

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

В. М. Никитенко

Технологические процессы в машиностроении

Учебно-лабораторный практикум

Ульяновск
УлГТУ
2012

УДК 621.73.002.5 (076)
ББК 34.4 г я7
Н 93

Рецензент кандидат технических наук, профессор В.Н. Кокорин

Одобрено секцией методических пособий
научно-методического совета университета

Никитенко, В. М.

Н 93 Технологические процессы в машиностроении : учебно-лабораторный практикум / В. М. Никитенко. – Ульяновск : УлГТУ, 2012. – 36 с.

Описаны основные процессы, протекающие при обработке материалов резанием, приведены краткие сведения о конструкции металлорежущих станков, режущих инструментов, приспособлений, справочные материалы по выбору схем и параметров режима механической обработки поверхностей заготовок. Методические указания предназначены для углубленного изучения по дисциплине «Технологические процессы в машиностроении» направления подготовки бакалавров технических специальностей. Предлагаемый комплект материалов может быть использован как для самостоятельной подготовки студентов, так и для работы в аудитории под руководством преподавателя. Текстовый вариант содержит методические рекомендации по работе с учебными материалами, основные сведения из лекционного курса по разделу «Металлорежущие станки».

Методические указания разработаны на кафедре «М и ОМД» и представляют собой часть инновационного учебно-методического комплекта по дисциплине «Технологические процессы в машиностроении».

УДК 621.73.002.5 (076)
ББК 34.4 г я7

© Оформление. УлГТУ, 2012
© Никитенко В. М., 2012

ВВЕДЕНИЕ

В процессе изготовления изделий в современном машиностроении обработка металлов и других конструкционных материалов резанием играет особую роль.

Именно обработка резанием позволяет придать заготовкам деталей машин и приборов, полученных литьем, прокаткой, ковкой, штамповкой и другими методами, требуемую форму, точные размеры и заданное качество поверхности. И хотя обработке резанием присущи недостатки: сравнительно низкая производительность и образование значительного количества отходов (в среднем 20 % обрабатываемого материала превращается в стружку) – возможность получения высокой точности и качества поверхности, не достижимых другими методами обработки, делает ее незаменимой при изготовлении большинства деталей. В подавляющем большинстве случаев процесс обработки резанием осуществляют на металлорежущих станках с помощью различных режущих инструментов.

Металлорежущие станки являются основным видом технологического оборудования машиностроительных предприятий, количественно намного опережая все его остальные виды.

Число станков, их технический уровень и состояние в значительной степени характеризуют производственную мощь государства, поэтому в нашей стране развитию станкостроения – важнейшей отрасли отечественного машиностроения – уделяется исключительно большое внимание.

1. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Обязанности студентов при выполнении лабораторных работ:

а) прослушать подробный инструктаж преподавателя о правилах безопасной работы в лаборатории и расписаться в специальном журнале учета прохождения инструктажа по технике безопасности;

б) перед началом работы изучить вводную часть и соответствующие разделы настоящих методических указаний;

в) получить разрешение на проведение работы.

Порядок проведения лабораторных работ:

- всю работу студенты выполняют самостоятельно в присутствии преподавателя или учебного мастера;

- включение используемого оборудования в работу производится только учебным мастером.

Правила безопасного проведения лабораторных работ:

- работать на станке можно только в спецодежде и в защитных очках;

- работать только при опущенных защитных кожухах, закрывающих патрон, суппорт;

- не передавать и не брать предметы через движущиеся части станка;

- во время работы не наклонять голову близко к вращающемуся патрону;

- не опираться на станок, не класть на него инструменты и заготовки;

- стружку нужно убирать только при помощи крючка и щетки;

- измерять деталь, убирать стружку, чистить и смазывать станок можно только после его полного отключения;

- не отходить от включенного станка.

Лабораторная работа №1

**НАЗНАЧЕНИЕ И УСТРОЙСТВО ТОКАРНО-ВИНТОРЕЗНОГО
СТАНКА МОДЕЛИ ТВ-6**

Цели работы: изучить конструкцию станка; назначение основных узлов; режущий и мерительный инструменты, приспособления, используемые при обработке заготовок на станке; параметры режима резания; виды заготовок; конструкционный материал для изготовления инструмента; приемы работы на токарно-винторезном станке модели ТВ-6.

Назначение и устройство

Токарно-винторезные станки предназначены для обработки тел вращения (валов, колец, дисков и др.), нарезания резьбы и сверления и обработки отверстий. В токарно-винторезном станке, как в любой другой технологической машине (сверлильном станке, токарном станке по дереву и др.), есть электродвигатель, передаточный механизм, рабочий орган (шпиндель) и система управления. В передаточных механизмах станка применяются *механические передачи*: *ременная* (рис. 1.1, а), *зубчатая* (рис. 1.1, б), *реечная* (рис. 1.1, в). Детали передач, которые передают движение, называются *ведущими* (на рисунке 1.1 шкив диаметром (D_2) и зубчатое колесо с числом зубьев, z). Детали, которые воспринимают это движение, называются *ведомыми* (на рисунке 1.1 – шкив диаметром и шестерня с числом зубьев, z_2).

Важной характеристикой механических передач является *передаточное отношение* (u). Оно показывает отношение частоты вращения ведущей детали к частоте вращения ведомой, или отношение диаметра ведомого колеса к диаметру ведущего, или отношение количества зубьев Z_1 и z_2 . Для ременной передачи оно может быть вычислено по формуле: $u = D_2 : D_1$ для зубчатой передачи: $u = z_2 : z_1$. Например, при числе зубьев ведущего колеса $z_1 = 20$, при числе зубьев ведомого колеса $z_2 = 40$ получаем: $u = 40:20 = 2$.

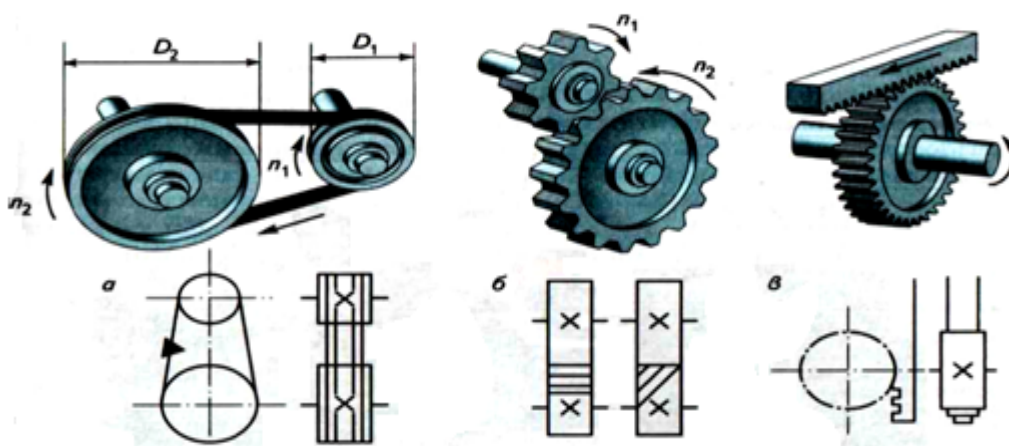


Рис. 1.1. Виды механических передач, применяемых в токарном станке, и их условные обозначения: а – ременная; б – зубчатая; в – реечная

На рисунке 1.2 показан общий вид токарно-винторезного станка модели ТВ-6. Основанием станка является *станина*, установленная на двух тумбах. В левой тумбе находится электродвигатель. На станине крепятся передняя бабка, задняя бабка и суппорт.

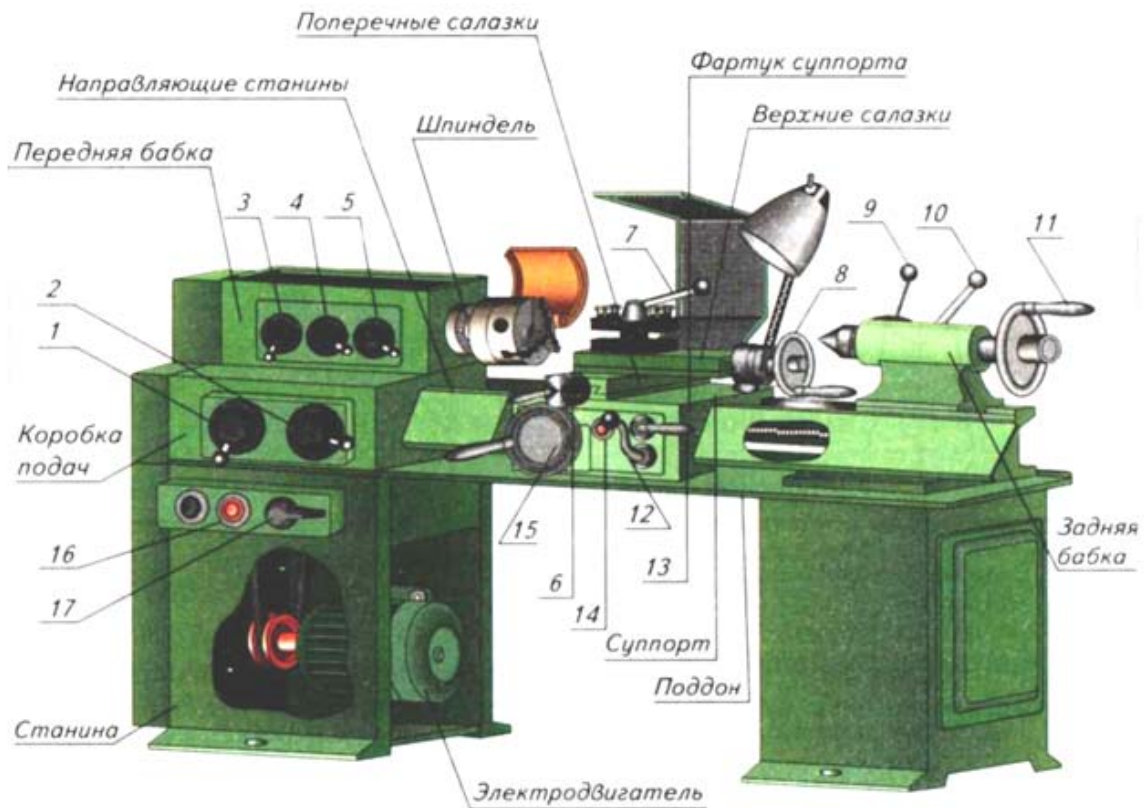


Рис. 1.2. Токарно-винторезный станок ТВ-6: 1,2 – рукоятки переключения величины подачи; 3 – рукоятка переключения гитарного механизма; 4, 5 – рукоятки переключения частоты вращения шпинделя; 6 – рукоятка поперечной подачи суппорта; 7 – рукоятка закрепления резцедержателя; 8 – рукоятка перемещения верхних салазок; 9 – рукоятка крепления пиноли; 10 – рукоятка крепления задней бабки; 11 – маховик подачи пиноли; 12, 13 – рукоятки управления механической подачей; 14 – кнопка включения реечной передачи; 15 – маховик перемещения суппорта; 16 – кнопки включения и отключения электродвигателя; 17 – рукоятка реверса

