

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технологии металлов»

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ. ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов технических специальностей
дневной и заочной форм обучения*

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ РЕЗАНИЕМ



Могилев 2019



УДК 621.7
ББК 32.9
М 38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Технологии металлов» «15» мая 2019 г.,
протокол № 10

Составители: канд. техн. наук, доц. Д. И. Якубович;
канд. техн. наук, доц. А. С. Федосенко

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. П. Прудников

В методических рекомендациях содержатся основные теоретические положения и методические указания к выполнению лабораторных работ по курсам «Материаловедение и технология материалов», «Технология конструкционных материалов», «Технология материалов».

Учебно-методическое издание

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ. ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ. ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

Ответственный за выпуск	Д. И. Якубович
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 56 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2019



Содержание

Техника безопасности	4
1 Лабораторная работа № 1. Общие сведения по обработке металлов резанием.....	5
1.1 Суть и назначение обработки конструкционных материалов резанием	5
1.2 Виды движений в металлорежущих станках	5
1.3 Основные методы обработки резанием	6
1.4 Процесс стружкообразования при резании металла и сопутствующие ему явления	7
2 Лабораторная работа № 2. Обработка заготовок на сверлильных станках	11
2.1 Общие положения	11
2.2 Устройство настольного сверлильного станка EINHELL SB 401	12
2.3 Элементы режима резания	12
2.4 Виды режущих инструментов	13
2.5 Выполнение практической части работы	14
3 Лабораторная работа № 3. Обработка деталей на токарных станках	14
3.1 Обработка деталей на станках токарной группы	15
3.2 Геометрические параметры токарного резца	17
4 Лабораторная работа № 4. Обработка деталей на фрезерных станках.....	20
4.1 Общие положения	20
4.2 Назначение и устройство станка модели Optima BF20 Vario	23
4.3 Назначение режимов резания	23
Список литературы.....	26



Техника безопасности

Студент должен выполнять обработку металлов резанием на станках только в присутствии преподавателя или лаборанта. Перед включением станка необходимо убедиться, что рабочее место не завалено заготовками, стружками, деталями и работа станка никому не угрожает опасностью. Надеть спецодежду, застегнуть все пуговицы, убрать длинные волосы. Проверить станок на наличие неисправности, чтобы все ручки управления находились в нейтральном положении. Во время работы не опираться на станок и не отвлекаться. При работе с материалом, дающим мелкую стружку, надевать защитные очки. Не оставлять включенный станок даже на короткое время. Строго запрещается тормозить станок рукой или измерять деталь, менять режущий инструмент при включенном двигателе. Не прикасаться руками к вьющейся стружке или отрезаемой детали, это может привести к травмам и ожогам.



1 Лабораторная работа № 1. Общие сведения по обработке металлов резанием

Цель работы: изучение видов движения в металлорежущих станках, основных методов обработки, элементов режима резания, процессов, происходящих при резании металлов.

1.1 Суть и назначение обработки конструкционных материалов резанием

Обработкой конструкционных материалов резанием называется процесс отделения режущими инструментами слоя материала с заготовки для получения детали нужной формы, заданных размеров и шероховатости поверхностей.

Слой металла, удаляемый с заготовки при обработке, называется **припуском**.

Обработка резанием определяет качество изготавливаемых машин, их точность, долговечность, а также надёжность и стоимость. Трудоемкость станочных работ в машиностроении составляет наибольшую часть, достигая до 50 % общей трудоемкости изготовления машин.

1.2 Виды движений в металлорежущих станках

Для обработки резанием (точение, сверление, фрезерование и др.) заготовка и режущий инструмент должны совершать определенные движения. Они подразделяются на рабочие, или движения резания, установочные (настроечные) и вспомогательные.

Рабочие движения предназначены для снятия стружки, а установочные и вспомогательные – для подготовки к этому процессу.

Установочные – движения рабочих органов станка, с помощью которых инструмент по отношению к заготовке занимает положение, позволяющее снять с нее определенный слой материала.

Вспомогательные – движения рабочих органов станка, не имеющие прямого отношения к резанию. Примерами служат быстрые перемещения рабочих органов, переключение скоростей, подач и др.

Рабочие движения подразделяются на *главное* движение и движение *подачи*. С помощью *главного* движения осуществляется снятие стружки, а движение *подачи* дает возможность начатое резание распространить на необработанные участки поверхности заготовки. Например, при сверлении вращение сверла является главным движением, позволяющим начать резание при соприкосновении сверла с заготовкой, а перемещение сверла вдоль оси – движением подачи, дающим возможность просверлить необходимое отверстие.

Виды главного движения и движения подачи. В металлорежущих станках главное движение чаще всего бывает **вращательным** (токарные, сверлильные, фрезерные, шлифовальные станки) или **прямолинейным**, т. е. возвратно-поступательным (строгальные и долбежные станки). Главное

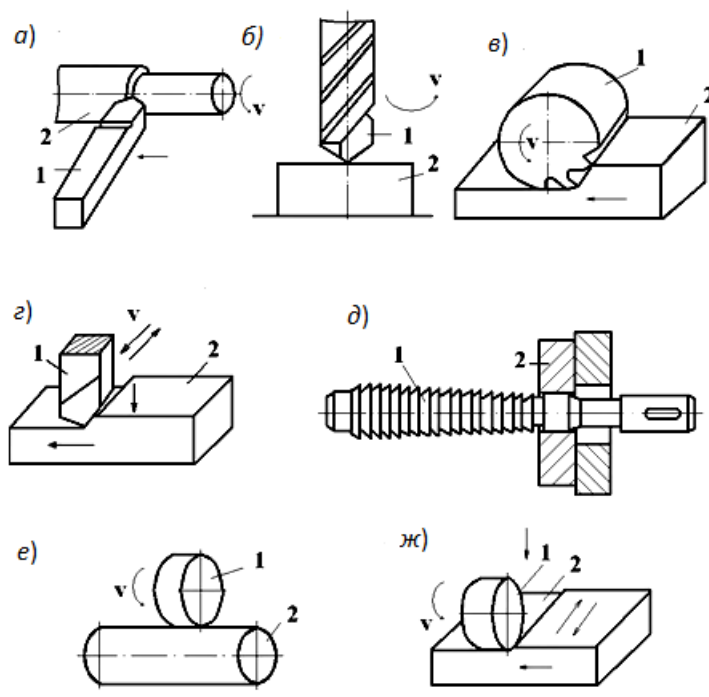


движение может сообщаться заготовке (станки токарной группы, продольно-строгальные станки) или режущему инструменту (фрезерные, сверлильные, поперечно-строгальные станки).

В станках с главным вращательным движением подача *непрерывна* и резание *непрерывно*. В станках с возвратно-поступательным движением рабочий ход чередуется с холостым, движение подачи осуществляется перед началом каждого рабочего хода и, следовательно, резание *прерывисто*.

1.3 Основные методы обработки резанием

Точение. Главным движением со скоростью V в этом случае является вращение заготовки 2 вокруг оси, а движением подачи – поступательное перемещение инструмента относительно заготовки (вдоль ее оси, перпендикулярно или под углом к ней). Точением обрабатывают преимущественно поверхности вращения на токарных, карусельных, револьверных и расточных станках (рисунок 1.1, а). Оно применяется для обработки внешних и внутренних цилиндрических, конических, фасонных поверхностей, торцовых поверхностей, а также для нарезания резьб.



