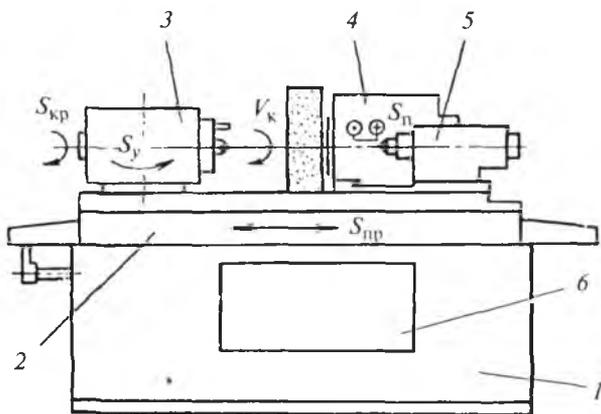


Рис. 8.2. Круглошлифовальный станок:

- 1 — станина; 2 — стол; 3 — передняя бабка;
- 4 — шлифовальная бабка; 5 — задняя бабка; 6 — привод стола

На рис. 8.3 представлены схемы, используемые на круглошлифовальных станках при шлифовании валов.

Метод продольных проходов (рис. 8.3, а). Круг (V_k) и заготовка ($S_{кр}$) совершают вращательное движение. Кроме этого, заготовка совершает вместе со столом возвратно-поступательное продольное движение ($S_{пр}$). При черновом шлифовании $S_{пр} = (0,3-0,9) B_{кр}$, мм/об. заготовки, где $B_{кр}$ — ширина круга; при чистовом — $(0,1-0,3) B_{кр}$, мм/об. заготовки. В конце каждого двойного хода круг подается

на врезание, совершая поперечную подачу ($S_{\text{п}}$) на величину 0,005–0,02 мм/дв. ход.

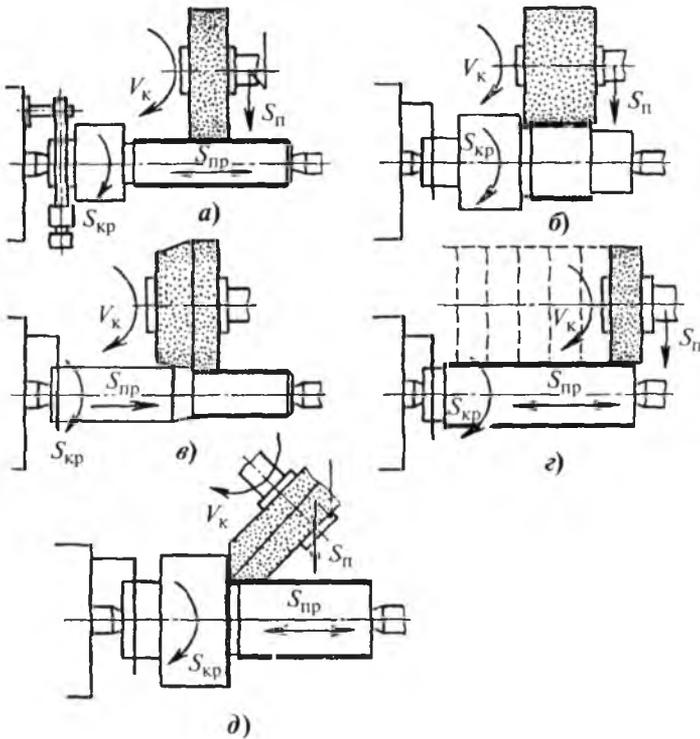


Рис. 8.3. Схемы обработки заготовок на круглошлифовальных станках:
 а — шлифование с продольной подачей; б — врезное шлифование; в — глубинное шлифование; г — шлифование уступами; д — шлифование коническим кругом

Метод врезного шлифования (рис. 8.3, б). При этом методе $V_{\text{кр}} > L$, где L — длина обрабатываемой поверхности детали. Продольная подача заготовки отсутствует. Вращающийся круг совершает подачу на врезание, равную 0,0025–0,02 мм/об. заготовки. Этот метод применим для шлифования коротких деталей и кольцеобразных фасонных поверхностей фасонным кругом. При этом разность $d_{\text{max}} - d_{\text{min}} \leq 50$ мм. При большей разнице используют копировальные станки. Это самый производительный метод шлифования, однако круг быстро засаливается (изнашивается), поэтому требуются обильное охлаждение и частая правка круга.

Глубинный метод (рис. 8.3, в) применим для шлифования коротких жестких валов. Шлифовальный круг на длине 8–12 мм затачивается на конус. Весь припуск снимается за один проход конической частью круга; цилиндрическая часть защищает поверхность, улучшая шероховатость. $S_{пр} = 1–6$ мм/об. заготовки, что зависит от диаметра заготовки. Для длинных деталей применяется черновое шлифование уступами, каждый раз заготовка перемещается на $(0,8–0,9) V_{кр}$.

