

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Учреждение образования
«Витебский государственный технологический университет»

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лабораторный практикум
для студентов специальности
6-05-0714-02 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и
инструменты» дневной и заочно-сокращенной форм обучения

Витебск
2025

Составители:

В. В. Савицкий, С. М. Кузьменков

Одобрено кафедрой «Технология машиностроения»
УО «ВГТУ», протокол № 7 от 04.02.2025.

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом
УО «ВГТУ» протокол № 6 от 26.02.2025.

Технология конструкционных материалов : лабораторный практикум /
В. В. Савицкий, С. М. Кузьменков. – Витебск : УО «ВГТУ», 2025. – 94 с.

В лабораторном практикуме рассматривается порядок выполнения работ по изучению средств измерения линейных размеров деталей; литейного производства; обработки металлов резанием (точением, сверлением, фрезерованием), холодной листовой штамповки и сварки в пределах учебной программы дисциплины «Технология конструкционных материалов». Лабораторный практикум предназначен для студентов специальности 6-05-0714-02 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» дневной и заочно-сокращенной форм обучения.

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа 1. Изучение средств измерения линейных размеров деталей.....	4
Лабораторная работа 2. Характеристика литейного производства и литье в разовые формы.....	16
Лабораторная работа 3. Обработка заготовок на токарно-винторезных станках.....	26
Лабораторная работа 4. Обработка заготовок на сверлильных станках.....	38
Лабораторная работа 5. Обработка заготовок на фрезерных станках.....	48
Лабораторная работа 6. Холодная листовая штамповка.....	57
Лабораторная работа 7. Ручная дуговая сварка.....	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	74
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Пример оформления титульного листа.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Задания к лабораторной работе 2.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Задания к лабораторной работе 3.....	83
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Задания к лабораторной работе 4.....	86
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Задания к лабораторной работе 5.....	87
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Задания к лабораторной работе 6.....	88
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Задания к лабораторной работе 7.....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ И. Справочные данные.....	92

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

Изучение средств измерения линейных размеров деталей

1.1 Общие сведения о средствах измерения линейных размеров

Для контроля размеров при обработке деталей и сборке узлов в машиностроении и металлообработке в настоящее время применяют штангенциркули различной точности измерений, штангенглубиномеры, штангенрейсмасы, штангензубомеры, микрометры, механические приборы (микрокаторы, индикаторы), измерительные машины и другие измерительные инструменты.

Наибольшее распространение в цехах механической обработки деталей и сборки узлов и машин получили штангенинструменты, основной частью которых является штанга с нанесенной на них основной шкалой и рамка со специальной шкалой (нониусом), обеспечивающей требуемую точность измерения размеров. На рисунке 1.1 показан штангенциркуль ШЦ-I, обеспечивающий измерение размеров в пределах от 0 до 125 мм с точностью 0,1 мм. Точностью отсчета называют точность, достигнутую при производстве отсчета размера на данном приборе.

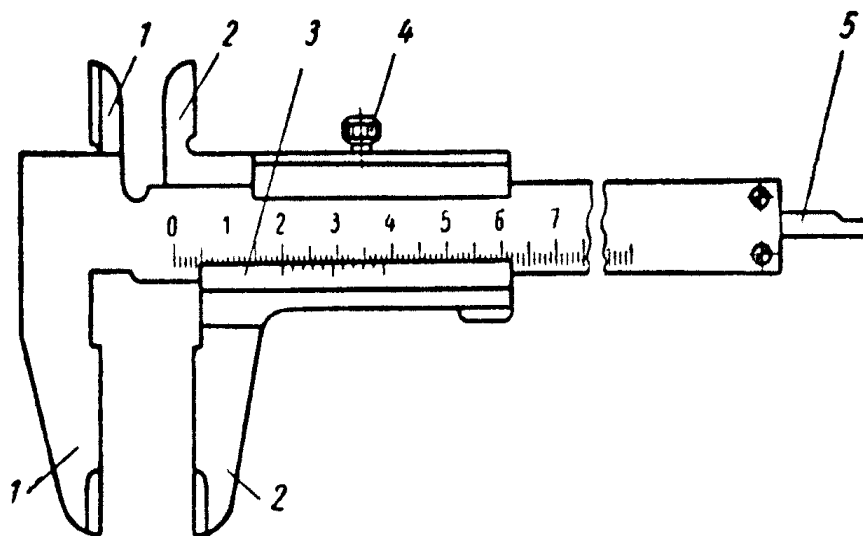


Рисунок 1.1 – Штангенциркуль ШЦ-I:

1 и 2 – губки с кромочными измерительными поверхностями (сверху) и плоскими измерительными поверхностями (внизу); 3 – рамка со шкалой нониуса; 4 – стопорный винт; 5 – глубиномер

Штангенциркуль ШЦ-I имеет двусторонне расположенные измерительные губки 1 и 2. Верхние губки применяют при измерении внутренних размеров, нижние губки (плоские) используют при измерении

наружных размеров деталей. Рамка со шкалой нониуса 3 может закрепляться зажимом 4 на штанге. Для измерения глубин служит глубиномер 5.

Аналогичные штангенциркули применяют для измерения размеров в пределах от 0 до 125 мм и от 0 до 150 мм с ценой деления шкалы нониуса 0,05 мм, 0,02 мм, с круговой (ШЦК) шкалой измерений и цифровым отсчетным устройством (ШЦЦ), обеспечивающими точность отсчета 0,01 мм (рис. 1.2 а, б). Тип ШЦК и ШЦЦ используют для измерения наружных и внутренних размеров, а также для измерения глубин пазов, отверстий и других элементов деталей.



Рисунок 1.2 – Штангенциркули:

а – с отсчетом по круговой шкале, б – с цифровым отсчетным устройством

Отсчетным устройством в штангенинструментах служит линейный нониус, который позволяет отсчитывать дробные доли интервала делений основной шкалы штангенинструмента.

Параметры нониуса и основной шкалы связаны определенными соотношениями. Такие зависимости позволяют производить расчет нониуса с заданной точностью и отсчеты по шкале с нониусом.

На рисунке 1.3 показан штангенциркуль ШЦ-П с двусторонним расположением измерительных губок 1 и 2. Нижняя пара служит для наружных и внутренних измерений. Верхняя пара губок имеет заострения и служит для разметки и для наружных измерений.

При измерении размеров для микрометрической подачи губки к измеряемой поверхности используют закрепляемый винтом 5 хомутик 6 и гайку 7, а также винт 8.

К отсчету по шкале с нониусом при измерении внутренних размеров следует прибавлять суммарную толщину двух губок, маркированную на них.

Кроме штангенциркуля типа ШЦ-П применяют штангенциркули ШЦ-П с односторонним расположением измерительных губок, которые используют для осуществления измерений наружных и внутренних размеров. Такие

измерительные инструменты выпускают с различными пределами измерений (до 2000 мм) с точностью отсчета по нониусу 0,05 или 0,1 мм.

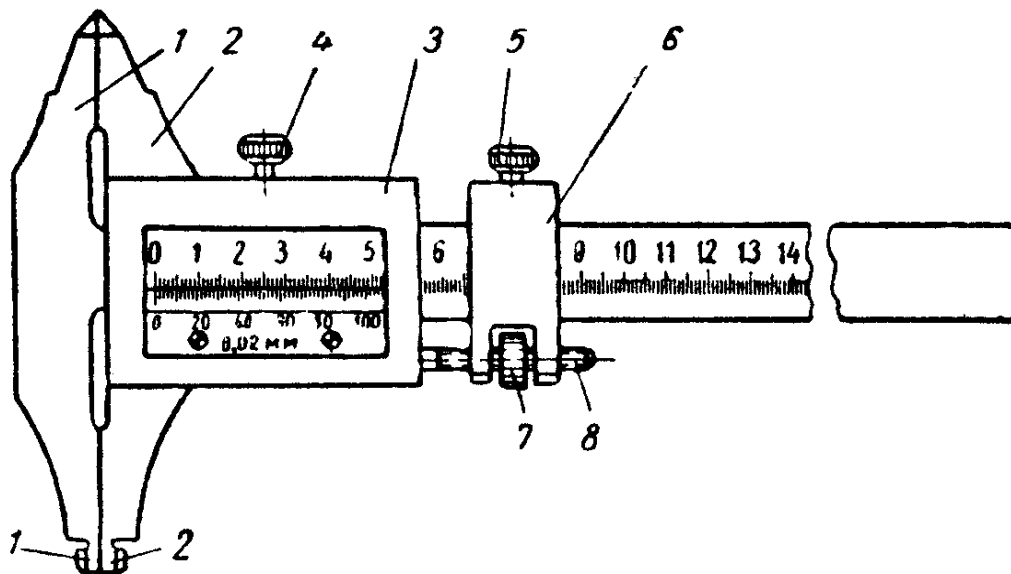


Рисунок 1.3 – Внешний вид штангенциркуля ШЦ-II:

- 1 и 2 – губки с кромочными (сверху), плоскими и круглыми (внизу) измерительными поверхностями; 3 – рамка со шкалой нониуса; 4 и 5 – стопорный винт; 6 – устройство тонкой установки рамки (хомутик); 7 – гайка; 8 – винт

Отсчет размеров при измерении штангенинструментами осуществляется следующим образом: по основной шкале определяют целое значение измеряемого размера в мм, затем по шкале нониуса определяют дробную часть деления основной шкалы. Для этого находят риску, совпадающую с риской на основной шкале. Отсчитывают количество рисок от нуля нониуса до риски нониуса, совпадающей с риской на основной шкале, и умножают на цену деления шкалы нониуса. Тогда сумма целой и дробной части размера дает истинное значение измеренного размера. Примеры отсчета размеров приведены на рисунке 1.4.

Погрешность показаний штангенциркулей с величиной отсчета по нониусу 0,05 мм не должна превышать $\pm 0,05$ мм, а с величиной отсчета 0,1 мм $\pm 0,1$ мм. При измерении размеров от 1000 до 2000 мм погрешность составляет обычно $\pm 0,2$ мм.

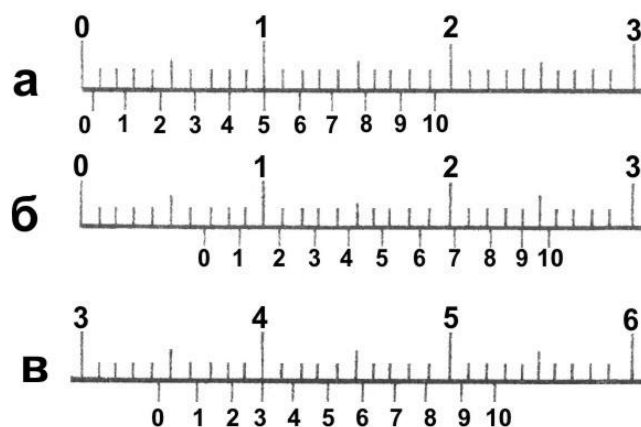


Рисунок 1.4 – Примеры выполнения отсчета размеров по шкале штангенинструмента:
а – 0,5 мм, б – 6,9 мм, в – 34,3 мм

Для измерения расстояний между плоскостями, глубин пазов, длин, глухих отверстий, высоты ступенчатых деталей используют штангенглубиномер (рис. 1.5).

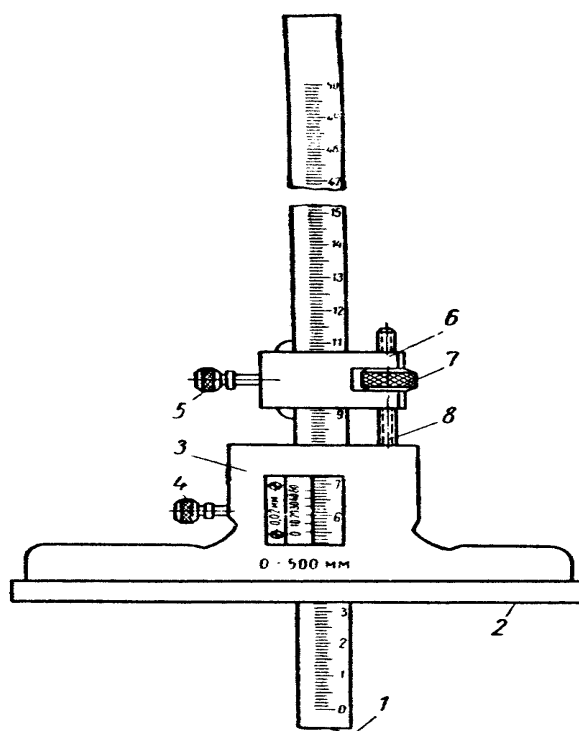


Рисунок 1.5 – Штангенглубиномер:
1 и 2 – измерительные плоскости; 3 – рамка с нониусом;
4, 5 – стопорный винт; 6 – хомутик; 7 – гайка; 8 – винт

Штангенглубиномер имеет измерительные плоскости 1 и 2. Рамка 3 включает нониус, может перемещаться по штанге и стопориться винтом 4. Для

микрометрической подачи рамки с нониусом используют хомутик 6, который перемещается с помощью гайки 7, установленной на винте 8. Стопорение хомутика осуществляется винтом 5.

Штангенглубиномеры изготавливают с индикаторным и микрометрическим отсчетными устройствами, обеспечивающими точность отсчета размеров 0,01 мм.

Для разметки, а также измерения наружных и внутренних размеров деталей широко применяют штангенрейсмас, общий вид которого и устройство представлены на рисунке 1.6. На приведенном рисунке показан инструмент с разметочной ножкой 2. Остальные части прибора имеют то же назначение, что и на приведенных ранее штангенинструментах. Для разметки деталь и штангенрейсмас должны быть установлены на общее основание (так называемую поверочную или разметочную плиту). Штангенрейсмасы изготавливают с отсчетным устройством в виде круговой шкалы и с электронным цифровым отсчетным устройством.

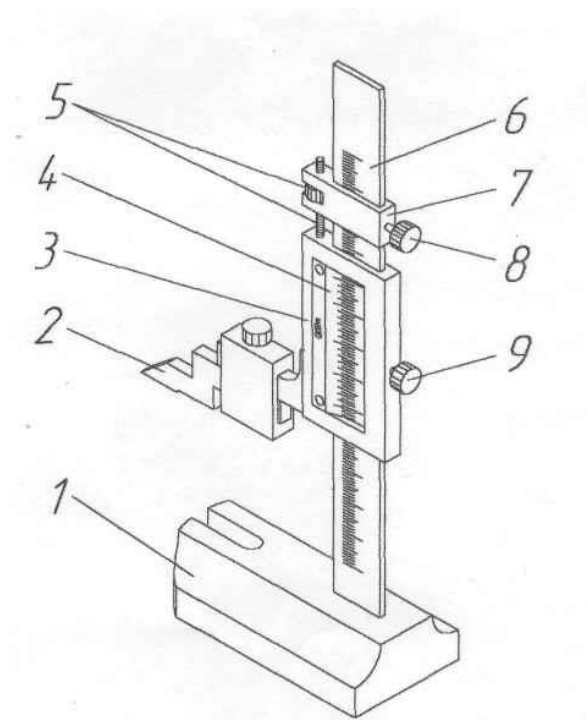


Рисунок 1.6 – Штангенрейсмас для разметки заготовок:

1– основание; 2 – разметочная ножка; 3 – рамка; 4 – нониус; 5 – винт и гайка микрометрической подачи; 6 – штанга; 7 – рамка микрометрической подачи; 8 – зажим рамки микрометрической подачи; 9 – зажим рамки

Измерение каждого размера штангенциркулями типа ЩЦ-II и штангенглубиномерами производится следующим образом: вначале измерительные поверхности инструмента и детали приводятся в неплотное соприкосновение. Затем при помощи винта 5 хомутик 6 стопорится (см. рис. 1.5), а при помощи гайки 7 и винта 8 осуществляется микрометрическая

подача рамки с нониусом до плотного соприкосновения измерительных поверхностей инструмента и поверхностей измеряемой детали.

После окончательной установки инструмента рамка 3 стопорится при помощи винта 4, и производится отсчет.

Для повышения точности измерения размеров деталей при их изготовлении на окончательных операциях обработки используют микрометрические инструменты. К ним относят микрометры, микрометрические глубиномеры и нутромеры.

На рисунке 1.7 показан микрометр с пределами измерения 0–25 мм.

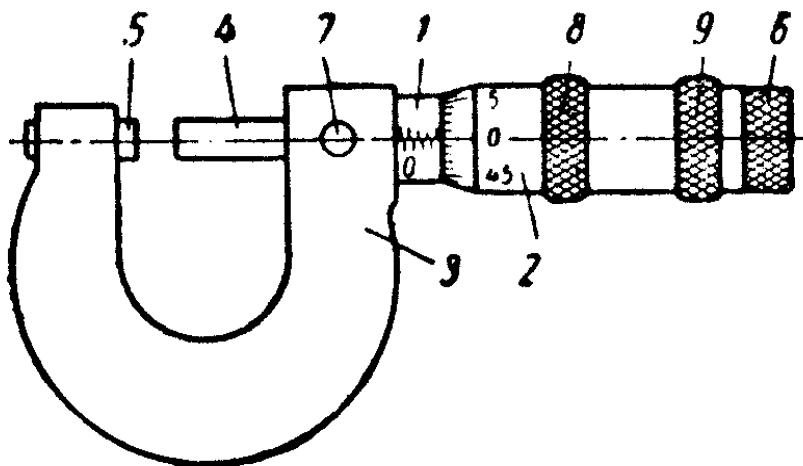


Рисунок 1.7 – Устройство микрометра с пределами измерения 0–25 мм:
1 – стебель; 2 – барабан; 3 – скоба; 4 – микровинт; 5 – пятка; 6 – трещотка;
7 – стопорный винт; 8 и 9 – накатные выступы

Микрометр состоит из стебля 1 с установленным на нем с возможностью вращения барабаном 2. Стебель запрессован в скобу 3, а барабан посредством резьбы связан с микровинтом 4. Пятка 5 запрессована в скобу. Измерительные поверхности пятки и микровинта используют при отсчете размеров. Перемещение микровинта при измерении размеров выполняют только с помощью трещотки 6, которая состоит из храпового колеса, тарированной пружины и шарика, опирающегося на храповое колесо. При вращении трещотки пружина создает одинаковое измерительное усилие со стороны микровинта на поверхность детали. Этим достигается воспроизводимость результатов измерений. Стопоре микровинта при измерениях осуществляют стопорным винтом 7. Накатные выступы 8 и 9 используют при проверке микрометра. Гайка является одновременно корпусом трещотки.

На рисунке 1.8 показан микрометр с пределом измерений 25–50 мм. Существуют также гладкие микрометры для наружных измерений с пределами измерений 50–75, 75–100 и так далее до 575–600 мм. Отличительной особенностью микрометров с пределами измерения более 25 мм является

наличие специальной цилиндрической установочной меры **a**, используемой для проверки микрометра и его настройки.

Микрометрические инструменты имеют два отсчетных устройства (см. рис. 1.9). Первое устройство состоит из шкалы на стебле с ценой деления 0,5 мм и указателя, которым является торец барабана 2. Второе отсчетное устройство состоит из шкалы с ценой деления 0,01 мм, нанесенной в виде рисок на конусной поверхности барабана 2, и указателя в виде продольного штриха на стебле 1.

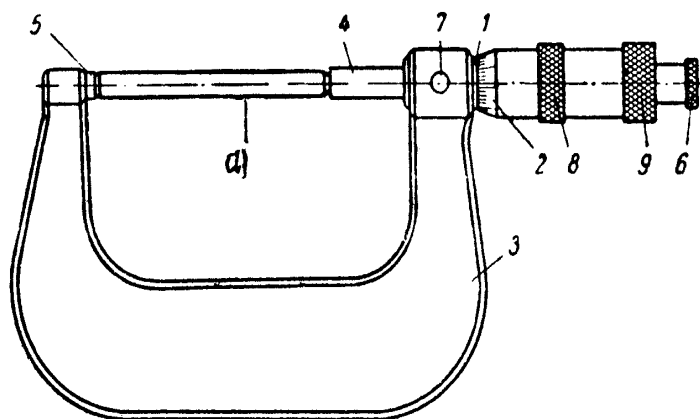


Рисунок 1.8 – Микрометр с пределами измерений 25–50 мм:
1 – стебель; 2 – барабан; 3 – скоба; 4 – микровинт; 5 – неподвижная пятка;
6 – трещотка; 7 – стопорный винт; 8 и 9 – накатные выступы

Шаг микровинта за один оборот барабана составляет 0,5 мм. Круговая шкала имеет 50 делений, поэтому поворот барабана на одно деление шкалы барабана будет соответствовать 0,01 мм.

Перед началом измерений производится проверка нулевой установки микрометра. Для микрометра с пределами измерений 25–50 мм, 50–75 мм и т. д. проверяется установка отсчета 25 мм, 50 мм и т. д.

При проверке микрометра с пределами измерений 0–25 мм, вращая микровинт правой рукой за трещотку, приводят в соприкосновение измерительные поверхности торцов микровинта 4 и пятки 5. При проверке микрометров с другими пределами измерений торцы микровинта и пятки доводят до соприкосновения с плоскопараллельной концевой мерой длины размером, равным нижнему пределу измерений, либо со специальной установочной цилиндрической мерой, входящей в комплект измерительного инструмента. После этого скошенный край барабана должен установиться так, чтобы штрих 0; 25; 50 мм и т. д. начального деления шкалы на стебле был полностью виден, а нулевое деление шкалы барабана 2 остановилось бы против продольного штриха на стебле 1. При неправильной установке следует изменить положение барабана 2 относительно микровинта путем настройки прибора.

Для этого необходимо, закрепив стопорным винтом 7 микровинт и придерживая левой рукой корпус барабана за накатный выступ 8, вращать правой рукой гайку 9, освобождая от микровинта корпус барабана. Затем поворачивают свободно сидящий на стебле корпус барабана так, чтобы нулевая установка восстановилась, и, придерживая корпус барабана за накатный выступ 8, снова зажимают микровинт с барабаном гайкой 9. Затем ослабляют стопорный винт, отворачивают барабан на два-три оборота, вращают барабан за трещотку до соприкосновения микровинта и пятки и проверяют нулевую установку.

В современных микрометрах барабан на стебле фиксируется с помощью стопорного винта, который можно отвернуть при помощи торцового ключа, входящего в комплект микрометра. Порядок настройки прибора на ноль аналогичен описанному выше.

Трещотное устройство обеспечивает измерительное усилие в пределах 500–800 г. Когда измерительное усилие начинает превышать установленную норму, головка трещотки проворачивается, и вращение микровинта прекращается.

Для получения измеряемого размера детали производят отсчет по двум отсчетным устройствам (на стебле и барабане) и суммируют их.

Пример отсчета показан на рисунке 1.9. Отсчет по микрометру будет равен $11,5 + 0,26 = 11,76$ мм. Этот порядок расчета неизменен для всех типов микрометрических инструментов.

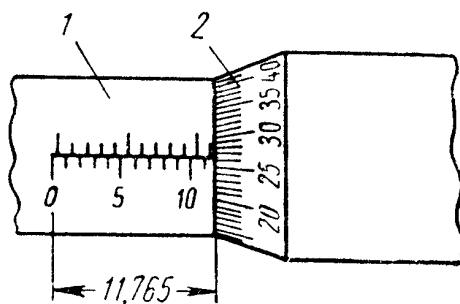


Рисунок 1.9 – Пример отсчета размера 11,76 мм по шкале микрометра:
1 – стержень; 2 – барабан

Для проведения контактных измерений относительным методом используют механические измерительные приборы. К ним относятся приборы с рычажной, зубчатой, рычажно-зубчатой, рычажно-винтовой и пружинной передачами, служащими для увеличения перемещения измерительного стержня прибора до величины, которая может быть отсчитана по шкале прибора.

Наибольшее распространение получили

- миниметры (приборы с рычажной передачей);
- нутромеры (приборы с рычажно-зубчатой передачей);

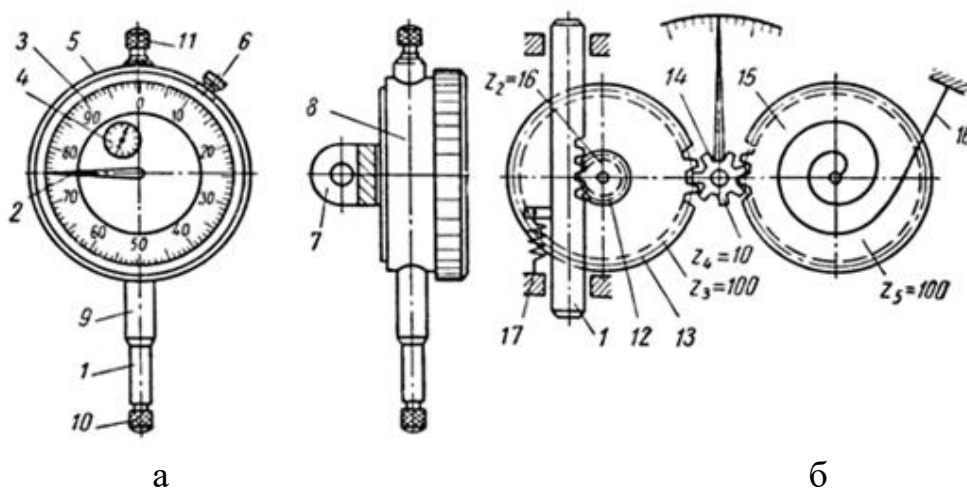
– рычажные скобы-пассаметры (приборы с рычажно-винтовой передачей);

– микрометры и оптикаторы (приборы с пружинной передачей).

Индикаторные измерительные головки с зубчатой и рычажно-зубчатой передачей имеют цену деления 0,01; 0,002 или 0,001 мм.

Рассмотрим индикатор часового типа с ценой деления 0,01 мм, который может использоваться как для относительных, так и для абсолютных измерений. При этом относительный метод более точен, т. к. сумма ошибки прибора в пределах одного оборота стрелки и ошибки размеров блока из измерительных концевых мер всегда меньше накопленной на нескольких оборотах погрешности.

На рисунке 1.10 (а и б) показан общий вид и принципиальная схема устройства индикаторной головки (индикатора часового типа). В индикаторе перемещение измерительного стержня 1 вызывает перемещение большой стрелки 2 по шкале 3 и перемещение малой стрелки по шкале 4. Шкала 4 является указателем поворотов, отсчитывающим целое число оборотов большой стрелки. Увеличение перемещения измерительного стержня производится с помощью зубчатой передачи (рис. 1.10, б).



1 – измерительный стержень; 2 – большая стрелка; 3 – шкала отсчета сотых долей мм;
4 – шкала указателя поворотов большой стрелки; 5 – ободок; 6 – стопорное устройство;
7 – ушко; 8 – корпус; 9 – гильза; 10 – измерительный наконечник; 11 – головка; 12 – малое
зубчатое колесо; 13 – большое зубчатое колесо; 14 – колесо большой стрелки; 15 – колесо;
16 – пружина; 17 – пружина для создания измерительного усилия

Рисунок 1.10 – Индикатора часового типа:
а – общий вид, б – схема устройства индикатора

На измерительном стержне нарезана зубчатая рейка. При измерении детали линейное перемещение измерительного стержня вызывает поворот малого 12 и большого 13 зубчатых колес, сидящих на одной оси.

Колесо 13 сцепляется с колесом 14, на оси которого закреплена большая стрелка индикатора. Малая стрелка указателя поворотов укреплена на оси колес 12 и 13. Передаточное отношение зубчатых колес выбрано таким образом, что одному обороту колеса Z_4 соответствует перемещение на одно деление стрелки указателя поворотов.

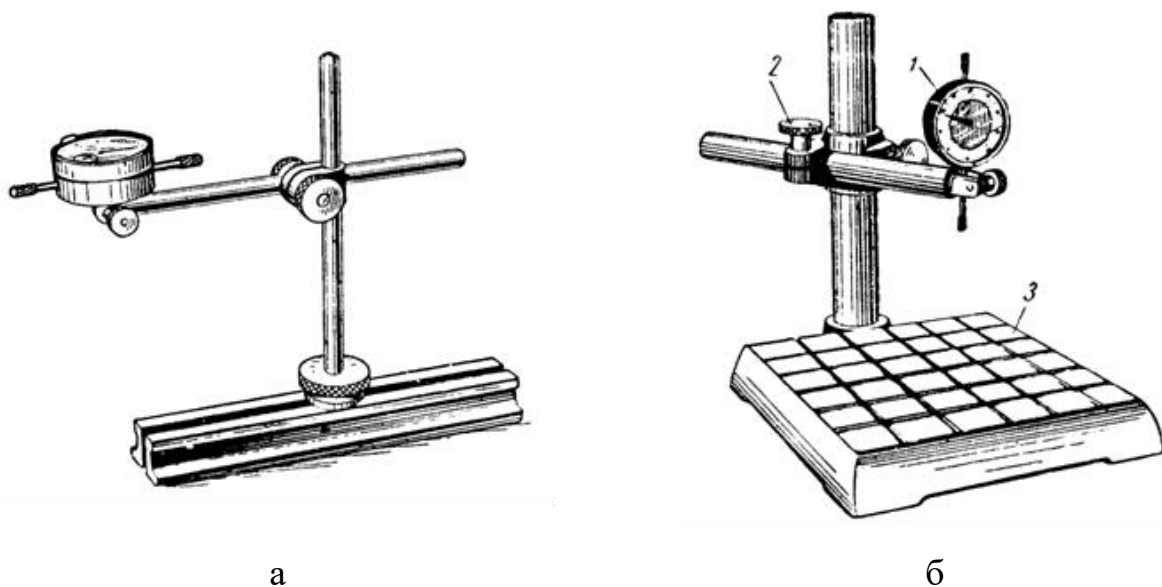
Колесо 15 и пружина 16 служат для устранения влияния бокового зазора в передаче при прямом и обратном ходе. Пружина 17 обеспечивает создание измерительного усилия (200 ± 80 г).