а – точение; б – сверление; в – фрезерование; г – строгание; д – протягивание; е – круглое шлифование; ж – плоское шлифование

Рисунок 1.1 – Основные методы обработки резанием

Сверление (рисунок 1.1, б). При обработке отверстий на сверлильных станках главным движением является вращение инструмента, а движением подачи – перемещение инструмента вдоль своей оси. Так обрабатывают отверстия в сплошном материале 2 или увеличивают размеры имеющихся отверстий. Сверлить можно также на токарных, револьверных, расточных, фрезерных станках и др. При сверлении отверстий на станках токарной группы главным движением является вращение заготовки, а движением подачи – перемещение сверла вдоль оси. Чтобы получить более точные отверстия, после сверления их необходимо зенкеровать, растачивать или развертывать.

Фрезерование (рисунок 1.1, в). При фрезеровании главным движением является вращение инструмента 1, движением подачи – поступательное перемещение заготовки 2 или фрезы. Применяя различные фрезы и фрезерные станки, можно обрабатывать разные поверхности: плоскости, криволинейные поверхности, уступы, пазы и др.

Строгание (рисунок 1.1, г). Главным движением при строгании является возвратно-поступательное перемещение резца 1 в поперечно-строгальных станках или заготовки 2 в продольно-строгальных. Движение подачи – периодическое перемещение заготовки или резца. Чаще всего строгание используют для обработки плоскостей.

Протягивание (рисунок 1.1, д) осуществляют с помощью специального инструмента – протяжки 1, имеющей на рабочей части зубья, высота которых равномерно увеличивается вдоль протяжки. Главным движением является продольное перемещение инструмента, движение подачи отсутствует. Протягивание – высокопроизводительный метод обработки, обеспечивающий высокую точность и малую шероховатость обработанной поверхности заготовки 2.

Шлифование (рисунок 1.1, е, ж). При шлифовании главным движением является вращение шлифовального круга 1. Движение подачи обычно комбинированное и складывается из нескольких движений. Например, при круглом внешнем шлифовании – это вращение заготовки 2, при продольном – перемещение заготовки относительно шлифовального круга и периодическое перемещение шлифовального круга относительно заготовки.

Шлифование используют для окончательной обработки поверхностей деталей. Чаще всего применяют следующие методы: круглое внешнее шлифование (см. рисунок 1.1, е) – для обработки внешних поверхностей вращения; круглое внутреннее шлифование – для обработки отверстий; плоское шлифование (см. рисунок 1.1, ж) – для обработки плоскостей.

1.4 Процесс стружкообразования при резании металла и сопутствующие ему явления

Схема процесса резания. Резец под действием силы P вдавливаются в обрабатываемый материал, сжимая расположенный перед ним слой, вследствие чего в срезаемом слое образуются значительные напряжения, вызывающие

упругие и пластические деформации. В момент, когда возникающие напряжения превосходят прочность обрабатываемого материала, происходит сдвиг (скальвание) элемента стружки по плоскости сдвига (рисунок 1.2, а).

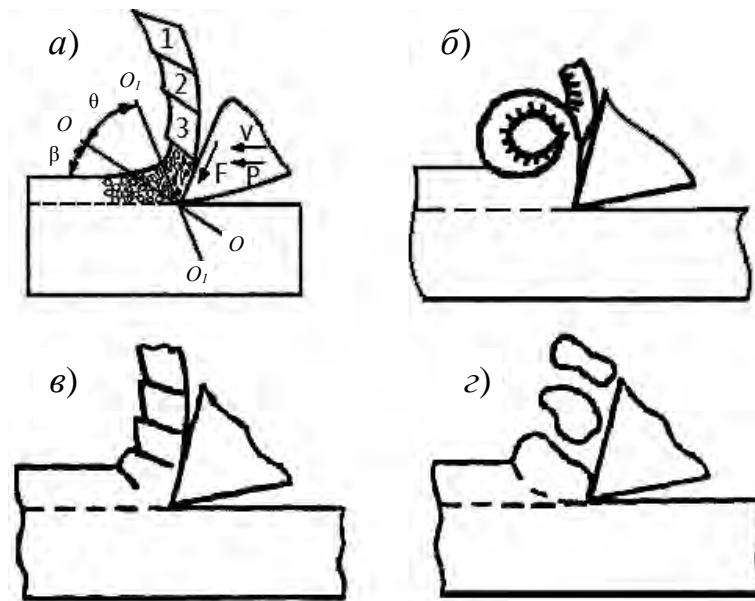


Рисунок 1.2 – Схема процесса резания и виды стружек

Типы стружек. В зависимости от обрабатываемого материала, условий резания, геометрической формы режущей части резца характер стружки изменяется. Установлено три типа стружек: сливная, скальвания, надлома.

Сливная стружка – сплошная лента, завивающаяся в спираль (рисунок 1.2, б). Она образуется при обработке пластичных металлов (мягкая сталь, латунь, алюминий и др.).

Стружка скальвания (рисунок 1.2, в) состоит из отдельных связанных между собой элементов. Обращенная к резцу сторона ее гладкая, а противоположная – пилообразная. Стружка скальвания образуется при обработке металлов средней твердости с невысокими скоростями резания и значительными подачами резцов, имеющих небольшие передние углы.

Стружка надлома (рисунок 1.2, г) состоит из отдельных не связанных или слабо связанных между собой кусочков металла неправильной формы. Образуется при обработке хрупких металлов (чугун, бронза, некоторые сплавы алюминия).

Упругое и пластическое деформирование срезаемого слоя и усадка стружки. Процесс резания может быть представлен как процесс последовательного упругого и пластического деформирования срезаемого слоя металла, а затем его разрушения. Внешне пластическое деформирование срезаемого слоя проявляется в том, что длина стружки короче пути, пройденного резцом по обработанной поверхности, а толщина стружки больше толщины срезаемого слоя. Уменьшение длины и увеличение толщины стружки по сравнению с длиной и толщиной срезаемого слоя называется *усадкой стружки*.

Образование нароста. При резании пластичных материалов, таких как сталь, латунь, образуется плотное скопление частиц металла, прочно укрепляющееся на передней поверхности резца. Большое трение стружки о резец, удаление оксидных пленок и молекулярное взаимодействие между ними помогают нижнему слою стружки затормаживаться, т. е. скорость его становится меньшей, чем скорость движения всей стружки. Этот слой задерживается на передней поверхности резца, отделяется от стружки, и под действием высокого давления и высокой температуры образуется *нарост*.

Металл нароста деформирован, и твердость его значительно (иногда в 2–3 раза) превосходит твердость обрабатываемого металла. Нарост образуется в зоне отделения стружки и участвует в резании. Он периодически разрушается, уносится сходящей стружкой и деталью, образуется вновь.

Нарост защищает вершину резца и режущую кромку от преждевременного изнашивания, улучшает теплоотвод от режущего инструмента. Точность и качество обработки поверхностей при наросте ухудшаются, т. к. форма его неправильна и непостоянна. Поэтому при черновой обработке, где качество поверхности не имеет особого значения, нарост благоприятно влияет на резание, но при чистовой обработке, когда качество обработанной поверхности особенно важно, образование нароста вредно и его следует избегать.

При средних скоростях (15...40 м/с) наростообразование особенно интенсивно и нарост достигает максимума. Дальнейшее увеличение скорости резания приводит к уменьшению нароста и его исчезновению. Поэтому чистовую обработку выполняют на повышенных скоростях резания. Применение смазочно-охлаждающих жидкостей и тщательно доведенных резцов со значительными передними углами уменьшает наростообразование.