На круглошлифовальных станках можно шлифовать конические валы (рис. 8.4) путем поворота вокруг вертикальной оси верхней части стола на угол конусности (рис. 8.4, а). В универсальных станках — путем поворота вокруг вертикальной оси бабки изделия (рис. 8.4, б) либо поворотом бабки шлифовального круга, а также заправленным на конус кругом. При этом длина L шлифуемой конической поверхности не должна превышать 300 мм (рис. 8.4, в).

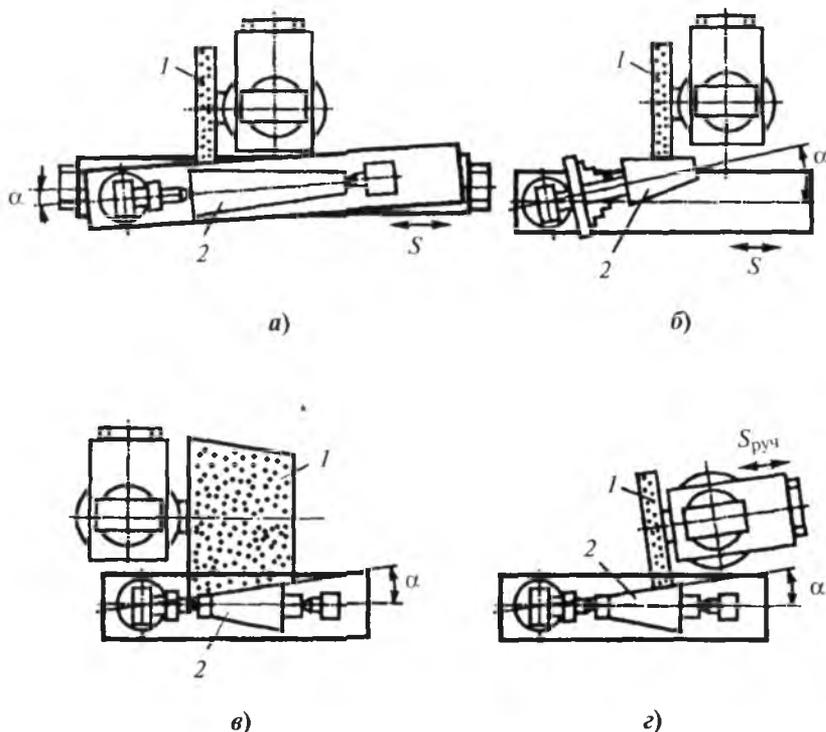


Рис. 8.4. Схемы шлифования конических поверхностей:
1 — шлифовальный круг; 2 — обрабатываемая деталь

8.2.2. Обработка на внутришлифовальных станках (рис. 8.5)

Для шлифования отверстий применяются внутришлифовальные станки:

- а) универсальные станки (патронные) имеют поворотную вокруг вертикальной оси бабку изделия, снабжены торцекрышным приспособлением;
- б) станки с планетарным вращением шпинделя;
- в) полуавтоматы;
- г) автоматы.

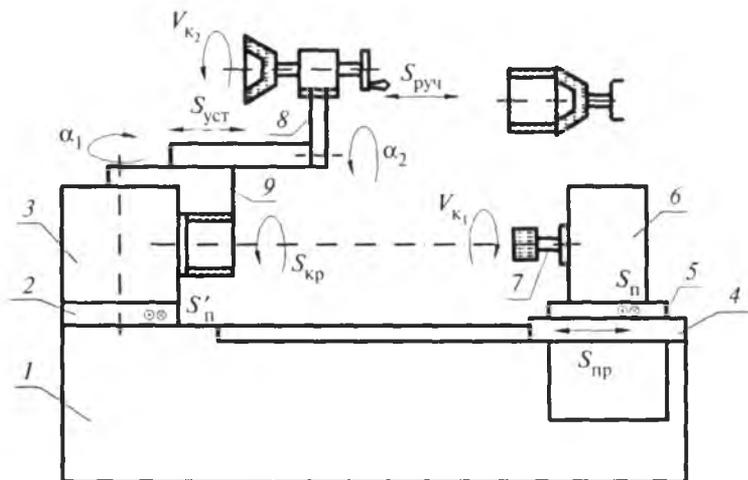


Рис. 8.5. Внутришлифовальный станок:

- 1 — станина; 2 — поперечные салазки бабки изделия;
- 3 — бабка изделия; 4 — продольный суппорт; 5 — поперечный суппорт; 6 — шлифовальная бабка; 7 — шпиндель;
- 8 — торцекрышное приспособление; 9 — кожух

На рис. 8.6 представлены схемы взаимодействия круга и детали при внутреннем шлифовании методом продольных проходов (рис. 8.6, а) и планетарном шлифовании (рис. 8.6, б). В первом случае заготовка $S_{кр}$ и круг $V_{к}$ вращаются. Кроме этого, круг совершает продольную $S_{пр}$ и поперечную $S_{п}$ подачи. Шлифованию подвергаются отверстия $D > 5$ мм. При планетарном внутреннем шлифовании заготовка неподвижна, а круг вращается ($V_{к}$) вокруг своей оси и вокруг оси отверстия ($S_{пл}$), перемещается в продольной и поперечной подачах. Конические отверстия (рис. 8.6, в) можно шлифовать,

разворачивая заготовку вместе с бабкой изделия на угол конусности таким образом, чтобы образующая конуса стала параллельной оси шпинделя.