В *передней бабке* размещена *коробка скоростей*, которая осуществляет изменение частоты вращения шпинделя. На шпинделе устанавливается приспособление для крепления заготовки (например, токарный патрон).

Коробка подач – это механизм, позволяющий изменять скорость перемещения суппорта.

Суппорт предназначен для закрепления и перемещения режущего инструмента. Суппорт перемещается как вручную, так и механически по

направляющим станины вдоль оси шпинделя (детали). Для закрепления инструмента на суппорте установлен резцедержатель, который может перемещаться вручную перпендикулярно оси шпинделя на *поперечных салазках* и под некоторым углом к ней – на *верхних салазках*. Это нужно для точения конических поверхностей и достигается за счет того, что верхние салазки закреплены на поворотной плите и могут поворачиваться на угол до 40° .

Перемещаются верхние салазки вручную рукояткой 8 (рис. 1.2). Для отсчета перемещений предусмотрены круговые шкалы – *лимбы*.

В корпусе *задней бабки* находится *пиноль*, которую можно перемещать маховиком 11 и фиксировать рукояткой 9. В пиноль устанавливают центр для поддержания незакрепленного конца длинных заготовок, а также сверла и зенковки. Она может перемещаться по направляющим станины и закрепляться неподвижно рукояткой 10.

Точение деталей осуществляется за счет срезания резцом стружки с вращающейся заготовки. Вращательное движение заготовки называют *главным*. Главное движение обеспечивается передачей движения по цепочке: двигатель – ременная передача – коробка скоростей – шпиндель с патроном и заготовкой.

Для токарной обработки металлов применяют специальные инструменты – токарные резцы. Их изготавливают из сталей *P6M5*, *P6M5K5* и твердосплавные с пластинами из сплавов *BK6*, *BK8*, *П5К6* и других сплавов, имеющих твердость, значительно превышающую твердость обрабатываемого материала. Рабочая часть резцов, как и у многих других режущих инструментов, имеет форму клина (рис. 1.3).

Важными характеристиками токарного резца являются основные углы его режущей части (рис. 1.4).

Главный заданный угол (α). Увеличение данного угла уменьшает трение задней поверхности резца о поверхность заготовки.

Передний угол (γ) влияет на процесс резания, легкость схода стружки, качество обработанной поверхности.

Виды и назначение токарных резцов

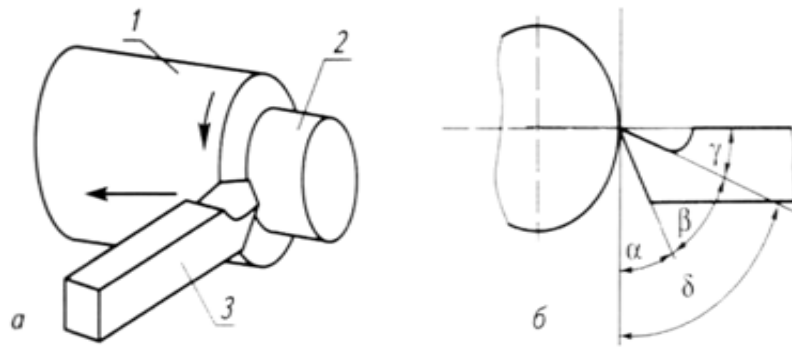


Рис. 1.3. Схема процесса точения (а): 1 – обрабатываемая поверхность; 2 – обработанная поверхность; 3 – резец; основные углы режущей части резца (б): γ – передний угол; α – задний угол; β – угол заострения резца; δ – угол резания

Угол заострения (β). Чем меньше угол заострения, тем легче резец входит в металл и отделяет стружку с меньшим усилием.

Токарные резцы подразделяют по направлению подачи (правые и левые), конструкции головки (прямые и отогнутые), способу изготовления (цельные, сборные и составные), сечению державки (прямоугольные, круглые и квадратные), виду обработки (проходные, подрезные, отрезные, прорезные, расточные, фасонные, резьбонарезные).

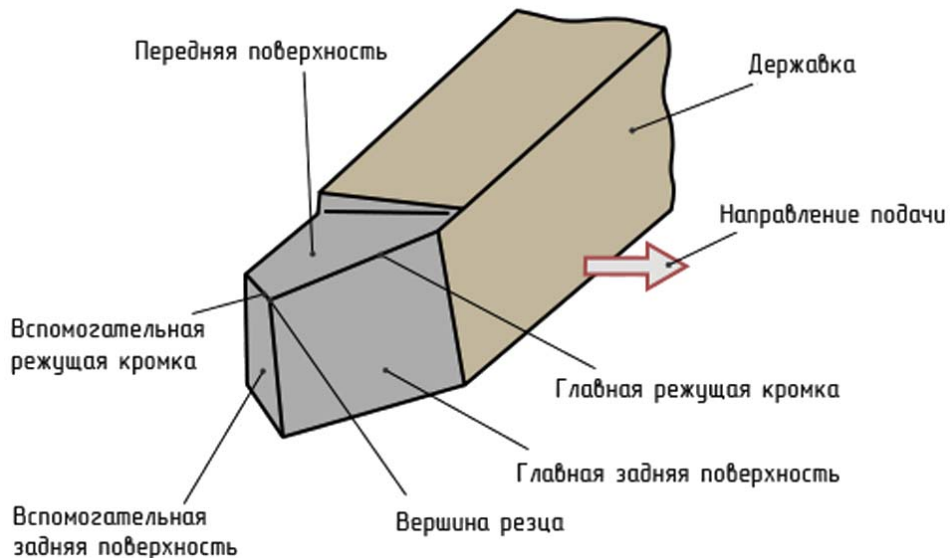


Рис. 1.4. Элементы резца

На рисунке 1.5 схематично показаны некоторые виды резцов.

Проходные резцы (рис. 1.5, а, б) предназначены, в основном, для обработки наружных цилиндрических и конических поверхностей заготовок, проходной упорный резец (рис. 1.5, в) – для обработки уступов. Торцы заготовок обрабатывают подрезными резцами (рис. 1.5, г), отрезают заготовки – отрезными (рис. 1.5, д). Резьбовыми резцами нарезают наружную и внутреннюю резьбу, а расточными – растачивают отверстия (рис. 1.5,з). Для обработки фасонных поверхностей применяют фасонные резцы (рис. 1.5, е).

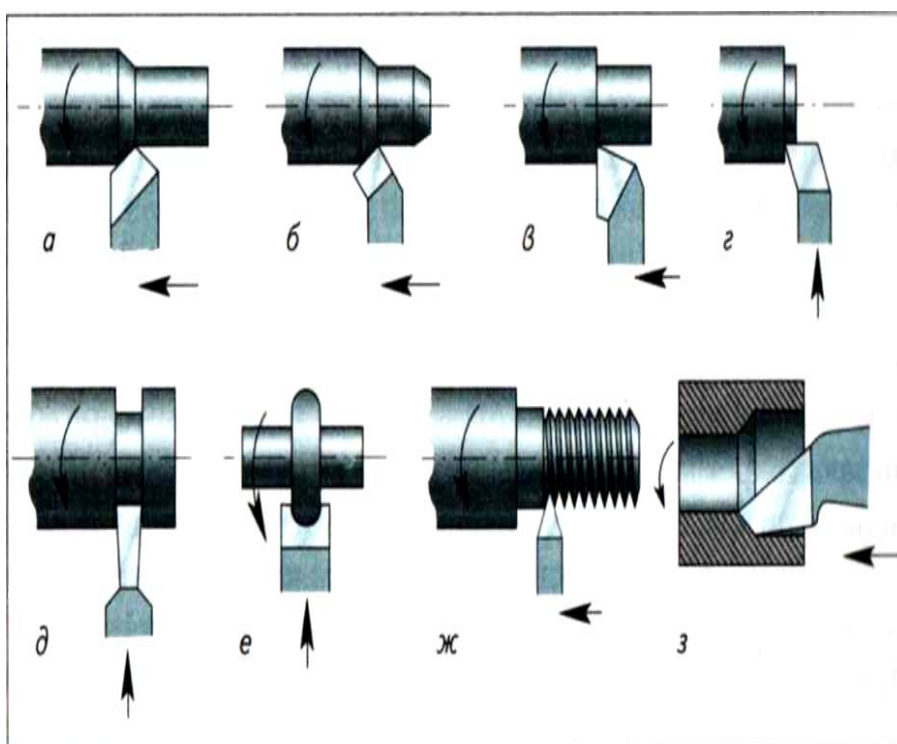


Рис. 1.5. Токарные резцы: а – проходной прямой; б – проходной отогнутый; в – проходной упорный; г – подрезной; д – отрезной; е – фасонный; ж – резьбовой; з – проходной расточной

Следует помнить, что токарные резцы, как и любой другой инструмент, нельзя использовать не по назначению, бросать, хранить «навалом». Нельзя допускать значительного затупления инструмента.