Упрочнение при обработке металлов резанием. При резании металлов поверхностный слой обработанной детали пластически деформируется на глубину от нескольких сотых до целого миллиметра и более в зависимости от различных факторов. Пластическое деформирование поверхностного слоя изменяет его структуру и свойства, вызывая упрочнение или наклеп.

Упрочнение поверхностного слоя может повышать износостойкость, усталостную прочность и другие эксплуатационные свойства обработанной детали. Но это может оказаться вредным при ее обработке. Упрочнение при черновой обработке отрицательно влияет на резание при чистовой обработке: срезаются тонкие стружки, происходит быстрое затупление инструмента, увеличивается шероховатость поверхности.

Механизм и виды изнашивания инструмента. Под изнашиванием режущего инструмента понимают разрушение его контактных поверхностей в результате трения стружки о переднюю поверхность инструмента, а задней поверхности – о заготовку. Физические процессы, протекающие при изнашивании инструмента, аналогичны трению и изнашиванию трущихся пар, но они происходят обычно при очень большом давлении, больших скоростях и высокой температуре. Трущиеся поверхности при этом непрерывно обновляются.

Механизмы изнашивания. Интенсивное разрушение контактных поверх-



ностей инструмента часто обусловлено наличием в обрабатываемом материале достаточно твердых составляющих (карбиды, оксиды, поверхностная корка), которые царапают поверхности трения (*абразивное изнашивание*). Изнашивание тем больше, чем меньше твердость режущей части инструмента при резании и выше твердость составляющих обрабатываемого материала.

Высокое давление и температура резания вызывают *адгезионные* процессы на контактных поверхностях – схватывание материала, инструмента с материалом заготовки под действием атомарных сил. При этом частички инструментального материала непрерывно вырываются и уносятся сходящей стружкой и обрабатываемой заготовкой. При невысоких скоростях резания изнашивание инструментов из твердых сплавов вызывается именно адгезионными процессами. Более прочная быстрорежущая сталь разрушается от их действия значительно меньше.

При больших скоростях, когда в зоне резания развивается очень высокая температура, твердосплавный инструмент интенсивно изнашивается под действием *диффузии*. Происходит взаимное проникновение и растворение структурных составляющих инструментального и обрабатываемого материалов. Интенсивной диффузии благоприятствует то, что в контакт с инструментом непрерывно вступают все новые участки обрабатываемого материала и стружки.

Виды изнашивания. Изнашивание инструмента *по задней поверхности* происходит главным образом при обработке хрупких материалов, например чугуна, а изнашивание *по передней поверхности* – при обработке сталей с высокими скоростями резания без охлаждения с толщиной срезаемого слоя более 0,5 мм (резцы).

Изнашивание происходит по *передней и задней поверхностям одновременно*. Этот вид наиболее распространен и характерен для режущего инструмента при обработке срезаемого слоя толщиной более 0,1 мм.

Критерий затупления. Предельно допустимая величина изнашивания, при которой инструмент теряет нормальную работоспособность, называется *критерием затупления*. С увеличением изнашивания задней поверхности инструмента возрастают силы резания, увеличивается работа трения, повышается температура, увеличивается шероховатость обработанной поверхности. Поэтому критерием затупления обычно выбирают определенную величину изнашивания задней поверхности инструмента.

Стойкость инструмента называют время его работы между переточками при определенном режиме резания. На стойкость влияют обрабатываемый материал и материал режущего инструмента, режим резания и другие условия обработки. Стойкость оказывает большое влияние на производительность и стоимость обработки; ее выбирают такой, чтобы стоимость выполняемой операции была минимальной. Сложные дорогие инструменты, устанавливаемые на станках со сложной наладкой, должны иметь большой период стойкости.

Значения стойкости различных инструментов приведены в справочниках по режимам резания. Например, стойкость токарных резцов из быстрорежущих

сталей составляет 50...60 мин, твердосплавных резцов – 45...90 мин, фрез цилиндрических – 180...240 мин и т. п.

Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Виды движения в металлорежущих станках.
- 3 Основные методы обработки резанием и их схемы.
- 4 Типы стружки и виды изнашивания инструмента.

Контрольные вопросы

- 1 Виды движения в металлорежущих станках.
- 2 Основные методы обработки резанием.
- 3 Процесс стружкообразования при резании металлов и сопутствующие ему явления (типы стружек, упругое и пластическое деформирование, образование нароста, упрочнение поверхностного слоя).
- 4 Виды изнашивания резцов и стойкость инструмента.

2 Лабораторная работа № 2. Обработка заготовок на сверлильных станках

Цель работы: ознакомление с назначением и устройством сверлильного станка, инструментом, а также с видами работ, осуществляемых при их использовании.

Оборудование рабочего места: вертикальный сверлильный станок EINHELL SB 401; заготовка для обработки; набор сверл; крепежное оборудование; измерительный инструмент.

2.1 Общие положения

Сверление – это метод изготовления отверстий в сплошном материале. Сверлением выполняют сквозные и глухие отверстия, а также обрабатывают предварительно полученные отверстия с целью увеличения их размеров, повышения точности и снижения шероховатости поверхности.

Процесс сверления осуществляется в результате сочетания вращательного движения инструмента вокруг оси (главное движение) и его поступательного движения вдоль оси (подача).



2.2 Устройство настольного сверлильного станка EINHELL SB 401

Основные узлы сверлильного станка EINHELL SB 401 представлены на рисунке 2.1: основание 1; рабочий стол 2; сверло спиральное 3; патрон сверлильный 4; рукоятки подачи 5; шпиндель 6; защитный кожух ременной передачи 7; электродвигатель 8; стойка 9.

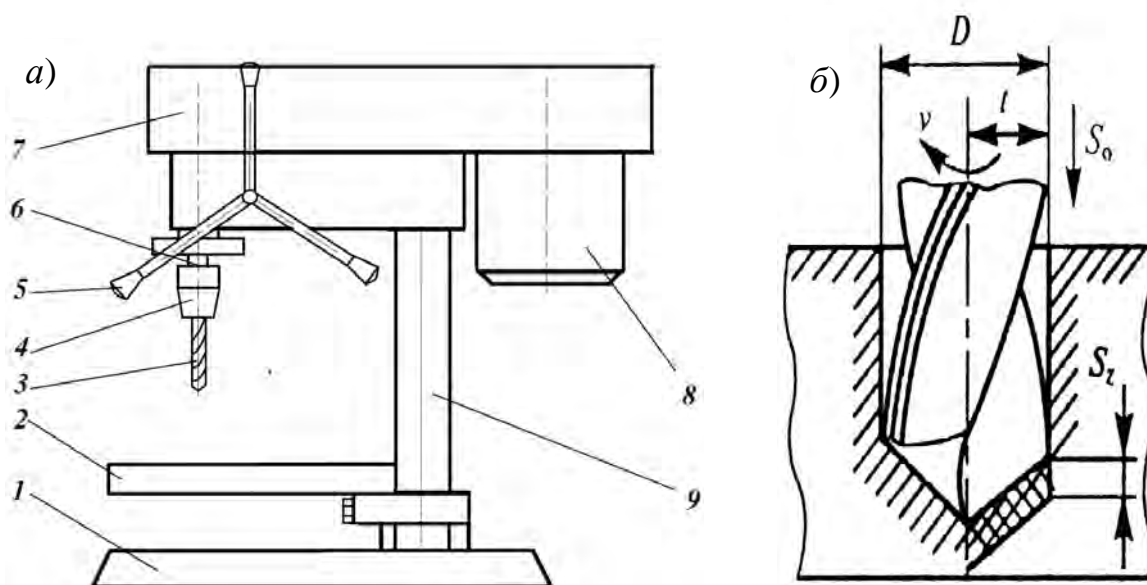


Рисунок 2.1 – Схема настольного сверлильного станка (а) и элементов режима резания при сверлении (б)