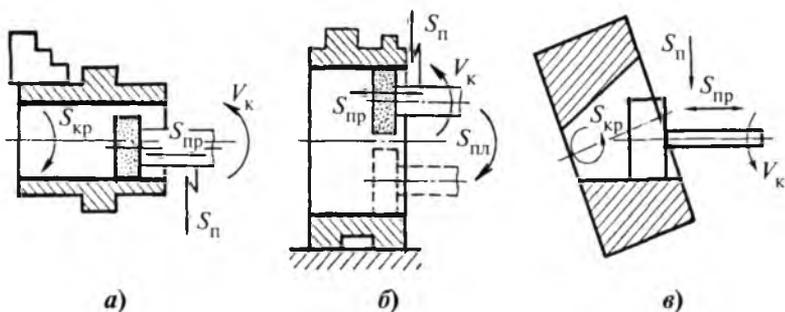


Рис. 8.6. Схемы обработки заготовок на внутришлифовальных станках:
 а — закрепление заготовки в патроне;
 б — планетарное шлифование; в — шлифование конуса

8.2.3. Обработка на плоскошлифовальных станках (рис. 8.7)

Для шлифования плоскостей используют плоскошлифовальные станки, которые бывают:

- а) с горизонтальным шпинделем, прямоугольным и круглым столом;
- б) с вертикальным шпинделем, прямоугольным и круглым столом;
- в) полуавтоматы и автоматы;
- г) двухшпиндельные продольношлифовальные;
- д) карусельно-шлифовальные.

При шлифовании периферией круга на плоскошлифовальном станке с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем (рис. 8.8) шлифовальный круг совершает вращательное движение V_k , поперечную подачу S_p и подачу на врезание S_v ; заготовка совершает продольную подачу $S_{пр}$. Для перемещения детали используют магнитный стол.

На станке с круглым столом и горизонтальным шпинделем (рис. 8.9) круг 1 совершает вращение V_k , подачу на врезание S_v , а заготовка 2 вращается $V_з$ вместе с круглым столом и совершает радиальную подачу S_p (рис. 8.7, в). На этих станках можно шлифовать плоские конуса (рис. 8.7, з) (с углом конусности более 45°), так как стол можно развернуть вокруг горизонтальной оси так, чтобы образующая конуса стала параллельной оси шпинделя. При шлифовании

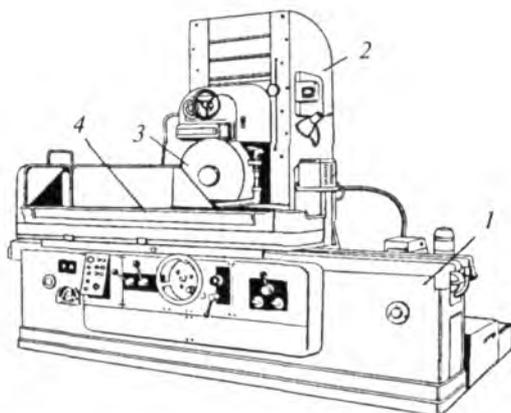


Рис. 8.8. Плоскошлифовальный станок с прямоугольным столом:
 1 — станина; 2 — стойка; 3 — шлифовальная бабка;
 4 — рабочий стол

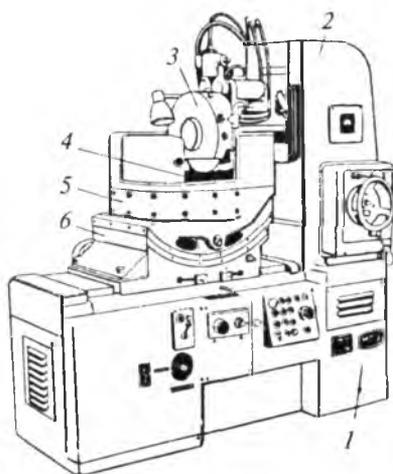


Рис. 8.9. Плоскошлифовальный станок с круглым столом:
 1 — станина; 2 — стойка; 3 — шпиндельная бабка;
 4 — стол; 5 — люлька; 6 — каретка

При шлифовании на станках с вертикальным расположением шпинделя (рис. 8.7, б) и плоским столом круг совершает вращательное движение V_k и подачу на врезание S_v , продольную $S_{пр}$ и поперечную $S_{п}$ подачи совершает заготовка. При круглом столе (рис. 8.7, д) круг 1 вращается и перемещается в подаче S_v на вреза-

ние, заготовка 2 вращается $V_{\text{и}}$. Шлифование на этих станках производится торцом конуса; при этом поверхность контакта большая, выделяется много тепла, большая производительность, меньше точность, хуже качество поверхности. Эти станки используются как обдирочные. Для снижения площади контакта шлифуют чашечными и сегментными кругами.