Управление токарно-винторезным станком

Для закрепления на токарном станке обрабатываемой заготовки применяют универсальные и специальные приспособления. К наиболее распространенным

приспособлениям относятся патроны, центры, оправки. При обработке длинных нежестких валов для создания дополнительной опоры с целью предотвращения прогиба вала под действием сил резания применяют люнеты.

Управление станком – это выполнение действий, которые обеспечивают процесс резания, т. е. вращение заготовки и перемещение резца. Однако прежде чем приступить к управлению станком, его надо наладить и настроить.

Наладка станка заключается в закреплении заготовки и инструмента. Для закрепления заготовок применяют *трехкулачковый патрон* (рис. 1.6), *поводковую планшайбу с центрами* (рис. 1.7).

Заготовку 1 помещают в патрон на глубину не менее 20...25 мм и сжимают кулачками 6 при помощи ключа 4. Заготовка не должна выступать из патрона на величину свыше пяти ее диаметров. Более длинные заготовки поддерживают задним центром, который устанавливают в заранее выполненное в торце детали центровое отверстие. В противном случае под воздействием силы резания заготовка будет сильно изгибаться, что может привести к некачественной обработке и поломке инструмента.

При изготовлении некоторых деталей используют установку деталей в двух центрах – переднем 2 и заднем 6 (рис. 1.7). Передний центр устанавливают в отверстие шпинделя, задний – в пиноль задней бабки. Для передачи на деталь крутящего момента используют специальные поводковые планшайбы 1.

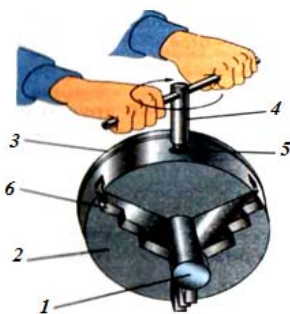


Рис. 1.6. Установка заготовок в трехкулачковый патрон:
1 – заготовка; 2 – корпус патрона;
3 – планшайба; 4 – ключ;
5 – отверстие под ключ; 6 – кулачки

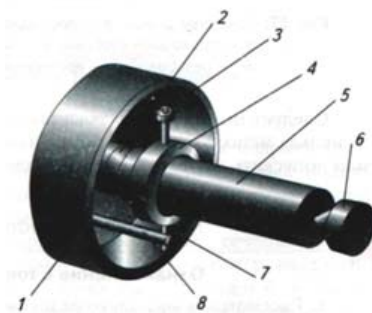


Рис. 1.7. Установка заготовки при помощи поводковой планшайбы:
1 – корпус поводковой планшайбы;
2 – передний центр; 3 – стопорный винт;
4 – хомут; 5 – заготовка;
6 – задний центр; 7 – стержень;
8 – поводок

Резец 1 (рис. 1.8) закрепляют в резцедержателе ключом 4 с помощью винтов 5. Резец должен выступать из резцедержателя на одну-полторы высоты резца. Под резец 1 устанавливают подкладки 6, чтобы вершина резца была расположена на уровне оси шпинделя, т. е. на уровне заднего центра 2.

Настройка станка – это установление необходимой частоты вращения шпинделя и скорости перемещения суппорта (подачи). Для каждого конкретного способа обработки устанавливают наиболее выгодные *параметры режима резания*: скорость резания, глубину резания и подачу (рис. 1.9).

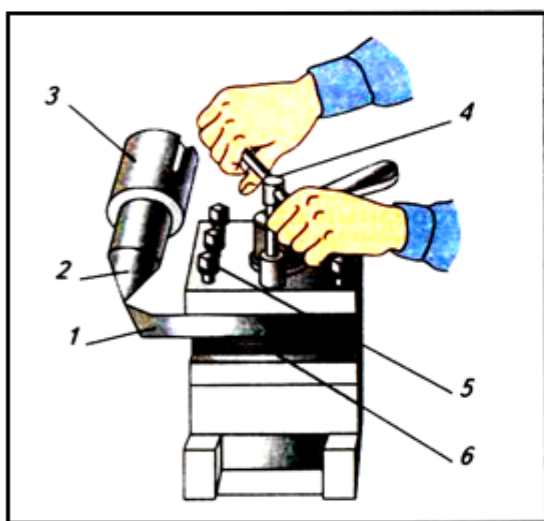


Рис. 1.8. Установка токарного резца в резцедержателе: 1 – резец; 2 – задний центр; 3 – пиноль задней бабки; 4 – ключ; 5 – винты крепления резца; 6 – подкладка под резец

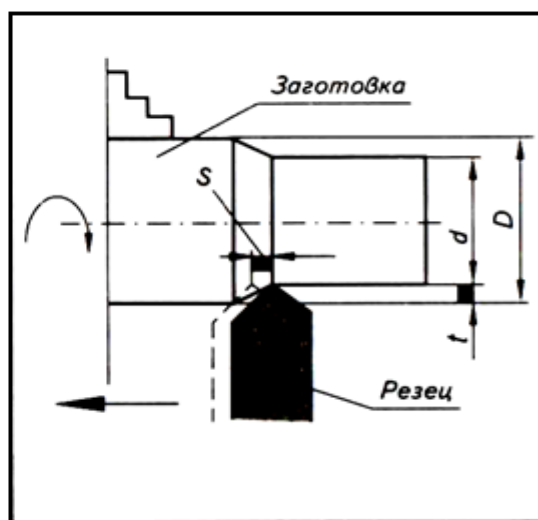


Рис. 1.9. Глубина резания и подача при наружном точении

Приемы работы на токарно-винторезном станке

Станки токарной группы предназначены для выполнения самых разнообразных операций обработки поверхностей вращения: обтачивания наружных и растачивания внутренних цилиндрических, конических и фасонных поверхностей; подрезания торцов и уступов; прорезания круговых канавок; сверления, рассверливания, зенкерования и развертывания отверстий; нарезания наружных и внутренних резьб. Токарные станки по сравнению с другими группами металлорежущих станков наиболее распространены на

машиностроительных заводах и предназначены для обработки самых разнообразных деталей: валов, втулок, колец, дисков и т. д., а также поверхностей вращения у деталей некруглой формы.

Последовательность выполнения работы

1. Зарисовать общий вид станка ТВ-4. Обозначить основные узлы станка, инструменты, приспособления, применяемые при обработке заготовок и указать их наименование.
2. Опытным путем установить назначение и принципы работы основных узлов станка.
3. Оформить отчет.

Содержание отчета

1. Цель работы.
2. Краткие сведения о металлорежущих станках.
3. Схема структуры станка.
4. Общий вид станка ТВ-4 с необходимыми указаниями и пояснениями.
5. Ознакомление с токарными резцами:
 - а) рассмотрите несколько различных токарных резцов;
 - б) определите их виды и назначение;
 - в) измерьте с помощью угломера основные углы режущей части одного из резцов и запишите результаты измерений в таблицу 1.1.

Таблица 1.1

Результаты измерений

№ п/п	Вид резца	Назначение резца	Углы режущей части резца			
			α	β	γ	δ

Контрольные вопросы

1. Значение металлорежущих станков в современном машиностроении.
2. Что называется металлорежущим станком?
3. Что такое структура металлорежущих станков и ее основные составляющие части?
4. Укажите состав и назначение несущей системы, системы управления, вспомогательных устройств и привода.
5. Устройство и назначение токарно-винторезного станка ТВ-4.
6. Назначение и устройство: коробки скоростей, коробки подач, гитары, задней бабки, фартука, поперечного и продольного суппортов, ходового вала и ходового винта, трехкулачкового патрона и т. д.
7. Назначение и устройство лимба.
8. Укажите основные узлы станка ТВ-4.
9. Каким инструментом обрабатывают детали на токарных станках?
10. Из каких основных частей состоит токарный резец?
11. Какие поверхности и кромки имеет режущая часть резца?
12. Назовите основные углы режущей части резца.
13. Что общего между токарным резцом, зубилом, сверлом, ножовкой?
14. Назовите основные виды токарных резцов.
15. Какие работы можно выполнять проходными резцами?

Лабораторная работа №2

ОБРАБОТКА НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Цели работы: изучить устройство станка; назначение основных узлов; режущий и мерительный инструменты, приспособления, используемые при механической обработке заготовок; режим и силы резания при фрезеровании; работы на фрезерном станке.

Фрезерование – это метод обработки заготовок, при котором инструмент (фреза) совершает непрерывное главное вращательное движение, а заготовка –

поступательное движение подачи. Отличительная черта фрезерования – высокая производительность и разноплановая, с точки зрения геометрических форм поверхностей, обработка.

Фреза представляет собой тело вращения, по периферии или на торце которого расположены режущие элементы – *зубья фрезы*. Каждый зуб можно рассматривать как резец с присущими ему геометрическими и конструктивными параметрами, такими как передние и задние поверхности, главные и вспомогательные режущие кромки. Конструкция фрезы как многолезвийного инструмента предопределяет характер процесса резания – его прерывистость. Каждый зуб находится в контакте с заготовкой только какую-то часть оборота. Вследствие этого врезание фрезы в заготовку сопровождается ударами и приводит к неравномерности резания. Такой режим обработки вызывает вибрации, повышенное изнашивание зубьев и отрицательно сказывается на точности обработки и шероховатости поверхности детали. На рис. 2.1 показаны схемы фрезерования плоскости цилиндрической и торцевой фрезами. При цилиндрическом фрезеровании плоскостей работу резания выполняют зубья, расположенные на цилиндрической поверхности фрезы. При торцевом фрезеровании плоскостей в работе резания участвуют зубья, расположенные на цилиндрической и торцевой поверхностях фрезы.