Основание предназначено для опоры или закрепления станка на плоской поверхности. Рабочий стол необходим для закрепления заготовки в специальном зажимном устройстве. Для сверления отверстий под углом к поверхности заготовки рабочий стол может быть повернут в вертикальной плоскости. Сверло используется для получения отверстия требуемого диаметра. Патрон служит для закрепления сверла при помощи специального ключа. Шпиндель является главным валом станка, осуществляющим передачу крутящего момента на патрон и сверло. Рукояткой подачи осуществляется вертикальное перемещение шпинделя, патрона и сверла в процессе сверления. Стойка служит для регулировки высоты и крепления основных рабочих частей сверлильного станка. На ней крепится блок с электродвигателем, крутящий момент которого подается на шпиндель с помощью ременной передачи, закрытой защитным кожухом.

2.3 Элементы режима резания

Скорость резания V – это путь точки режущего лезвия инструмента относительно заготовки в направлении главного движения в единицу времени. Она измеряется в метрах в минуту. Скорость резания в различных точках режущей кромки различна и изменяется от нуля в центре до максимальной на периферии

сверла. При расчетах режимов резания принимается наибольшая скорость резания на периферии.

Подача при сверлении – это величина перемещения сверла вдоль оси за один оборот сверла S_o , мм/об (см. рисунок 2.1, б). У сверла две главные режущие кромки. Подача, приходящаяся на каждую кромку, $S_z = S_o/2$.

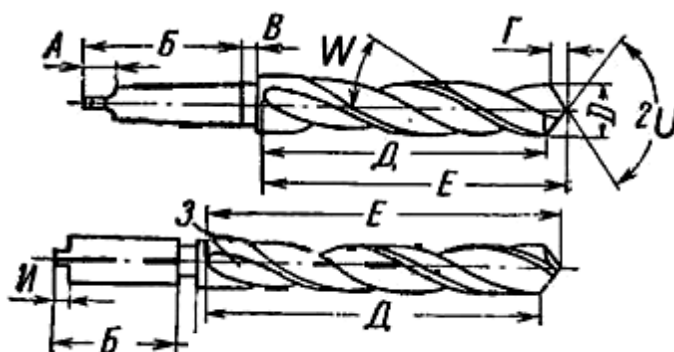
Глубина резания t , мм, при сверлении отверстия в сплошном материале составляет половину диаметра сверла.

2.4 Виды режущих инструментов

Обработка заготовок на сверлильных станках проводится сверлами, зенкерами, развертками, метчиками и комбинированными инструментами.

Сверла по конструкции разделяются на спиральные, центровочные и специальные. Спиральные сверла имеют наибольшее распространение.

Сверло по металлу состоит из лапки; хвостовика; шейки; режущей части; направляющей части; рабочей части; канавки; поводка (рисунок 2.2).



A – лапка; B – хвостовик; V – шейка; G – режущая часть; D – направляющая часть; E – рабочая часть; Z – канавка; H – поводок

Рисунок 2.2 – Элементы спирального сверла

На рабочей части сверла расположены режущие элементы, которые срезают и отводят стружку. Рабочая часть сверла имеет по две главных и вспомогательных режущих кромки и одну поперечную. В отличие от резца передние поверхности сверла винтовые, главные задние поверхности криволинейные, а вспомогательные задние поверхности представляют собой винтовые ленточки, обеспечивающие направление сверла в процессе резания. Хвостовик служит для закрепления сверла на станке, имеет цилиндрическую или коническую форму. Шейка обеспечивает выход круга при шлифовании рабочей части сверла. На режущей части сверла, по аналогии с резцом, имеются углы.

Угол $2U$ выбирают с учетом свойств обрабатываемого материала. У стандартных сверл, применяемых при обработке разных материалов, $2U = 116...118$ град. У нестандартных сверл $2U = 70...90$ град – для малопрочных

и хрупких материалов (включая пластмассы), $2U = 116...120$ град – для средне-прочных и $2U = 130...140$ град – для вязких и прочных.

2.5 Выполнение практической части работы

1 Согласовать с преподавателем эскиз будущей детали. В зависимости от исходных данных выбрать количество отверстий, их диаметр и расстояния между ними.

2 На выданную преподавателем заготовку нанести разметку согласно эскизу.

3 Произвести центровку отверстий вручную при помощи специального инструмента (керн).

4 Закрепить заготовку в зажимном устройстве и просверлить отверстия.

Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Назначение и область применения сверлильных станков.

3 Схема сверлильного станка.

4 Виды работ, выполняемых на сверлильных станках, и виды инструментов, применяемых для их исполнения.

5 Эскиз детали с размерами под сверление отверстий.

Контрольные вопросы

1 Инструмент, применяемый для обработки отверстий.

2 Основные виды работ, выполняемых на сверлильных станках.

3 Основные части сверлильного станка и их назначение.

4 Режимы резания при сверлении.

5 Виды движений при получении отверстий в сплошном материале.

3 Лабораторная работа № 3. Обработка деталей на токарных станках

Цель работы: ознакомление с типами станков токарной группы, назначением и действием основных узлов токарно-универсальных станков, а также с видами работ, выполняемых на указанных станках.

Оборудование рабочего места: станок токарный настольный WM180V; заготовка для обработки; набор необходимого режущего, монтажного и измерительного инструмента.



3.1 Обработка деталей на станках токарной группы

3.1.1 *Типы станков токарной группы.* Все токарные станки принадлежат к первой группе и подразделяются на следующие подгруппы: полуавтоматы и автоматы одношпиндельные; автоматы и полуавтоматы многошпиндельные; револьверные; сверлильно-отрезные; карусельные; токарные и лобовые; много-резцовые; специализированные; разные.

По степени универсальности станки этой группы подразделяются таким образом:

- *универсальные* – для обработки различных деталей в единичном производстве;
- *специализированные* – для обработки группы деталей в серийном производстве;
- *специальные* – для обработки отдельных деталей.

3.1.2 *Устройство токарного станка.* Основные части токарного станка (рисунок 3.1): станина 1, передняя бабка 2, задняя бабка 3, суппорт 4.

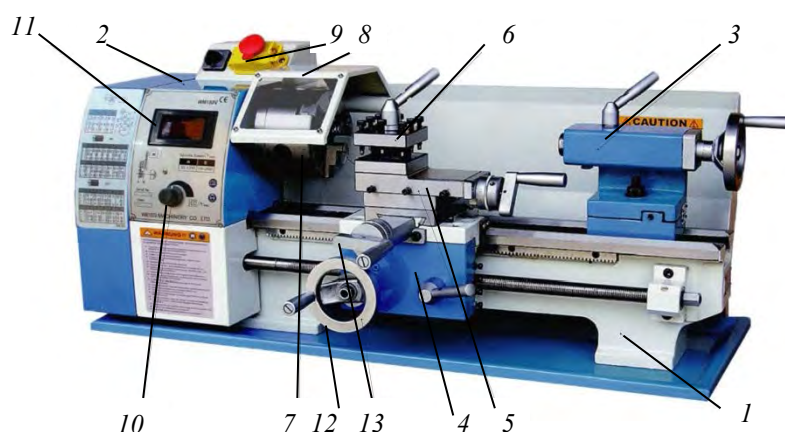


Рисунок 3.1 – Общий вид токарного настольного станка Universal WM180V

Станина 1 предназначена для закрепления на ней неподвижных и перемещения по направляющим подвижных частей станка (суппорт, задняя бабка).