8.2.4. Обработка заготовок на бесцентрово-шлифовальных станках

В массовом производстве для шлифования наружных и внутренних поверхностей вращения применяются бесцентрово-шлифовальные станки (рис. 8.10), где заготовка не крепится, а лежит свободно на двух кругах и только направляется ножом. На станине 1 бесцентрово-шлифовального станка (рис. 8.11) установлены два круга: шлифующий на бабке 2 и ведущий на бабке 4. Каждый из кругов периодически правят с помощью механизмов 3 и 5. Шлифующий круг вращается со скоростью $V_{\text{к}} = 30-45$ м/с, а ведущий — со скоростью $V_{\text{в.к}} \approx 15-80$ м/с. Трение между ведущим кругом и заготовкой больше, чем между ней и рабочим кругом. Вследствие этого заготовка увлекается во вращение со скоростью, близкой к окружной скорости ведущего круга. Для того чтобы сообщить заготовке продольную подачу, ось ведущего круга разворачивают на небольшой угол ($1-7^\circ$) относительно оси шлифующего круга. Для того чтобы обеспечить линейный контакт шлифующего круга с заготовкой, ведущий круг затачивают по гиперболе. На таких станках шлифуют валы любой длины, любой жесткости методом продольных проходов.

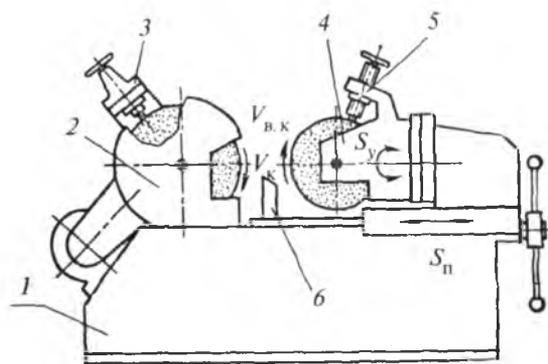


Рис. 8.10. Бесцентрово-шлифовальный станок:
1 — станина; 2, 4 — бабки;
3, 5 — механизмы для правки кругов; 6 — нож

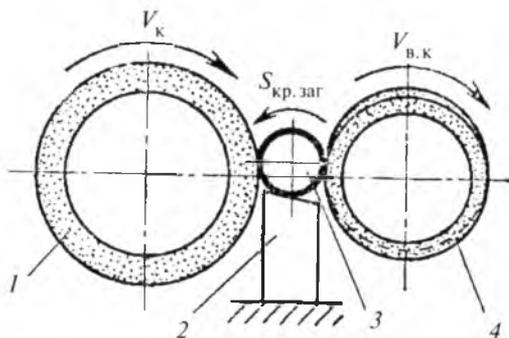


Рис. 8.11. Схема обработки заготовки на бесцентрово-шлифовальных станках:
 1 — рабочий круг; 2 — нож; 3 — заготовка; 4 — ведущий круг

Ступенчатые валы шлифуют методом врезания. Ось заготовки располагают выше оси шлифовальных кругов на величину, приблизительно равную $0,3D_{\text{заг}}$. Подачу на врезание (поперечную) сообщают ведущему кругу. На этих станках нельзя шлифовать валы с продольными пазами.

Бесцентровые внутришлифовальные станки применяются для шлифования колец и втулок (рис. 8.12). В этих станках заготовка 3 находится в контакте с опорным роликом 1, прижимным 2, ведущим кругом 5. Обрабатывается шлифовальным кругом 4. Шлифуемая заготовка, расположенная между кругами и поддерживаемая опорным ножом 6 и роликами, вращается примерно с окружной скоростью ведущего круга, так как трение между ведущим кругом и заготовкой значительно больше, чем между ней и шлифующим кругом 4, окружная скорость которого в 75–80 раз больше скорости ведущего круга.

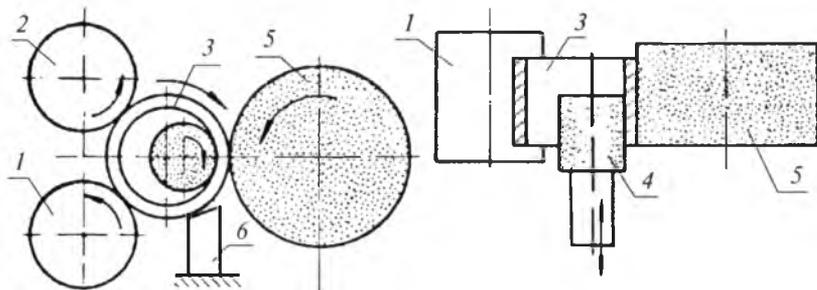


Рис. 8.12. Схема бесцентрового шлифования отверстий

8.3. МАТЕРИАЛЫ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ

Абразивные круги характеризуются следующими элементами: маркой абразивного материала, средним размером зерна (зернистостью), связкой, твердостью, структурой круга, допустимой скоростью вращения. Абразивом являются искусственные или естественные кристаллы и минералы. Искусственный материал получают в виде застывшего расплава после высокой температуры (электрокорунд, карборунд, карбид бора). Естественный — наждак, корунд, природный алмаз. После размола в шаровых мельницах получают зерна размером от 3,5 до 2500 мкм с острыми углами, высокой твердостью и теплостойкостью.