В индикаторе с ценой деления 0,01 мм поступательному перемещению стержня 1 на 0,01 мм соответствует перемещение большой стрелки 2 на одно деление шкалы 3.

Цена деления указателя оборотов равна 1 мм.

Шкала индикатора вместе с ободком 5 может поворачиваться относительно корпуса прибора так, что против большой стрелки прибора может устанавливаться любой штрих шкалы. Это необходимо для установки прибора в нулевое положение. Некоторые индикаторы снабжаются стопорным устройством 6 для предохранения поворота шкалы от случайного поворота.

Для работы индикатор укрепляют за гильзу 9 или ушко 7 в специальных стойках и штативах (рис. 1.11). Диаметр гильзы для всех индикаторов принят 8 мм.



1 – индикатор часового типа; 2 – стопорный винт; 3 – поверочная плоскость

Рисунок 1.11 – Оборудование для установки индикаторов:

а – стойка, б – штатив

Измерительный наконечник 10 завернут в торец измерительного стержня, который можно поднимать за головку 11.

Измерение при помощи индикатора с ценой деления 0,01 мм производят следующим образом.

Индикатор устанавливают в стойку. Шкалу 3 прибора (рис. 1.10 а) устанавливают на нуль. При измерении абсолютным методом измерительный наконечник прибора приводится в соприкосновение с поверхностью столика 3 или установочной меры (из набора концевых мер) так, чтобы большая стрелка сделала один-два оборота. Такой «натяг» необходим для того, чтобы в процессе измерений индикатор мог показывать как отрицательные так и положительные отклонения от номинального значения. При этом, однако, следует учитывать показания указателя поворотов 4.

Ободок 5 вместе со шкалой 3 поворачивают так, чтобы большая стрелка устанавливалась против штриха 0.

При измерении большая стрелка и стрелка указателя оборотов изменяют свое положение. Величина отклонения от первоначального положения определяется по шкале 3 и шкале указателя поворотов 4.

Целое число мм определяют по изменению показателя оборотов 4. Число сотых долей мм будет равно показанию по шкале 3. Для определения знака этого показания служит шкала указателя оборотов. Смещение ее указателя от начального положения показывает знак отклонения.

1.2 Порядок выполнения работы

1.2.1 Ознакомиться с содержанием лабораторной работы, изучить литературу из списка использованных источников по данной теме.

1.2.2 Получить деталь от преподавателя и выполнить её эскиз, указать буквами все размеры, которые могут быть измерены с помощью различных измерительных инструментов.

1.2.3 Составить таблицу, в которой буквами обозначить измеряемые размеры детали.

1.2.4 Измерить размеры детали с точностью, допускаемой применяемыми измерительными инструментами, и занести полученные значения в соответствующие столбцы таблицы.

1.2.5 Сделать выводы.

1.2.6 Оформить отчет по лабораторной работе, который должен включать титульный лист (пример оформления приведен в Приложении А) и содержание работы с расчетными схемами, эскизами, расчетными формулами и результатами.

1.3 Темы вопросов для подготовки к тестированию

1. Приборы, применяемые для контроля размеров в машиностроении.
2. Устройство штангенциркуля ШЦ-I.
3. Устройство штангенциркуля ШЦ-II.

4. Устройство штангенглубиномера.
5. Устройство штангенрейсмаса.
6. Устройство микрометра.
7. Названия узлов, из которых состоят указанные выше приборы.
8. Точность измерения размеров приведенными выше приборами.
9. Цена деления шкалы каждого прибора, пределы измерений.
10. Выполнить отсчет размеров по шкалам штангенциркулей.
11. Выполнить отсчет размеров по шкалам микрометра.

1.4 Параметры тестирования

Количество вопросов – 20. Время на тест – 12 минут. Оценка результатов тестирования приведена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Оценка результатов тестирования

Количество правильных ответов	Оценка
20	9
19	8
18	7
16–17	6
14–15	5
11–13	4
8–10	3
5–7	2
1–4	1
0	0

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Характеристика литейного производства и литье в разовые формы

Литейное производство является одной из важнейших отраслей машиностроения. В машинах и промышленном оборудовании доля литых деталей в среднем составляет 50 %, в металлорежущих станках, молотах, прессах, компрессорах – 75–85 %.

Литейным производством называется технологический процесс изготовления литых заготовок путем заливки жидкого металла в специальную форму с последующим затвердеванием в ней металла. При этом наружные контуры отливки определяются внутренней полостью формы, а внутренние – стержнями, представляющими собой фасонные вставки.

Заливка металла осуществляется через систему каналов, называемых литниковой системой, которая формируется одновременно с литейной формой.

В зависимости от кратности использования, все литейные формы делятся на разовые (песчаные или керамические), которые рассчитаны на одну заливку металлом и всегда разрушаются при извлечении из них отливок, и постоянные (металлические), рассчитанные на получение сотен, тысяч, иногда десятков тысяч отливок.

Литье в песчаные формы получило наиболее широкое распространение из-за простоты изготовления формы и возможности получить отливки любой конфигурации и массы с достаточно высокими механическими свойствами.

В последнее время преобладают песчаные формы и стержни, изготавливаемые из жидких самотвердеющих смесей (ЖСС) и холоднотвердеющих смесей (ХТС), которые вытесняют традиционные песчано-глинистые смеси.

Смеси ЖСС и ХТС позволили решить целый ряд вопросов:

- механизировать процесс изготовления форм и стержней даже в мелкосерийном и индивидуальном производстве, ликвидировав тяжелый ручной труд формовщиков и стерженщиков;
- значительно улучшить санитарно-гигиенические условия работающих в литейных цехах, ликвидировав пыль, шум, вибро- и другие нагрузки, а также целый ряд длительных и энергоемких технологических операций;
- физико-механические свойства этих смесей (прочность, газопроницаемость, пластичность и др.) намного выше, чем у песчано-глинистых, что обеспечивает получение более качественных отливок с повышенной размерной точностью.

Для изготовления разовой песчаной формы необходимы: *модельный комплект, опоки, формовочные и стержневые смеси, формовочный инструмент.*

Процесс получения отливок включает следующие этапы:

- анализ технологичности детали и на его основе выбор плоскости разъема, назначение припусков на механическую обработку поверхностей и

формовочных уклонов на поверхности, перпендикулярные к поверхности разъема; выполнение чертежа отливки;

- проектирование и расчет размеров модели с учетом линейной усадки материала, выбор размеров знаковых частей для стержней, позволяющих получить в отливках отверстия и полости;

- расчет стержней для получения отверстия в отливке и разработка стержневых ящиков;

- расчет литниковой системы;

- изготовление оснастки для формования модели;

- формование модели, стержней, сборка формы;

- заливка формы расплавленным металлом, охлаждение отливки, выбивка отливки из формы, обрубка литниковой системы, очистка отливок.

При выполнении каждого этапа руководствуются требованиями ГОСТ 26645 [1] и ГОСТ 3.1125 [2].

Для выполнения первого этапа используют чертеж готовой детали. В условиях мелкосерийного и индивидуального производства чертеж готовой детали совмещают с чертежом отливки. На рисунке 2.1 для примера показан фрагмент чертежа детали, отливку которой следует изготовить.

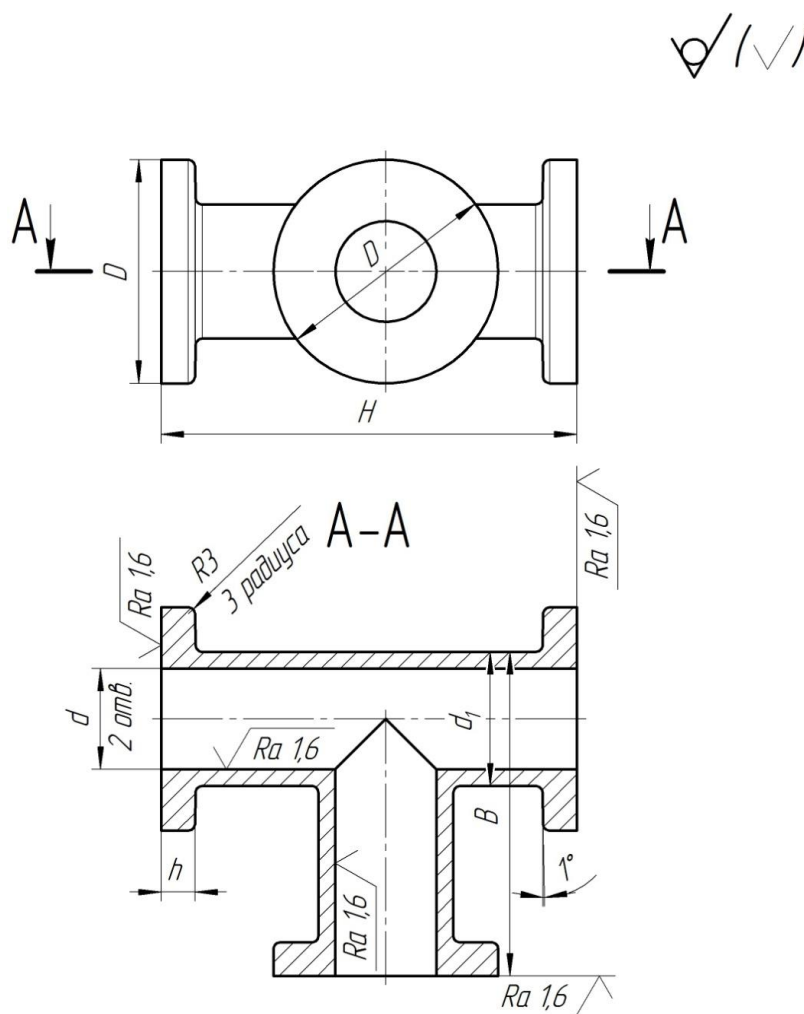


Рисунок 2.1 – Фрагмент чертежа детали

При выборе плоскости разреза необходимо, чтобы:

- модель после формовки извлекалась из формы без нарушения целостности отпечатка;
- отливки деталей цилиндрической формы изготавливались в вертикальном положении;
- базовые поверхности не пересекались плоскостью разреза;
- наиболее ответственные части детали располагались в нижней полуформе.

Плоскость разреза на чертеже детали в соответствии с [2] обозначают линией, толщина которой равна двойной толщине основной линии чертежа и заканчивается с обеих сторон знаком «X». Пример обозначения плоскости разреза показан на рисунке 2.2.

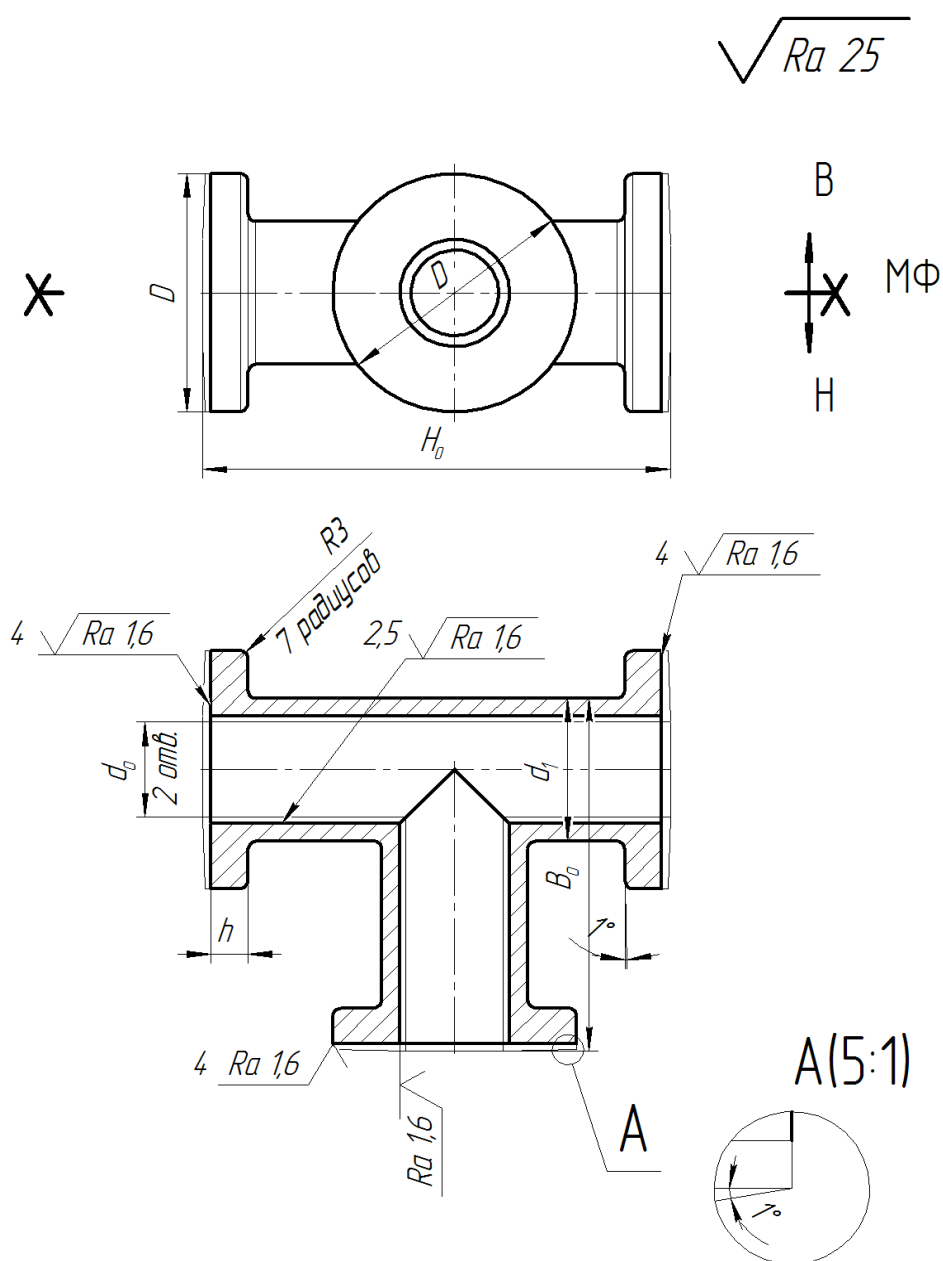


Рисунок 2.2 – Совмещенный чертёж детали-отливки

После выбора плоскости разъема на обрабатываемые поверхности детали назначают припуски на механическую обработку. Обрабатываемые поверхности на чертежах деталей указывают знаком, который характеризует высоту неровностей после обработки, выражаемую в мкм (микрометрах), например, $\sqrt{Ra\ 12,5}$. Величина припуска зависит от различных параметров. В учебных целях для отливок из серого чугуна, который используют при изготовлении приведенной на рисунке детали, припуски на обработку нижних и боковых поверхностей назначают в пределах 2–3,5 мм, верхних – 2,5–6 мм. Величина припуска откладывается перпендикулярно обрабатываемой поверхности и указывается рядом со знаком, обозначающим шероховатость. Кроме этого, на поверхности, перпендикулярные плоскости разъема, поверх припусков назначают формовочные уклоны, которые улучшают условия извлечения модельной оснастки из формовочной смеси после формования. Величина уклонов приведена в таблице 2.1 [3].

Таблица 2.1 – Формовочные уклоны

Материал модели	Измеряемая высота поверхности модели, мм				
	До 20	20–50	50–100	100–200	200–300
Деревянная	3°	1°30′	1°	0°45′	0°30′
Металлическая	1°30′	1°	0°45′	0°30′	0°30′

На рисунке 2.2 показан совмещенный фрагмент чертежа деталь-отливка с нанесёнными припусками и формовочными уклонами.

Таким образом, отливка отличается от детали на величину припусков на механическую обработку и формовочных уклонов. Кроме этого, на поверхности, которые невозможно получить в отливке, назначают так называемые технологические напуски в виде дополнительного слоя металла, которые упрощают конфигурацию отливок. Сопрягаемые поверхности в отливке скругляются радиусами закруглений, которые могут быть назначены конструктивно в пределах 2–5 мм.

При выполнении проектирования модели используют чертеж отливки. В качестве материала модели в примере используют дерево. Размеры модели отличаются от размеров отливки. Это обстоятельство связано с тем, что при кристаллизации в форме вследствие усадки объем металла уменьшается. Коэффициент усадки позволяет учесть изменение объема и размеров отливки вследствие полиморфных превращений, происходящих при кристаллизации жидкого расплава и в твердом состоянии и связанных с изменением типа кристаллической решетки. При расчете размеров модели необходимо учитывать коэффициент линейной усадки, который зависит от марки сплава. Для отливок из серого чугуна коэффициент линейной усадки составляет 0,8–1,2 %, для стали – 1,5–2,5 % и т. д.

Контуры модели повторяют контуры отливки (рис. 2.3). Размеры модели должны быть увеличены на величину коэффициента усадки. В местах, где в

отливке имеются полости или отверстия, на модели выполняют знаковые части. На эти знаки впоследствии после формовки устанавливают стержни, которые обеспечивают получение отверстий и полостей.

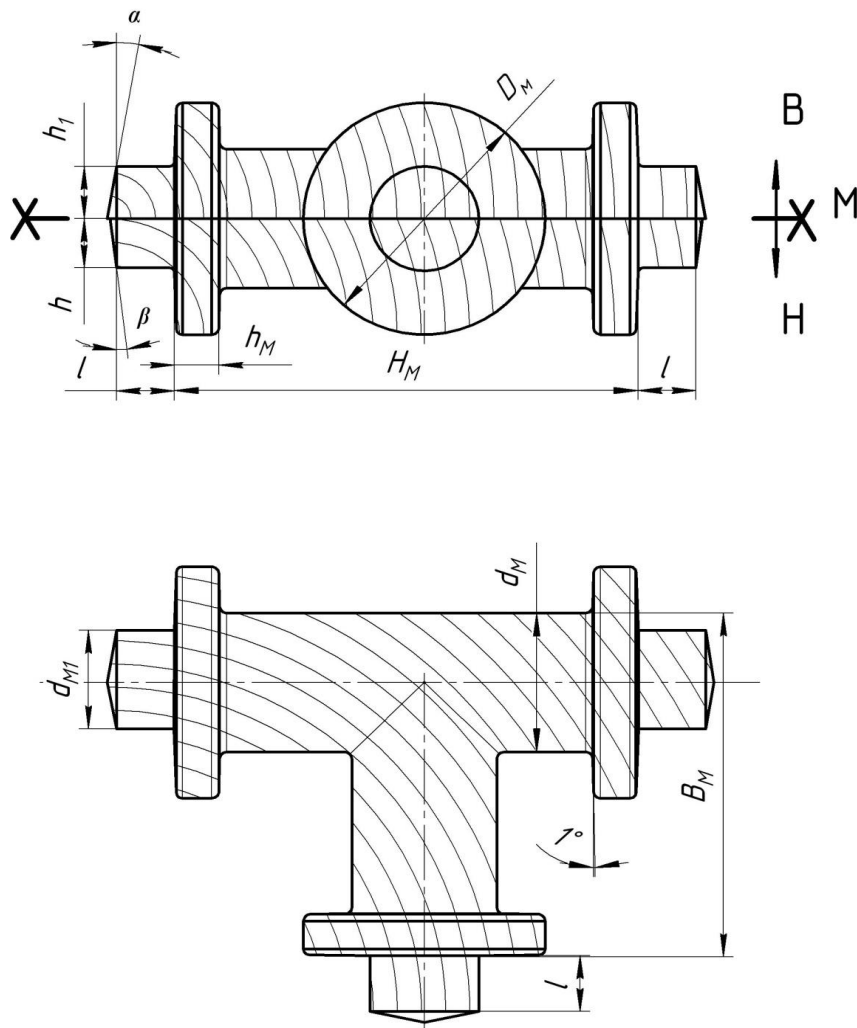


Рисунок 2.3 – Фрагмент чертежа модели

В зависимости от расположения в форме, стержни бывают горизонтальными и вертикальными [3]. В таблице 2.2 приведены длины знаковых частей горизонтальных стержней, которые зависят от диаметра и длины стержня.

Таблица 2.2 – Длина знаковых частей горизонтальных стержней

Диаметр стержня, мм	Длина стержня, мм			
	До 50	50–300	300–500	500–750
До 25	15	25	40	–
25–50	20	30	45	60
50–100	25	35	50	70
100–200	30	40	55	80
200–300	–	50	60	90

В таблице 2.3 приведены высоты вертикальных стержневых знаков. Уклоны на знаковых частях обычно составляют $\alpha = 7^\circ$; $\beta = 10^\circ$ и зависят от материала модели.

Таблица 2.3 – Высоты вертикальных стержневых знаков

Диаметр стержня, мм	Длина стержня, мм			
	До 50	50–150	150–300	300–500
До 25	20	25	—	—
25–50	20	40	60	70
50–100	25	35	50	70
100–200	30	30	40	60
200–300	35	35	40	50

На рисунке 2.4 показан эскиз стержня, используемого для получения отверстия в отливке, на рисунке 2.5 приведена нижняя половина стержневого ящика для формования стержня. Размеры стержня должны обеспечить его установку на знаковые части с некоторыми технологическими зазорами, которые гарантируют сборку формы после установки стержней.

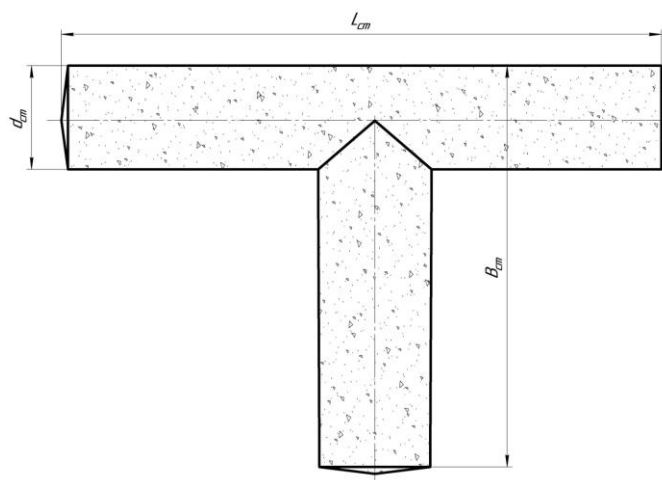


Рисунок 2.4 – Эскиз стержня для формования отверстия в отливке

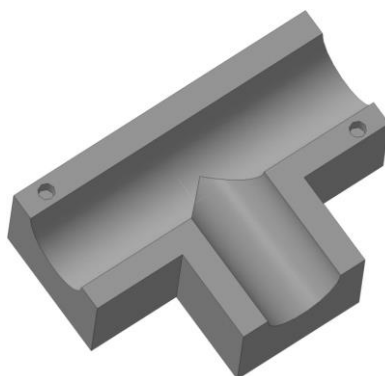


Рисунок 2.5 – Половина стержневого ящика для изготовления стержня

Для заливки металла в форму используют систему каналов, называемую литниковой системой. В состав литниковой системы входят: литейная чаша, стояк, шлакоуловитель, питатель (питатели), выпор и прибыль.

Полный расчет элементов литниковой системы производится в курсе «Проектирование и производство заготовок». В общем случае используется принцип торможения, суть которого сводится к уменьшению площади поперечного сечения каждого последующего канала. Использование принципа позволяет поддерживать чашу при заливке постоянно полной, а также обеспечивает плавное заполнение полости формы, гарантирующее получение качественных отливок.

Чаша предназначена для приема расплавленного металла.

Стояк – вертикальный канал для подачи металла к шлакоуловителю.

Шлакоуловитель предназначен для отделения шлака и неметаллических включений из жидкого металла.

Питатель – горизонтальный канал для подачи расплавленного металла в полость формы.

Выпор (выпоры) выполняют на максимально удаленных от поверхности разъема частях отливки (формы). Он предназначен для удаления газов при заливке из металла, наблюдения за процессом заливки металла и для компенсации усадки при остывании металла.

После проведения необходимых расчетов изготавливают модель, стержневые ящики, модели элементов литниковой системы, опоки (ящики) для удержания смеси, подбирают необходимые инструменты для формовки, производят подготовку формовочных материалов.

Изготовление разовой литейной формы ручным способом по разъемной модели осуществляется в следующей последовательности (рис. 2.6–2.8):

1. Нижнюю половину модели 4 (рис. 2.6), имеющую центрирующие отверстия, устанавливают плоскостью разъема на подмодельную плиту 5; на неё устанавливают также модель питателей 7 и нижнюю опоку 1 с отверстиями 6. Затем модель припудривают графитом (или тальком) для предотвращения прилипания формовочной смеси к поверхности модели.

На поверхность модели вначале наносят облицовочную формовочную смесь толщиной 20–30 мм и уплотняют ее руками вокруг всей модели. Остальной объем опоки засыпают слоями наполнительной смеси 2, каждый из которых уплотняют ручной трамбовкой. Излишек смеси выше края опоки срезают линейкой. Затем душником накалывают вентиляционные каналы 3.

2. Нижнюю опоку переворачивают на 180° и устанавливают разъемом вверх на подготовленное место либо на подмодельную плиту (рис. 2.7). На нижнюю половину модели на центрирующие шипы устанавливают верхнюю половину модели 8, модели элементов литниковой системы, к которым относятся выпоры 9, шлакоуловитель 10, стояк 11, чаша 12.

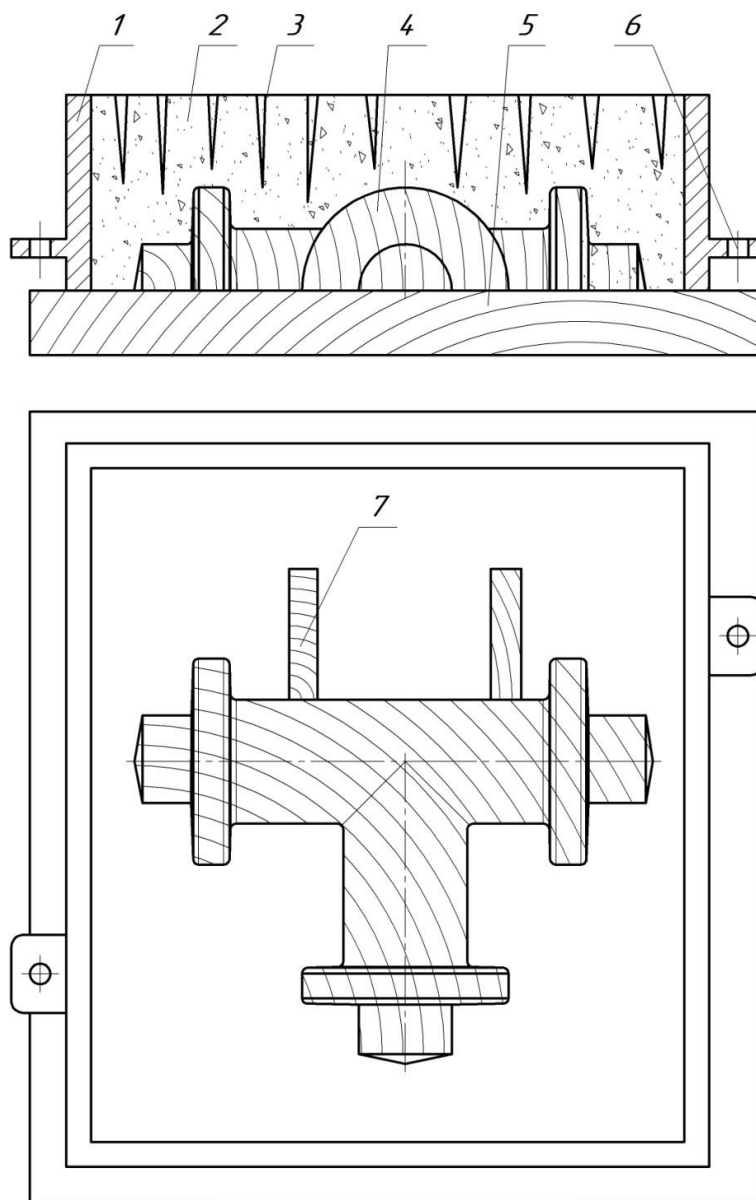


Рисунок 2.6 – Изготовление нижней половины разовой формы (на виде сверху формовочная смесь условно не показана)

Затем верхнюю опоку 13 устанавливают на нижнюю опоку по центрирующим штырям 17. Поверхность формы посыпают тонким слоем графита (талька). Набивка верхней полуформы осуществляется в том же порядке, что и нижней полуформы. После набивки формовочной смеси 14 душником накалывают отверстия 15 для удаления газов.

3. Модель и элементы литниковой системы извлекают из формовочной смеси. Для этого модели чаши, стояка и выпоров слегка раскачивают и удаляют из верхней полуформы. Верхнюю полуформу снимают, поворачивают на 180° разъемом вверх. Затем из верхней и нижней полуформ удаляют половины моделей и модель шлакоуловителя и питателей. Обе полуформы тщательно проверяют и припыливают серебристым графитом (или окрашивают противопригарной краской) с целью получения чистой поверхности на отливке.