В передней бабке 2 размещен главный вал – шпиндель с закрепленным на нем патроном 7 или другим приспособлением, передающим вращение заготовке, а также коробка скоростей, от которой шпиндель получает вращение с необходимой частотой.

На передней бабке располагаются защитный кожух 8, кнопка аварийного выключения станка 9, ручка регулировки частоты вращения патрона 10, индуктор частоты вращения патрона 11.

Задняя бабка 3 предназначена для поддержания с помощью центра правого конца заготовки, а также для закрепления в коническом отверстии пиноли сверла, зенкера или развертки соответственно при сверлении, зенкерении или развертывании отверстий в заготовке.

Коробка подач является составной частью механизма подач, получающего движение от шпинделя через гитару сменных зубчатых колес и передающего его ходовому винту или ходовому валу, от которых через механизмы фартука движение передается суппорту 4.

Суппорт служит для закрепления инструментов в установленном на нем четырехгранном резцедержателе 6. Суппорт состоит из продольных и поперечных салазок, которые могут перемещаться по направляющим вручную с помощью моховиков 12 и 13 или автоматически, резцовых салазок (каретки) 5, которые перемещаются по направляющим только вручную.

3.1.3 Основные виды работ, выполняемых на токарных станках. Для обработки на станках токарной группы, наряду с основным вращательным движением заготовки, закрепленной в патроне, необходимо продольное или поперечное перемещение режущего инструмента.

Внешние цилиндрические поверхности обрабатывают проходными прямыми, отогнутыми, упорными, с закругленной вершиной для чистовой обработки резцами соответственно (см. рисунок 3.2, поз. 7–9, 11).

Плоскости обрабатывают проходными прямыми и отогнутыми, подрезными с поперечной подачей (см. рисунок 3.2, а–в), упорными при продольной подаче (см. рисунок 3.2, поз. 11) резцами.

Прорезание канавок и отрезка заготовки выполняются с поперечной подачей канавочными и отрезными резцами (см. рисунок 3.2, поз. 3, 5 и 6).

Растачивают (увеличивают диаметр) цилиндрические отверстия расточными резцами (см. рисунок 3.2, поз. 12 и 13).

Фасонные (сложной формы) поверхности небольшой длины обрабатывают резцами с поперечной подачей (см. рисунок 3.2, поз. 7 и 15). Профиль режущей кромки фасонного резца должен соответствовать профилю обрабатываемой поверхности.

Нарезание резьбы. На токарном станке внешнюю резьбу можно нарезать резцом (см. рисунок 3.2, поз. 10) или плашкой, а внутреннюю – резцом (см. рисунок 3.2, поз. 14) или метчиком.

Резцы припаиваются к державке или крепятся механическим способом (см. рисунок 3.2, поз. 16).

Центровочные отверстия в заготовках выполняют центровочными сверлами (рисунок 3.3, а), глухие и сквозные отверстия получают сверлением (рисунок 3.3, б). Полученные отверстия с целью повышения их точности обрабатывают зенковкой (рисунок 3.3, в) и развертыванием (рисунок 3.3, г)



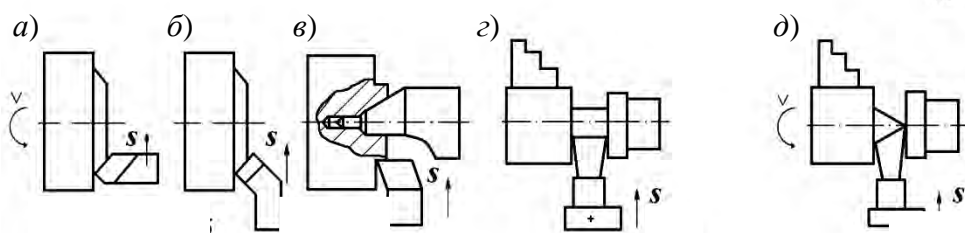
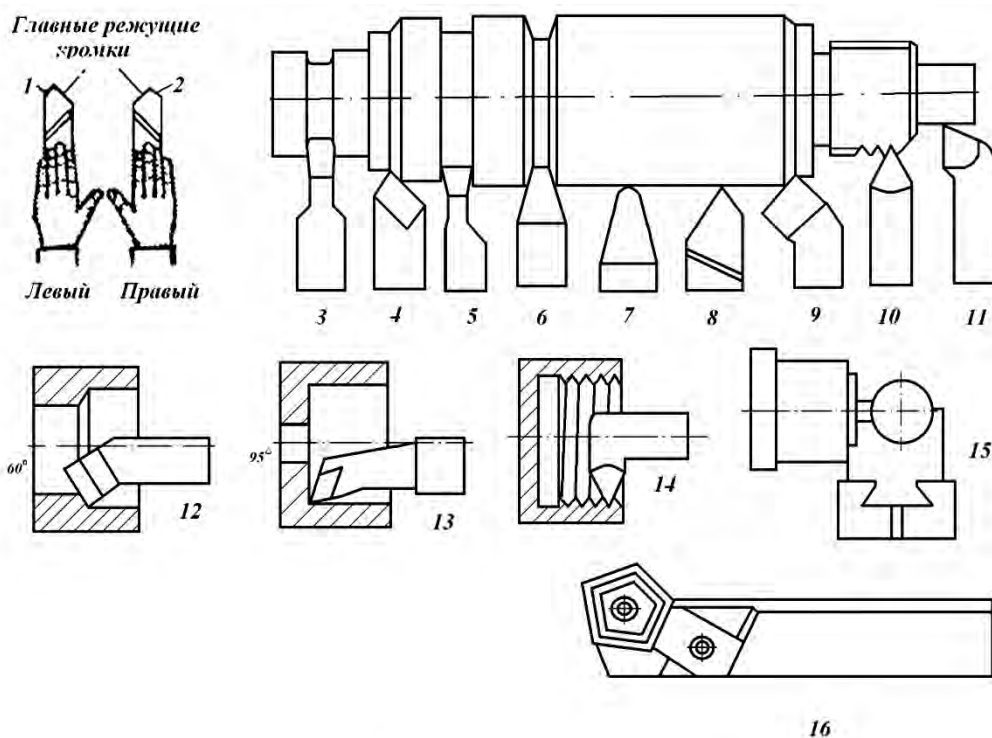