Корунд — кристаллический глинозем, содержит до 95% природного Al_2O_3 . Для изготовления кругов используются марки «Е» и «ЕСБ».

Наждак — разновидность корундовых руд, содержит до 60% Al_2O_3 . В кругах используют марку «Н».

Электрокорунд — содержит 90–99% искусственного оксида алюминия. Получают его плавкой химически чистого оксида при температуре 2200 °С. Получают две разновидности: электрокорунд нормальный марок 16А, 15А, ..., 12А — для обычного шлифования и электрокорунд марок 25А, 24А, 22А — для отделочного шлифования.

Карборунд — содержит до 99% карбида кремния SiC , получают путем сплавления кварцевого песка с коксом в электропечах при температуре до 1920 °С.

Получают карборунд: черный 5С (97–96% карбида кремния) двух марок — 55С, 54С и зеленый 6С (98–99% карбида кремния) марок 64С, 63С. Для изготовления круга используют зерна одинаковых размеров. Размерами зерен определяется номер зернистости; чем меньше зернистость круга, тем точнее и качественнее получится обработанная поверхность.

Связка. Для соединения абразивных зерен в единое целое применяют различные связующие материалы. От материала связки зависит прочность удержания зерен в круге, а также самого круга. Связки бывают органические и неорганические.

Органическая связка — вулканитовая и бакелитовая.

Вулканитовая связка (В) получается смешением резины с серой (до 30%). Шлифовальный круг на основе вулканитовой связки обладает высокой эластичностью, прочностью, не боится влаги, но быстро засаливается из-за налипания стружки.

Бакелитовая связка состоит из бакелита — искусственной смолы, приготавливаемой из карбоновой кислоты и формалина. Эти круги

прочны, эластичны, но быстро разрушаются от воздействия СОЖ, содержащей щелочи более 1,5%.

Керамическая связка — неорганическая связка, состоит в основном из полевого шпата, каолина, огнеупорных материалов и жидкого стекла. Почти 70% кругов изготавливаются на этой связке, так как она имеет высокую прочность, огнеупорность, химическую стойкость. Но такие круги плохо выдерживают ударные нагрузки, т.е. хрупкие.

Твердость абразивного круга — способность связки удерживать зерна на поверхности, противодействуя силам резания. Твердость круга отличается от твердости абразивных зерен, и измеряются они различными способами. По твердости шлифовальные круги согласно ГОСТ 3751–59 делятся на восемь классов. Каждый класс подразделяется на две или три степени (табл. 8.1).

Т а б л и ц а 8.1

Классификация шлифовальных кругов по твердости

№ п/п	Класс твердости	Степень твердости
1	Весьма мягкий	ВМ; ВМ2
2	Мягкий	М1; М2; М3
3	Среднемягкий	СМ1; СМ2
4	Средний	С1; С2
5	Среднетвердый	СТ1; СТ2; СТ3
6	Твердый	Т1; Т2
7	Весьма твердый	ВТ1; ВТ2
8	Чрезвычайно твердый	ЧТ1; ЧТ2

Кроме зерен и связки, в кругах имеются поры, которые необходимы для удаления стружки из зоны шлифования. Количественное соотношение между объемами зерна, связки и пор характеризует структуру круга, которую обозначают номерами от 0 до 18. Чем больше номер, тем больший объем занимают поры.

Условно структуры делят на плотные, среднеплотные, открытые и высокопористые. Круги с плотной структурой (№ 1, 2, 3) применяют при шлифовании твердых и хрупких материалов, при требовании высокой чистоты обработки. Эти круги содержат в единице объема до 60% зерен.

Среднеплотные (№ 4, 5, 6, 7) — применяют для шлифования мягких материалов, количество зерен в них до 50%.

Открытые (№ 8, 9, 10, 11, 12) и высокопористые (№ 13, 14, 15, 16, 17, 18) — применяют при скоростном шлифовании. Количество зерен в них около 40%.

При обычном шлифовании выбирают круги со структурой № 5–6, для заточки инструмента из стали — № 13–15, для шлифования твердого сплава — № 14–16.

Форма и размеры шлифовальных кругов зависят от вида выполняемой работы и технических данных станка.

Плоские круги прямого профиля (ПП) используются для наружного шлифования и заточки резцов.

Плоские с двусторонним коническим профилем (2П), односторонним коническим профилем (4П) применяются для шлифования резьб, впадин зубчатых колес.

Плоские с выточкой (ПВ) — для шлифования торцевых поверхностей.

Круги в виде тонких дисков (Д) — для отрезки, шлифования прорезей. Ширина таких кругов 0,5–4 мм, диаметр 80–500 мм. Круги в виде колец (К), в виде чашки цилиндрической (4Ц), чашки конической (4К) применяют для заточки режущего инструмента, шлифования плоских деталей. Чашечные круги шлифуют торцевой поверхностью (рис. 8.13).