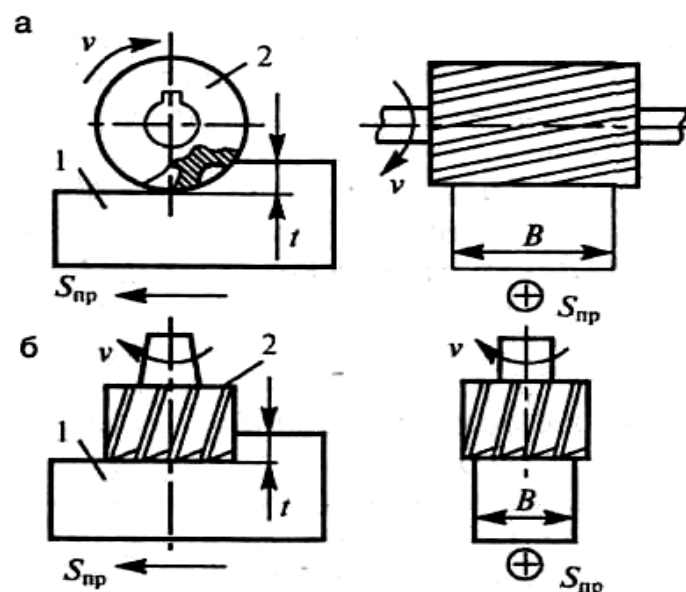


Рис. 2. 1. Фрезерование фрезами: а – цилиндрической; б – торцевой:

1 – заготовка; 2 – фреза

Цилиндрическое и торцевое фрезерование плоскостей в зависимости от направлений вращения фрезы и подачи заготовки можно осуществлять двумя способами:

- против подачи (встречное фрезерование), когда направление подачи противоположно направлению вращения фрезы;
- по подаче (попутное фрезерование), когда направления подачи и вращения фрезы совпадают.

При *встречном фрезеровании* (рис. 2.2, а) резание начинается в точке *A*, когда толщина срезаемого слоя $a = 0$, и заканчивается в точке *B* с наибольшей толщиной срезаемого слоя a_{max} . При этом нагрузка на зуб фрезы возрастает от нуля до максимума, а сила, действующая на заготовку со стороны фрезы, стремится оторвать ее от стола, что приводит к вибрациям и увеличению шероховатости обработанной поверхности. Преимуществом этого метода является работа зубьев фрезы «из-под корки», т. е. фреза подходит к твердому поверхностному слою снизу. Недостаток – наличие начального скольжения зуба по наклепанной поверхности, образованной предыдущим зубом, что вызывает повышенный износ фрезы.

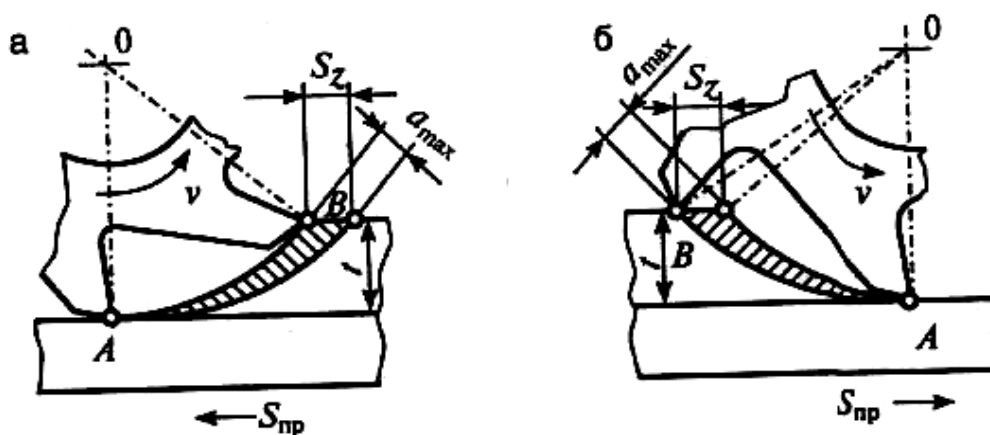


Рис. 2.2. Способы фрезерования: а – встречное; б – попутное

При *попутном фрезеровании* (рис. 2.2, б) резание начинается в точке *B* с наибольшей толщиной срезаемого слоя a_{max} и заканчивается в точке *A* с толщиной срезаемого слоя $a = 0$. Нагрузка на зуб фрезы изменяется от максимальной до нуля, а сила, действующая на заготовку, прижимает ее к столу станка, что уменьшает

вибрации. Попутное фрезерование исключает начальное проскальзывание зуба, износ фрезы и шероховатость обработанной поверхности.

Режим и силы резания при фрезеровании

При фрезеровании фреза, вращаясь вокруг своей оси, образует тело вращения, режущие элементы которого формируют ту или иную поверхность, снимая припуск. Режим резания при фрезеровании характеризуют скорость резания v , подача $S_{пр}$, глубина резания t , ширина фрезерования B (рис. 2.2).

Скорость резания v , т. е. окружная скорость вращения фрезы, (м/мин) равна

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}, \quad (2.1)$$

где D – диаметр фрезы, мм; n – частота ее вращения, об/мин.

Подача – это величина перемещения обрабатываемой заготовки в минуту ($S_{пр}$, мм/мин), за время углового поворота фрезы на один зуб (S_z , мм/зуб) или за время одного оборота фрезы (S_0 , мм/об). Они связаны между собой следующей зависимостью:

$$S_{пр} = S_0 n = S_z z n, \quad (2.2)$$

где z – число зубьев фрезы.

Глубина резания t – кратчайшее расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями.

Ширину фрезеруемой поверхности B измеряют в направлении, параллельном оси фрезы при цилиндрическом фрезеровании и перпендикулярном направлению движения подачи при торцевом фрезеровании.

В процессе фрезерования каждый зуб фрезы преодолевает силу сопротивления металла резанию. Фреза должна преодолеть суммарные силы резания, которые складываются из сил, действующих на находящиеся в контакте с заготовкой зубья. При фрезеровании цилиндрической фрезой с прямыми зубьями равнодействующую сил резания R , приложенную к фрезе в

некоторой точке A , можно разложить на окружную силу P , касательную к траектории движения точки режущей кромки, и радиальную силу P_y , направленную по радиусу. Силу R можно также разложить на горизонтальную P_h и вертикальную P_v составляющие (рис. 2.3, а). У фрез с винтовыми зубьями в осевом направлении действует осевая сила P_o (рис. 2.3, б). Чем больше угол наклона винтовых канавок ω , тем она больше.

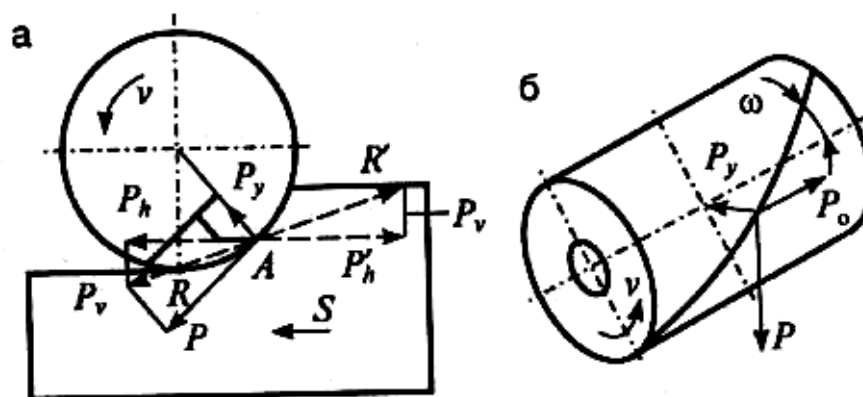


Рис. 2.3. Силы резания при работе цилиндрической фрезой:
а – с прямыми зубьями; б – с винтовыми зубьями

При больших значениях силы P_o применяют две фрезы с разными направлениями наклона зубьев. В этом случае осевые силы направлены в разные стороны и взаимно уравновешиваются.

По окружной силе P определяют эффективную мощность и производят расчет механизма коробки скоростей на прочность. Радиальная сила P_y действует на опоры шпинделя станка и изгибает оправку, на которой крепят фрезу. Горизонтальная сила P_h действует на механизм подачи станка и элементы крепления заготовки, а осевая сила P_o – на подшипники шпинделя станка и механизм поперечной подачи стола. Вертикальная сила P_v является основой для расчета механизма вертикальной подачи стола. В зависимости от способа фрезерования направление и уровень сил изменяются.

Элементы и геометрические параметры цилиндрической и торцевой фрез.

Виды фрез.

Цилиндрические и торцевые фрезы являются самыми распространенными из большой группы фрезерных инструментов. Они могут быть

цельными и сборными, со вставными ножами. Зубья фрезы могут быть мелкими (для чистовой и получистовой обработки) и крупными (для черновых операций). На рис. 2.4, а показана цилиндрическая фреза с винтовыми зубьями. Она состоит из корпуса 7 и режущих зубьев 2. Зуб фрезы имеет следующие элементы: переднюю поверхность 3, заднюю поверхность 6, спинку зуба 7, ленточку 5 и режущую кромку 4. У цилиндрических фрез различают передний угол γ , измеренный в плоскости А–А, перпендикулярной к главной режущей кромке; главный задний угол α , измеренный в плоскости, перпендикулярной к оси фрезы; угол наклона зубьев φ . Передний угол γ облегчает образование и сход стружки. Главный задний угол α обеспечивает благоприятные условия перемещения задней поверхности зуба относительно поверхности резания и уменьшает трение по этим поверхностям. Угол наклона φ зубьев обеспечивает более равномерные условия резания по сравнению с прямым зубом и определяет направление сходящей стружки.