Рисунок 3.2 – Виды работ, выполняемых на токарном станке

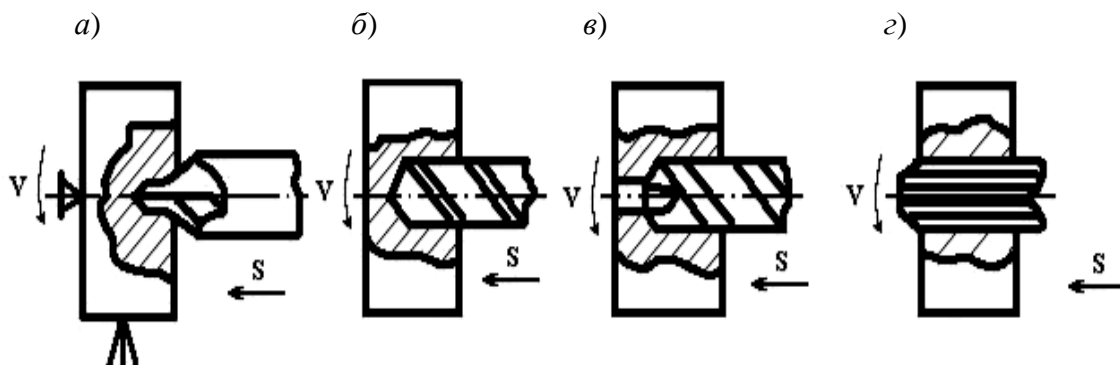
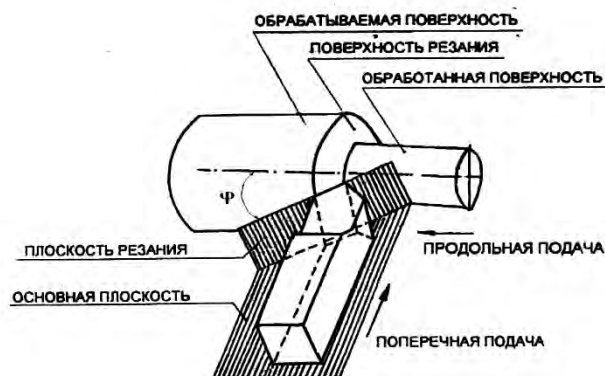


Рисунок 3.3 – Основные виды обработки отверстий

3.2 Геометрические параметры токарного резца

При станочной обработке заготовки на ней различают поверхности (рисунок 3.4, а): обрабатываемую, обработанную, резания – поверхность, образующуюся при резании непосредственно режущей кромки. Поверхность резания переходная от обрабатываемой к обработанной.

а)



б)

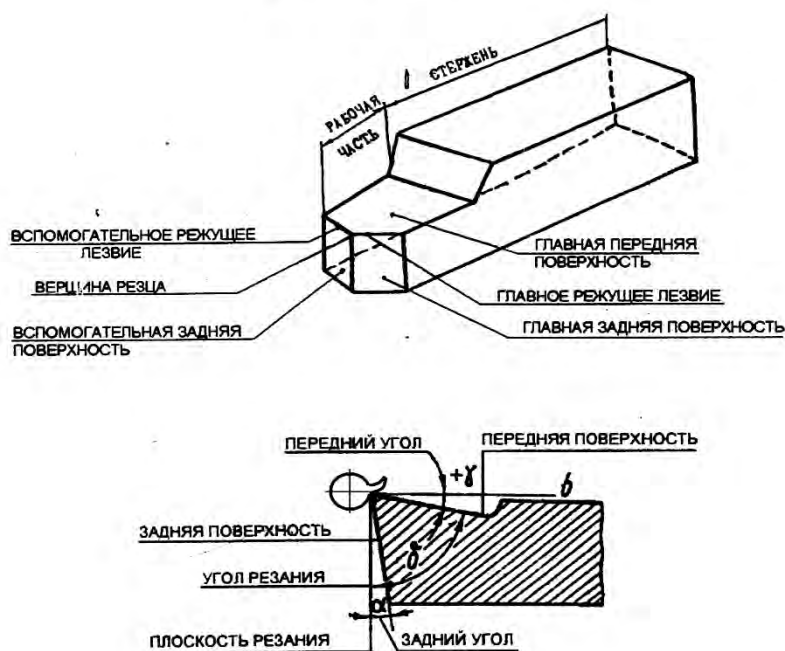


Рисунок 3.4 – Поверхности на обрабатываемой заготовке, координатные плоскости, геометрические параметры резца

К элементам резца относятся рабочие поверхности, кромки и углы. Рабочие поверхности образуются в результате заточки резца. К рабочим поверхностям относятся (рисунок 3.4, б):

- передняя, контактирующая в процессе резания со срезаемым слоем и стружкой;
- главная задняя, контактирующая с поверхностью резания;
- вспомогательная задняя поверхность, обращенная к обработанной поверхности.

Главная режущая кромка образуется пересечением передней и главной задней поверхностей. Она формирует большую сторону сечения срезаемого слоя.

Вспомогательная режущая кромка образуется пересечением передней и задней вспомогательных поверхностей. Она формирует меньшую сторону сечения срезаемого слоя.

Вершина резца – место сопряжения главной и вспомогательной режущих кромок.

Для определения углов резца установлены координатные и секущие плоскости: резания и основная, главная и вспомогательная секущая.

Плоскостью резания называют плоскость, касательную к поверхности резания и проходящую через главную режущую кромку резца перпендикулярно основной плоскости.

Основной плоскостью называют плоскость, параллельную направлению продольной и поперечной подач.

Главной секущей плоскостью называют плоскость, перпендикулярную к проекции главной режущей кромки на основную плоскость.

Углы резца, измеренные в главной секущей плоскости, называются главными.

Вспомогательной секущей плоскостью называют плоскость, перпендикулярную к проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

Углы резца, измеренные во вспомогательной секущей плоскости, называются вспомогательными.

К главным углам резца относятся главный задний угол, угол заострения, передний угол и угол резания (см. рисунок 3.4).

Главный задний угол α – угол между главной задней поверхностью резца и плоскостью резания.

Угол заострения β – угол между передней и главной задней поверхностями резца.

Передний угол γ – угол между передней поверхностью резца и плоскостью, перпендикулярной к плоскости резания.

Угол резания δ – угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания.

Между главными углами резца существуют следующие соотношения:

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ; \alpha + \beta = \delta,$$

а следовательно,

$$\delta + \gamma = 90^\circ.$$

Углы в плане измеряются в основной плоскости.

Главный угол в плане φ – угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи.

Вспомогательный угол в плане φ_1 – угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением, обратным направлению подачи.

Угол при вершине ε – угол между проекциями главной и вспомогательной режущих кромок на основную плоскость.



Содержание отчета

- 1 Цель работы.
- 2 Назначение и область применения токарного станка.
- 3 Виды работ, выполняемых на токарных станках, и виды инструментов, применяемых для их исполнения.
- 4 Упрощенные схемы токарного станка и назначение его основных узлов.

Контрольные вопросы

- 1 Инструмент, применяемый для обработки различных поверхностей.
- 2 Подразделение станков по степени универсальности.
- 3 Основные части токарных станков и их назначение.
- 4 Основные виды работ, выполняемых на токарных станках.
- 5 Виды движений при токарной обработке.

4 Лабораторная работа № 4. Обработка деталей на фрезерных станках

Цель работы: ознакомление с назначением фрезерных станков, устройством и действием их основных узлов.

Оборудование рабочего места: универсальный фрезерный станок модели Optimum VF20 Vario; заготовки для фрезерования плоскости; набор необходимого монтажного инструмента; измерительный инструмент.

4.1 Общие положения

4.1.1 Типы фрезерных станков. После станков токарной группы фрезерные являются наиболее распространенными металлорежущими станками.

Существуют различные типы фрезерных станков: консольно-фрезерные; продольно-фрезерные; фрезерные станки непрерывного действия; шпоночно-фрезерные; резьбофрезерные; копировально-фрезерные; специальные и др.

Консольно-фрезерные станки подразделяют на горизонтально-фрезерные, вертикально-фрезерные, универсально-фрезерные и широкоуниверсальные.