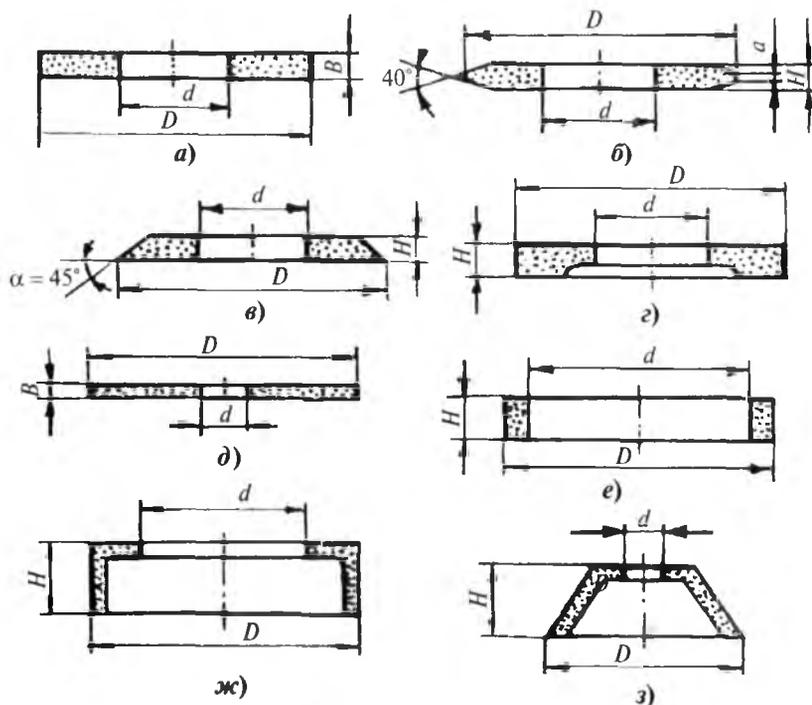


Рис. 8.13. Шлифовальные круги

✓ Лабораторная работа 13

Цель работы — ознакомить студентов с устройством плоскошлифовального станка и методами обработки на нем.

Задание

1. Ознакомиться с конструкцией плоскошлифовального станка.
2. Освоить основные элементы режима резания при шлифовании.
3. Ознакомиться с марками шлифовальных кругов.
4. Изучить технологию изготовления детали.

Вопросы для самопроверки

1. Для чего служат шлифовальные станки?
2. Плоскошлифовальный станок: принцип работы, основные узлы, основные операции.
3. Как закрепляется инструмент на станке?
4. Какие виды абразивного материала вы знаете?

Самостоятельная работа студента

1. Особенности обработки различных поверхностей на плоскошлифовальных станках.

Библиографический список

1. *Адашкин А.М.* и др. Технологические процессы машиностроительного производства — М.: СТАНКИН, 1993.
2. *Власов С.Н.* Устройство, наладка и обслуживание металлообрабатывающих станков и автоматических линий / С.Н. Власов, Г.М. Годович, Б.И. Черпаков. — М.: Машиностроение, 1995.
3. *Гарифуллин Ф.А.* Лекции по технологии конструкционных материалов. — Казань: Идель-Пресс, 2001.
4. *Гарифуллин Ф.А.* Лабораторный практикум по технологии конструкционных материалов. — Казань: Профиль, 2001.
5. *Дальский А.М.* Технология конструкционных материалов / А.М. Дальский, Т.М. Барсуков, Л.Н. Бухаркин и др.; Под ред. А.М. Дальского. — 5-е изд., испр. — М.: Машиностроение, 2004.
6. *Жадан В.Т.* Технология металлов и других конструкционных материалов / В.Т. Жадан, Б.Г. Гринберг и др. — М.: Высшая школа, 1970.
7. Практическое обучение в машиностроительных техникумах / *Н.А. Нефедов.* — М.: Высшая школа, 1990.
8. *Соломенцев Ю.М.* Технологические процессы машиностроительного производства. — В 3т. Т.2. / Ю.М. Соломенцев, А.Г. Схиртладзе, И.А. Коротков, С.Г. Брызгов. — М.: Учебная литература, 2001.
9. *Схиртладзе А.Г.* Технологические процессы в машиностроении. — М.: Высшая школа, 2007.
10. *Схиртладзе А.Г.* Станочник широкого профиля / А.Г. Схиртладзе, В.Ю. Новиков. — М.: Высшая школа, 1989.
11. *Шашков Е.В.* Работа на фрезерно-расточных станках / Е.В. Шашков., В.К. Смирнов. — М.: Высшая школа, 1986.
12. *Ярушин С.Г.* Технологические процессы в машиностроении / С.Г. Ярушин, А.Г. Схиртладзе. — Старый оскол: Изд-во ТНТ, 2008.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
1.1. Технология размерной обработки деталей машин	3
1.2. Физико-механические основы процесса резания	6
1.3. Основные параметры резания при точении	9
Глава 2. СРЕДСТВА ОСНАЩЕНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ...	11
2.1. Особенности обработки заготовок на токарных станках. Принцип работы станка 16К20	11
2.1.1. Основные узлы станка 16К20 и их назначение	11
2.1.2. Схема управления токарным станком модели 16К20 (продольный разрез суппорта)	15
2.2. Режущие инструменты, применяемые при работе на токарных станках	16
2.2.1. Резцы	16
2.2.2. Инструменты для обработки отверстий	22
2.2.3. Инструменты для нарезания резьбы	25
2.2.4. Инструментальные материалы	27
2.3. Приспособления, используемы на токарном станке	29
Глава 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ	35
3.1. Способы установки и закрепления заготовок	35
3.2. Закрепление режущего инструмента	38
3.3. Основные способы обработки заготовок на токарных станках	39
3.4. Настройка токарного станка на нарезание резьбы	45
Глава 4. ТИПЫ СТАНКОВ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ	61
Глава 5. ОБРАБОТКА НА ШИРОКОУНИВЕРСАЛЬНОМ СТАНКЕ мод. ЕРТ03 (ЕРТ03-1)	64
5.1. Назначение и область применения станка	64
5.2. Основные технические характеристики станка	65