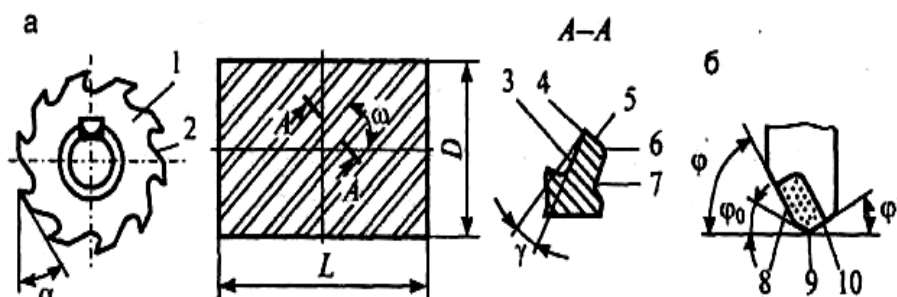


Рис. 2.4. Элементы и геометрия фрезы:

а – цилиндрическая фреза; б – зуб торцевой фрезы; D – диаметр фрезы;
L – ширина фрезы (1–10 см. в тексте)

Стандартные фрезы имеют следующие значения углов: $\gamma = 15^\circ$; $\alpha = 16^\circ$; $\varphi = 30...40^\circ$. У зуба *торцевой фрезы* (рис. 2.4, б) режущий контур имеет более сложную форму. Он состоит из главной режущей кромки 8, переходной кромки 9 и вспомогательной кромки 10. Зуб торцевой фрезы имеет главный угол в плане φ , вспомогательный угол в плане и угол наклона переходной кромки φ_0 . Чем меньше угол φ , тем меньше шероховатость обработанной поверхности (обычно он колеблется в пределах $5... 10^\circ$).

Фрезы различают по следующим параметрам:

- расположению зубьев на исходном цилиндре – торцевые, цилиндрические, трехсторонние;
- способу закрепления на станке – насадные, концевые;
- виду обрабатываемой поверхности – угловые, шпоночные, фасонные, для Т-образных пазов, пазовые, отрезные, резьбовые, зуборезные;
- форме зуба – прямозубые, с винтовым зубом, с разнонаправленным зубом;
- виду задней поверхности – острозаточенные, затылованные;
- материалу, из которого изготовлена режущая часть фрезы – из быстрорежущей стали, твердого сплава, керамики, синтетических твердых материалов;
- способу закрепления режущих зубьев – цельные, с напаянными пластинками, с механическим креплением пластин;
- виду хвостовика для крепления фрезы в шпинделе – с цилиндрическим и коническим хвостовиком;
- размеру зубьев – с мелкими и крупными зубьями.

На рисунке 2.5 показаны основные виды фрез и схемы обработки.

Горизонтальные плоскости обрабатывают цилиндрическими (шириной до 120 мм) и торцевыми фрезами (рис. 2.5, а, б); вертикальные плоскости – торцевыми (рис. 2.5, в) и концевыми (рис. 2.5, г); наклонные плоскости и скосы – торцевыми (рис. 2.5, д), концевыми (рис. 2.5, е) и угловыми (рис. 2.5, ж). Комбинированные поверхности – комбинированными фрезами (рис. 2.5, з). Для получения пазов и уступов применяют дисковые (рис. 2.5, и), концевые (рис. 2.5, к), фасонные (рис. 2.5, л), угловые (рис. 2.5, м) фрезы. Открытые пазы типа «ласточкин хвост» и Т-образные пазы обрабатывают следующим образом: сначала прорезают паз прямоугольного профиля концевой фрезой, а затем обрабатывают его концевой одноузловой (рис. 2.5, н) или Т-образной (рис. 2.5, о) фрезами. Шпоночные пазы фрезеруют концевыми (рис. 2.5, п), шпоночными (рис. 2.5, р) или дисковыми (рис. 2.5, с) фрезами. Фасонные поверхности обрабатываются фасонными фрезами (рис. 2.5, т).

Для изготовления фрез используются углеродистые стали (У12А), легированные стали (9ХС, ХВ5, ХВГ), быстрорежущие стали (Р6М5) и твердосплавы (ВК, ТК). Фрезы бывают цельные и сборные со вставными ножами (резцами).

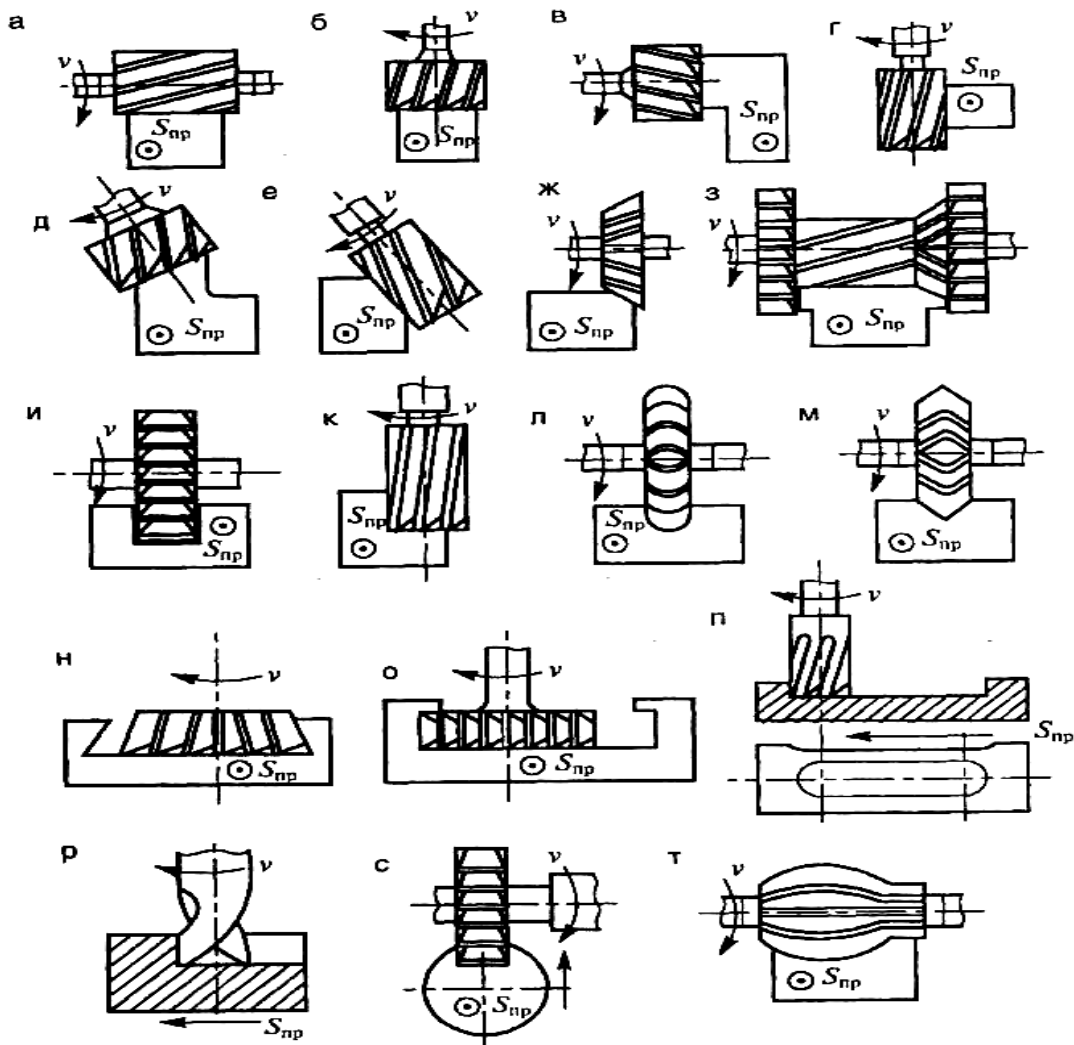


Рис. 2.5. Виды фрез и схемы обработки фрезерованием
(обозначения а – т см. в тексте)

Фрезерные станки. В зависимости от условий обработки и производства фрезерные станки подразделяются на станки общего и специального назначения. К станкам общего назначения относятся консольно-фрезерные (вертикально-фрезерные, универсальные и широкоуниверсальные); бесконсольно-фрезерные (с неподвижной или поворотной шпиндельной головкой, с круглым столом, с копировальным устройством); продольно-фрезерные (одностоечные горизонтальные или вертикальные, двухстоечные с двумя или более шпинделями).

К специальным станкам относятся копировально-фрезерные, шлице- и шпоночно-фрезерные, барабанно-фрезерные, фрезерные станки с ЧПУ и др.

Горизонтально-фрезерные станки (рис. 2.6) имеют следующее устройство. В станине 1 станка размещена коробка скоростей. По вертикальным направляющим станины перемещается консоль 7. Заготовка, устанавливаемая на столе 4 в тисках или специальном приспособлении, получает подачу в трех направлениях: продольном (перемещение стола по направляющим салазок), поперечном (перемещение салазок по направляющим консоли) и вертикальном (перемещение консоли по направляющим станины). Главным движением резания является вращение шпинделя 2. Коробка подач размещена в консоли. Хобот 3 служит для закрепления подвески 5, поддерживающей конец фрезерной оправки.

Горизонтально-фрезерные станки, имеющие поворотную плиту, которая позволяет поворачивать рабочий стол в горизонтальной плоскости и устанавливать его на требуемый угол, называют *универсальными*. Они позволяют обрабатывать винтовые канавки на цилиндрических поверхностях с использованием делительной головки. Главным является вращательное движение шпинделя. Заготовка, установленная на столе, может получать подачу в трех направлениях.