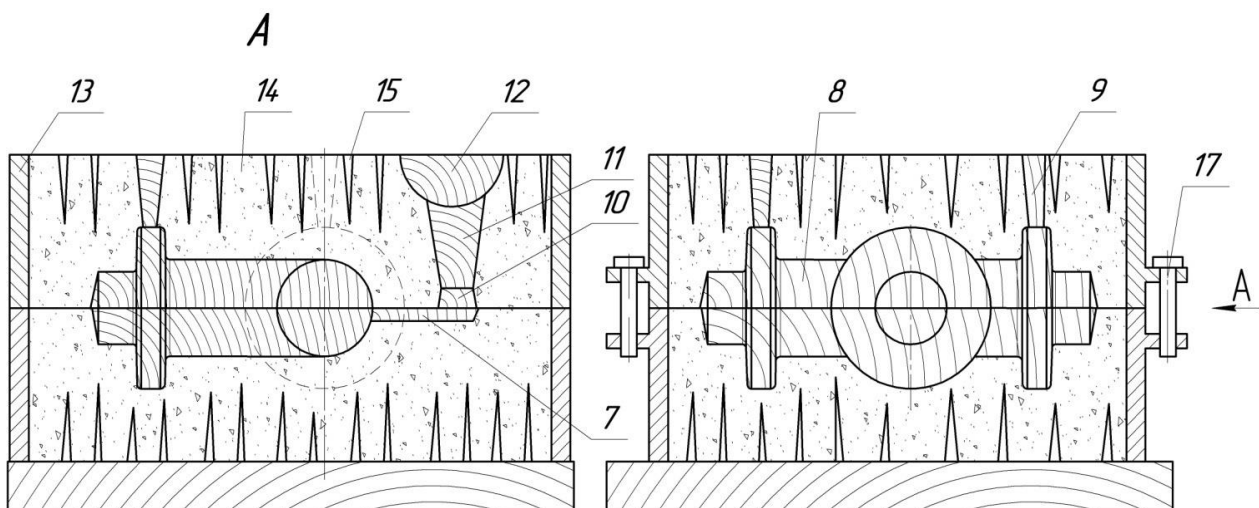


Рисунок 2.7 – Набивка верхней части формы

4. В стержневом ящике изготавливают стержень. После его сушки стержень 18 устанавливают на знаковые части нижней полуформы. Затем по центрирующим штырям верхнюю полуформу устанавливают на нижнюю полуформу (рис. 2.8). Перед заливкой полуформы скрепляют скобами или на верхнюю полуформу устанавливают груз (гнёт) для предотвращения подъема верхней полуформы газами или жидким металлом.

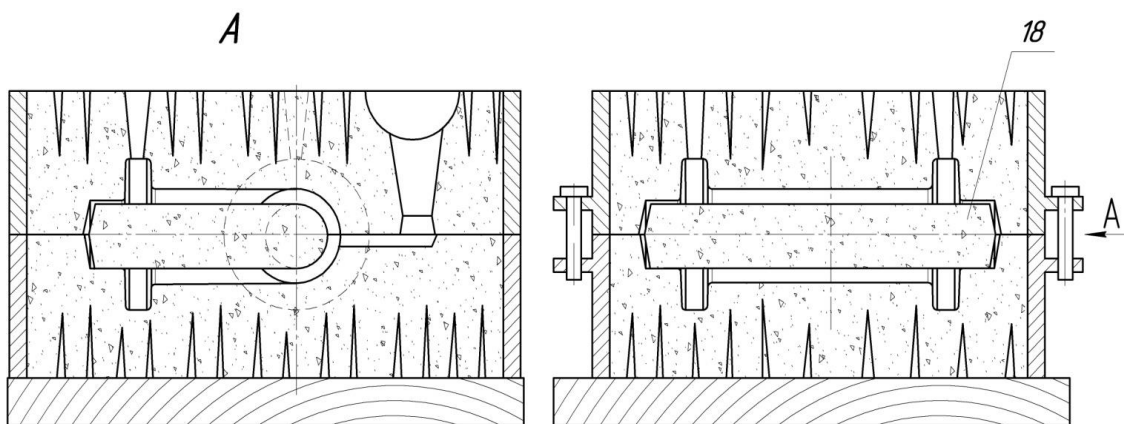


Рисунок 2.8 – Литейная форма в сборе

5. Производят заливку расплавленного металла через каналы литниковой системы (чашу, стояк, шлакоуловитель и питатели).

6. После кристаллизации металла в форме и охлаждения отливки её извлекают из опок, при этом формовочную смесь разрушают. Затем отрубают элементы литниковой системы, удаляют стержни и производят очистку отливок.

2.1 Порядок выполнения работы

2.1.1 Изучить содержание лабораторной работы и литературу из списка использованных источников по данной теме.

2.1.2 На практике изучить элементы модельного комплекта, устройство оснастки и инструменты для формовки.

2.1.3 Выполнить основные технологические операции формовки нижней и верхней полуформ. Изготовить стержень. Собрать литейную форму и подготовить ее к заливке.

2.1.4 По заданному чертежу детали (варианты в приложении Б) выполнить:

- эскиз отливки, совмещенный с чертежом детали с обозначением поверхности разъема, припусков и уклонов, размеров отливки;
- эскиз модели с расчетом необходимых для её изготовления размеров;
- эскиз стержня и стержневого ящика для его изготовления;
- описать основные этапы изготовления и выполнить эскиз собранной литейной формы с обозначением всех ее элементов.

2.1.5 Оформить отчет установленной формы.

2.2 Темы вопросов для подготовки к тестированию

- | | |
|--|--|
| 1. Припуск. | 21. Стояк. |
| 2. Литейные свойства металлов. | 22. Шлакоуловитель. |
| 3. Жидкотекучесть. | 23. Питатель. |
| 4. Усадка. | 24. Выпор. |
| 5. Модель. | 25. Требования к формовочным смесям. |
| 6. Прибыль. | 26. Твердость. |
| 7. Назначение элементов литниковой системы. | 27. Пластичность. |
| 8. Плоскость разъема (правила выбора). | 28. Податливость. |
| 9. Отливка. | 29. Газопроницаемость. |
| 10. Деталь. | 30. Огнеупорность. |
| 11. Формовочный уклон. | 31. Прочность. |
| 12. Стержень. | 32. Чугун. |
| 13. Стержневой знак. | 33. Сталь. |
| 14. Опока. | 34. Коэффициент усадки сталей. |
| 15. Формовочная смесь. | 35. Коэффициент усадки чугунов. |
| 16. Стержневой ящик. | 36. Последовательность разработки чертежа литой заготовки. |
| 17. Модельный комплект, его состав и назначение элементов. | 37. Последовательность изготовления нижней полуформы. |
| 18. Подмодельная плита. | 38. Последовательность изготовления верхней полуформы. |
| 19. Литниковая система. | 39. Сборка формы. |
| 20. Чаша. | |

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Обработка заготовок на токарно-винторезных станках

3.1 Назначение и устройство токарно-винторезного станка 16К20

Токарно-винторезный станок 1К62 (и его модификации 16К20, 1Д620, 16Д20, 16П20 и др.) предназначен для точения деталей цилиндрической формы, при обработке деталей, имеющих поверхности вращения, а также для нарезания резьбы в условиях единичного и мелкосерийного производства.

Общий вид станка 16К20 показан на рисунке 3.1.

Основными узлами станка являются: передняя и задняя тумбы, на которых установлена станина станка. На станине, в которой размещена коробка подач, закреплена передняя бабка с коробкой скоростей. На направляющих станины установлен суппорт, перемещающийся в продольном направлении. Верхние салазки суппорта позволяют перемещать резцедержатель в поперечном направлении. Переднюю часть суппорта называют фартуком. По направляющим станины перемещается также задняя бабка.

Станина станка коробчатой формы с поперечными П-образными ребрами имеет две призматические направляющие. Передняя направляющая служит для перемещения суппорта, задняя – для перемещения задней бабки.

Передняя бабка служит для размещения коробки скоростей, с помощью которой может изменяться частота вращения шпинделя.

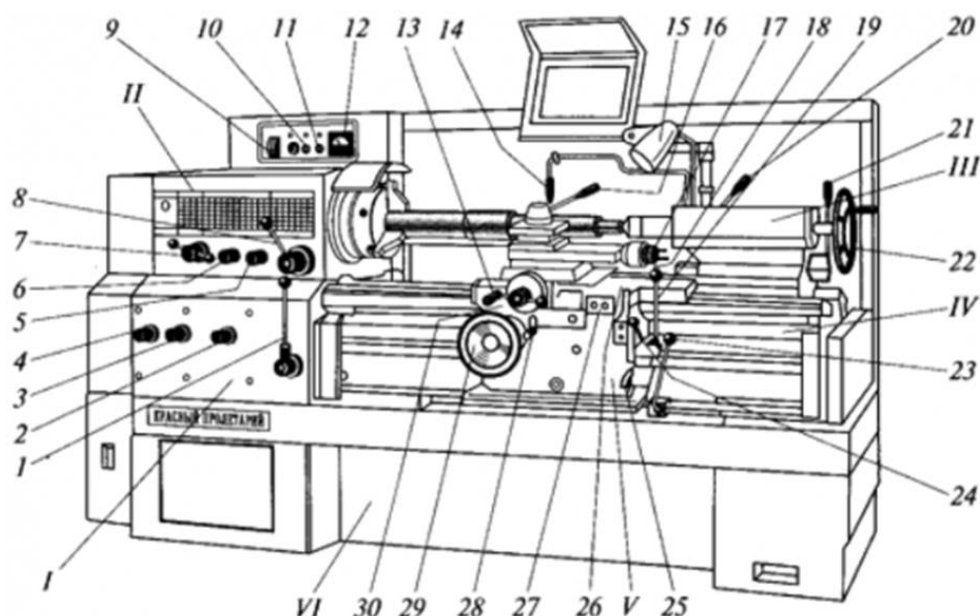
Механизм коробки подач получает движение от коробки скоростей и позволяет получить все предусмотренные ГОСТ виды резьбы и необходимые подачи.

Фартук позволяет осуществлять перемещение суппорта в продольном направлении и верхних салазок – в поперечном. При этом управление осуществляется одной рукояткой, расположенной на правой стороне суппорта, а включение рукоятки в определенное положение совпадает с направлением перемещения суппорта и верхних салазок. Быстрое перемещение суппорта в различных направлениях осуществляется дополнительным нажатием кнопки, встроенной в указанную выше рукоятку.

Суппорт может перемещаться в продольном и поперечном направлениях. Указанные перемещения могут осуществляться от привода (рабочие и быстрые перемещения) и вручную (от соответствующих маховичков).

Верхняя часть суппорта с четырехпозиционным резцедержателем имеет также независимое ручное перемещение по направляющим средней части суппорта, которая может поворачиваться относительно вертикальной оси на угол от -65° до $+90^{\circ}$.

Задняя бабка имеет жесткую конструкцию. Перемещение пиноли (выдвижной части задней бабки) осуществляется винтом. Можно использовать специальный замок для соединения суппорта и задней бабки и использовать при сверлении механическую подачу от суппорта.



- 1, 23 – рукоятка управления фрикционной муфтой главного привода; 2 – рукоятка установки величины подачи и шага резьбы и отключения механизма коробки подач;
 3 – рукоятка установки подачи и типа нарезаемой резьбы; 4 – рукоятка установки величины подачи и шага резьбы; 5 – рукоятка установки правой и левой резьбы; 6 – рукоятка установки нормального или увеличенного шага резьбы и положения при делении многозаходных резьб; 7, 8 – рукоятка установки частоты вращения шпинделя;
 9 – переключатель вводный автоматический; 10 – сигнальная лампа; 11 – переключатель электронасоса подачи охлаждающей жидкости; 12 – указатель нагрузки станка;
 13 – рукоятка ручного перемещения поперечных салазок суппорта; 14 – регулируемое сопло подачи охлаждающей жидкости; 15 – лампы местного освещения; кнопки; 16 – рукоятка поворота и зажима резцедержателя; 17 – рукоятка ручного перемещения верхних салазок суппорта; 18 – переключатель включения электродвигателя привода ускоренной подачи каретки и поперечных салазок суппорта; 19 – рукоятка управления перемещениями каретки и поперечных салазок суппорта; 20 – рукоятка зажима пиноли задней бабки; 21 – рукоятка крепления задней бабки к станине; 22 – переключатель перемещения пиноли задней бабки;
 24 – рукоятка включения и выключения разъемной гайки ходового винта; 25 – рукоятка включения подачи; 26 – болт закрепления каретки на станине; 27 – кнопочная станция включения и выключения электродвигателя главного привода; 28 – рукоятка включения и выключения ременной шестерни; 29 – переключатель ручного перемещения каретки; 30 – переключатель золотника смазки направляющих каретки и поперечных салазок суппорта; маховички

Рисунок 3.1 – Основные узлы и органы управления токарно-винторезного станка модели 16K20:

I – коробка подач; II – передняя бабка с коробкой скоростей; III – задняя бабка;
 IV – станина; V – суппорт; VI – основание

Ходовой вал предназначен и для передачи движения от коробки подач к механизму фартука при продольном и поперечном точении гладких цилиндрических поверхностей.

Ходовой винт используют при нарезании резьбы. В этом случае для настройки требуемого шага резьбы используют гитару сменных зубчатых колес, расположенную под съемной крышкой на левой стороне передней бабки. Технические характеристики станка приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технические характеристики станка модели 16K20

Высота центров станка, мм	– 200
Расстояние между центрами, мм	– 1400
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной, мм	– 400
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка, мм	– 45
Диапазон частот вращения шпинделя, об./мин.:	– 12,5; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1600; 2000
Мощность электродвигателя привода главного движения, кВт	– 10
Диапазон продольных подач суппорта, мм/об.:	– 0,07; 0,074; 0,084; 0,097; 0,11; 0,12; 0,13; 0,14; 0,15; 0,17; 0,195; 0,21; 0,23; 0,26; 0,28; 0,3; 0,34; 0,39; 0,43; 0,47; 0,52; 0,61; 0,7; 0,78; 0,87; 0,95; 1,04; 1,14; 1,21; 1,4; 1,56; 1,74; 1,9; 2,08; 2,28; 2,42; 2,8; 3,12; 3,48; 3,8; 4,16
Диапазон поперечных подач суппорта, мм/об.	– 0,035–2,08
Шаги нарезаемой резьбы:	
метрическая, мм	– 1–192
дюймовая (число ниток на 1 дюйм – 1")	– 24–2
модульная (величина модуля, мм)	– 0,5–48
питчевая (число питчей на 1")	– 96–1

Станок снабжают трехкулачковым самоцентрирующим патроном диаметром 250 мм, четырехкулачковым патроном диаметром 400 мм и поводковой планшайбой, поводками (хомутиками) для передачи вращения заготовке (рис. 3.2, а–г).



а



б



в



г

Рисунок 3.2 – Приспособления для закрепления заготовок:
а – трехкулачковый самоцентрирующий патрон, б – четырехкулачковый патрон, в – поводковая планшайба, г – хомутик

При точении длинных нежестких заготовок используют люнеты – подвижный и неподвижный (рис. 3.3 а, б). Установку таких заготовок осуществляют с помощью центров различных видов и назначения (рис. 3.4 а–ж). Центры имеют опорную часть 1, хвостовик 2 и заднюю часть 3.



а



б

Рисунок 3.3 – Люнеты для обработки нежестких заготовок:
а – подвижный, б – неподвижный

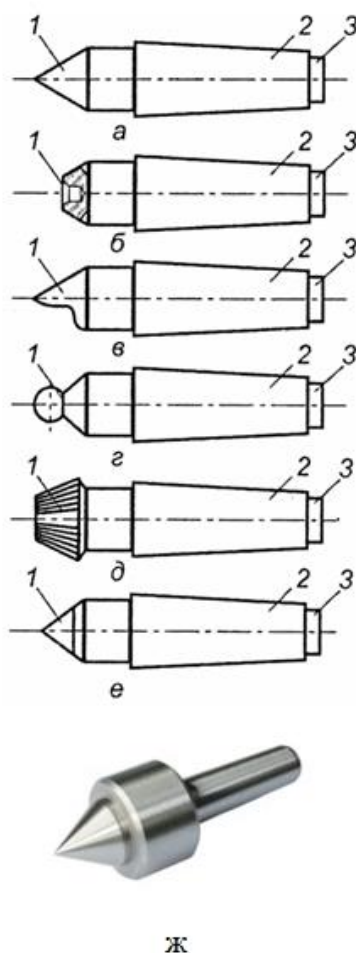


Рисунок 3.4 – Центры для токарных станков:
 а – опорный, б – обратный, в – срезанный, г – шариковый,
 д – рифленый, е – опорный твердосплавный, ж – вращающийся

При необходимости обработка заготовок выполняется с использованием СОЖ (смазочно-охлаждающей жидкости). Подача охлаждающей жидкости из бака для эмульсии, расположенного в правой тумбе станка, к месту резания производится от насоса, который включается тумблером, расположенным на панели электрического шкафа.

Для предохранения от стружки используют ограждение, откидывающееся назад до упора на поперечных направляющих суппорта.

3.2 Режущие инструменты

При выполнении токарных операций используют токарные резцы. Резец (рис. 3.5) состоит из головки, или рабочей части, и тела (стержня или державки), закрепляемого в резцедержателе станка. Головка резца имеет переднюю поверхность, по которой сходит стружка, главную заднюю

поверхность, вспомогательную заднюю поверхность и основание. Пересечение передней и главной задней поверхностей образует главную режущую кромку, пересечение передней и вспомогательной задней поверхностей образует вспомогательную режущую кромку. На пересечении главной и вспомогательной режущих кромок имеется вершина резца. Главная режущая кромка выполняет работу резания.

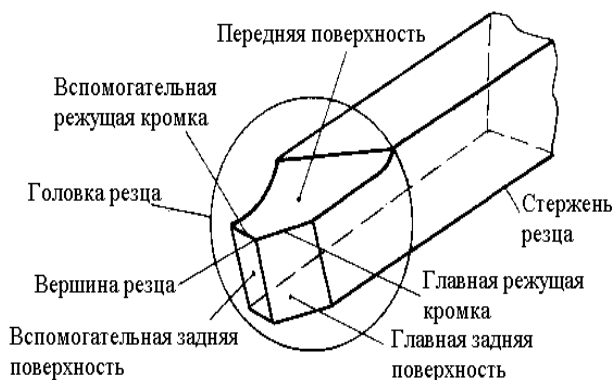


Рисунок 3.5 – Элементы токарного проходного прямого резца



Рисунок 3.6 – Углы резца

Взаимное расположение приведенных выше поверхностей и кромок в пространстве определяет углы резца, которые характеризуют геометрическую форму инструмента. Резец имеет главные и вспомогательные углы, а также углы в плане.

Для определения углов резца используют следующие плоскости: **основную плоскость, плоскость резания, главную секущую плоскость N-N и вспомогательную секущую плоскость N₁-N₁** (рис. 3.6, обозначения секущих плоскостей не показаны).

Основной называют плоскость, параллельную направлениям продольной и поперечной подачи. На эту плоскость резец устанавливают в резцедержатель. Плоскостью резания называют плоскость, касательную к поверхности резания, проходящую через главную режущую кромку и перпендикулярную к основной плоскости. Главной секущей плоскостью (N-N) называют плоскость, перпендикулярную к проекции главной режущей кромки на основную плоскость. Вспомогательной секущей плоскостью (N₁-N₁) называют плоскость, перпендикулярную к проекции вспомогательной режущей кромки на основную плоскость.

В главной секущей плоскости рассматривают главный передний угол γ , главный задний угол α , угол заострения β и угол резания $\delta = \alpha + \beta$.

Главным задним углом α называют угол между главной задней поверхностью и плоскостью резания. Его величина зависит от обрабатываемого материала и материала режущей части и составляет 6–12°.

Главный передний угол γ – угол, образуемый передней поверхностью и дополнительной плоскостью, перпендикулярной плоскости резания и проходящей через главную режущую кромку. Величина угла γ зависит от механических свойств обрабатываемого материала, материала режущей части и формы передней поверхности и составляет от -10° до $+20^\circ$.

Угол заострения β – угол между передней и задней поверхностями, измеренный в главной секущей плоскости.

Во вспомогательной секущей плоскости измеряют вспомогательный задний угол α_1 .

Вспомогательным задним углом α_1 называют угол между вспомогательной задней поверхностью резца и плоскостью, проходящей через вспомогательную режущую кромку перпендикулярно основной плоскости. Величина α_1 равна $8-10^\circ$.

В основной плоскости измеряют главный φ и вспомогательный φ_1 углы в плане, а также угол при вершине ε .

Главный угол в плане φ – угол между проекцией главной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи. Угол φ изменяется в пределах $30-90^\circ$ (чаще всего 30° , 45° , 60° , 75° , 90°) в зависимости от вида обработки, типа резца, твердости обрабатываемой детали и резца и некоторых других факторов.

Вспомогательный угол в плане φ_1 – угол между проекцией вспомогательной режущей кромки на основную плоскость и направлением подачи. Величина φ_1 составляет обычно $15-30^\circ$.

Угол при вершине ε – угол между проекциями главной и вспомогательной режущими кромками на основную плоскость. Чем больше этот угол, тем выше стойкость резца и меньше шероховатость обработанной поверхности. Величина ε равна

$$\varepsilon = 180 - (\varphi + \varphi_1).$$

Токарные резцы (рис. 3.7) различают по технологическому назначению: проходные 1–3 – для обтачивания наружных цилиндрических и конических поверхностей; подрезные 4 – для обработки плоских торцовых поверхностей; расточные 5 и 6 – для растачивания сквозных и глухих отверстий; отрезные 7 – для разрезания заготовок и протачивания кольцевых канавок; резьбовые 8 – для нарезания резьбы; 10 – резцы с механическим креплением неперетачиваемых твердосплавных пластинок; 11 – прорезные резцы. Для обработки фасонных поверхностей на универсальном оборудовании применяют фасонные круглые и призматические резцы.

По характеру обработки различают резцы черновые, получистовые и чистовые.

По форме рабочей части резцы делят на прямые 1, отогнутые 2, с оттянутой головкой 7 и изогнутые 12.

По направлению подачи резцы подразделяют на правые 1 и левые 9. Для определения типа резца сверху укладывают ладонь правой руки так, чтобы вытянутые пальцы были направлены параллельно оси стержня инструмента. Если главная режущая кромка располагается со стороны большого пальца, резец правый. В противном случае резец называют левым.

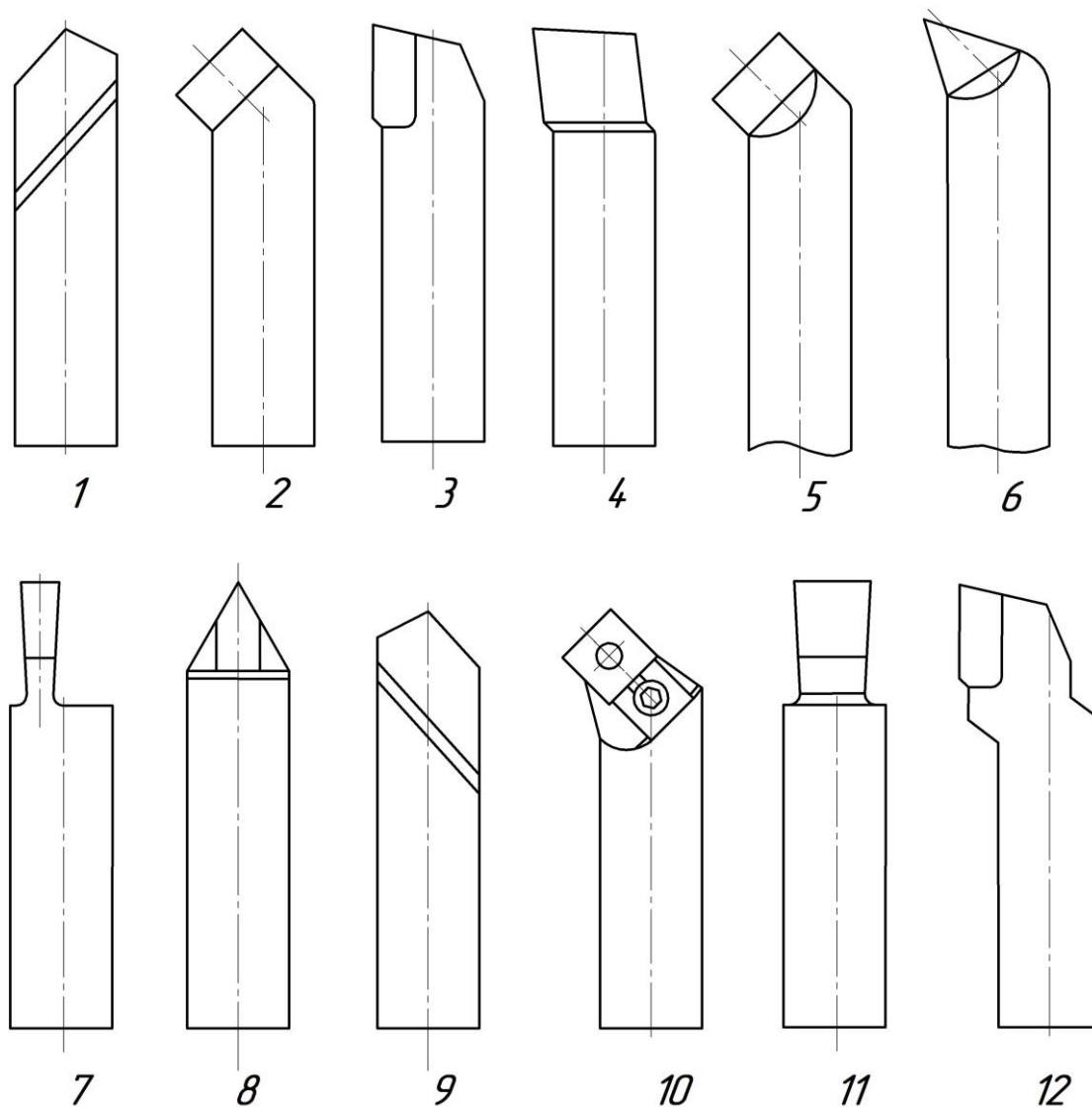


Рисунок 3.7 – Токарные резцы

По способу изготовления различают резцы: цельные; с приваренной или припаянной пластинкой инструментального материала; со сменной пластинкой из твердого сплава, закрепляемой механически 10, сверхтвердого материала на основе кубического нитрида бора или резец оснащают кристаллом алмаза. Цельные резцы изготавливают из легированных и быстрорежущих сталей. Пластины из твердых сплавов бывают трех-, четырех-, пяти-, шестигранными, ромбическими, круглыми, специальными.

Для высокопроизводительного точения с большими подачами используют резцы с дополнительной режущей кромкой.

3.3 Виды операций, выполняемых на токарно-винторезном станке

На токарно-винторезном станке производят [4]:

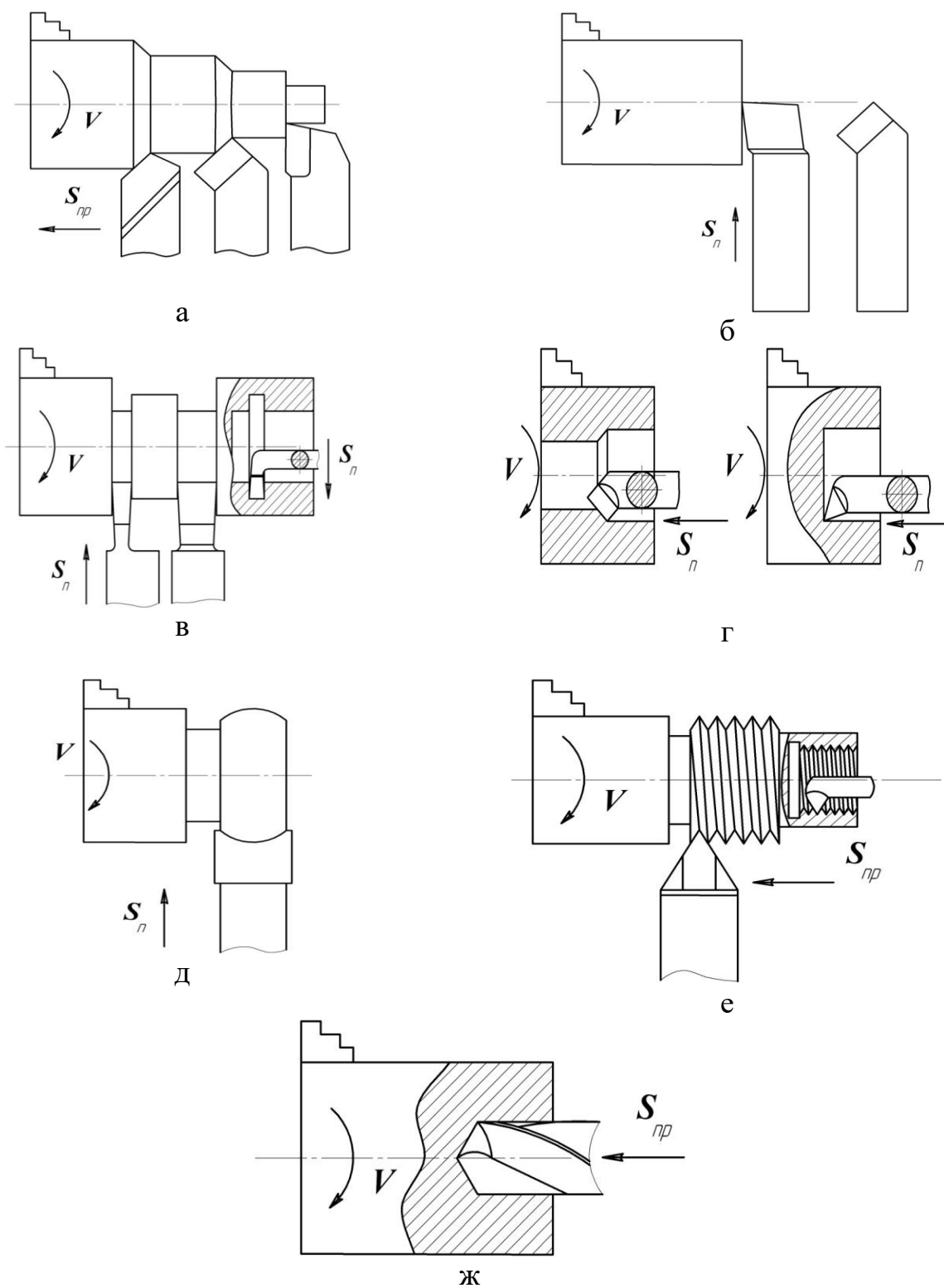


Рисунок 3.8 – Виды операций, выполняемых на токарном станке

а) точение наружных цилиндрических и конических поверхностей проходными прямыми, отогнутыми и упорными (с углом в плане 90°) резцами (рис. 3.8, а);

б) точение плоских торцовых поверхностей подрезными и проходными отогнутыми резцами (рис. 3.8, б);

в) отрезание заготовок отрезными резцами, прорезание канавок прорезными резцами для наружных и внутренних канавок (рис. 3.8, в);

г) растачивание внутренних цилиндрических и конических поверхностей расточными резцами для сквозных и глухих отверстий (рис. 3.8, г);

д) обтачивание фасонных поверхностей фасонными резцами (рис. 3.8, д);

е) нарезание наружной и внутренней резьбы резьбовыми резцами (рис. 3.8, е), а также метчиками и плашками;

ж) сверление, зенкерование и развертывание отверстий (рис. 3.8, ж);

з) накатывание рифлений, обкатывание наружных и раскатывание внутренних поверхностей роликами и шариками.