5.2.1.	Основные узлы и органы управления станком	66
5.3.	Наладка станка на разные виды обработки	67
5.3.1.	Обработка заготовок в патроне	67
5.3.2.	Обработка заготовок в центрах	68
5.3.3.	Обработка заготовок больших диаметров на планшайбе или в патроне	68
5.3.4.	Нарезание резьбы резцом	69
5.3.5.	Сверление отверстий	69
5.3.6.	Фрезерование заготовок на станке	70
5.3.6.1.	<i>Фрезерование заготовок без продольного перемещения стойки со шпиндельной коробкой</i>	<i>70</i>
5.3.6.2.	<i>Фрезерование заготовок с продольным перемещением стойки со шпиндельной коробкой</i>	<i>70</i>
5.3.6.3.	<i>Установка на станке тисков</i>	<i>71</i>
5.3.6.4.	<i>Установка на станок вертикально-фрезерной головки</i>	<i>71</i>
5.3.6.5.	<i>Режимы резания при фрезеровании деталей</i>	<i>72</i>
	<i>Лабораторная работа 1. Особенности обработки заготовок на токарных станках</i>	<i>72</i>
	<i>Лабораторная работа 2. Резцы для токарной обработки</i>	<i>73</i>
	<i>Лабораторная работа 3. Способы установки и закрепления заготовки, режущего инструмента и приспособления к станку</i>	<i>74</i>
	<i>Лабораторная работа 4. Нарезание резьбы резцом на токарно-винторезном станке</i>	<i>75</i>
	<i>Лабораторная работа 5. Выбор компоновки станка ЕРТЭН для обработки мелких корпусных деталей</i>	<i>75</i>
	<i>Лабораторная работа 6. Выбор метода обработки конической поверхности на станке 16К20</i>	<i>76</i>
	<i>Лабораторная работа 7. Выбор инструмента и схемы крепления детали при различных технологических операциях</i>	<i>76</i>
Глава 6.	ОБРАБОТКА НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ	79
6.1.	Основные параметры резания	79
6.2.	Средства оснащения процесса резания	81
6.2.1.	Особенности обработки заготовок на консольно-фрезерных станках. Принцип работы станка 6Н82	81

6.2.2.	Основные узлы горизонтально-фрезерного (неуниверсального) станка 6Н82	83
6.2.3.	Режущий инструмент, применяемый на фрезерных станках. Классификация и конструкция фрез	84
6.3.	Способы установки и закрепления заготовок	88
6.3.1.	Используемые приспособления	88
6.3.2.	Способы установки и закрепления фрез	92
6.3.3.	Способы обработки заготовок на горизонтально-фрезерных станках	93
6.3.4.	Виды работ, выполняемых с помощью делительной головки	94
6.4.	Типы станков фрезерной группы	100
6.5.	Методы нарезания зубчатых колес	102
	<i>Лабораторная работа 8</i>	104
	<i>Лабораторная работа 9</i>	105
	<i>Лабораторная работа 10</i>	105
Глава 7.	ОБРАБОТКА НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ	106
7.1.	Основные параметры резания при сверлении	106
7.2.	Средства оснащения процесса резания	107
7.2.1.	Особенности обработки заготовок на сверлильных станках	107
7.2.2.	Основные узлы вертикально-сверлильного станка 2Н135	107
7.2.3.	Краткая техническая характеристика станка 2Н135	109
7.3.	Формообразование отверстий на вертикально-сверлильных станках	109
7.4.	Приспособления для закрепления режущего инструмента и заготовок на сверлильном станке	113
7.5.	Станки сверлильно-расточной группы	114
	<i>Лабораторная работа 11</i>	119
	<i>Лабораторная работа 12</i>	120
Глава 8.	ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ШЛИФОВАЛЬНЫХ СТАНКАХ	122
8.1.	Физическая сущность процесса шлифования	122
8.2.	Шлифовальные станки общего назначения	123

8.2.1.	Обработка на круглошлифовальных станках	124
8.2.2.	Обработка на внутришлифовальных станках	127
8.2.3.	Обработка на плоскошлифовальных станках	128
8.2.4.	Обработка заготовок на бесцентрово-шлифовальных станках	131
8.3.	Материалы шлифовальных кругов	133
	<i>Лабораторная работа 13</i>	136