Вертикально-фрезерные станки (рис. 2.7) отличаются вертикальным расположением шпинделя. Основные узлы станка: станина 7, поворотная шпиндельная головка 2 со шпинделем 3, стол 4, салазки 5, консоль 6.

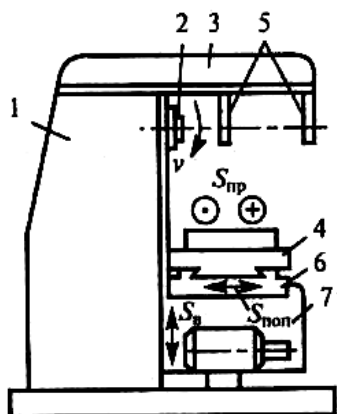


Рис. 2.6. Горизонтально-фрезерный станок (1–7 см. в тексте)

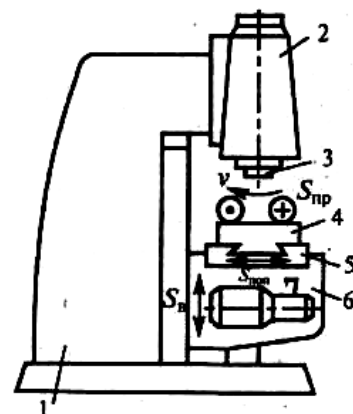


Рис. 2.7. Вертикально-фрезерный станок (1–7 см. в тексте)

Контрольные вопросы

1. В чем сущность технологического процесса фрезерования?
2. Какие движения необходимы при фрезеровании?
3. Из каких основных узлов состоит горизонтально-фрезерный станок?
4. Назначение коробки скоростей станка.
5. Назначение коробки подач станка.
6. Какие работы выполняются на горизонтально-фрезерных станках?
7. Назначение каждого инструмента, расположенного на стенде натуральных образцов.
8. Какое назначение имеет делительная головка?
9. Правила техники безопасности при работе на фрезерном станке.
10. Из каких материалов изготавливаются фрезы?
11. Показать кинематическую цепь привода главного движения.

Лабораторная работа № 3

ОБРАБОТКА ЗАГОТОВОК НА ВЕРТИКАЛЬНО-СВЕРЛИЛЬНОМ СТАНКЕ

Цели работы: изучить виды работ, выполняемых на вертикально-сверлильном станке; рассчитать режимы резания на назначенную преподавателем операцию; изучить устройство основных узлов вертикально-сверлильного станка и его технико-эксплуатационные характеристики.

Оборудование, инструменты: вертикально-сверлильный станок модели 2А135; приспособления – тиски и патрон; режущий инструмент – сверла, зенкеры, развертки; измерительный инструмент – штангенциркуль ШЦ II, линейка, микрометр, угломер, радиусмер, скобы, гладкие и резьбовые пробки.

Краткие теоретические сведения

Сверлением получают сквозные и глухие отверстия, обрабатывают полученные отверстия с целью увеличения их размеров, повышения точности и снижения шероховатости поверхности.

Сверление осуществляют при сочетании вращательного движения инструмента вокруг оси (главного движения) и его поступательного движения вдоль оси (движение подачи). Оба движения на сверлильном станке сообщают инструменту.

Способ обработки назначается в зависимости от требуемой точности и чистоты поверхности отверстия. Последовательность способов обработки учитывает также размеры отверстия и род заготовки.

Структура одношпиндельного вертикально-сверлильного станка модели 2Н135.

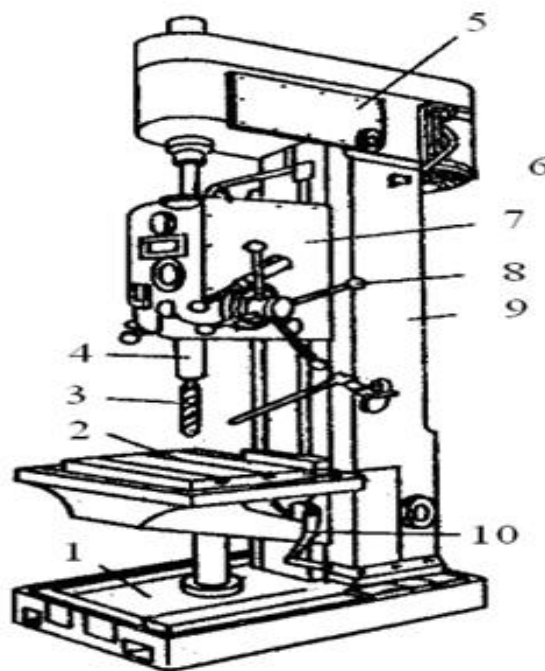


Рис. 3.1. Схема вертикально-сверлильного станка

1 – фундаментная плита;

2 – стол предназначен для установки и закрепления обрабатываемой детали, имеет вертикальное перемещение с помощью рукоятки;

3 – сверло;

- 4 – шпиндель предназначен для установки и закрепления сверла, развертки, зенкера или другого инструмента, шпиндель имеет вращательное движение;
- 5 – шпиндельная головка;
- 6 – электродвигатель;
- 7 – коробка скоростей предназначена для выбора частоты вращения шпинделя;
- 8 – штурвал ручной подачи;
- 9 – станина предназначена для монтажа всех узлов на станке;
- 10 – рукоятка подъема стола.

Режимы резания при сверлении определяются подачей (S мм/об), скоростью резания (V , м/мин). Режимы резания зависят от свойства обрабатываемого материала, диаметра сверла, формы заточки, глубины отверстия, наличия СОЖ и т. д.

Режимы резания при сверлении отверстий в некоторых материалах представлены в таблицах 3.1, 3.2.

Таблица 3.1

*Скорость резания при сверлении отверстия
(сверло изготовлено из стали Р6М5)*

Обрабатываемый материал	V , м/мин
Сталь	15 – 25
Чугун	12 – 20
Латунь	25 – 40

Таблица 3.2

Средняя величина подач S , мм/об

Обрабатываемый материал	Диаметр сверла, мм	
	5 – 15	15 – 25
Сталь	0,13	0,17
Чугун	0,15	0,25
Латунь	0,10	0,12

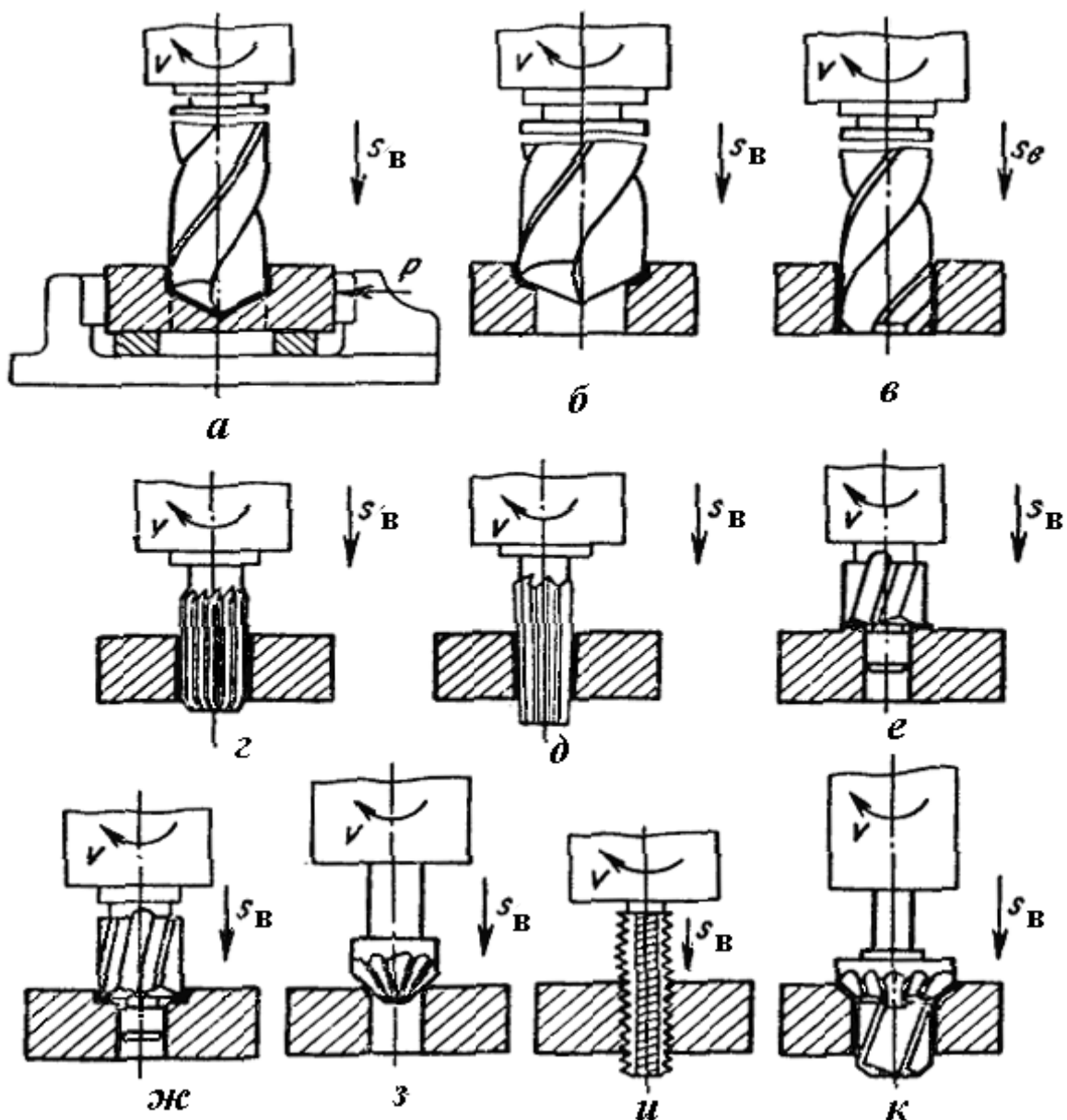


Рис. 3.2. Виды работ, выполняемых на сверлильных станках
(обозначения а – к см. в тексте)

Последовательность выполнения работы и содержание отчета

1. Познакомиться с устройством вертикально-сверлильного станка. Вычертить схему вертикально-сверлильного станка и указать на ней основные узлы и механизмы станка. Зарисовать схемы основных операций, которые представлены на рисунке 3.2, дать название технологического приема обработки отверстий, инструмента, применяемого при обработке на этом станке.