Для установки обрабатываемых заготовок на станке используют патроны, центры и люнеты.

При отношении длины заготовки к диаметру $l/d < 4$ заготовку закрепляют в патроне. Установку симметричных заготовок осуществляют в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, а несимметричных – в четырехкулачковом патроне с независимым перемещением кулачков или на планшайбе.

При $4 < l/d < 10$ заготовку устанавливают в центрах и сообщают ей вращение через поводковый патрон и хомут.

При $l/d > 10$ заготовку устанавливают в центрах и для предотвращения ее прогиба используют люнеты: подвижный или неподвижный.

3.4 Элементы режима резания

Режимом резания называют совокупность параметров, которые задают для обработки поверхности. К элементам режима резания относятся: глубина резания t , подача S , скорость резания V и машинное (основное) время обработки t_0 .

Глубиной резания называют расстояние от обрабатываемой до обработанной поверхности, измеренное перпендикулярно последней. Глубину резания определяют также как толщину слоя металла, снимаемого за один проход резца. Глубина резания измеряется в мм или долях мм.

При точении:

$$t = \frac{D - d}{2}, \quad (3.1)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности; d – диаметр обработанной поверхности.

При черновом точении глубину резания принимают равной припуску на обработку. При получении качественных поверхностей с малой шероховатостью припуск срезается за несколько проходов. На последнем проходе глубина резания обычно составляет $0,1 \dots 0,4$ мм.

Подачей называют перемещение инструмента за один оборот заготовки (измеряется мм/об.). При черновом точении с целью сокращения машинного времени обработки детали подачу принимают максимально допустимой по мощности, жесткости станка, прочности режущей пластинки и державки резца. При чистовой обработке подачу выбирают в зависимости от заданной чистоты поверхности.

Подачу выбирают из таблиц и принимают действительное значение по паспорту станка. Это значение затем устанавливают на коробке подач.

Скоростью резания (м/мин) называют относительное перемещение режущей кромки инструмента и обрабатываемой поверхности в единицу времени.

Скорость резания выбирают по таблицам в зависимости от глубины резания, подачи, механических свойств обрабатываемого материала, материала режущей части инструмента, наличия смазывающей охлаждающей жидкости (СОЖ) и некоторых других факторов.

Значения скорости резания используют для определения частоты вращения шпинделя n (об/мин), которую устанавливают с помощью рукояток на коробке скоростей станка:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \quad (3.2)$$

где V – скорость резания, м/мин; D – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

В дальнейшем по паспорту станка определяют действительное значение частоты вращения шпинделя n_D , которое может быть больше или меньше расчетного значения, причем в последнем случае разница не должна превышать 5 %.

По n_D пересчитывают действительную скорость резания по формуле:

$$V_{D=} = \frac{\pi D n_D}{1000}. \quad (3.3)$$

Для расчета трудоемкости выполнения операций по обработке поверхностей находят *основное время*:

$$t_o = \frac{L \cdot k}{n_d \cdot S_d}, \quad (3.4)$$

где L – длина обработки, мм; k – число проходов при обработке данной поверхности; n_d , S_d – соответственно значения действительной частоты вращения шпинделя и действительной подачи.

Величина L в общем случае включает длину обрабатываемой поверхности l , а также величину врезания l_1 и перебега l_2 , зависящие от вида обработки и типа резца.

Элементы режимов резания указывают обычно в маршрутных картах обработки и на операционных эскизах обработки. Правила составления операционных карт механической обработки и карт эскизов должно соответствовать требованиям ГОСТ 3.1702 [5]. Кроме элементов режима резания указывают способ закрепления заготовки, содержание операции или перехода, эскиз обработки с обозначением необходимых движений, положение инструмента при обработке, геометрические параметры заготовки до и после обработки. При этом обработанная поверхность обозначается линией, равной двойной толщине основной линии чертежа или схемы обработки, либо линией красного цвета.

Приводят также полное наименование инструмента для обработки. Инструменты для обработки поверхностей указывают на эскизах в конце хода, кроме инструментов для сверления и последующей обработки отверстий и нарезания резьбы метчиками и плашками.

3.5 Порядок выполнения работы

3.5.1 Ознакомиться с содержанием лабораторной работы и литературой к данной теме из списка использованных источников.

3.5.2 По варианту задания (варианты приведены в Приложении В), выданному преподавателем:

- выбрать исходную заготовку;
- составить последовательность обработки поверхностей детали (маршрут обработки);
- привести операционные эскизы обработки всех поверхностей с расчетом режимов обработки (справочные данные для выполнения расчетов режимов резания приведены в приложении), выбрать инструменты для обработки;
- оформить отчет установленной формы.

3.6 Вопросы для подготовки к тестированию

1. Назначение токарно-винторезного станка.
2. Станина.
3. Привод.
4. Передняя бабка.
5. Задняя бабка.
6. Гитара сменных зубчатых колес.
7. Коробка скоростей.
8. Коробка подач.
9. Фартук.
10. Суппорт.
11. Ходовой вал.
12. Ходовой винт.
13. Конструкция токарного резца.
14. Крепление токарных резцов.
15. Поверхности резцов.
16. Режущие кромки резцов.
17. Материал режущей части резцов.
18. Проходные резцы.
19. Подрезной резец.
20. Отрезной резец.
21. Расточные резцы.
22. Резьбовые резцы.
23. Фасонные резцы.
24. Левые резцы.
25. Правые резцы.
26. Сборные резцы.
27. Подвижный люнет.
28. Неподвижный люнет.
29. Разновидности токарных центров.
30. Главное движение.
31. Скорость резания.
32. Глубина резания.
33. Подача.
34. Разновидности подач.
35. Последовательность определения режимов резания.
36. Частота вращения шпинделя n (определение).
37. Основное время обработки t_0 (определение).
38. Обтачивание наружных поверхностей.
39. Подрезание торца.
40. Протачивание канавки.
41. Обработка отверстий на токарном станке.
42. Растачивание внутренних поверхностей.
43. Отрезка детали.
44. Способы обтачивания конических поверхностей.
45. Обтачивание фасонных поверхностей.
46. Нарезание резьбы.
47. Поводковый патрон.
48. Кулачковые патроны.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Обработка заготовок на сверлильных станках

4.1 Назначение и устройство вертикально-сверлильного станка

Вертикально-сверлильный станок 2С132 предназначен для выполнения следующих видов работ: сверления, рассверливания, зенкерования, зенкования, развертывания и растачивания отверстий (при использовании специальных приспособлений), а также нарезания резьбы машинными метчиками. Обработка производится быстрорежущим и твердосплавным инструментом в деталях из различных конструкционных материалов в условиях единичного, мелкосерийного и серийного производства в ремонтных и сборочных цехах.

Общий вид станка и расположение основных частей показаны на рисунке 4.1.

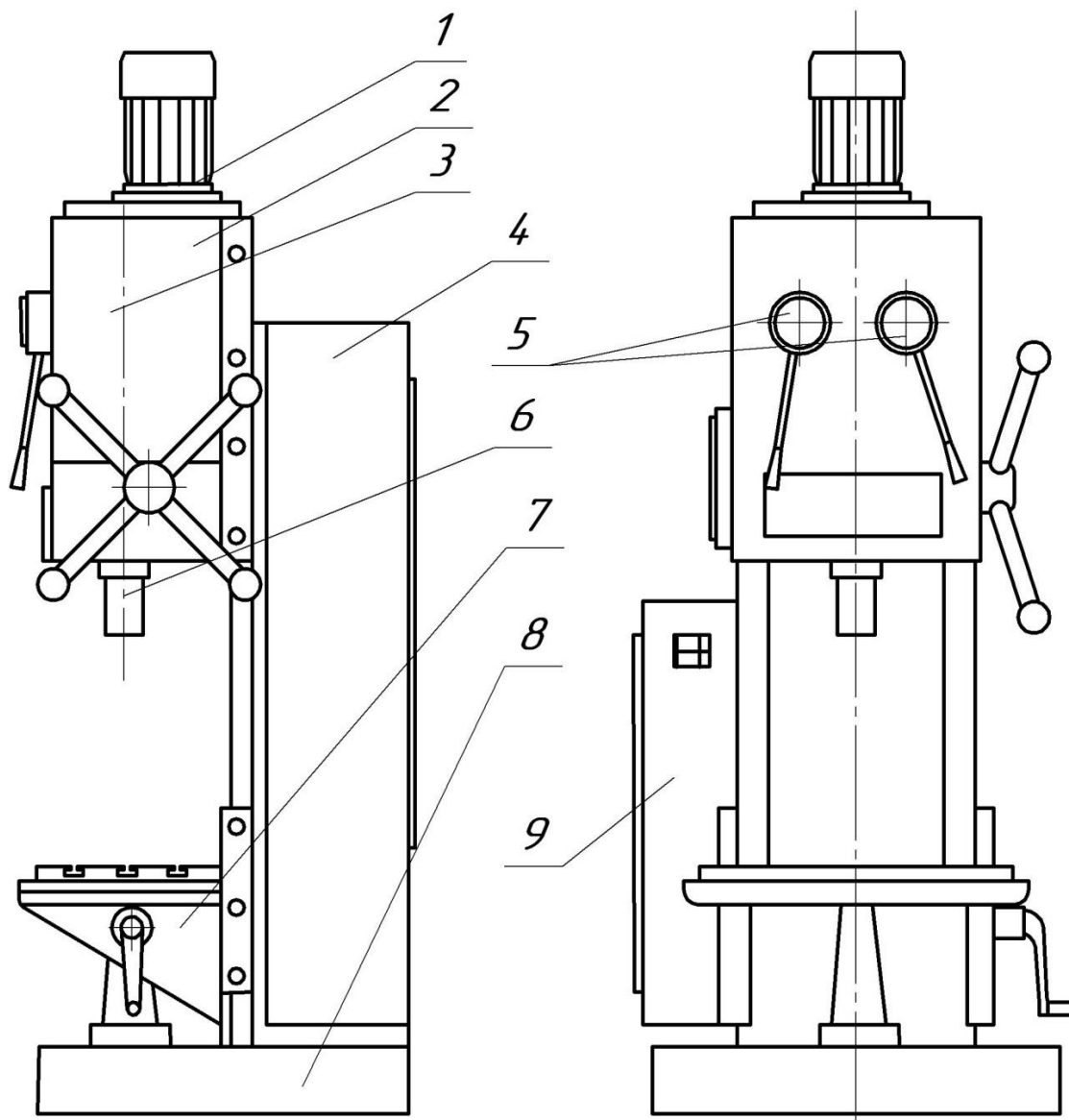


Рисунок 4.1 – Расположение основных частей станка 2С132

В состав станка входит привод 1, коробка скоростей 2, коробка подач 3, колонна 4, механизм управления скоростями и подачами 5, шпиндель 6, стол 7, основание 8, электрический шкаф 9.

Управление станком осуществляется с помощью пульта управления. Общий вид пульта управления показан на рисунке 4.2. Символы и кнопки на пульте обозначают: 1 – кнопка включения реверса шпинделя; 2 – кнопка включения вращения шпинделя влево; 3 – кнопка включения вращения шпинделя вправо; 4 – напряжение на станок подано; 5 – кнопка аварийного выключения шпинделя.

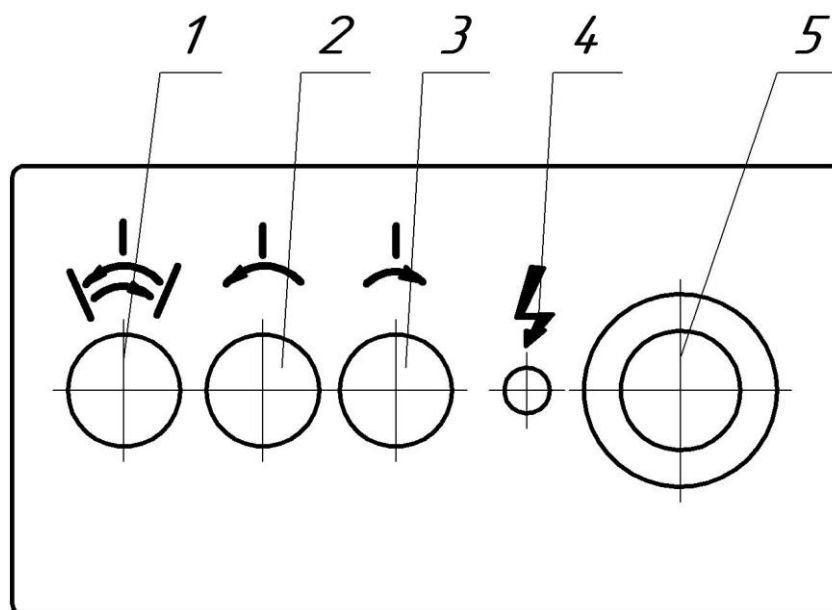


Рисунок 4.2 – Панель управления сверлильного станка

При работе на станке предусмотрено выполнение следующих режимов:

- ручная подача шпинделя;
- механическая подача шпинделя.

Имеется возможность установки кулачков механизма подачи шпинделя на определенную глубину обработки. По достижении требуемой глубины подача шпинделя прекратится.

Таблица 4.1 – Технические характеристики станка модели 2С132:

Наибольший диаметр сверления в стали 45 по ГОСТ 1050–88, мм	– 32
Наибольшая высота заготовки, мм	– 800
Пределы диаметров сверления, мм	– 3...35
Пределы диаметров нарезаемой резьбы, мм	– М3...М33
Размер внутреннего конуса конца шпинделя по ГОСТ 25557–82	– Морзе 4

Окончание таблицы 4.1

Электродвигатель привода главного движения (кВт х об./мин)	– 4х1430
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	– 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1400
Подача шпинделя, мм/об.	– 0,1; 0,14; 0,20; 0,28; 0,40; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6

4.2 Инструменты для обработки отверстий

На рисунке 4.3 показано спиральное сверло, используемое для сверления отверстий в сплошном материале и рассверливания ранее полученных отверстий.

Сверло состоит из рабочей части, включающей режущую часть, шейки и хвостовика.

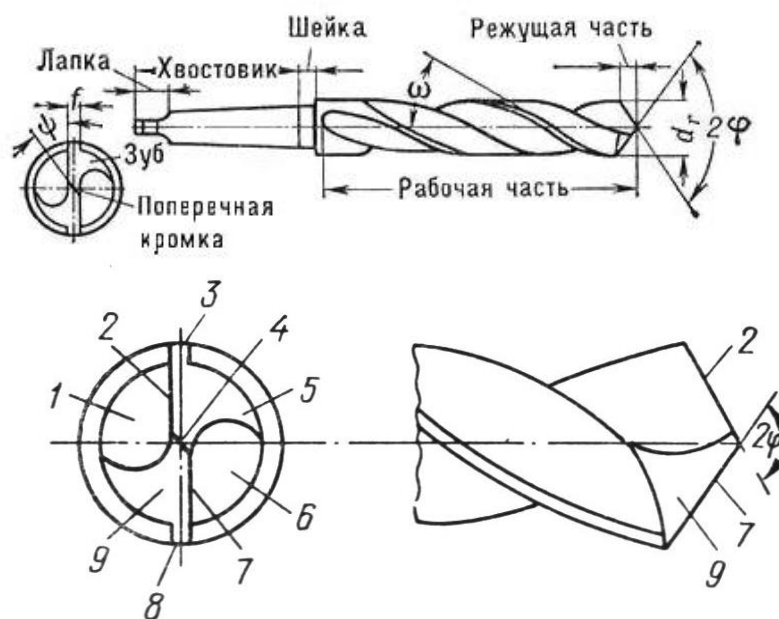


Рисунок 4.3 – Конструкция спирального сверла

Режущая часть имеет режущие кромки 2 и 7 и поперечную режущую кромку 4. Канавки 1 и 6 предназначены для отвода стружки и подвода СОЖ. Сверла могут иметь также отверстия для подвода СОЖ. Для направления сверла при резании служат ленточки 3 и 8 шириной f . Винтовые поверхности канавок для отвода стружки и задние поверхности 5 и 9 образуют режущие кромки. Сверло имеет передний и задний углы (γ и α), которые изменяются по длине режущей кромки. Причем передний угол (γ) измеряют в секущей плоскости, перпендикулярной режущей кромки, а задний угол (α) определяют в

плоскости, параллельной оси сверла. Режущие кромки сверла пересекаются под углом 2ϕ , называемым углом при вершине. Величина этого угла зависит от механических свойств обрабатываемого материала и составляет $116\text{--}120^\circ$ – для стали и чугуна; до $130\text{--}140^\circ$ – для бронзы. Винтовые канавки наклонены к оси сверла под углом ε . Этот угол составляет обычно $18\text{--}30^\circ$. Угол наклона поперечной режущей кромки ψ для сверл составляет $35\text{--}45^\circ$.

Хвостовик сверла имеет лапку, которая предотвращает проворот сверла в шпинделе станка и используется при извлечении сверла из шпинделя.

Сверла изготавливают с коническими и цилиндрическими хвостовиками из быстрорежущей стали или с пластинками твердого сплава, которые могут закрепляться механически.

Для закрепления сверл и других инструментов на станке используют (рис. 4.4 а–в):

- непосредственную установку, если конус инструмента и конус шпинделя одинаковы (а);
- с помощью переходных втулок (б);
- с помощью сверлильных патронов (в).

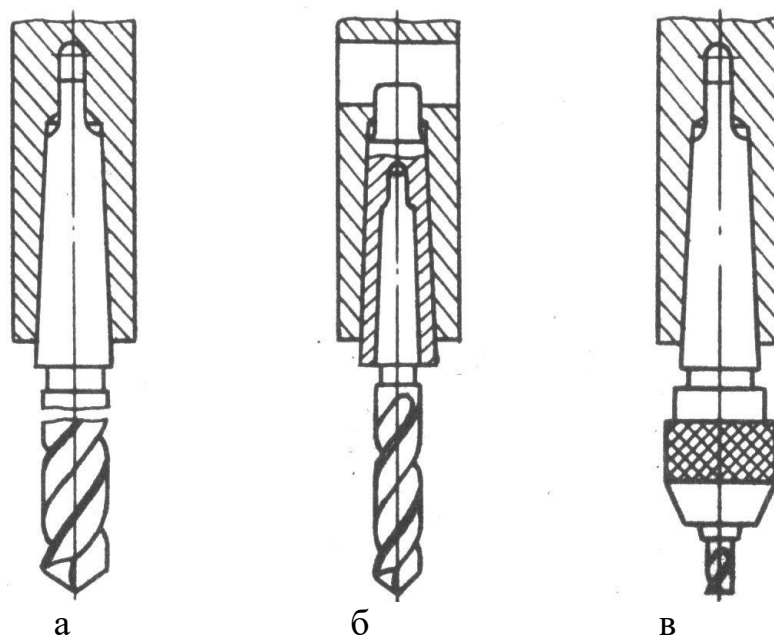


Рисунок 4.4 – Способы закрепления инструмента

Зенкер (рис. 4.5) предназначен для повышения качества обработки отверстий в литых и штампованных заготовках, а также ранее просверленных отверстий. Зенкеры позволяют уменьшить шероховатость и повысить точность обработки отверстий и исправить их геометрическую форму (некруглость).

Зенкер имеет рабочую часть I, включающую режущую II и калибрующую III части, шейку IV, хвостовик V и лапку VI. Режущая часть включает сердцевину 3 и режущие кромки (от двух до четырех), передние и задние поверхности 1 и 4. Угол ϕ для зенкеров составляет $45\text{--}60^\circ$. Угол наклона

винтовой канавки $\varepsilon = 10\text{--}30^\circ$. Зенкеры бывают хвостовыми и насадными из быстрорежущей стали, с пластинками твердого сплава и предназначены для обработки цилиндрических и конических отверстий (зенковки), а также торцовых поверхностей отверстий (цековки).

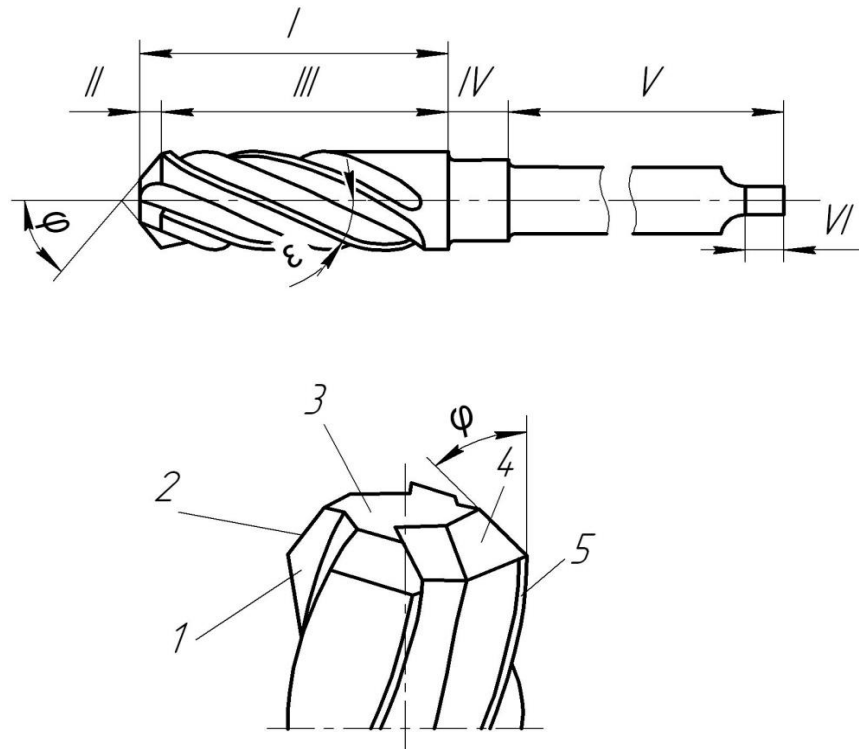


Рисунок 4.5 – Цилиндрический зенкер

Развертка (рис. 4.6) имеет рабочую часть I, шейку II, хвостовик III, заборную часть и направляющий конус IV, режущую часть V, калибрующую часть VI и обратный конус VII.

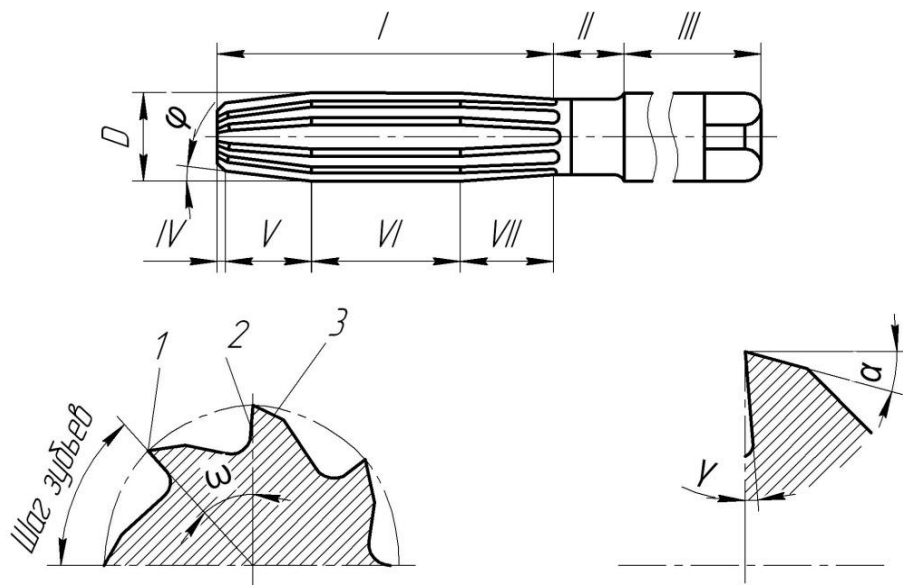


Рисунок 4.6 – Ручная развертка

Режущая часть обеспечивает срезание материала и имеет главную режущую кромку 1, переднюю 2 и заднюю 3 поверхности с углами γ и α . Причем углы γ и α на калибрующей части равны нулю.

Развёртки имеют от 6 до 12 режущих кромок и не имеют, как и зенкеры, поперечных режущих кромок. Развёртки бывают цельными, сборными и насадными и предназначены для обработки цилиндрических и конических отверстий. Обработку производят на станках либо вручную. Для обработки на станках применяют развёртки с коническими и цилиндрическими хвостовиками. Хвостовая часть ручных развёрток обычно заканчивается квадратом. Для обработки отверстий такими развёртками используют воротки.

В качестве инструментальных материалов для изготовления развёрток применяют углеродистые, легированные, быстрорежущие стали, а вставные ножи сборных развёрток изготавливают из твердых сплавов. Развёртки применяют при окончательной обработке отверстий.

Кроме приведенных выше инструментов, при обработке отверстий применяют комбинированные инструменты.

4.3 Виды операций, выполняемых на вертикально-сверлильных станках

Сверление – операция получения сквозных и глухих отверстий в сплошном материале (рис. 4.7 а). Сверление обеспечивает 11–12 квалитет точности и шероховатость поверхности в пределах $Rz\ 160\text{--}80\ \mu\text{м}$.

Рассверливание – увеличение диаметра предварительно просверленного отверстия сверлом большего диаметра (рис. 4.7 б). Применяется при диаметре отверстия более 30 мм.

Зенкерование – обработка ранее полученных отверстий зенкером с целью повышения их геометрической точности и снижения шероховатости поверхности (рис. 4.7 в). При зенкеровании обеспечивается 9–11 квалитет точности и шероховатость поверхности в пределах $Rz\ 20\text{--}Ra\ 2,5\ \mu\text{м}$.

Развертывание – окончательная обработка цилиндрического или конического отверстия разверткой для получения высокого качества точности (7–8 квалитет) и малой шероховатости обработанной поверхности $Ra\ 2,5\text{--}0,16\ \mu\text{м}$ (рис. 4.7 г). Развертывание обычно применяют после зенкерования.

Цекование – обработка плоской торцовой поверхности отверстия торцовым зенкером для достижения ее перпендикулярности к оси отверстия (рис. 4.7 д).

Зенкование – получение в отверстиях цилиндрических или конических углублений под головки крепежных изделий (рис. 4.7 е).

Нарезание резьбы – операция получения винтовой канавки на внутренней цилиндрической поверхности с помощью машинного метчика (рис. 4.7 ж).

Обработка сложных отверстий – операция, осуществляемая с помощью комбинированного инструмента: сверло-зенкер, сверло-зенкер-зенковка, сверло-метчик и др.

Для закрепления заготовок на сверлильных станках применяют универсальные и специальные приспособления. К универсальным приспособлениям относят машинные тиски с ручным, пневматическим или гидравлическим зажимом, Г-образные прихваты, призмы, планки, патроны, поворотные столы, делительные головки. В качестве специальных приспособлений используют кондукторы.

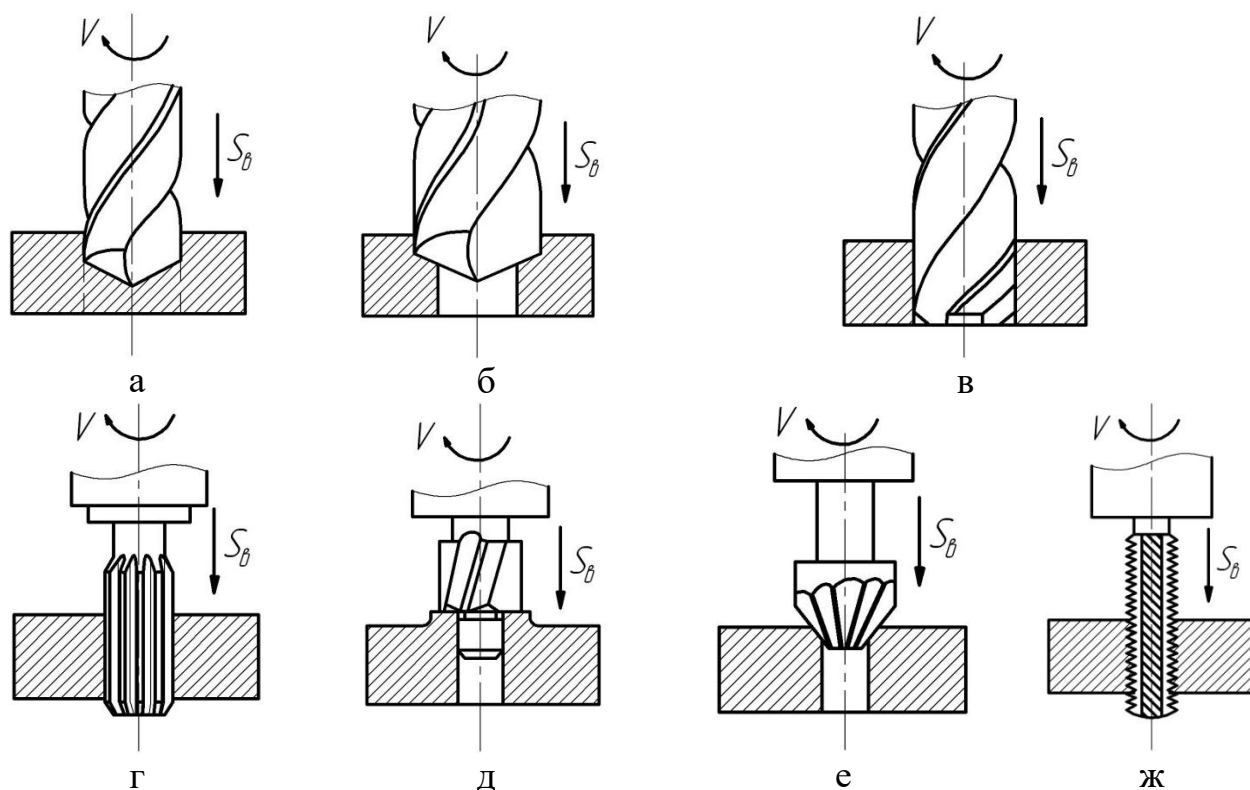


Рисунок 4.7 – Операции, выполняемые на вертикально-сверлильных станках

4.4 Элементы режима резания при выполнении операций на сверлильном станке

К элементам режима резания, как и при токарной обработке, относят глубину резания t , подачу S , скорость резания V и машинное время t_0 обработки отверстия.