Главным движением служит вращение шпинделя (главного вала). По вертикальным направляющим станины может перемещаться консоль, осуществляя вертикальную подачу S_v , а по направляющим консоли – поперечные салазки, обеспечивая поперечную подачу S_n . Заготовку закрепляют на столе станка, который, перемещаясь по направляющим поперечных салазок, реализует продольную подачу S_{np} . Подвеска с подшипником служит для поддержания конца установленной в шпинделе станка длинной оправки с фрезой.



Вертикально-фрезерный станок устроен аналогично горизонтально-фрезерному, но ось шпинделя у него расположена вертикально. Фрезерование на этих станках осуществляют торцевыми и концевыми фрезами.

Универсально-фрезерный станок отличается от горизонтально-фрезерного только тем, что между поперечными салазками и столом расположена поворотная часть, благодаря которой стол может быть повернут в горизонтальной плоскости на необходимый угол. Это дает возможность нарезать на таком станке зубчатые колеса с винтовыми зубьями, винтовые зубья в зенкерах, развертках, фрезах и т. п.

4.1.2 Основные типы фрез. В зависимости от способа крепления фрез на станке различают фрезы концевые (рисунок 4.1, *д, е, и–н*) с коническим или цилиндрическим хвостовиком и насадные (рисунок 4.1, *а–г, ж, з, о–с*), имеющие отверстие и закрепляемые на оправке.

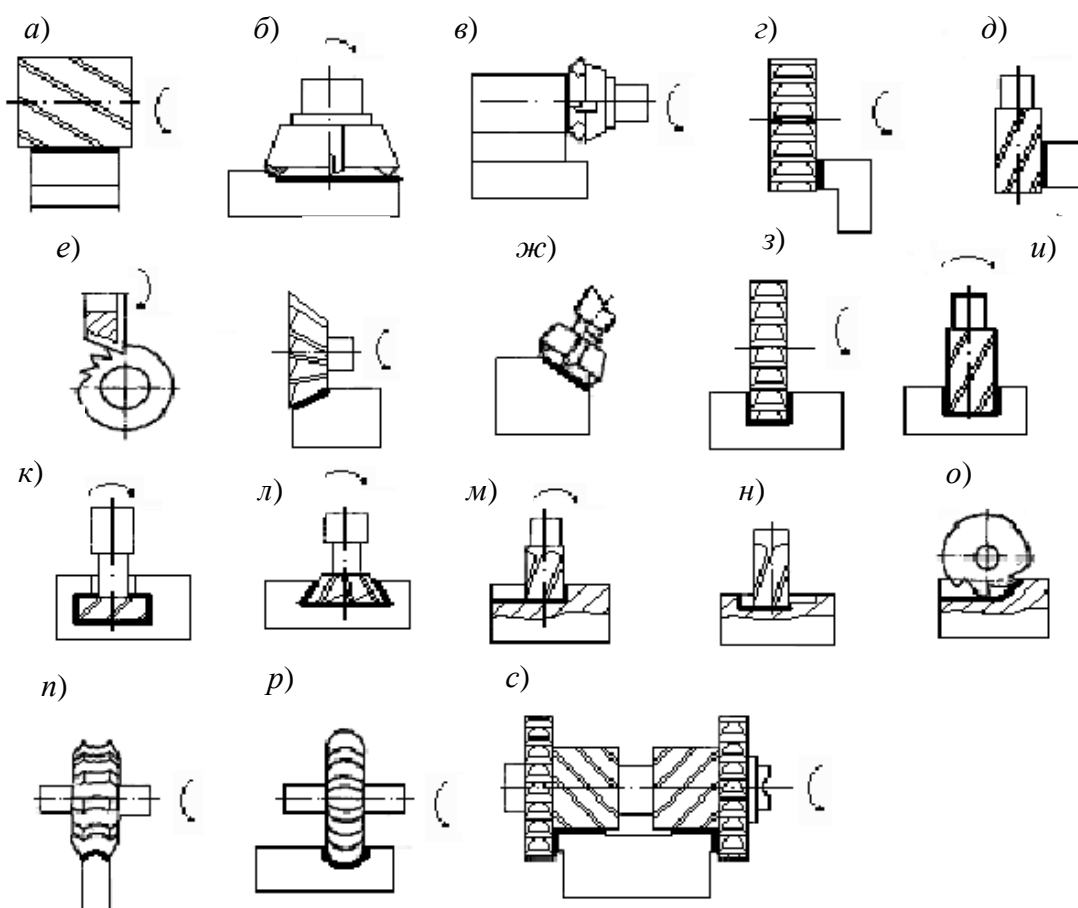


Рисунок 4.1 – Примеры работ, выполняемых на фрезерных станках

Концевые фрезы применяют для обработки пазов, плоскостей, фасонных поверхностей.

Цилиндрические фрезы имеют зубья только на цилиндрической поверхности и используются для обработки поверхностей. На рисунке 4.1, *а* изображена цилиндрическая сплошная фреза с винтовыми зубьями. Крупные цилиндриче-

ские фрезы изготавливают со вставными зубьями из быстрорежущей стали (см. рисунок 4.1, б, в, ж). Для фрезерования широких плоскостей применяют фрезы с разнонаправленными винтовыми зубьями (см. рисунок 4.1, с).

Торцевые фрезы имеют зубья на торце и боковой поверхности (см. рисунок 4.1, г, з, с) и только на торце (см. рисунок 4.1, б, в, ж). Их изготавливают цельными (см. рисунок 4.1, г, з, с) и со вставными зубьями и применяют для обработки поверхностей.

Дисковые фрезы (см. рисунок 4.1, е, з, о–р) применяют при фрезеровании прямолинейных пазов, канавок и плоскостей.

Отрезные и шлицевые фрезы – дисковые фрезы малой толщины, предназначенные для разрезания материалов и прорезания узких канавок.

Угловые фрезы (см. рисунок 4.1, е, л) с зубьями, расположенными на конической и торцевой поверхностях, используют для прорезания канавок углового профиля.

Фасонные фрезы (см. рисунок 4.1, н, р) находят применение при обработке деталей сложного, чаще криволинейного профиля.

Пальцевой фрезой нарезают зубья крупномодульных зубчатых колес.

4.1.3 Работы, выполняемые на фрезерных станках. Горизонтальные плоскости обрабатывают цилиндрическими фрезами (см. рисунок 4.1, а) на горизонтально-фрезерных станках либо торцевыми (см. рисунок 4.1, б) – на вертикально-фрезерных.

Вертикальные плоскости обрабатывают на горизонтально-фрезерных станках торцевыми или дисковыми фрезами и на вертикально-фрезерных – концевыми (см. рисунок 4.1, в–д).

Наклонные плоскости и скосы обрабатывают на горизонтально-фрезерных станках угловыми фрезами (см. рисунок 4.1, е) или на вертикально-фрезерных станках с поворотной головкой – торцевыми (см. рисунок 4.1, ж).

Прямоугольные пазы и уступы фрезеруют дисковыми фрезами на горизонтально-фрезерных станках или концевыми – на вертикально-фрезерных (см. рисунок 4.1, з, и).

Пазы Т-образные и типа «ласточкин хвост» фрезеруют на вертикально-фрезерном станке в два прохода. Сначала прорезают прямоугольный паз цилиндрической концевой фрезой, а затем фрезой соответствующего профиля (см. рисунок 4.1, к, л).

Шпоночные пазы открытые обрабатывают на горизонтально-фрезерных станках дисковыми фрезами (см. рисунок 4.1, о), а закрытые – на вертикально-фрезерных станках концевыми (см. рисунок 4.1, м) или специальными шпоночными фрезами.