2. Рассчитать режимы резания, обеспечивающие получение требуемой производительности и качества обработки, по заданию преподавателя.

Предварительно назначить способы обработки отверстий. Скорректированные для данного станка значения режимов резания оформить в рабочей тетради для лабораторных работ в отчете.

3. Полученные режимы резания обеспечить настройкой станка. Произвести наладку станка с помощью учебного мастера.

Контрольные вопросы

1. В чем сущность технологического процесса сверления?
2. По каким признакам классифицируются сверлильные станки?
3. Какие работы выполняются на сверлильном станке?
4. Что входит в режимы резания при сверлении?
5. От чего зависят режимы резания?
6. Какие применяются инструменты при работе на сверлильных станках?
7. Назовите основные элементы режима резания при сверлении. Изобразите направления главного движения и движения подачи на схеме сверления отверстия.
8. Какие типы режущих инструментов применяются при обработке отверстий?
9. Приспособления, применяемые для закрепления сверл и обрабатываемых деталей.
10. Объясните принципы устройства и работы вертикально-сверлильного станка.
11. Для каких целей на вертикально-сверлильном станке выполняются цекование и зенкование?

Лабораторная работа №4

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЛОСКОШЛИФОВАЛЬНОГО СТАНКА И РАБОТ, ВЫПОЛНЯЕМЫХ НА НЕМ

Цель работы: изучение устройства и назначения основных узлов плоскошлифовального станка и инструментов для выполнения технологических операций на нем.

Последовательность выполнения работы

1. Изучить правила, техники безопасности при выполнении работы .
2. Изучить применяемые инструменты для выполнения различных работ на шлифовальных станках.
3. Изучить назначение станка, его устройство.
4. Составить отчет.
5. Ответить на контрольные вопросы.

Шлифовальные станки выполняют одну из заключительных операций по изготовлению металлоизделий. С помощью них обрабатываемая деталь обретает свой окончательный готовый вид. Данное оборудование счищает с металла шероховатость, а также крупные и мелкие неровности, придавая поверхности гладкость. Осуществляется этот процесс при помощи различных вращающихся насадок: шлифовальные круги, барабаны, шайбы, полировочные круги, абразивные круги и т. д. Возможность применения разнообразных насадок позволяет осуществлять различные операции над обрабатываемым объектом. Обязательно учитывается тот факт, что при шлифовке с поверхности металла частично убирается верхний слой. В связи с этим при дошлифовочной обработке на изделия оставляют рассчитанный запас, размер которого зависит от габаритов заготовки и вида последующей операции.

Станки способны не только шлифовать, но также осуществлять операции по резке и заточке металла посредством специальных насадок. Благодаря этому один новый шлифовальный станок способен заменить несколько других машин. Различают следующие виды шлифовальных станков: плоскошлифовальные станки, круглошлифовальные станки, специальные

шлифовальные станки и другие. Каждый из них ориентирован на определенный способ обработки металлов и каждый из них отлично справляется со своей работой.

Плоскошлифовальные станки. Плоскошлифовальные станки предназначены для проведения высокопроизводительной, высокоточной обработки различных плоскостей деталей, изготовленных как из материалов повышенной твердости (сталей и сплавов, прошедших операции термической обработки, инструментальных сталей), так и из углеродистых сталей нормальной твердости. Станок может быть укомплектован синусной плитой, позволяющей производить обработку деталей под разным углом. Для очистки СОЖ в плоскошлифовальном станке применен магнитный сепаратор. В станке предусмотрено подключение управления электромагнитной плитой. Плоскошлифовальный станок высокой точности в основном предназначен для шлифования поверхностей периферий круга. В определенных границах возможна обработка поверхностей, расположенных под углом 90° к зеркалу стола. На коробчатой станине расположены основные узлы станка. Возвратно-поступательное движение стола осуществляется штоком, сообщаемым с гидроприводом. Длина хода стола регулируется с помощью подвижных кулачков и рычага переключения направления. На станине установлена колонна, на которой в горизонтальном и поперечном направлениях может перемещаться каретка шлифовальной бабки. Заготовка закрепляется непосредственно на столе либо на магнитной плите, установленной на столе.

Круглошлифовальные станки. Универсальный круглошлифовальный станок предназначен для обработки наружных, торцевых и внутренних поверхностей высокоточных деталей цилиндрической и конусообразной формы посредством шлифования.

Внутришлифовальный станок. Предназначен для шлифования цилиндрических, конических отверстий диаметром от 50 до 500 мм, а также глухих и сквозных отверстий, внутренних и наружных торцов. Станок имеет широкие диапазоны: частот вращения шлифовальных кругов, шпинделя

изделия; величины поперечной подачи; скоростей перемещения стола, обеспечивающих обработку деталей на оптимальных режимах. Роликовые направляющие для поперечного перемещения шлифовальной бабки вместе с конечным звеном шариковой винтовой парой обеспечивают минимальные перемещения с высокой точностью. Приспособление для шлифования торцов изделий позволяет обрабатывать на станке отверстия и торец за одну установку изделия.

Виды и способы шлифования

Для осуществления шлифования необходимо, чтобы заготовка и шлифовальный круг имели определенные относительные движения, без которых резание невозможно. При шлифовании главным движением резания является вращение инструмента (рис. 4.1), а движения подачи (они могут быть различными) сообщаются заготовке или инструменту. Различают шлифование периферией круга и торцом круга; в первом случае режущей частью является наружная поверхность круга, образующая которой параллельна оси его вращения, а во втором случае – торец круга. В зависимости от расположения и формы обрабатываемой поверхности заготовки 2 шлифование подразделяют на следующие виды: наружное (рис. 4.1, а, б, в), когда обрабатывается наружная поверхность заготовки; внутреннее (рис. 4.1, г), когда обрабатывается внутренняя поверхность заготовки; плоское (рис. 4.1, д, е), когда обрабатывается плоская поверхность; профильное, когда обрабатывается поверхность, образующая которой представляет собой кривую или ломаную линию.

Шлифование поверхности вращения называют *круглым шлифованием*, сферической поверхности – *сферошлифованием*, боковых поверхностей зубьев зубчатых колес – *зубошлифованием*, боковых сторон и впадин профиля резьбы – *резьбошлифованием*, шлицевых поверхностей – *шлицешлифованием*.

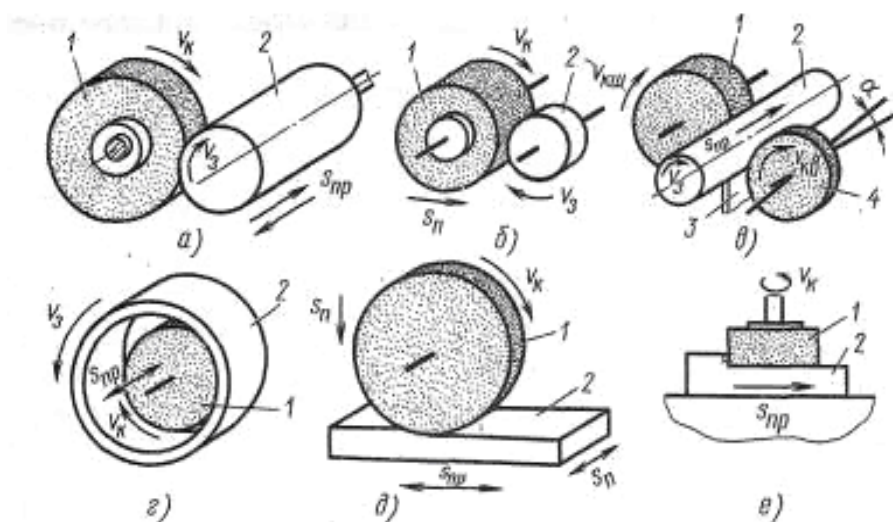


Рис. 4.1. Схемы основных видов шлифования

(обозначения а – е см. в тексте)

Различают также шлифование в центрах (если заготовку крепят в центрах) и в патроне (если заготовку крепят в патроне). В машиностроении наиболее часто применяют круглое (наружное и внутреннее) и плоское шлифование. Круглое наружное шлифование (рис. 4.1, а) осуществляют сочетанием следующих движений: вращение шлифовального круга 1 (главное движение резания), вращение шлифуемой заготовки 2 вокруг своей оси (круговая подача), прямолинейное возвратно-поступательное перемещение заготовки или шлифовального круга вдоль своей оси (продольная подача); поперечное перемещение шлифовального круга на заготовку или наоборот (поперечная подача) или подача на глубину резания. При шлифовании с продольной подачей поперечная подача осуществляется периодически (в конце каждого двойного или одинарного хода стола станка). При круглом наружном шлифовании методом врезания (рис. 4.1, б) высота круга равна или больше длины шлифуемой заготовки, поэтому нет необходимости в продольной подаче, а поперечная подача производится непрерывно в течение обработки. При бесцентровом наружном шлифовании (рис. 4.1, в) заготовку 2 устанавливают на опорном ноже между шлифующим рабочим 1 и подающим (ведущим) 4 кругами. Вращением круга 4 заготовке 2 сообщается вращение и подача, для получения последней круг 4 устанавливают под небольшим углом к оси круга 1.