Глубина резания t определяется:

– при сверлении:

$$t = \frac{d}{2}, \quad (4.1)$$

где d – диаметр сверла;

– при рассверливании, зенкерования и развертывании (соответственно):

$$t_{\text{рассв.}} = \frac{D - d}{2}, \quad (4.2)$$

$$t_{\text{зенк.}} = \frac{D_3 - D}{2}, \quad (4.3)$$

$$t_{\text{разв.}} = \frac{D_p - D_3}{2}, \quad (4.4)$$

где D, D_3, D_p – диаметр сверла, зенкера и развертки соответственно.

Диаметры инструментов при сверлении и рассверливании связаны соотношением:

$$d = (0,2 \dots 0,4) \cdot D. \quad (4.5)$$

Подача S (мм/об) показывает перемещение инструмента в направлении обработки за один его оборот. Величина подачи зависит от вида операции и уменьшается по мере повышения точности и качества обработанной поверхности.

Скорость резания V (м/мин.) зависит от механических свойств обрабатываемого материала, стойкости режущего инструмента, материала режущей части и некоторых других факторов, влияние которых учитывается коэффициентами.

Величина V находится по таблицам и используется для определения частоты вращения шпинделя станка n (в об./мин.):

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}. \quad (4.6)$$

По технической характеристике станка выбирают ближайшее меньшее значение частоты вращения шпинделя и определяют действительную скорость резания. Затем пересчитывают действительную скорость резания.

Для технического нормирования операций находят машинное (основное) время обработки отверстия:

$$t_o = \frac{L}{n_D \cdot S_D}, \quad (4.7)$$

где L – глубина отверстия, мм; n_d – действительная частота вращения шпинделя, об./мин.; S_d – действительная подача, мм/об.

4.5 Порядок выполнения работы

4.5.1 Изучить материалы, изложенные в данной лабораторной работе, а также литературу по данной теме из списка использованных источников.

4.5.2 По варианту задания, выданному преподавателем:

– определить последовательность обработки отверстия, выбрать инструменты и рассчитать их размеры.

Выбор инструментов для обработки производится следующим образом. В зависимости от точности отверстия назначают количество переходов для её достижения. По диаметру отверстия из приложения определяют глубину резания для каждого перехода (справочные данные см. в приложении). Зная диаметр готового отверстия и глубину резания, по формуле определяют размеры каждого инструмента, которым производят обработку. Полученные размеры инструментов используют в дальнейшем для расчета режимов резания;

– рассчитать режимы резания для каждого перехода и выполнить операционные эскизы обработки.

4.5.3 Оформить отчет установленной формы.

4.6 Вопросы для подготовки к тестированию

- | | |
|--|---|
| 1. Назначение вертикально-сверлильного станка. | 15. Канавки для отвода стружки. |
| 2. Основные узлы сверлильного станка, их назначение. | 16. Ленточки. |
| 3. Виды операций, выполняемых на сверлильном станке. | 17. Хвостовик. |
| 4. Сверление. | 18. Лапка. |
| 5. Рассверливание. | 19. Способы закрепления сверла. |
| 6. Зенкерование. | 20. Приспособления для закрепления заготовок. |
| 7. Развертывание. | 21. Конструкция зенкера. |
| 8. Цекование. | 22. Конструкция развертки. |
| 9. Зенкование. | 23. Глубина резания при сверлении, рассверливании, зенкеровании, развертывании. |
| 10. Нарезание резьбы. | 24. Частота вращения шпинделя n (формула). |
| 11. Конструкция спирального сверла. | 25. Основное время обработки t_o (формула). |
| 12. Режущая часть сверла. | 26. Построение схемы снятия припуска. |
| 13. Направляющая часть сверла. | 27. Последовательность определения режимов резания. |
| 14. Режущие кромки сверла. | |

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Обработка заготовок на фрезерных станках

5.1 Назначение и устройство горизонтально-фрезерного станка

Для обработки плоских поверхностей, уступов, пазов, фасонных поверхностей, в ряде случаев зубчатых колес, винтовых канавок в условиях единичного и мелкосерийного производства применяют различные типы фрезерных станков: горизонтально-, вертикально-, продольно-фрезерные станки. Некоторые виды фрезерных работ могут выполняться на расточных станках и обрабатывающих центрах.

Общий вид широкоуниверсального горизонтально-фрезерного станка показан на рисунке 5.1.

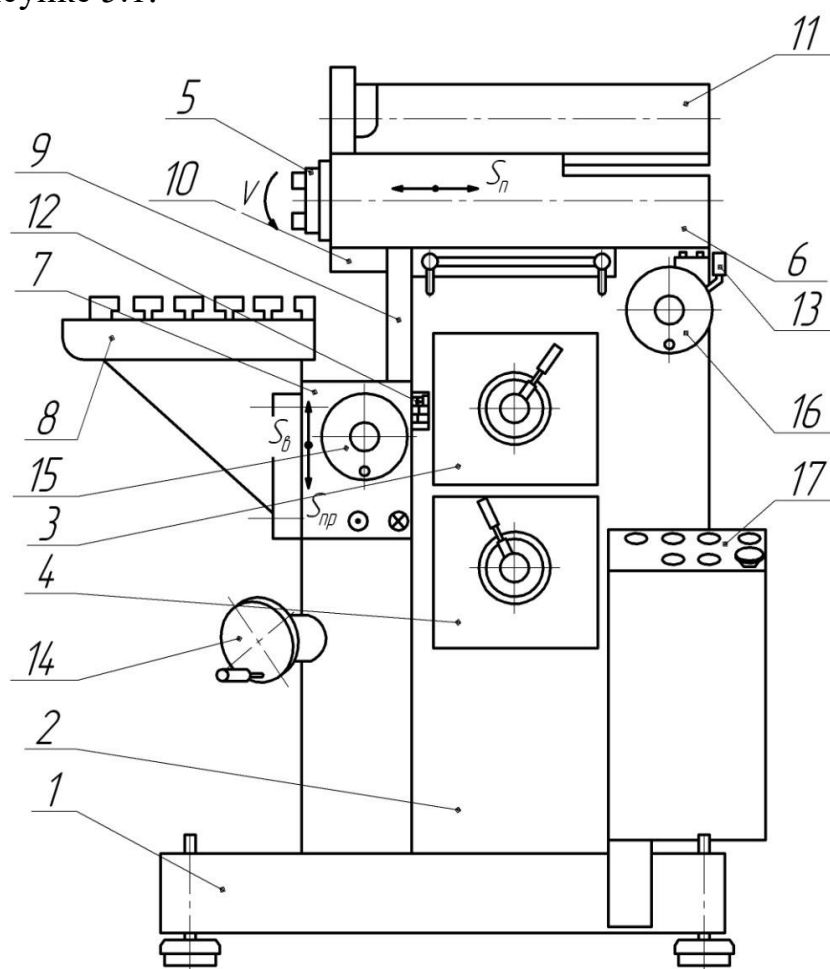


Рисунок 5.1 – Общий вид широкоуниверсального
горизонтально-фрезерного станка

Станок состоит из основания 1 со станиной 2. В станине смонтирована коробка скоростей 3 и коробка передач 4, которые обеспечивают перемещение рабочих органов станка. Вращательное движение от коробки скоростей

сообщается шпинделю станка 5, размещенному в ползуне 6. Движение от коробки подач сообщается плите 7, с закрепленным на ней столом 8. Плита установлена с возможностью перемещения по горизонтальным направляющим ($S_{np.}$) и по вертикальным направляющим 9 станины (S_{σ}). Перемещение направляющих 10 ползуна по станине обеспечивает установку шпинделя станка с инструментом относительно заготовки. Кроме этого, на ползуне установлена с возможностью перемещения траверса 11, на которой закрепляется долбежная головка, сообщающая инструменту возвратно-поступательное перемещение, либо дополнительная фрезерная головка, позволяющая расположить ось вращения режущего инструмента вертикально.

Включение механического перемещения плиты в вертикальном и продольном направлении осуществляется рукояткой 12, а перемещение ползуна в поперечном – рукояткой 13. Ручные перемещения в соответствующих направлениях осуществляются маховиками 14, 15, 16. На станине станка с возможностью поворота размещен электрический шкаф 17.

Существуют также другие конструкции широкоуниверсальных горизонтально-фрезерных станков, в состав которых входят поворотные столы. Наличие поворотного стола обеспечивает обработку винтовых канавок на цилиндрических поверхностях.

5.2 Назначение и устройство вертикально-фрезерного станка

Ниже предложена конструкция консольного вертикально-фрезерного станка модели СФ-15 (рис. 5.2), который предназначен для обработки горизонтальных, коротких вертикальных и наклонных поверхностей, пазов, уступов, зубьев зубчатых колес.

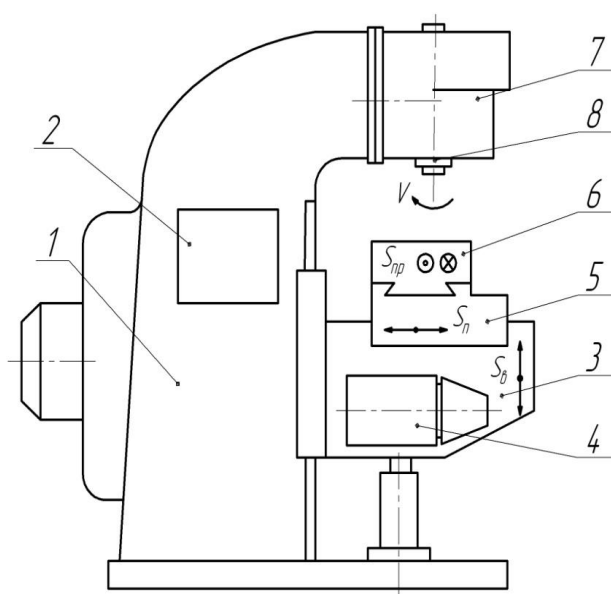


Рисунок 5.2 – Общий вид вертикально-фрезерного станка

Станок состоит из станины 1 с коробкой скоростей 2. По вертикальным направляющим станины перемещается консоль 3 с коробкой подач 4. По поперечным направляющим консоли перемещаются салазки 5, по которым в продольном направлении перемещается стол 6. На верхней части станины закреплена поворотная шпиндельная головка 7, в которой размещен шпиндель 8. Перемещение стола в продольном, поперечном или в вертикальном направлении может осуществляться механически нажатием кнопок на панели управления либо вручную вращением соответствующих маховиков.

5.3 Характеристика метода. Типы фрез

Главным движением при фрезеровании является вращательное движение инструмента, закрепленного в шпинделе станка. Движение подачи сообщается столу станка с закрепленной на нем заготовкой. Подача при фрезеровании может задаваться в мм/об., мм/зуб, мм/мин. При установке на коробке подач используется значение минутной подачи (мм/мин). Подачей может быть и вращательное движение заготовки вокруг оси вращающегося стола или барабана (в карусельно-фрезерных станках).

Особенностью процесса фрезерования является прерывистость резания. Зуб фрезы находится в зоне контакта с заготовкой только на части оборота, а затем выходит из зоны резания. Врезание зуба в заготовку сопровождается ударом. Это является причиной возникновения вибраций, повышенного износа режущих зубьев, невысокой точности и качества обработанной поверхности. В зависимости от направления вращения фрезы и направления подачи заготовки различают:

- встречное фрезерование, когда в зоне резания направление вращения фрезы и перемещения заготовки не совпадают (рис. 5.3 а – на примере цилиндрического фрезерования);
- попутное фрезерование, когда в зоне резания направление вращения фрезы и перемещение заготовки совпадают (рис. 5.3 б).

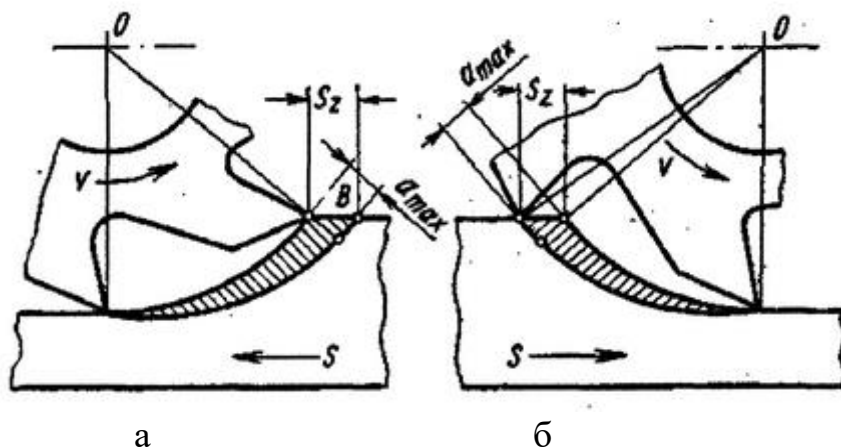


Рисунок 5.3 – Схемы фрезерования

Результаты обработки в каждом из этих случаев различны. При встречном фрезеровании силы резания стремятся оторвать заготовку от стола, и имеет место повышенный износ фрезы. Кроме этого, больше высота неровностей после обработки. Эти факторы при попутном фрезеровании имеют минимальное значение. Поэтому попутное фрезерование рекомендуется применять на чистовых переходах обработки любой поверхности.

В зависимости от назначения и вида обрабатываемых поверхностей различают цилиндрические, торцевые, дисковые, концевые, шпоночные, фасонные фрезы. Некоторые типы фрез показаны на рисунке 5.4.

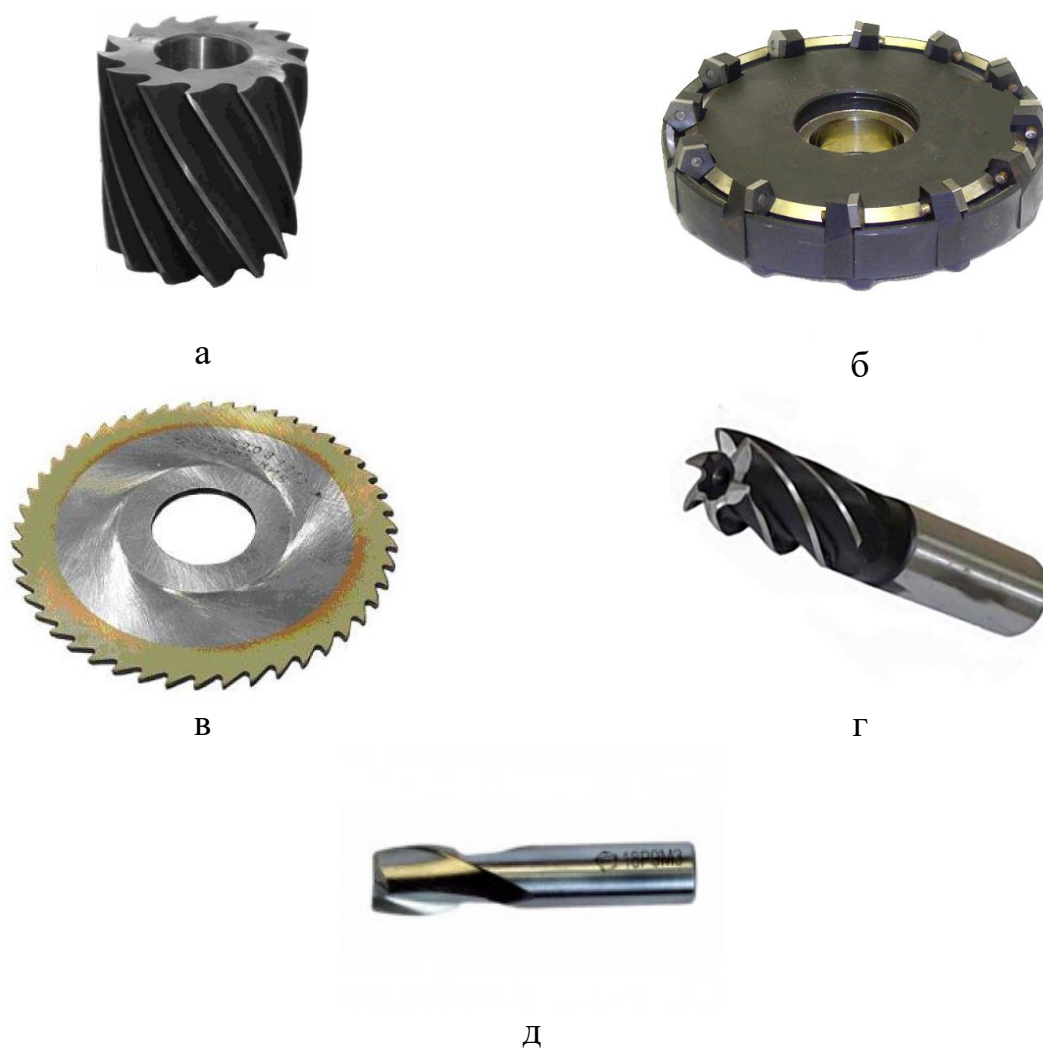


Рисунок 5.4 – Типы фрез:

а – цилиндрическая, б – торцевая, в – дисковая, г – концевая, д – шпоночная

Фрезы изготавливают цельными или сборными с напайными или вставными ножами либо с механически закрепленными неперетачиваемыми твердосплавными пластинками, аналогичными пластинкам, устанавливаемым на державки токарных резцов.

Фрезы для обработки плоскостей имеют острозаточенную форму зуба, фасонные фрезы изготавливают с затылованными зубьями, у которых передний угол равен нулю (рис. 5.5 а–б). Первые из них для восстановления работоспособного состояния перетачивают по передней или задней поверхности, фрезы с затылованными зубьями – только по передней поверхности для сохранения профиля рабочей поверхности зуба.

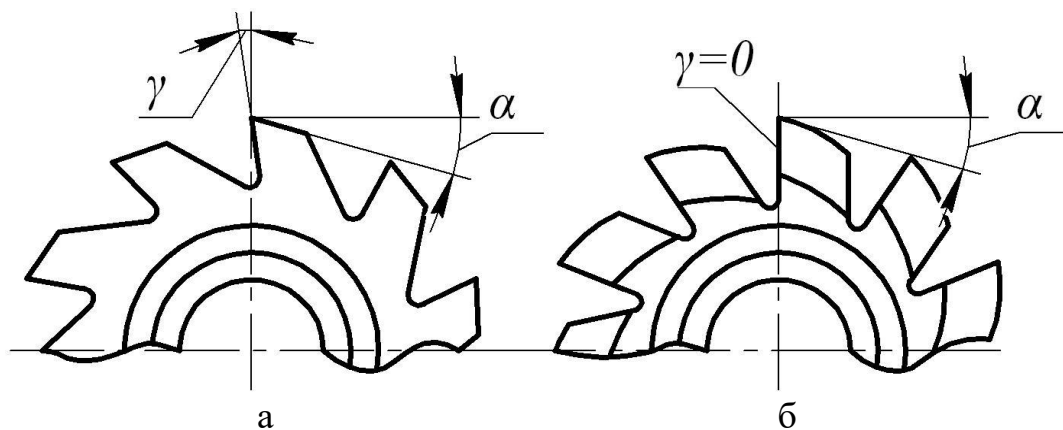


Рисунок 5.5 – Форма зубьев фрез:
а – острозаточенных, б – затылованных

Приведенные фрезы позволяют выполнять следующие виды работ (рис. 5.6 а–е).

Горизонтальные плоскости фрезеруют цилиндрическими фрезами на горизонтально-фрезерных станках; торцевыми фрезами – на вертикально-фрезерных станках.

Вертикальные плоскости обрабатывают торцевыми фрезами и торцевыми фрезерными головками на горизонтально-фрезерных станках; концевыми фрезами – на вертикально-фрезерных станках.

Наклонные плоскости и скосы фрезеруют торцевыми и концевыми фрезами при повороте фрезерных головок вертикально-фрезерных станков. На горизонтально-фрезерном станке используют одноугловые фрезы либо наборы фрез, которые используют при обработке комбинированных поверхностей.

Уступы и пазы фрезеруют дисковыми и концевыми фрезами.

Фасонные пазы фрезеруют фасонными дисковыми фрезами, угловые пазы – одно- и двухугловыми фрезами.

Пазы типа «ласточкин хвост» обрабатывают за два прохода: за первый проход концевой фрезой обрабатывают прямоугольный паз; затем концевой одноугловой фрезой фрезеруют скосы паза.

Шпоночные пазы фрезеруют шпоночными (двузубыми) и концевыми фрезами; пазы под сегментные шпонки – дисковыми фрезами.

Специальными дисковыми и пальцевыми модульными фрезами, профиль зубьев которых соответствует профилю впадины зуба зубчатого колеса, изготавливают зубчатые колеса.

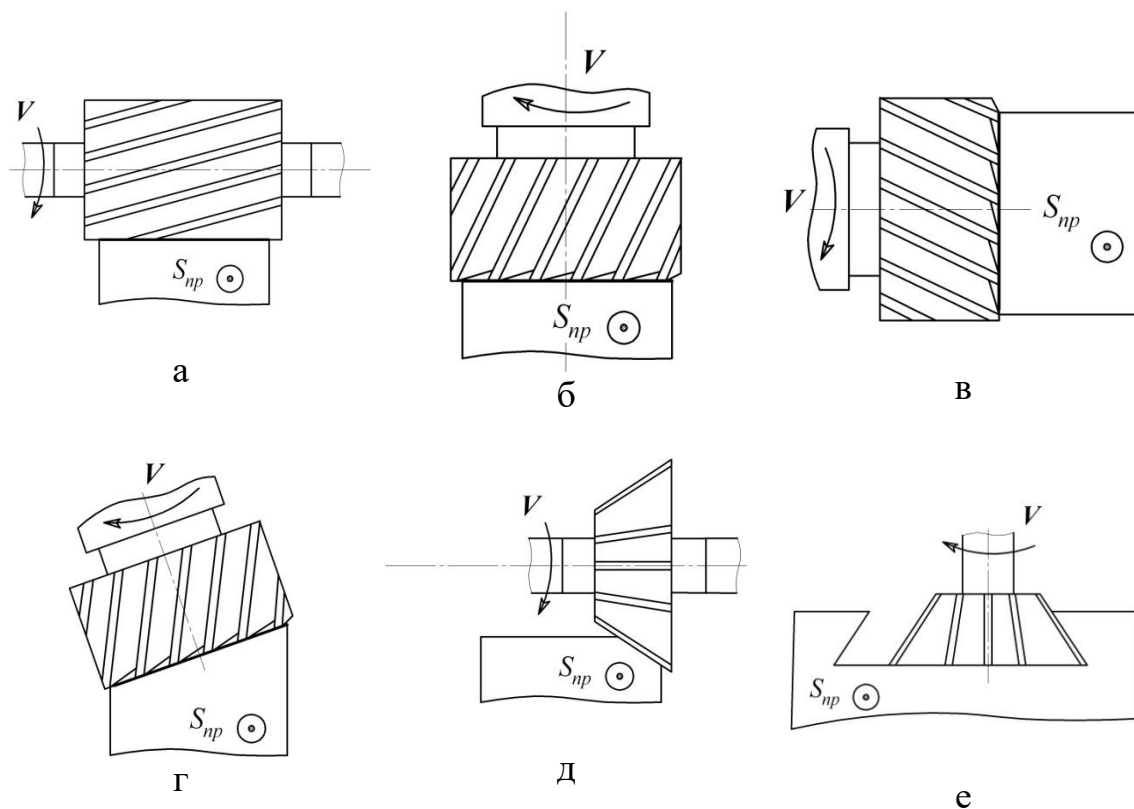


Рисунок 5.6 – Виды работ, выполняемых на фрезерных станках

Для установки фрез на станке и передачи крутящего момента от шпинделя к фрезе применяют фрезерные оправки либо патроны. По способу закрепления фрезы делятся на насадные (рис. 5.4 а–в) и хвостовые. Хвостовики фрез бывают цилиндрические и конические (конус Морзе либо конус метрический – 7:24).

Насадные фрезы соединяют с оправкой посредством шпонки. Оправки бывают короткие (рис. 5.7 а) и длинные (рис. 5.7 б). Установка фрезы на длинной оправке в соответствующее положение относительно шпинделя станка на горизонтально-фрезерных станках обеспечивают установочными кольцами. Конический хвостовик такой оправки устанавливают в шпиндель и притягивают к нему болтом (шомполом), проходящим через отверстие в шпинделе станка. От проворота оправку удерживают сухари, входящие в пазы шпинделя и оправки. Другой конец оправки устанавливают в подшипник серьги (траверсы) горизонтально-фрезерного станка.

Короткие оправки применяют для установки торцевых сборных и дисковых насадных фрез. Коническим хвостовиком такую оправку с фрезой устанавливают в шпинделе станка. Оправку прижимают к шпинделю болтом. Фрезы с коническим хвостовиком закрепляют в коническом отверстии шпинделя непосредственно, если конус фрезы и оправки совпадают, либо через переходные втулки и зажимают болтом. Такой способ зажима предотвращает выпадение инструмента из шпинделя станка при резании вследствие ударного характера нагрузки при обработке.



а



б



в

Рисунок 5.7 – Оправки и патроны для фрезерных станков

Фрезы с цилиндрическим хвостовиком закрепляют в цанговом патроне (рис. 5.7 в). На рисунке показан цанговый патрон с хвостовиками для зажима на станке двух видов и набор цанг для закрепления инструментов различного диаметра.

В качестве приспособлений для закрепления заготовок применяют тиски, прихваты, поддерживающие центры, универсальные делительные головки, а также специальные приспособления.

5.4 Режимы резания при фрезеровании

К элементам режима резания относятся глубина резания t , подача S , скорость резания V , ширина фрезерования B и основное время обработки t_o . Последовательность определения перечисленных параметров аналогична сверлильной и токарной обработке.

Глубина резания определяется как величина слоя металла, удаляемого за один проход.

Подача – величина перемещения обрабатываемой заготовки относительно вращающейся фрезы. При фрезеровании подачу измеряют в мм/об; мм/зуб, мм/мин. Они связаны друг с другом соотношением:

$$S_{\text{мин.}} = S_o \cdot n = S_z \cdot z \cdot n, \quad (5.1)$$

где z – число зубьев фрезы.

Ширина фрезерования (B) – величина обрабатываемой поверхности, измеренная в направлении, параллельном оси фрезы – при цилиндрическом фрезеровании, и перпендикулярном к направлению подачи – при торцовом фрезеровании.

Основное время:

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n_D \cdot S_o}, \quad (5.2)$$

где L – длина обработки; i – число проходов при обработке.

5.5 Порядок выполнения работы

5.5.1 Ознакомиться с устройством и назначением горизонтально- и вертикально-фрезерного станков. Изучить содержание лабораторной работы и литературу по данной теме из списка использованных источников

Изучить особенности процесса фрезерования, их влияние на точность и параметры шероховатости обработки, типы фрез и способы их установки и закрепления на станке.

5.5.2 Изучить основные виды работ, выполняемые на фрезерных станках, а также порядок назначения режима резания при фрезеровании.

Наблюдать процесс фрезерования на горизонтально- и вертикально-фрезерном станках и изучить их особенности.

5.5.3 По варианту задания, выданному преподавателем, выбрать оборудование и инструменты для обработки поверхностей и выполнить операционные эскизы обработки.

5.5.4 Оформить отчет установленной формы.

5.6 Вопросы для подготовки к тестированию

1. Устройство горизонтально-фрезерного станка (основные узлы и их назначение).
2. Устройство вертикально-фрезерного станка (основные узлы и их назначение).
3. Главное движение при фрезеровании.
4. Встречное фрезерование.
5. Попутное фрезерование.
6. Цилиндрические фрезы.
7. Торцовые фрезы.
8. Дисковые фрезы.
9. Угловые фрезы.
10. Шпоночные фрезы.
11. Фасонные фрезы.
12. Насадные фрезы.
13. Хвостовые фрезы.
14. Закрепление насадных фрез.
15. Закрепление хвостовых фрез.
16. Приспособления для закрепления заготовок.
17. Режимы резания при фрезеровании.
18. Виды подач при фрезеровании.
19. Определение минутной подачи при фрезеровании.
20. Фрезерование горизонтальных плоскостей.
21. Фрезерование вертикальных плоскостей.
22. Фрезерование наклонных плоскостей и скосов.
23. Фрезерование уступов и пазов.
24. Фрезерование шпоночных пазов.
25. Фрезерование фасонных поверхностей.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

Холодная листовая штамповка

6.1 Общие положения

Холодной штамповкой называют процесс обработки металлов в штампах при комнатной температуре. Холодную штамповку можно разделить на объемную и листовую штамповку.

Основными разновидностями холодной объемной штамповки являются холодное выдавливание, холодная высадка и холодная объемная формовка.

Листовой штамповкой получают плоские и пространственные детали различных размеров и формы. В качестве заготовок при листовой штамповке используют полученные прокаткой лист, полосу, ленту толщиной не более 10 мм (редко до 20 мм).

Наиболее распространенными материалами при листовой штамповке являются низкоуглеродистая сталь, пластичные легированные стали, медь, латунь, алюминий и его сплавы, титан и некоторые другие материалы.

Достоинства листовой штамповки:

- возможность получения деталей минимальной массы при высокой прочности и жесткости;
- высокие точность размеров и качество поверхности;
- простота механизации и автоматизации процессов штамповки, обеспечивающая высокую производительность процесса.