Библиографический список	137
---------------------------------	------------

По вопросам приобретения книг обращайтесь:
Отдел продаж «ИНФРА-М» (оптовая продажа):

127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в, стр. 1

Тел. (495) 380-4260; факс (495) 363-9212

E-mail: books@infra-m.ru

•

Отдел «Книга—почтой»:

тел. (495) 363-4260 (доб. 232, 246)

Учебное издание

Галина Андраникова Борисенко

Геннадий Николаевич Иванов

Рустам Рафаилович Сейфулин

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. ОБРАБОТКА РЕЗАНИЕМ

Учебное пособие

Корректор *Л.С. Куликова*

Компьютерная верстка *Г.А. Волковой*

Подписано в печать 25.07.2011

Формат 60×88/16. Гарнитура *Newton*. Бумага офсетная

Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,82. Уч.-изд. л. 9,16

Тираж 500 экз. Заказ № 449

Цена свободная.

ТК 153550-9701-250711

Издательский Дом «ИНФРА-М»

127282, Москва, ул. Полярная, д. 31в

Тел.: (495) 380-05-40, 380-05-43. Факс: (495) 363-92-12

E-mail: books@infra-m.ru

<http://www.infra-m.ru>

Отпечатано с готовых диапозитивов

в ООО "Типография "ПОЛИМАГ"

127247, Москва, Дмитровское шоссе, 107



ПЕЧАТЬ ПО ТРЕБОВАНИЮ (Book-on-demand) ДЛЯ ИЗДАТЕЛЕЙ

Мы предоставляем Вам, уважаемые издатели, возможность оперативного (от 3-х дней) выпуска книги ограниченным тиражом от одного экземпляра!

Преимущества издателей, воспользовавшихся нашими услугами

Расширение ассортимента:

- авторские и монографические издания любым тиражом;
- «воскрешение» снятых с продажи изданий;
- еще большее повышение спроса на топовые издания;
- возможность «нащупать» рынок для новых книг от авторов-новичков;
- 100-процентное освещение названий в онлайн-каталоге;
- выпуск издания альтернативного формата;
- выпуск изданий на иностранных языках.

Увеличение потенциального спроса:

- помещение пометки «в наличии» ко всем книгам в Вашем каталоге;
- увеличение жизненного цикла книги на неопределенный срок;
- выпуск большего количества наименований книг с меньшим риском.

Снижение расходов и увеличение прибыли:

- снижение или отсутствие риска возвратов и мелких заказов;
- снижение накладных расходов (на доставку и логистику);
- снижение расходов на производство и поставки;
- минимальные расходы на создание макета и печать.

**Свяжитесь с нашими специалистами,
чтобы получить более подробную информацию
или начать сотрудничать с нами**

www.rior.ru

Телефон: (495) 363•92•15

Книги Издательского Дома «ИНФРА-М»:

В МОСКВЕ

БУКВА

ул. Марксистская, 9
тел.: (495) 670-52-17,
670-52-19

Московский дом книги на Арбате (сеть магазинов)

ул. Новый Арбат, 8
тел.: (495) 789-35-91

Библио-Глобус

ул. Мясницкая, д. 6/3, стр. 1
тел.: (495) 621-53-36, 621-73-96

Молодая гвардия

ул. Большая Полянка, 28
тел.: (495) 780-33-70, (499) 238-50-01;
ул. Братиславская, 26М
тел.: (495) 346-99-00

Медведково

Заревый пр-д, 12
тел.: (499) 476-16-90, (495) 656-92-97

ТДК «Москва»

ул. Гверская, д. 8, стр. 1
тел.: (495) 629-64-83, 797-87-71

В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Дом книги

Невский пр-т, д. 28, литера А
тел.: 8 (812) 448-83-55

Буквоед

Парк культуры и чтения «Буквоед»
Невский пр-т, 46;
Лиговский пр-т, 10 (гостиница «Октябрьская»)
тел.: 8 (812) 601-06-01

В РЕГИОНАХ

Библиоаркет

г. Вологда, Советский пр-т, 12
тел.: 8 (8172) 75-74-24

ИП Мухина Ирина Вячеславовна

г. Омск, ул. Интернациональная, 43
тел.: 8 (3812) 20-18-21

КМ «Библиоаркет»

г. Вологда, ул. Мира, 22
тел.: 8 (8172) 72-22-99

ГЛОБУС

г. Мурманск, Театральный б-р, 8
тел.: 8 (8152) 47-34-50

Знание

г. Новочеркасск, ул. Московская, 56
тел.: 8 (8635) 22-50-21

Ростовкнига

г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 41
тел.: 8 (8632) 40-80-40

ИНТЕРНЕТ-магазины

<http://www.ozon.ru> <http://www.colibri.ru> <http://www.neobook.ru>
<http://www.urait-book.ru> <http://www.bookler.ru> <http://www.bolero.ru>
<http://www.setbook.ru> <http://www.chaconne.ru>