Круглое внутреннее шлифование осуществляют продольной подачей шлифовального круга (или заготовки) и врезанием. Для круглого внутреннего шлифования с продольной подачей (рис. 4.1, г) необходимы те же движения, что и при круглом наружном шлифовании. Применяют внутреннее врезное и внутреннее бесцентровое шлифование; в последнем случае заготовку не закрепляют.

Плоское шлифование осуществляют периферией (рис. 4.1, д) и торцом (рис. 4.1, е) круга. Скорость резания при шлифовании превосходит скорость резания при лезвийной обработке и составляет 25–35 м/с (обычное шлифование), 35–60 м/с (скоростное шлифование) и свыше 60 м/с (высокоскоростное шлифование). При шлифовании скорость резания значительно превосходит скорость подачи.

Шлифование, предназначенное для удаления с заготовок дефектного слоя, называют *обдирочным*. Шлифование одной или нескольких поверхностей одной или нескольких заготовок одновременно несколькими кругами называют *многокруговым*.

Абразивную обработку, при которой инструмент и заготовка совершают вращательное, возвратно-поступательное, осциллирующее или другое сложное движение со скоростями одного и того же порядка, называют *доводкой*: Основными видами доводки являются притирка, хонингование, суперфиниширование. Абразивную обработку, служащую только для уменьшения шероховатости обрабатываемой поверхности, называют *полированием*. Шлифование рабочей части лезвийного режущего инструмента называют *затачиванием*. К другим видам абразивной обработки относятся струйно-абразивная, жидкостно-абразивная, виброабразивная, а также специальная абразивная обработка (с применением электроэрозионного разрушения металлов, их электрохимического растворения, вибраций с ультразвуковой частотой, магнитного поля и др.).

Круглое наружное шлифование. Этот вид шлифования применяют для обработки наружных поверхностей деталей типа тел вращения с прямолинейными образующими. В качестве технологических баз используют

центровые отверстия или наружные цилиндрические поверхности. В зависимости от направления поступательного движения подачи различают следующие способы шлифования: врезное шлифование, осциллирующее шлифование, глубинное шлифование, тонкое шлифование. Режимы шлифования приводятся в справочниках.

Установка и крепление заготовок на станке

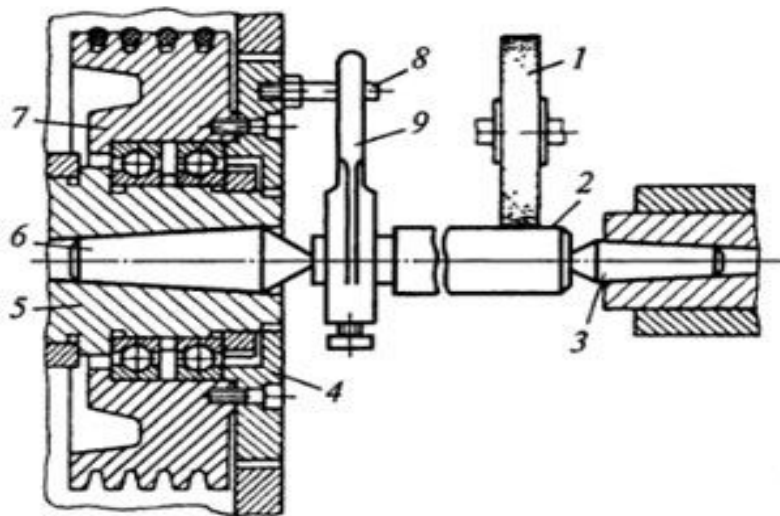


Рис. 4.2. Установка заготовки в неподвижных центрах круглошлифовального станка
(обозначения 1–9 см. в тексте)

Для установки и зажима заготовок при круглом наружном шлифовании используют различные патроны и оправки, поводковые и другие приспособления. Установка заготовки 2 (рис. 4.2) в невращающихся переднем 6 и заднем 3 центрах исключает влияние на точность обработки (кругом 1) подшипников и шпинделя. Центр 6 установлен в коническом отверстии шпинделя 5 передней бабки, а центр 3 – в коническом отверстии пиноли 10 задней бабки. Вращение заготовке передается от электродвигателя через шкив 7 клиноременной передачи посредством поводкового диска 4, пальца 8 и хомутика 9. Размеры применяемых центров стандартизованы (их различают по номерам). На торцах заготовки выполняют центровые отверстия (рис. 4.2). Конические поверхности этих отверстий сопрягаются с коническими

поверхностями центров 3 и 6. Угол при вершине конуса центрального отверстия обычно равен 60° . В ряде случаев для предохранения основной посадочной поверхности от повреждений выполняют предохранительный конус углом 120° . При повышенных требованиях к точности обработки выполняют цилиндрическую предохранительную выточку. Для снижения погрешности обработки, повышения точности установки заготовки применяют центровые отверстия с криволинейной образующей и сферические отверстия. Заготовки, имеющие на торце отверстия или выточки диаметром более 15 мм, обрабатывают в грибковых центрах. Длина выступающей части заднего центра должна превышать на 10–12 мм высоту шлифовального круга для обеспечения свободного его выхода из контакта с заготовкой в момент реверсирования продольного перемещения стола. Тяжелые детали и детали с отверстиями, имеющие узкие центровочные фаски, обрабатывают на вращающихся центрах.

Заготовки с отверстиями шлифуют на оправках. По способу крепления на станке оправки подразделяют на центровые и консольные; по способу установки заготовки — на жесткие и разжимные. Центровые отверстия оправок должны быть точно обработаны и закалены. Разжимные оправки применяют при обработке тонкостенных заготовок.

При шлифовании длинных заготовок (ходовые винты, штоки гидроцилиндров и т. д.) под действием силы резания возникает прогиб заготовки из-за ее недостаточной жесткости. Для устранения прогиба применяют один или несколько люнетов — дополнительных опор для шлифуемой заготовки. Конструкции люнетов разнообразны. Колодки служат для восприятия радиальной и касательной составляющей силы резания при поддержке заготовки. Колодки изготавливают из дерева или цветного металла во избежание повреждения шлифуемой поверхности.

Назначение станка

Плоскошлифовальный станок с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем предназначен для точной обработки плоских и фасонных поверхностей (рис.4. 3).

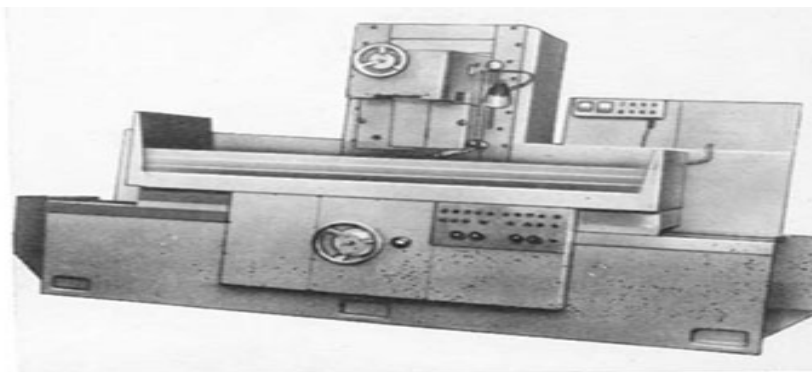


Рис. 4.3. Универсальный плоскошлифовальный станок высокой точности с прямоугольным столом и горизонтальным шпинделем

Содержание отчета

1. Основные сведения об обработке шлифованием.
2. Краткое описание и назначение плоскошлифовального станка и некоторых его узлов (по заданию преподавателя).
3. Описание шлифовальных кругов.
4. Схемы шлифования.

Контрольные вопросы

1. В чем сущность технологического процесса шлифования?
2. Какие движения совершает заготовка и абразивный инструмент при выполнении работ на станке?
3. Из каких основных узлов состоит плоскошлифовальный станок?
4. Как осуществляется вращение шпинделя?
5. Как и при помощи каких узлов осуществляется вертикальная и поперечная подачи?
6. Виды шлифования.
7. Меры безопасности труда при выполнении шлифовальных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дальский, А. М. Технология конструкционных материалов / А. М. Дальский. – М. : Машиностроение, 1985. – 358 с.
2. Металлорежущие станки : учебник для машиностроительных вузов / под ред. А. С. Проникова. – М. : Машиностроение, 1981. – 479 с.
3. Прейс, Г. А. Технология конструкционных материалов / Г. А. Прейс. – Киев : Высшая школа, 1984.
4. Панов, А. А. Обработка металлов резанием : Справочник технолога / А. А. Панов, В. В. Аникин и др. – М. : Машиностроение, 2004.
5. Черпаков, Б. И. Металлорежущие станки / Б. И. Черпаков, Т. А. Альперович. – М. : Машиностроение, 2003.
6. Блюмберг, В. Обработка деталей на токарных и карусельных станках / В. Блюмберг. – М. : Машиностроение, 1969 .
7. Гапонкин, Г. А. Обработка резанием, металлорежущий инструмент и станки / Г. А. Гапонкин, Л. К. Лукашев, Т. Г. Суворова. – М. : Машиностроение , 1990.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Техника безопасности при выполнении лабораторных работ	3
2. Лабораторная работа № 1 «Назначение и устройство токарно-винторезного станка модели ТВ- 6»	4
3. Лабораторная работа № 2 «Обработка на фрезерных станках»	13
4. Лабораторная работа № 3 «Обработка заготовок на вертикально-сверлильном станке».....	22
5. Лабораторная работа № 4 «Изучение конструкции плоскошлифовального станка и работ, выполняемых на нем»	27
Библиографический список	35

Учебное издание

Никитенко Валентина Михайловна

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Учебно-лабораторный практикум

Редактор Н. А. Евдокимова

Компьютерная верстка Г. Н. Щербаков
Подписано в печать 28. 02. 2012. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 2, 09. Тираж 50 экз. Заказ 243.

Ульяновский государственный технический университет
432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32.
Типография УлГТУ, 432027, Ульяновск, Сев. Венец, 32.