Различают формоизменяющие операции, в которых заготовка не должна разрушиться при деформировании, и разделительные операции, при которых часть исходной заготовки разрушается. Полная классификация операций холодной листовой штамповки приведена в ГОСТ 18970 [6]. Ниже приведены определения некоторых операций.

Основными разделительными операциями листовой штамповки являются: отрезка, вырубка, пробивка, нарезка и обрезка.

Отрезка – отделение части заготовки по незамкнутому контуру на ножницах и в штампах. Наиболее часто используют гильотинные и дисковые ножницы.

Качество поверхности среза зависит от правильного выбора и установки зазора между режущими кромками и отсутствия их притупления. Величина зазора приближенно может быть найдена из следующей зависимости:

$$z = (0,03 \dots 0,05) \cdot S, \quad (6.1)$$

где S – толщина листового материала.

Пробивкой называют операцию оформления внутреннего контура детали.

Вырубкой называют процесс оформления наружного контура детали.

Приведенные операции осуществляют в штампе, рабочими частями которого являются пуансон и матрица. Пуансон вдавливают часть заготовки в отверстие матрицы, и при превышении прочностных характеристик материала наблюдается его хрупкое разрушение по контуру, определяемому формой пуансона и матрицы. На рисунке 6.1 показан штамп простого действия. Матрицу 4 и пуансон 7 с помощью пуансонодержателя 8 и матрицедержателя 5 прикрепляют соответственно к верхней 10 и нижней 6 плите штампа. Точное направление пуансона относительно матрицы обеспечивают направляющими втулками 11 и колонками 12, запрессованными в верхнюю и нижнюю плиту пресса. Заготовка подается между направляющими линейками 2 до упора 3, ограничивающего шаг подачи. Высечка снимается с пуансона съемником 1. Нижнюю плиту штампа прикрепляют к столу пресса, а верхнюю – к ползуну пресса с помощью хвостовика 9.

В штампах для листовой штамповки можно выполнять несколько операций, причем в штампах последовательного или совмещенного действия.

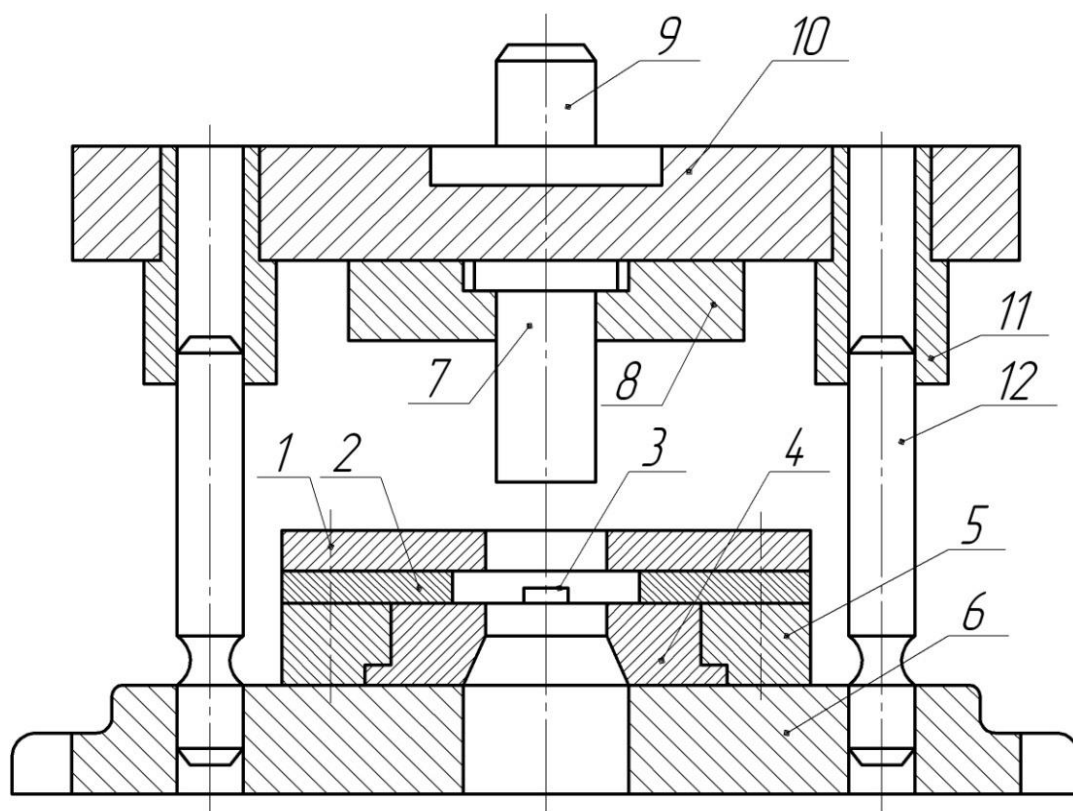


Рисунок 6.1 – Конструкция штампа простого действия

Для обеспечения работоспособности штампов между пуансоном и матрицей должен быть выполнен зазор, величину которого при пробивке и вырубке заготовок и деталей из различных материалов определяют по формуле:

$$z = \lambda_1 \cdot S^2 + \lambda_2 \cdot S, \quad (6.2)$$

где λ_1 , λ_2 – коэффициенты, определяемые в зависимости от механических свойств обрабатываемого материала.

Значения коэффициентов λ_1 , λ_2 приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Значения коэффициентов, определяющих свойства обрабатываемого материала

Коэффициент		λ_1	λ_2
Состояние металла	мягкий	0,008	0,04
	твердый	0,01	0,08

Кроме разделительных операций, в технологии штамповки применяют операции формоизменения, при которых плоская заготовка превращается в пространственное изделие. К таким операциям относят гибку, вытяжку без утонения и с утонением стенки, отбортовку, обжим, формовку.

Гибка – операция изменения кривизны исходной заготовки.

Схема операции и примеры изделий представлены на рисунке 6.2 (а–б).

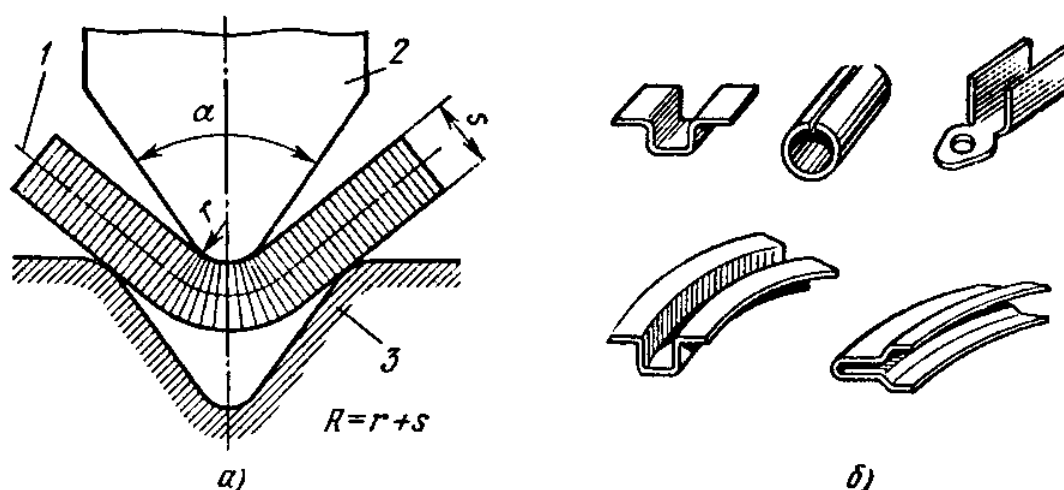


Рисунок 6.2 – Операция гибки:

а – схема гибки, б – изделия, получаемые с её использованием

Минимальные радиусы холодной гибки заготовок устанавливаются по предельно допустимым деформациям крайних волокон. Их применяют только в случае конструктивной необходимости, во всех остальных случаях выполняют увеличенные радиусыгиба. Значения рекомендуемых радиусовгибки определяют по таблицам, приведенным в справочниках по холодной листовой штамповке в зависимости от толщины изгибаемой листовой заготовки либо размера сечения профильной заготовки.

Вытяжкой без утонения стенки называют операцию, при выполнении которой плоская заготовка превращается в полое пространственное изделие при уменьшении периметра исходной заготовки. Схема вытяжки показана на рисунке 6.3. Пуансон 4 надавливает на центральную часть заготовки и смещает

ее в отверстие матрицы 5. В качестве исходной заготовки используют плоскую заготовку 1 диаметром D . При определенных размерах фланец заготовки может потерять устойчивость, что приведет к образованию складок 6. Складки могут появиться, если

$$D - d > (18 \dots 20) \cdot S, \quad (6.3)$$

где d – диаметр полученной детали.

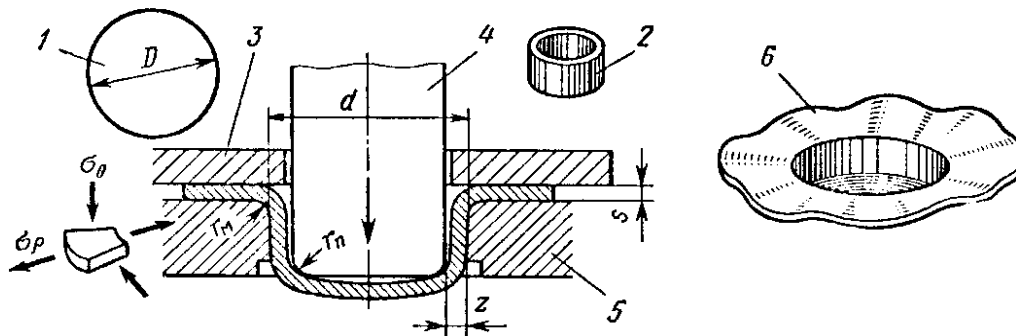


Рисунок 6.3 – Схема вытяжки без утонения стенки

Для предотвращения появления складок применяют прижим 3. Формоизменение при вытяжке оценивают коэффициентом вытяжки, который находят по формуле:

$$K_e = \frac{D}{d}, \quad (6.4)$$

допустимые значения которого составляют 1,8...2,1.

При вытяжке без утонения стенки зазор между пуансоном и матрицей равен

$$z = (1,1 \dots 1,3) \cdot S. \quad (6.5)$$

При вытяжке с утонением стенки увеличивается длина заготовки за счет уменьшения толщины стенок исходной заготовки.

Для осуществления процесса штамповки к пуансону необходимо приложить определенное усилие, величина которого зависит от операции штамповки.

При вырубке и пробивке:

$$P = k \cdot L \cdot S \cdot \sigma_{ср.}, \quad (6.6)$$

где k – коэффициент, учитывающий затупление режущих кромок ($k = 1,25$);

L – периметр вырубаемого контура; $\sigma_{всп}$ – временное сопротивление материала заготовки при срезе.

При вытяжке:

$$P = \pi \cdot S \cdot \sigma_{врасст.} \cdot (D - d) \cdot b, \quad (6.7)$$

где $\sigma_{врасст.}$ – временное сопротивление при растяжении; b – коэффициент вытяжки, который равен 1,1...1,2 – для первого прохода вытяжки; 1,6...1,9 – для последующих переходов вытяжки отожженных материалов; 2,3...2,7 – для последующих переходов вытяжки без межоперационного отжига.

Усилие одноугловой гибки:

$$P = 0,7 \cdot \frac{B \cdot S^2 \cdot \sigma_{врасст.}}{r + S}, \quad (6.8)$$

где B – ширина заготовки.

Значения механических свойств ($\sigma_{всп}$, $\sigma_{врасст.}$) некоторых материалов, используемых при листовой штамповке, приведены в таблицах 6.2–6.3.

Таблица 6.2 – Значения пределов прочности при срезе

Материал	$\sigma_{всп}$, МПа (кгс/мм ²)	
	для мягкого (отожженного)	для твердого (неотожженного)
Стали:		
Ст. 1	26 (254)	32 (314)
Ст. 2	27 (264)	34 (333)
Ст. 3	31 (304)	40 (392)
Ст. 4	34 (333)	42 (412)
15	28 (274)	36 (352)
20	32 (314)	40 (392)
25	34 (333)	44 (430)
30	36 (362)	48 (491)
40	45 (440)	56 (550)
Латуни:		
Л62	21 (206)	30 (294)
Л68	21 (206)	28 (274)
Алюминий	10 (98)	15 (147)

Таблица 6.3 – Значения пределов прочности при растяжении

Материал	$\sigma_{в\text{раст.}}, \text{ МПа (кгс/мм}^2\text{)}$	
	для мягкого (отожженного)	для твердого (неотожженного)
Стали: 0,1 % С	32 (314)	40 (392)
0,2 % С	40 (392)	50 (490)
0,3 % С	45 (440)	60 (588)
0,4 % С	56 (550)	72 (705)
0,6 % С	72 (705)	90 (882)
Алюминий	8,0 (7,84)	17 (16,66)
Латунь	28 (274)	50 (490)
Дуралюминий	26 (254)	48 (470)
Медь	22 (216)	30 (294)
Бронза	40 (392)	60 (588)

При штамповке небольших по габаритам деталей из одной листовой заготовки вырубают несколько плоских заготовок. Между смежными контурами вырубаемых заготовок обычно оставляют перемычки шириной, примерно равной толщине заготовки. В некоторых случаях производят вырубку и без перемычек, что ухудшает качество среза и существенно снижает стойкость инструмента. Минимальную величину перемычек между деталями a_1 определяют по таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Минимальная толщина перемычек между деталями

Толщина, мм	0,3	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	10,0
Перемычка a_1 , мм	0,4	1,0	1,2	1,6	2,0	3,0	5,5

Величину перемычки между краем полосы и вырубаемой деталью определяют из соотношения:

$$a_2 = 1,2 \cdot a_1. \quad (6.9)$$

Контурные смежных вырубаемых заготовок располагают на листовом металле так, чтобы отходы металла в высечку были минимальными. Расположение контуров заготовок на листовом материале (ленте, полосе) называют раскромом. Примеры раскроа приведены на рисунке 6.4. Оценку качества раскроа исходного материала производят с помощью коэффициента использования материала

$$k_u = \frac{F_D \cdot n_D}{F_3}, \quad (6.10)$$

где F_d – площадь вырубленной детали; n_d – число деталей, полученных из листовой заготовки, имеющей размеры $L \times B$, F_3 – площадь исходной заготовки.

Для определения $K_{им}$ обычно выполняют раскрой материала на миллиметровке в масштабе или используют для этого современные технические средства и программное обеспечение.

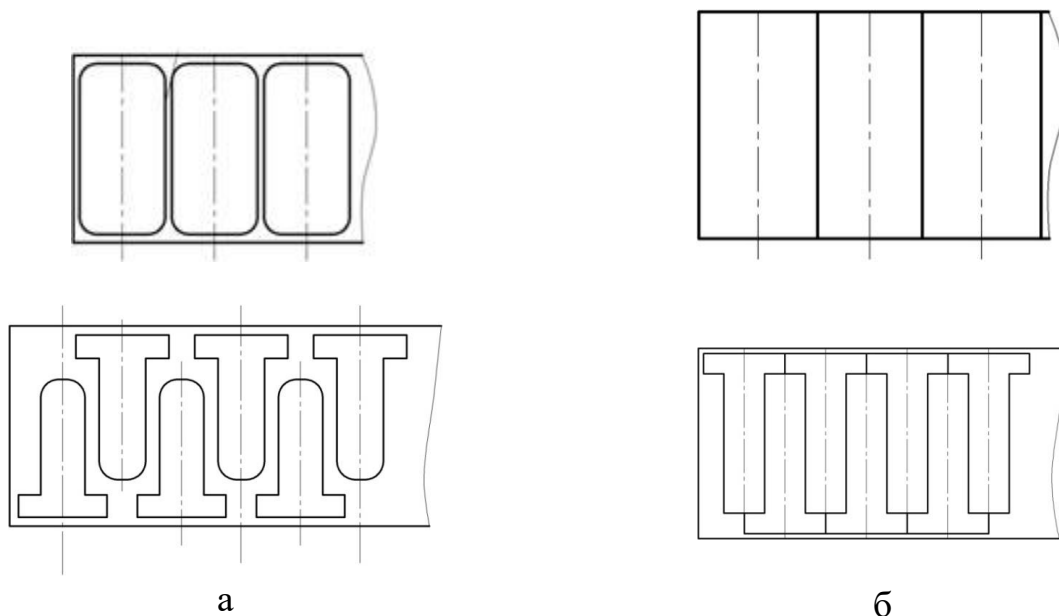


Рисунок 6.4 – Примеры раскроя материала:
а – с перемычками, б – без перемычек

6.2 Порядок выполнения работы

6.2.1 Изучить материал, изложенный в лабораторной работе и списке использованных источников.

6.2.2 Ознакомиться с устройством штампов различной конструкции и принципом их работы.

6.2.3 Изучить устройство и принцип работы оборудования для штамповки.

6.2.4 По варианту индивидуального задания, выданному преподавателем:

- выбрать штамп для получения деталей;
- рассчитать усилие на выполнение операции;
- выполнить раскрой и определить $k_{м}$ материала.

6.2.5 Оформить отчет установленной формы, в котором необходимо отразить:

- основные операции листовой штамповки;
- условия, при которых осуществляется штамповка;
- эскиз штампа с описанием его устройства;
- оборудование, используемое при штамповке;
- все этапы выполненного индивидуального задания.

6.3 Вопросы для подготовки к тестированию

1. Холодная штамповка.
2. Разновидности холодной объемной штамповки.
3. Заготовки для листовой штамповки.
4. Зазор между матрицей и пуансоном при вырубке и пробивке.
5. Штампы простого действия (основные детали и их назначение).
6. Материалы для листовой штамповки.
7. Разделительные операции листовой штамповки.
8. Формоизменяющие операции листовой штамповки.
9. Отрезка.
10. Вырубка.
11. Пробивка.
12. Гибка.
13. Вытяжка без утонения и с утонением стенки.
14. Штампы последовательного и совмещенного действия.
15. Зазор между пуансоном и матрицей при вытяжке.
16. Коэффициент вытяжки.
17. Условие появления складок при вытяжке.
18. Усилие при вытяжке.
19. Усилие при вырубке и пробивке.
20. Раскрой материала.
21. Перемычки.
22. Коэффициент использования материала.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

Ручная дуговая сварка

7.1 Общая характеристика сварочного производства

Сваркой называется технологический процесс получения неразъемных соединений различных материалов.

Физическая сущность сварки заключается в образовании прочных связей между атомами или молекулами на поверхности соединяемых заготовок. Для этого требуется введение определенной энергии в виде теплоты, упругопластической деформации и электронного, ионного и других видов облучения. В результате поверхностные атомы металлов и кристаллических неметаллических материалов образуют общие для соединяемых заготовок кристаллические решетки, а на поверхности пластмасс наблюдается объединение частей молекулярных цепей.

Насчитывается значительное количество способов сварки. Их можно разделить на сварку плавлением и сварку давлением. В первом случае происходит расплавление кромок свариваемых заготовок и присадочного материала. В результате образуется общая сварочная ванна расплавленного материала, после кристаллизации которой получается соединение в виде сварного шва. К способам сварки плавления относится дуговая сварка, электрошлаковая, электронно-лучевая и газовая.

При сварке давлением заготовки соединяют путем совместной пластической деформации соединяемых поверхностей, причем в зоне контакта материал нагревают для снижения сопротивления деформации. Так получают прочное соединение заготовок. К способам сварки давлением относят контактную сварку, газопрессовую, диффузную, термокомпрессорную, ультразвуковую, взрывом, трением, холодную.

По виду применяемой энергии сварка может быть электрической, химической (газовая), механической (трением и холодная).

Способность материалов образовывать сварные соединения называется свариваемостью. По данному признаку материалы разделяют на хорошо, удовлетворительно и плохо сваривающиеся. Ниже рассмотрены наиболее распространенные способы сварки.

7.2 Основы сварки плавлением

При дуговой сварке между электродами, одним из которых является свариваемая заготовка, возникает электрическая дуга. В зависимости от способа включения электродов и заготовки в цепь электрического тока различают следующие виды дуговой сварки (рис. 7.1).

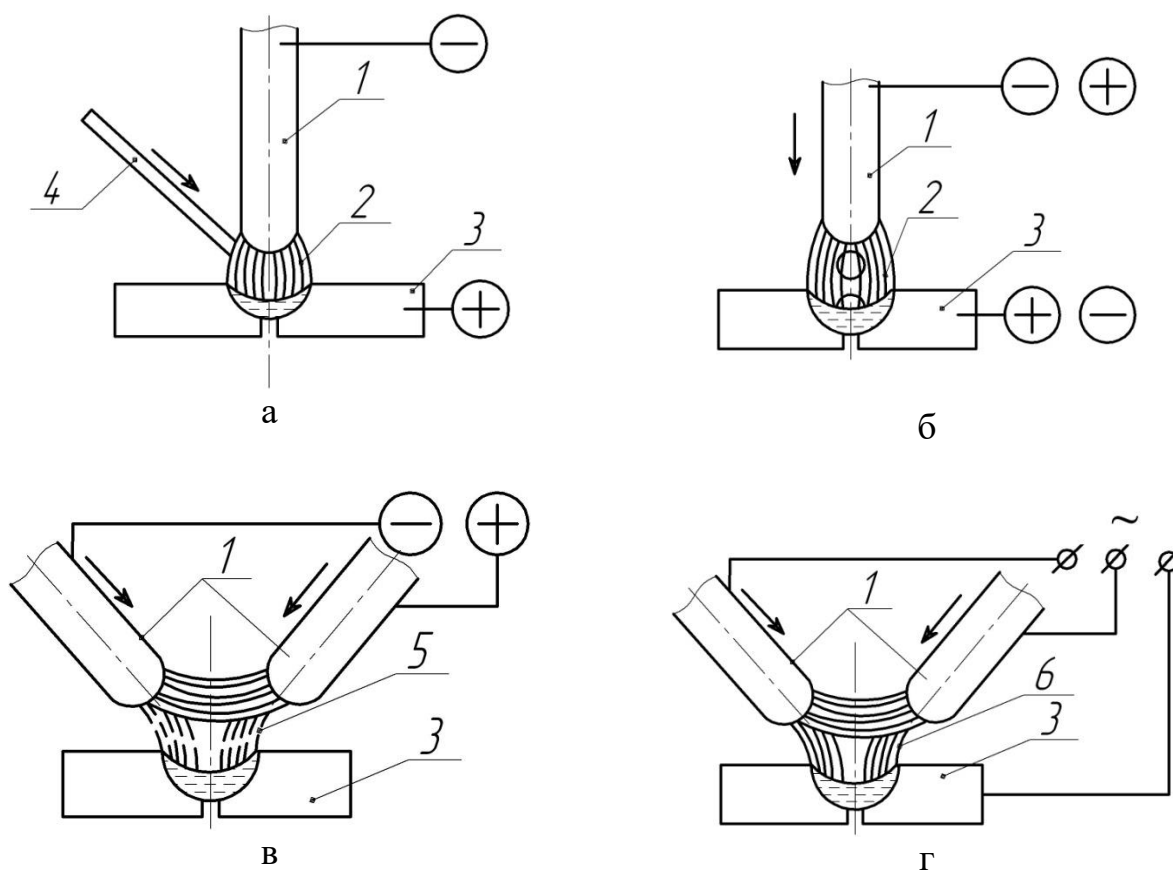


Рисунок 7.1 – Схемы электродуговой сварки:
а – неплавящимся электродом, б – плавящимся электродом,
в – косвенной дугой, г – трехфазной дугой

В первом случае осуществляется сварка неплавящимся электродом 1 дугой прямого действия 2, при которой соединение осуществляется путем расплавления основного материала 3 либо присадочного материала 4. В качестве неплавящегося электрода используют угольный или вольфрамовый электрод. Во втором способе производится сварка плавящимся (металлическим) электродом 1 дугой прямого действия 2 с расплавлением основного материала 3 и электрода, расходуемого в процессе плавления, который и заполняет ванну жидким металлом. В третьем способе плавление кромок детали происходит вследствие возникновения косвенной дуги 5, горящей между неплавящимися электродами 1. При сварке трехфазной дугой 6 дуга горит между электродами 1, а также между каждым электродом и основным металлом 3.

При применении постоянного тока различают сварку на прямой и обратной полярности. В первом случае электрод подключается к отрицательному полюсу источника питания, который служит катодом, во втором – к положительному полюсу источника питания и является анодом. Процесс зажигания дуги включает обычно три этапа:

– короткое замыкание на заготовку;

- отвод электрода на расстояние устойчивого горения дуги (3...6 мм);
- образование устойчивого дугового разряда.

Температура столба дуги достигает 6000...7000 °С, что обеспечивает не только плавление свариваемых материалов и электродов, но и их испарение. Выделение значительного количества газообразных продуктов горения требует организации приточно-вытяжной вентиляции на рабочем месте сварщика. В состав рабочего места сварщика (рис. 7.2) входят вводной рубильник 1, сварочный трансформатор 2, электрододержатель 3, стол сварщика 4, вентиляция 5.

Для защиты сварщика от светового и ультрафиолетового излучения используется щиток или маска с темным стеклом, для защиты тела и рук – брезентовая спецодежда и рукавицы. Рабочее место сварщика оформляется в виде специальной сварочной кабины, отделенной от других кабин и рабочего пространства цеха.

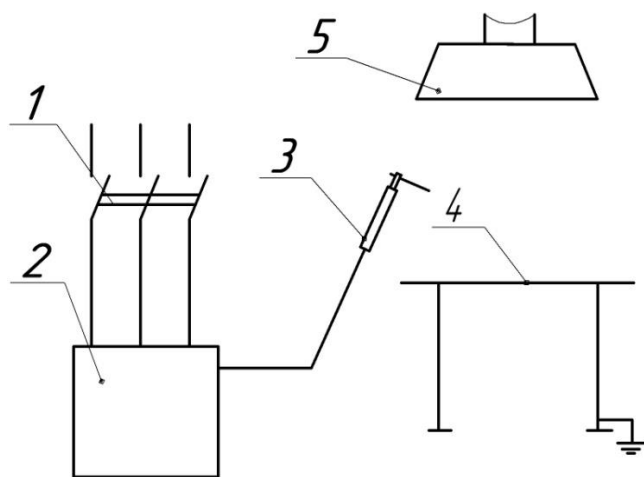


Рисунок 7.2 – Схема рабочего места сварщика

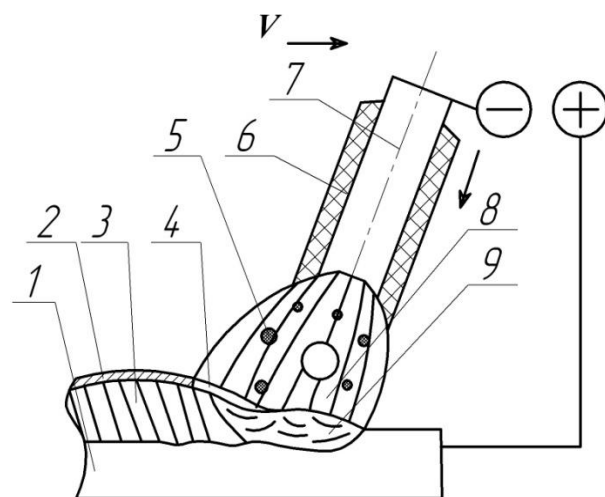


Рисунок 7.3 – Схема сварки металлическим покрытым электродом

На рисунке 7.3 показана схема процесса сварки металлическим покрытым электродом. Дуга 8 горит между стержнем электрода 7 и основным металлом 1. Стержень плавится, и металл каплями стекает в металлическую ванну 9. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода 6, образуя защитную газовую атмосферу 5 вокруг дуги и жидкую ванну 4 на поверхности расплавленного металла. Металлическая и шлаковая ванна образуют сварочную ванну, которая по мере движения дуги затвердевает, образуя сварной шов 3. Жидкий шлак на поверхности шва образует твердую шлаковую корку 2.

7.3 Электроды для ручной сварки

Ручная дуговая сварка занимает наибольший объем в процессе получения неразъемных соединений.

Электроды для ручной сварки представляют собой стержни из проволоки определенного диаметра с нанесенными на них покрытиями. Стержни изготавливают из сварочной проволоки повышенного качества по ГОСТ 2246-88. Все марки сварочной проволоки в зависимости от состава делят на три группы:

- углеродистую (Св-08, Св-10ГС и др.);
- легированную (Св-18ХМА, Св-10Х5М и др.);
- высоколегированную (Св-06Х19Н10М5Т, Св-07Х25Н13 и т. д.).

Сварочную проволоку используют для изготовления стержней покрытых электродов, при автоматической дуговой сварке под флюсом, сварке плавящимся электродом в среде защитных газов и как присадочный материал при сварке неплавящимся электродом и газовой сварке.

Электроды классифицируют по следующим признакам:

- типу покрытия;
- химическому составу жидкого металла;
- по назначению.

По назначению покрытия электроды бывают со стабилизирующими, защитными и качественными покрытиями (обмазками).

Стабилизирующее покрытие состоит из мела (CaCO_3). Кальций способствует лучшей ионизации дуги и ее устойчивому горению.

Качественные покрытия состоят из стабилизирующих, шлакообразующих, раскисляющих, легирующих и связующих составляющих. Стабилизирующие вещества увеличивают степень ионизации дуги и повышают стабильность горения. Используют силикаты натрия и калия, поташ, мел, мрамор. К газообразующим веществам относятся крахмал, оксицеллюлоза, мрамор, магнезит. Для получения шлака в состав покрытий вводят марганцевую руду, полевой и плавиковый шпат, мрамор, рутил. В качестве раскислителей используют ферромарганец, ферросилиций и т. д.

Легирующие составляющие служат для получения наплавленного металла требуемых химического состава и механических свойств. Легирующими элементами являются феррохром, ферромolibден, ферротитан и др.

В качестве связующего применяется жидкое натриевое стекло (силикат натрия), связывающее порошковые составляющие в обмазочную массу, наносимую на сварочную проволоку.