Фасонные поверхности обрабатывают фасонными фрезами соответствующего профиля (см. рисунок 4.1, н, р).

Сложные поверхности часто фрезеруют набором фрез на горизонтально- и продольно-фрезерных станках (см. рисунок 4.1, с).



4.2 Назначение и устройство станка модели Optimum BF20 Vario

Настольный фрезерный станок Optimum BF20 Vario предназначен для вертикального фрезерования торцевыми, концевыми и шпоночными фрезами.

Станок Optimum BF20 Vario (рисунок 4.2) состоит из чугунного основания 1, стола с пазами для крепления деталей 2, рукоятки вертикального перемещения фрезерной головки 3, переключателя диапазона числа оборотов 4, ручки подачи 5, защитного щитка 6, за которым находится шпиндель, цифровой индикации перемещения шпинделя и инструмента 7, панели управления 8, микрометрической подачи шпинделя 9.

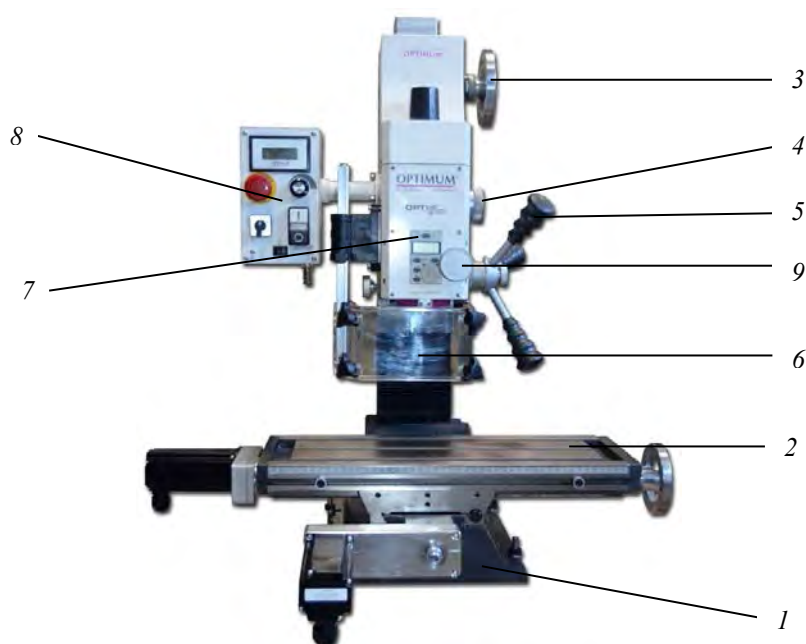


Рисунок 4.2 – Общий вид фрезерного станка модели Optimum BF20 Vario

При работе на фрезерном станке основными видами движения являются:

- главное движение – вращение шпинделя с фрезой;
- движение подач – продольное и вертикальное перемещения стола с заготовкой и горизонтальное перемещение шпиндельной бабки;
- вспомогательное движение – перемещения стола, шпиндельной бабки и вращение шпиндельной головки.

4.3 Назначение режимов резания

Режимы резания (глубина резания, подача и скорость резания) назначаются в зависимости от условий обработки в следующей последовательности.

1 Назначается *глубина резания* исходя из припуска на обработку (в данном случае t задается преподавателем).

2 Назначается *подача на зуб фрезы* S_z (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Подача на зуб фрезы при обработке серого чугуна концевыми фрезами из быстрорежущей стали

Глубина резания t , мм	S_z , мм/зуб, при диаметре фрезы D , мм		
	6	16	> 30
До 5	0,01...0,02	0,02...0,04	0,07...0,1
10	0,006...0,01	0,05...0,1	0,05...0,1

3 По глубине резания и подаче на зуб выбирается скорость резания V , м/мин, по таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Скорость резания при обработке серого чугуна концевыми фрезами из быстрорежущей стали

Глубина резания t , мм	V , м/мин, при подаче S_z , мм/зуб			
	до 0,02	0,04	0,06	0,1
До 5	34	30	27	25
10	27	24	22	20

4 По скорости V рассчитывается число оборотов фрезы (шпинделя) n , об/мин, по формуле

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D}, \quad (4.1)$$

где D – диаметр фрезы, мм;

V – табличная скорость резания, м/мин.

5 По найденному (расчетному) числу оборотов принимается число оборотов, имеющееся на станке, которое называется действительным, или фактическим (см. коробку скоростей на станке). Принято выбирать ближайшее меньшее к расчетному числу оборотов n или ближайшее большее, если расчетное число оборотов n отличается от него не более чем на 10 %.

6 По действительному числу оборотов n_d определяется действительная скорость резания:

$$V_D = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}. \quad (4.2)$$

7 Определяется минутная подача S_m , мм/мин, по формуле

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n, \quad (4.3)$$

где z – число зубьев фрезы;

S_z – подача на зуб, мм;

n – число оборотов фрезы.



8 По рассчитанной минутной подаче S_m выбирается действительная минутная подача S_{m0} (см. коробку подач на станке) так, как и число оборотов.

9 Определяется машинное время T_m по формуле

$$T_m = \frac{L \cdot i}{S_{ia}}, \quad (4.4)$$

где L – длина перемещения заготовки с учетом врезания и перебега, мм;

i – число проходов (в данном случае число проходов равно 1).

Длина перемещения заготовки определяется по формуле

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (4.5)$$

где l – длина обрабатываемой плоскости, мм;

l_1 – длина врезания, принимается равной половине диаметра фрезы, мм;

l_2 – длина перебега (выхода) фрезы, $l_2 = 2 \dots 3$ мм.

Содержание отчета

1 Цель работы.

2 Оборудование рабочего места (станок).

3 Характеристика детали:

марка материала СЧ18;

твердость 180 НВ;

длина обрабатываемой плоскости, мм _____;

ширина обрабатываемой плоскости, мм _____.

4 Характеристика режущего инструмента:

фреза концевая;

материал фрезы сталь Р6М5;

диаметр фрезы, мм _____;

число зубьев _____.

5 Схема станка.

6 Расчет режимов резания: n , n_0 , V , V_0 , S_m , S_{z0} .

7 Расчет машинного времени T_m .

Контрольные вопросы

1 Назначение фрезерных станков и их виды.

2 Основное отличие универсальных фрезерных станков (горизонтальных и вертикальных) от неуниверсальных.

3 Основные типы фрез.

4 Виды движений при фрезеровании.

5 Виды работ, выполняемых на фрезерных станках.

6 Основные узлы и принцип работы фрезерного станка модели Optimum BF20 Vario.



7 Основные режимы резания.

8 Величины, из которых складывается длина рабочего хода.

Список литературы

1 Технология конструкционных материалов : учебное пособие / А. Г. Схиртладзе [и др.]. – Старый Оскол : ТНТ, 2015. – 360 с.

2 Материаловедение и технологические процессы в машиностроении : учебное пособие / С. И. Богодухов [и др.] ; под общ. ред. С. И. Богодухова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 560 с.

3 **Афанасьев, А. А.** Технология конструкционных материалов : учебник / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. – Старый Оскол : ТНТ, 2017. – 656 с.

4 **Смолькин, А. А.** Тестовые задания по материаловедению и технологии конструкционных материалов: учебное пособие для вузов / А. А. Смолькин, А. И. Батышев, В. И. Безпалько; под ред. А. А. Смолькина. – Москва: Академия, 2011. – 144 с.