По химическому составу жидких шлаков покрытия разделяют на кислые и основные. В первых преобладает окись кремния SiO_2 . Такие шлаки хорошо раскисляют шов, однако не препятствуют выгоранию легирующих элементов.

В состав кислых покрытий вводят марганцевую руду, полевой шпат, рутил. Электроды с кислыми покрытиями применяют для сварки низколегированных и углеродистых сталей.

В шлаках основных покрытий преобладает окись кальция (СаО). Такие шлаки обладают хорошими раскисляющими свойствами и позволяют вводить значительное количество легирующих элементов. В состав основных покрытий входят мрамор, плавленый шпат, ферросплавы. Электроды с приведенными покрытиями применяют для сварки легированных и высоколегированных сталей.

По назначению стальные электроды в соответствии с ГОСТ 9466-88 подразделяют на следующие четыре класса:

- для сварки углеродистых и легированных конструкционных сталей;
- для сварки теплоустойчивых сталей;
- для сварки высоколегированных сталей;
- для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

Согласно ГОСТ 9467-88 электроды для сварки конструкционных сталей (Ст.3, Ст.5, стали 40, 50, 30ХГСА и др.) подразделяют на типы Э34, Э42,..., Э145 в зависимости от свойств наплавленного металла. Цифры показывают на прочность наплавленного металла в кг/мм². Для сварки термоустойчивых сталей (12ХМ, 15ХМ, 20ХМФ и др.) применяют электроды типа Э-ХМ, Э-ХМФБ и др. Буквы после Э указывают на легирующий элемент в составе покрытия: Х – хром; М – молибден; Ф – ванадий; Б – ниобий; В – вольфрам и т. д.

Для сварки высоколегированных сталей (ОХ18Н9Т, Х25Н20С2, Х17 и др.) согласно ГОСТ 10052-88 применяют электроды, различающиеся по структуре и составу металла сварного шва. Например, ЭА – 3М6 – электрод аустенитного типа (по структуре) с добавками соответствующих легирующих элементов (в %).

Обозначение наплавочных электродов согласно ГОСТ 10051 соответствует химическому составу наплавки и ее твердости по Роквеллу. Буква У обозначает содержание углерода в десятых долях процента, другие буквы – легирующие элементы и их содержание (в %). Например, ЭН-У30Х15С4Н5-50: электроды наплавочные (ЭН), содержащие 3 % С, хрома 15 %, кремния 4 %, никеля 5 %, твердость 50 HRC.

Помимо типа электрода, важной характеристикой является марка, определяющая состав покрытия (УОНИ-13/45, ЦЛ-10, ЦЛ-18 и т. д.). Состав покрытия определяется соответствующими нормативными документами.

7.4 Типы сварных соединений

Типы сварных соединений определяются взаимным расположением свариваемых элементов и формой подготовки (разделки) кромок под сварку. По взаимному расположению свариваемых элементов различают следующие типы

сварных соединений: стыковые без и с разделкой кромок (рис. 7.4 а,б), нахлесточные (рис. 7.4 в), тавровые (рис. 7.4 г), угловые.

Для обеспечения равнопрочности сварного соединения за счет полного провара заготовок по сечению выполняют разделку кромок. Форму и размеры элементов разделки назначают исходя из условий полного проплавления свариваемого сечения. На приведенном ниже рисунке показаны типы сварных стальных соединений и формы разделок кромок для основных способов сварки плавлением и давлением. На рисунке 7.5 показаны возможные пространственные положения шва при ручной дуговой сварке. Кроме этого, в зависимости от направления действия внешней нагрузки различают лобовые, косые и фланговые сварные швы.

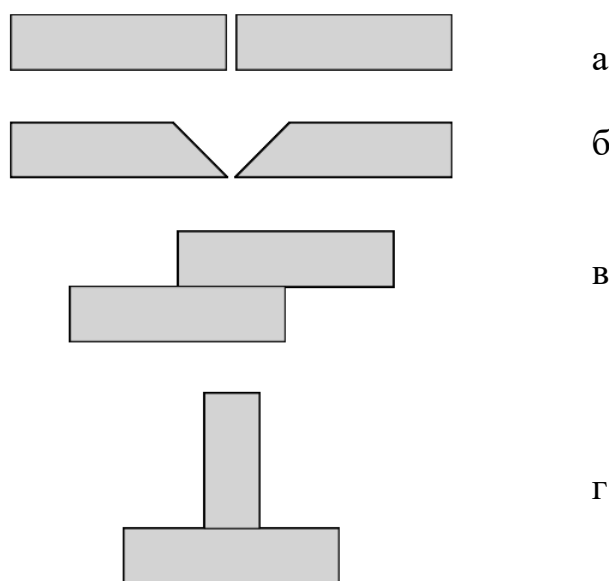


Рисунок 7.4 – Типы сварных соединений:

а – стыковые без разделки кромок, б – стыковые с разделкой кромок,
в – нахлесточные, г – тавровые

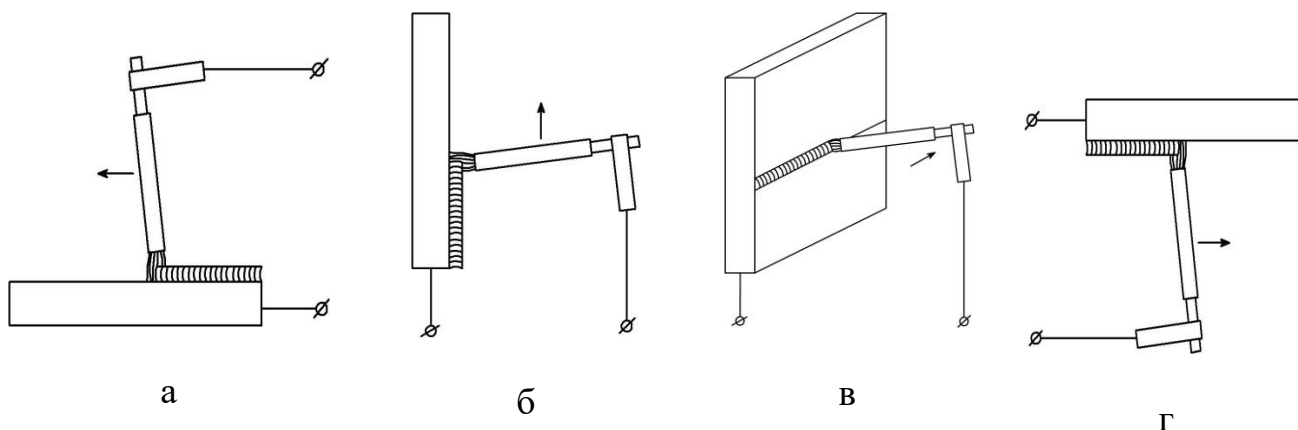


Рисунок 7.5 – Возможные пространственные положения шва при ручной сварке:
а – нижнее, б – вертикальное, в – горизонтальное, г – потолочное

7.5 Режимы ручной дуговой сварки

Ручную дуговую сварку широко применяют в производстве металлоконструкций из металлов и сплавов толщиной (*S*) до 2–30 мм.

Для выполнения сварочных работ необходимо выбрать марку и диаметр электрода, силу сварочного тока, напряжение для устойчивого горения дуги, производительность процесса сварки. Марку электрода выбирают в зависимости от материала свариваемых деталей, их толщины, механических свойств материала, вида сварочного тока, согласно данным таблицы 7.1.

Таблица 7.1 – Состав покрытий и механические свойства шва

Марки элек- тродов, род тока	Состав покрытий в весовых частях													Механичес- кие свойства шва	
	железная руда	ферромарганец	ферросилиций	ферротитан	плавиковый шпат	мрамор	гранит	кварцевый песок	рутил	тальк	каолин	крахмал	целлюлоза	временное сопротивление, σ_6 , МПа	относительное удлинение, δ , %
УОНИ 13/45 постоянный	-	2	3	15	18	53	-	9	-	-	-	-	-	46,0	26,6
ЦМ-7 постоянный переменный	33	30	-	-	-	-	32	-	-	-	-	5	-	48,0	22,0
МР-3 постоянный переменный	-	15,5	-	-	-	18	-	-	50	10	5	-	1,5	48,0	25,0
АНО-6 постоянный переменный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,0	18,0

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемого материала по таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Диаметр электродов для сварки

<i>S</i> , мм	1–2	3–5	4–10	12–24 и более
<i>d</i> , мм	2–3	3–4	4–5	5–6

Основным параметром режима ручной дуговой сварки является сила тока (в А):

$$I_{\text{св.}} = k \cdot d_э, \quad (7.1)$$

где k – опытный коэффициент, А/мм, который составляет 40–60 для электродов из низкоуглеродистой стали; 35–40 для электродов из высоколегированной стали.

Кроме сварочного тока, определяется напряжение для устойчивого горения дуги:

$$U = \alpha + \beta \cdot l_d, \quad (7.2)$$

где α – коэффициент, характеризующий падение напряжения на электродах ($\alpha = 10$ В для ручной сварки); β – коэффициент, характеризующий падение напряжения на 1 мм дуги ($\beta = 2$ В/мм для ручной сварки); l_d – длина дуги ($l_d \approx 0,5 \cdot (d_э + 2)$ – для ручной сварки).

Важными характеристиками процесса ручной сварки являются также коэффициент наплавки (α_n) и коэффициент потерь (ψ).

По коэффициенту наплавки определяют по формуле часовую производительность Q процесса сварки по величине коэффициента наплавки α_n и силы сварочного тока $I_{\text{св.}}$, которая обычно составляет 1–3 кг/ч:

$$Q = \alpha_n \cdot I_{\text{св.}} \quad (7.3)$$

Значения коэффициентов приведены в справочных таблицах.

Коэффициент потерь характеризует потери металла электрода на угар и разбрызгивание, которые обычно составляют 10–20 % от веса электрода.

7.6 Порядок выполнения работы

7.6.1 Ознакомиться с содержанием данной лабораторной работы и литературой из списка использованных источников.

7.6.2 Рассмотреть процесс горения дуги и условия, обеспечивающие ее устойчивое горение.

7.6.3 По заданию, выданному преподавателем:

- выполнить эскиз сварного соединения;
- выбрать диаметр электрода и его марку;
- определить режимы ручной дуговой сварки.

7.6.4 Выполнить отчет, который должен содержать:

- схему процесса горения дуги и описание физической сущности процесса;
- устройство сварочного поста;
- классификацию электродов и покрытий на них;
- выполненное индивидуальное задание.

7.7 Темы вопросов для подготовки к тестированию

1. Физическая сущность процесса сварки.
2. Разновидности способов сварки, виды дуговой сварки.
3. Сварка прямой и обратной полярности.
4. Процесс зажигания дуги.
5. Рабочее место сварщика.
6. Техника безопасности при сварочных работах.
7. Схема ручной дуговой сварки покрытым электродом.
8. Сварочная проволока.
9. Условное обозначение электродов.
10. Стыковые соединения.
11. Тавровые соединения.
12. Нахлесточные соединения.
13. Угловые соединения.
14. Торцовые соединения.
15. Типы сварных соединений по положению в пространстве.
16. Типы швов по направлению к внешней нагрузке.
17. Лобовые швы.
18. Косые швы.
19. Фланговые швы.
20. Выбор марки электрода.
21. Классификация электродов по типу покрытия.
22. Стабилизирующие покрытия.
23. Классификация электродов по химическому составу жидкого металла.
24. Классификация электродов по назначению.
25. Типы сварных соединений по расположению свариваемых элементов.
26. Выбор диаметра электрода.
27. Определение силы сварочного тока.
28. Определение напряжения горения дуги.
29. Длина дуги при ручной дуговой сварке.
30. Коэффициент потерь.
31. Определение часовой производительности сварки.
32. Качественные покрытия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 26645–85. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. – Введ. 1990 – 01 – 01. – Москва : Издательство стандартов, 1985. – 36 с.
2. ГОСТ 3.1125–88 (СТ СЭВ 4406–83). Единая система технологической документации. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок. – Введ. 1989 – 01 – 01. – Москва : Издательство стандартов, 1988. – 13 с.
3. ГОСТ 3212–80. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров. – Введ. 01.07.1993. – Москва : Издательство стандартов, 1992. – 24 с.
4. Дальский, А. М. Технология конструкционных материалов : учеб. пособие / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского. – 6-е изд., испр. и доп. – Москва : Машиностроение, 2005. – 592 с.
5. ГОСТ 3.1702–79. Единая система технологической документации (ЕСТД). Правила записи операций и переходов. Обработка резанием (с Изменением N 1). – Введ. 1981 – 01 – 01. – Москва : ИПК Издательство стандартов, 2003 (издание с Изм. N 1). – 21 с.
6. ГОСТ 18970–84. Обработка металлов давлением. Операцияковки и штамповки. Термины и определения (с Изм. N 1). – Введ. 1985 – 07 – 01. – Москва : Издательство стандартов, 1986 (переизд. с Изм. N 1). – 33 с.
7. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов : учеб. пособие для вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. – Москва : Высшая школа, 2004. – 519 с.
8. Арзамасов, Б. Н. Конструкционные материалы : справочник / Б. Н. Арзамасов [и др.] ; под ред. Б. Н. Арзамасова. – Москва : Машиностроение, 1990. – 688 с.
9. Ящерицин, П. И. Основы резания материалов и режущий инструмент / П. И. Ящерицын, М. Л. Еременко, Н. И. Жигалко. – Минск : Вышэйшая школа, 1981. – 560 с.
10. Руденко, П. А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении : учебное пособие / П. А. Руденко, Ю. А. Харламов, В. М. Плескач ; под общей ред. В. М. Плескача. – Киев : Высшая школа, 1991. – 247 с.
11. ГОСТ 14.004–83 (СТ СЭВ 2521–80). Технологическая подготовка производства. Термины и определения основных понятий. – Введ. 1983 – 01 – 07. – Москва : Стандартинформ, 2009 (переиздание с Изменениями № 1, 2). – 8 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Пример оформления титульного листа

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра «Технология и оборудование машиностроительного производства»

ОТЧЕТ
по лабораторной работе 1
«Изучение средств измерения линейных размеров»

Выполнил(а): студент(ка) гр. М-14

Иванова И. Н.

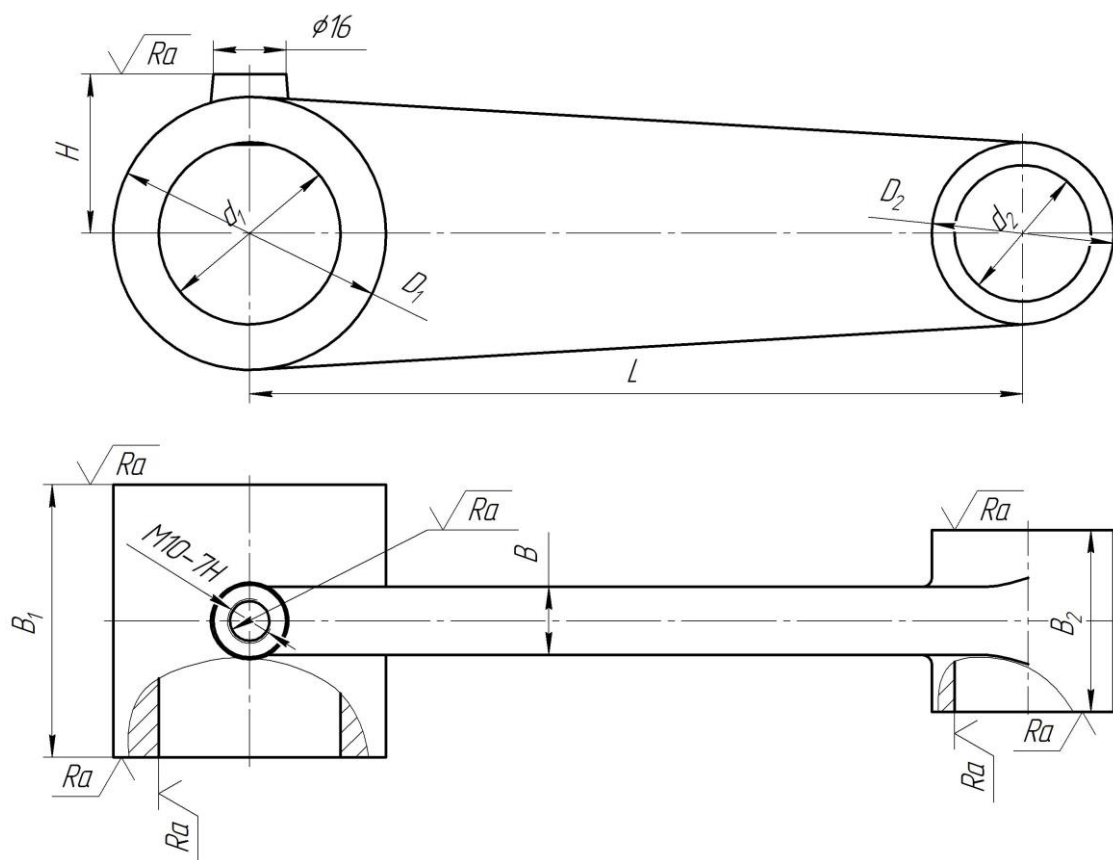
Проверил: ст. преподаватель

Петров И. И.

Витебск, 20__

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Задания к лабораторной работе 2

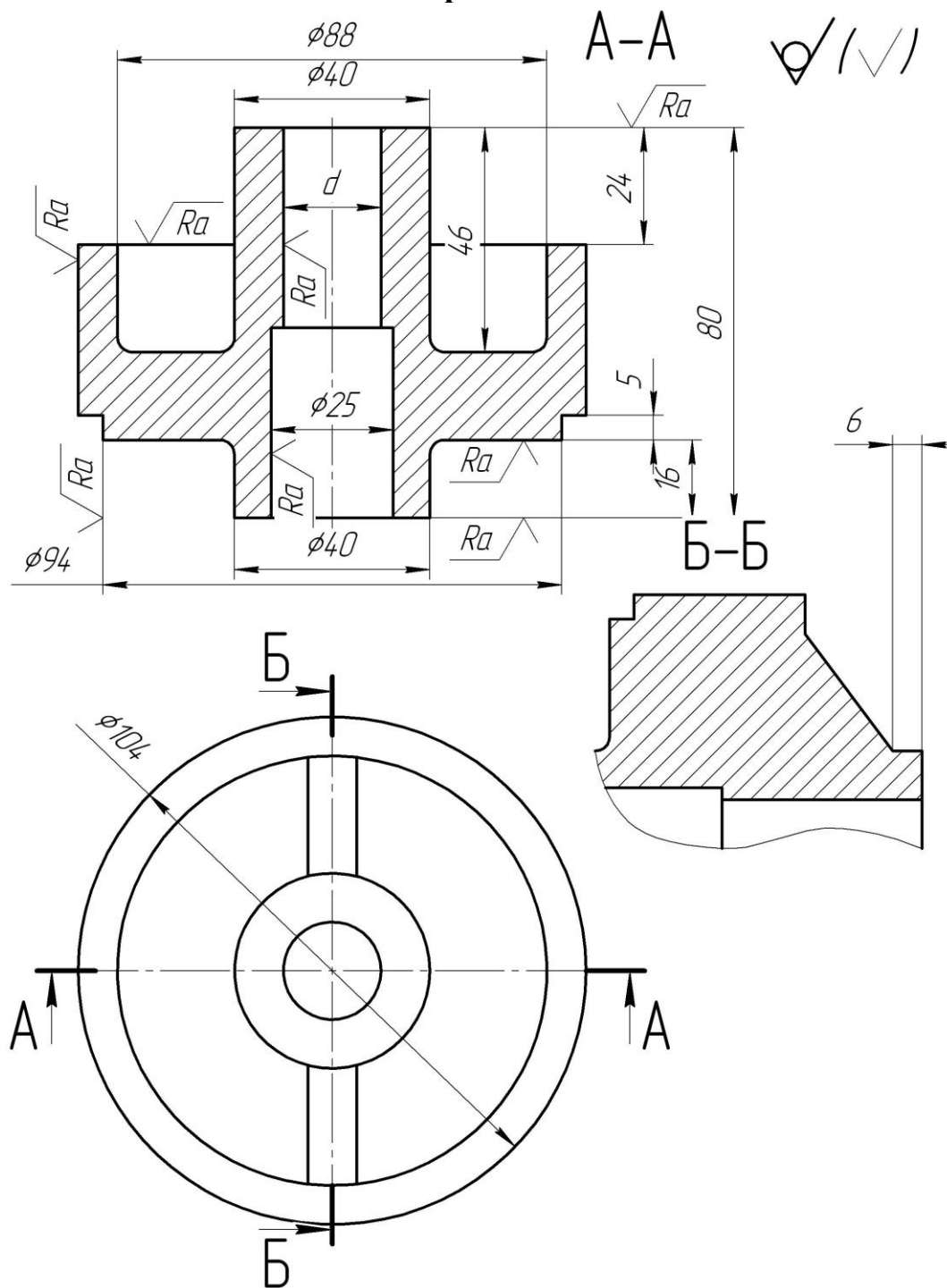
Вариант 1



Размер	Вариант				
	1А	1Б	1В	1Г	1Д
D_1	60	70	65	85	90
D_2	40	55	50	50	60
d_1	40	58	50	70	72
d_2	30	42	40	40	45
L	170	220	200	200	250
B	15	15	12	14	15
B_1	60	45	50	52	55
B_2	40	45	42	40	45
H	32	37	35	45	48
Материал: Сталь 45Л Чугун Сч12-24					

РЫЧАГ

Вариант 2



d , мм	20	25	15	35
----------	----	----	----	----

ШКИВ

Материал:

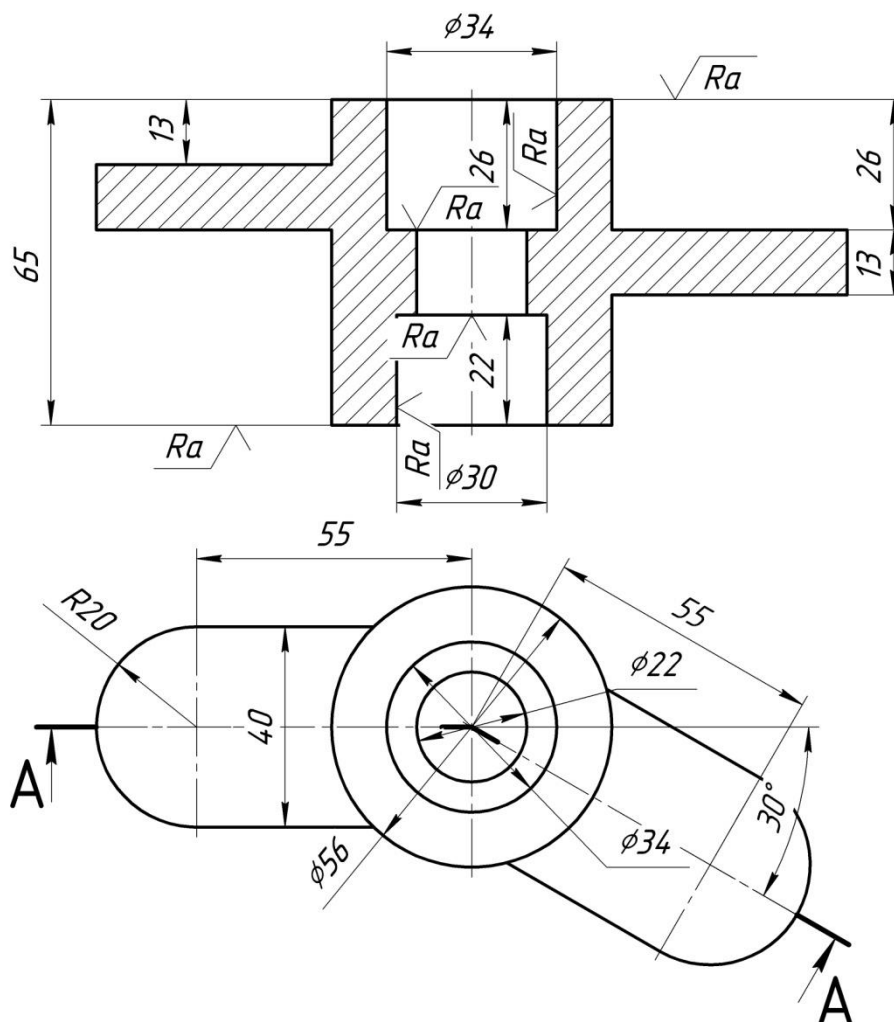
Сч 12-24

Сталь 35Л

Силумин

Вариант 3

A-A



РЫЧАГ

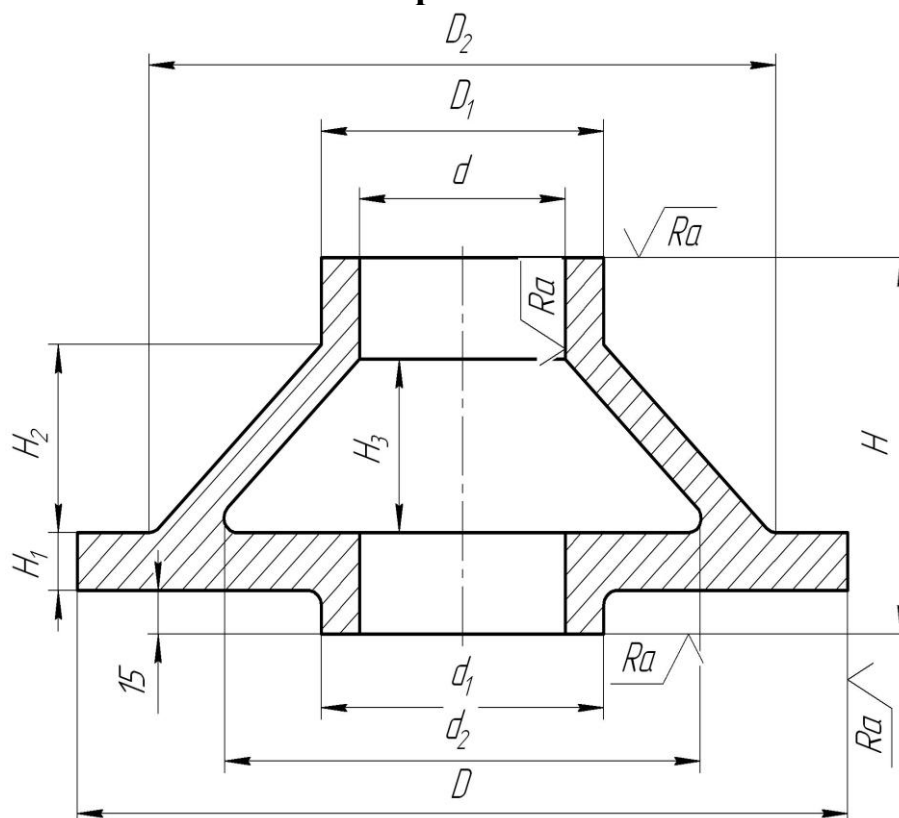
Материал:

Сч 12-24

Сталь 35Л

Силумин

Вариант 4



Размер	Вариант				
	4А	4Б	4В	4Г	4Г
D	300	150	300	250	125
D_1	125	115	100	100	80
D_2	240	125	200	200	95
d	80	80	80	85	60
d_1	110	110	180	100	82
d_2	200	90	180	185	75
H	130	300	150	170	250
H_1	20	15	12	12	10
H_2	60	200	90	110	180
Материал: Чугун Сч 21–44					
Сталь 45Л					

ДИСК

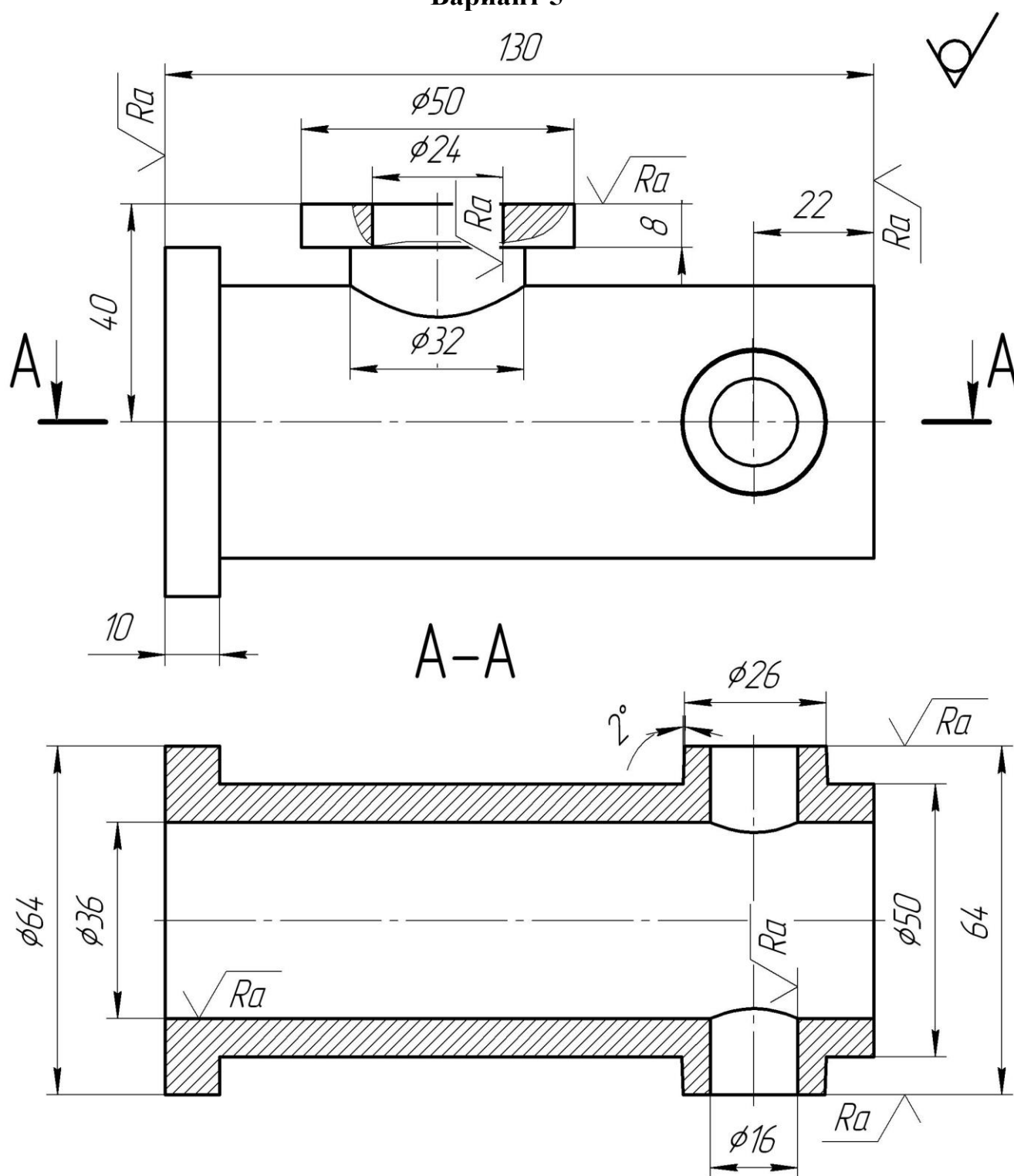
Материал:

Сталь 30Л

Силумин

Чугун Вч 60–5

Вариант 5



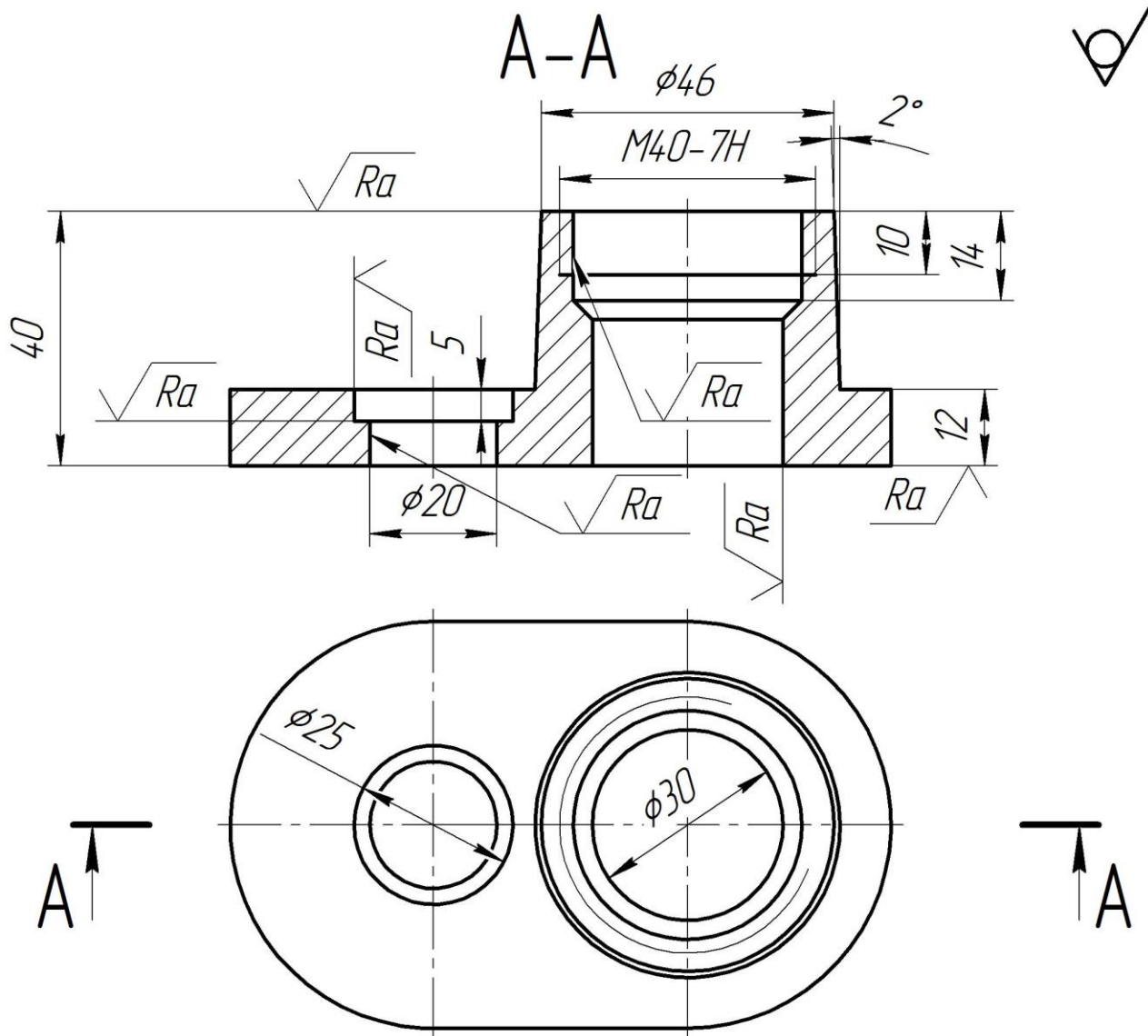
КОРПУС

Материал:

Сталь 45

Чугун Сч 21-44

Вариант 6

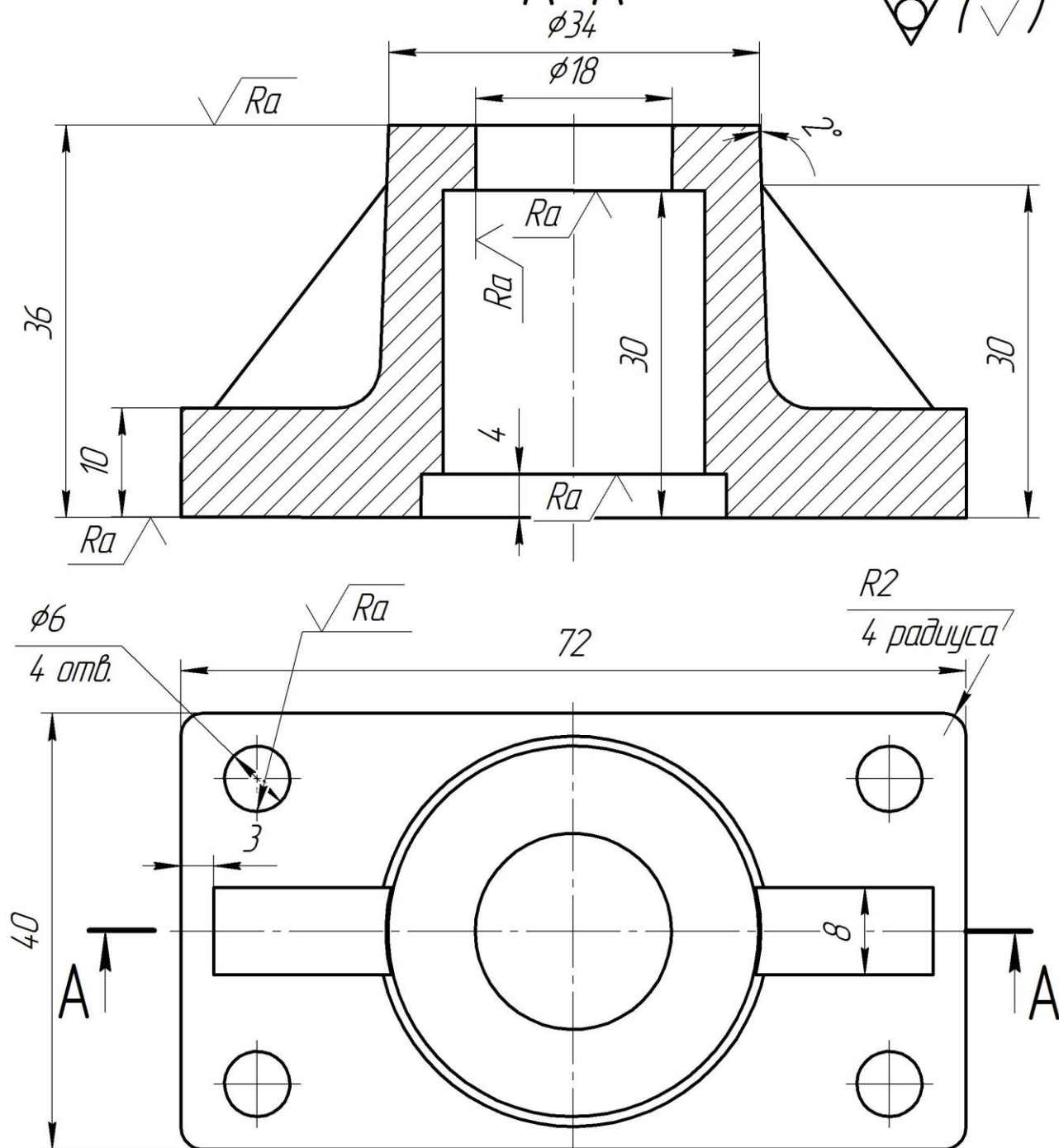


КРОНШТЕЙН

Материал:
Сталь 45
Чугун Сч 21-44
Силумин

Вариант 7

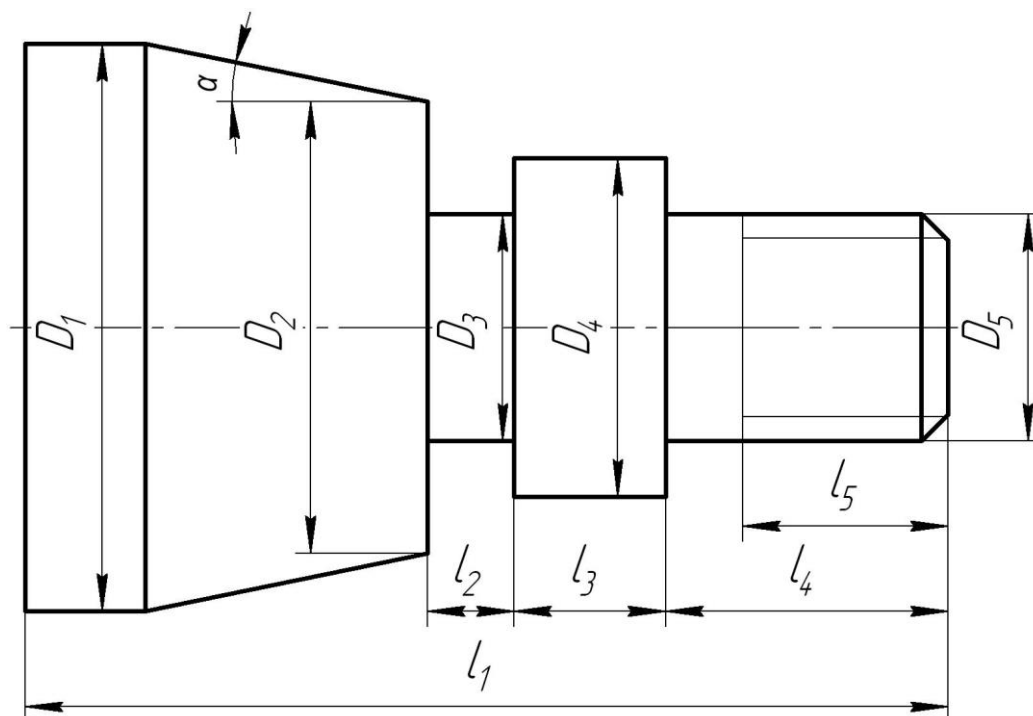
A-A



КРОНШТЕЙН

Материал:
сталь 45
Чугун Сч 21-44
Силумин

ПРИЛОЖЕНИЕ В
Задания к лабораторной работе 3
Вариант 1

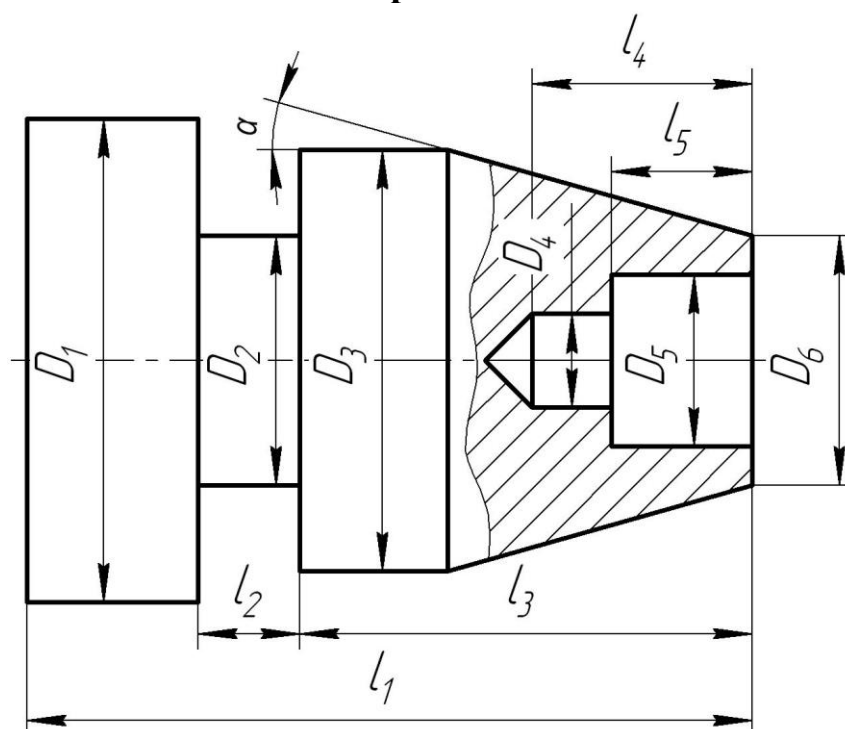


ОСЬ

Материал: сталь 20

Диаметр заготовки, D_3 , мм	Размеры детали, мм					
	Вариант	А	Б	В	Г	Д
$D_1 + 5$	D_1	54	46	62	78	40
	D_2	30	36	50	52	36
	D_3	30	25	40	36	36
	D_4	25	42	45	46	40
	D_5	M12	M20	M24	M30	M16
	l_1	100	140	150	160	120
	l_2	10	20	25	30	15
	l_3	20	30	20	40	35
	l_4	30	40	50	50	40
	l_5	20	25	30	35	20
	α	30	10	15	30	5

Вариант 2

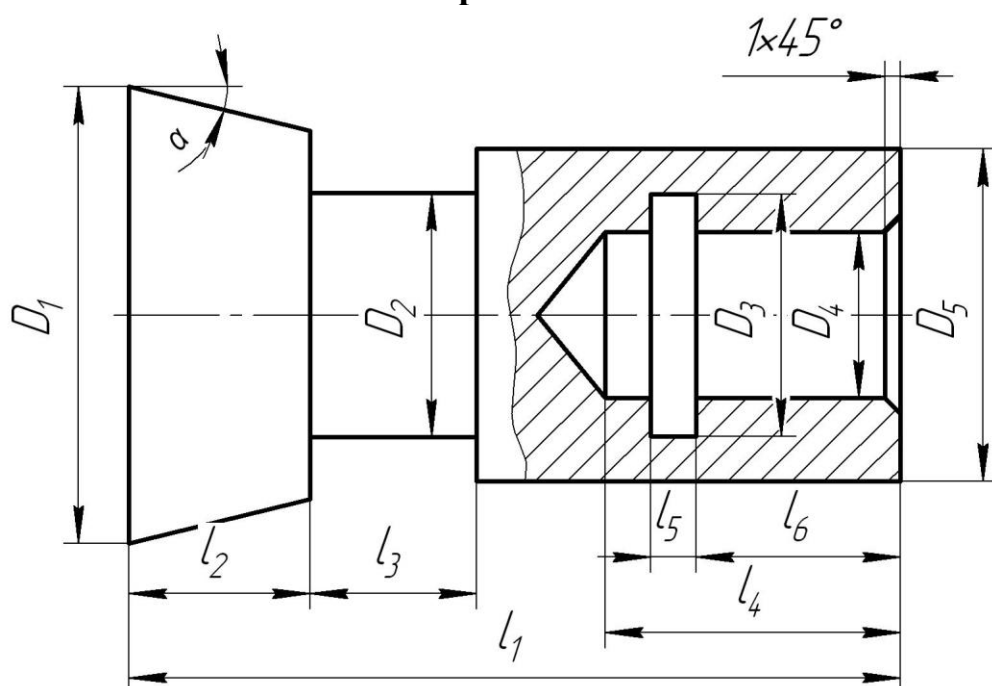


Валик

Материал: сталь 45

Диаметр заготовки, D_3 , мм	Размеры детали, мм					
	Вариант	А	Б	В	В	Г
$D_1 + 5$	D_1	60	45	56	72	38
	D_2	40	22	40	56	30
	D_3	52	45	48	66	35
	D_4	10	15	20	30	10
	D_5	30	25	25	40	25
	D_6	44	40	38	50	30
	l_1	100	90	120	130	130
	l_2	30	20	25	10	15
	l_3	55	40	60	70	80
	l_4	40	30	25	30	25
	l_5	20	10	40	50	50
	α	20	15	30	15	20

Вариант 3



Стержень

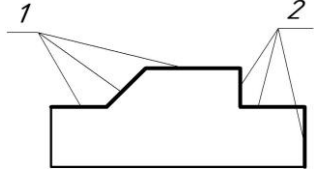
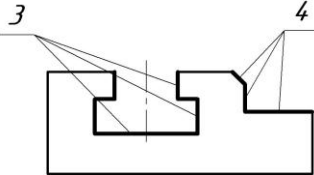
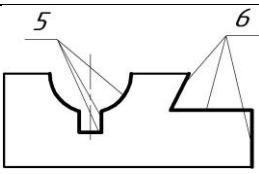
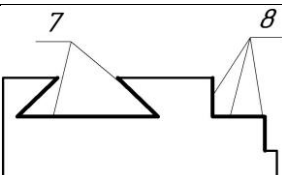
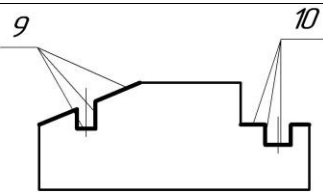
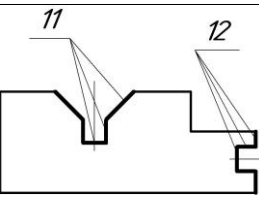
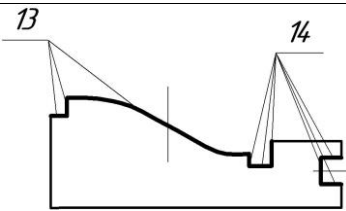
Материал: сталь 45

Диаметр заготовки, D_3 , мм	Размеры детали, мм					
	Вариант	А	Б	В	Г	Д
$D_1 + 5$	D_1	42	64	52	56	60
	D_2	24	30	34	28	35
	D_3	34	40	336	44	46
	D_4	28	32	30	40	36
	D_5	40	50	46	48	55
	l_1	120	150	125	140	130
	l_2	20	15	20	25	15
	l_3	35	40	25	30	35
	l_4	40	55	50	45	40
	l_5	5	15	10	10	5
	l_6	30	20	30	10	15
	α	3	10	5	4	3

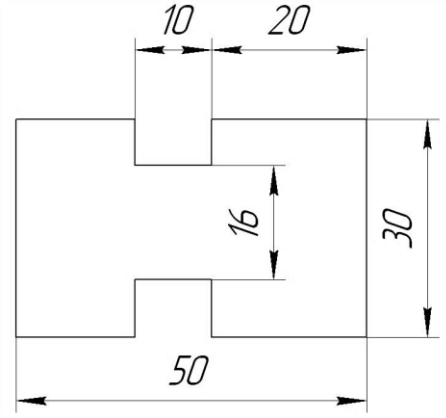
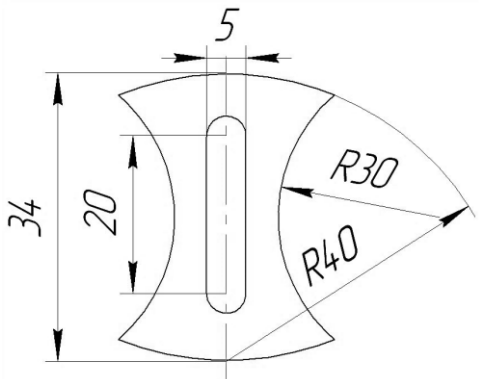
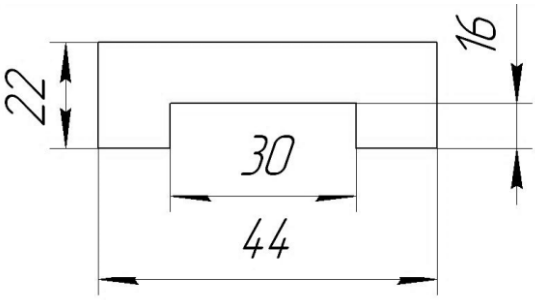
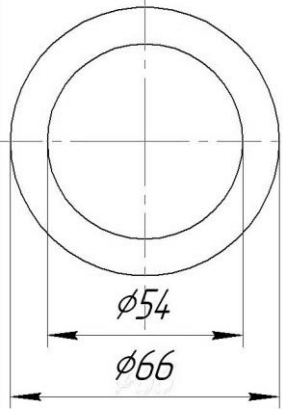
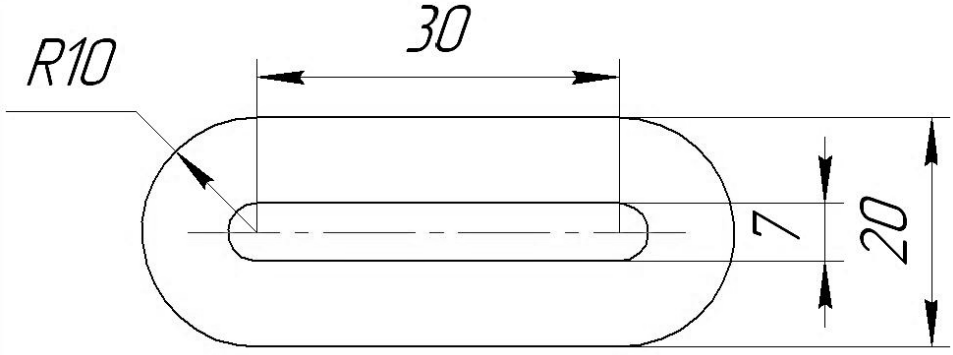
ПРИЛОЖЕНИЕ Г
Задания к лабораторной работе 4

№ варианта	Диаметр отверстия, мм	Глубина отверстия, мм	Параметры шероховатости поверхности
1	20	40	Ra 1,25
2	36	55	Ra 1,25
3	40	60	Ra 2,5
4	18	50	Ra 1,25
5	25	55	Ra 1,25
6	48	70	Ra 6,3
7	32	60	Ra 3,2
8	15	45	Ra 1,25
9	12	30	Ra 1,25
10	38	50	Ra 3,2
11	28	60	Ra 1,25
12	45	70	Ra 6,3
13	55	65	Ra 1,25
14	22	45	Ra 1,25
15	50	70	Ra 1,25

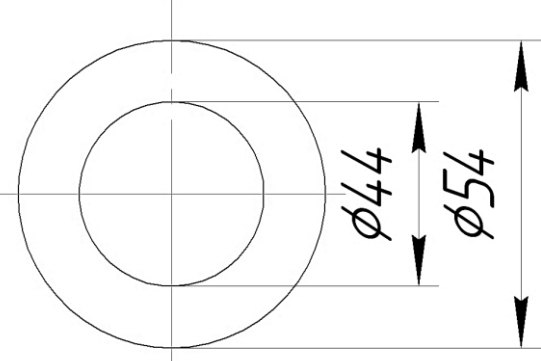
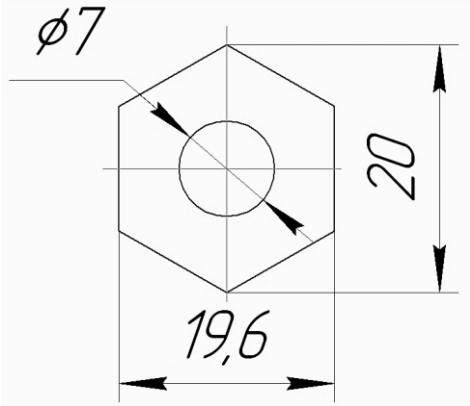
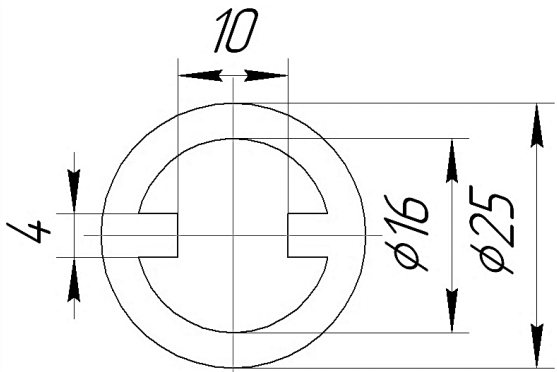
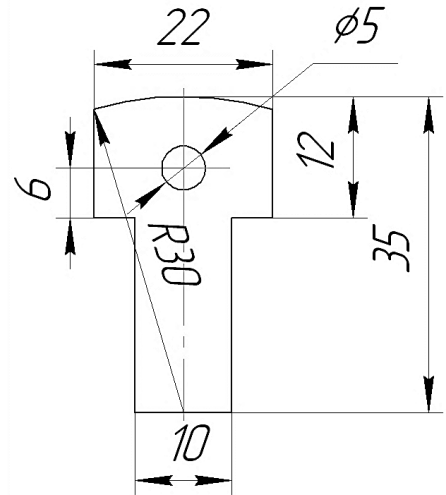
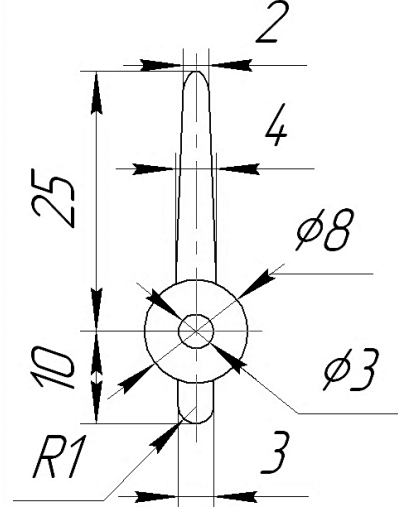
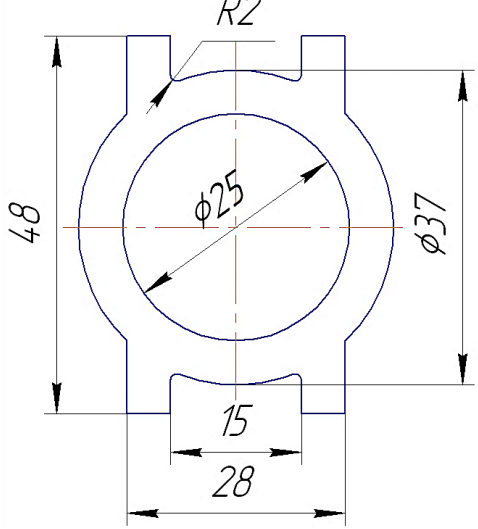
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Задания к лабораторной работе 5

Номер варианта	Вид обработанной поверхности
1 2	
3 4	
5 6	
7 8	
9 10	
11 12	
13 14	

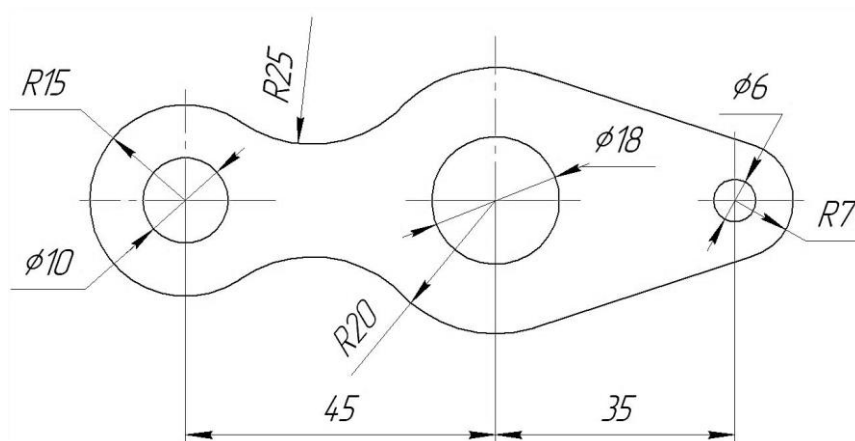
ПРИЛОЖЕНИЕ Е
Задания к лабораторной работе 6
(толщина **S** в мм)

№ 1  S=2	№ 2  S=1
№ 3  S=1,5	№ 4  S=2,5
№ 5  S=3	

Продолжение приложения Е

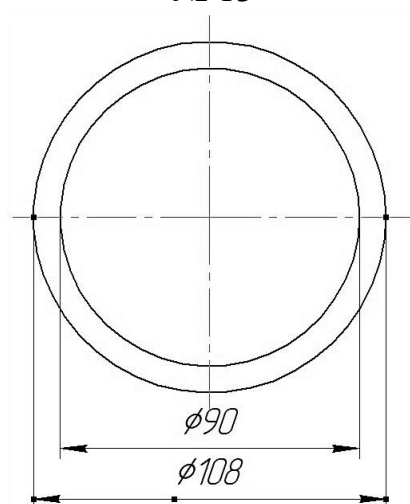
№ 6  $\phi 44$ $\phi 54$ $S=2,2$	№ 7  $\phi 7$ 20 19,6 $S=2,5$
№ 8  10 4 $\phi 16$ $\phi 25$ $S=1,5$	№ 9  22 $\phi 5$ 12 35 6 R30 10 $S=2$
№ 10  2 4 25 10 $\phi 8$ $\phi 3$ R1 3 $S=2$	№ 11  R2 48 $\phi 25$ $\phi 37$ 15 28 $S=1,5$

№ 12



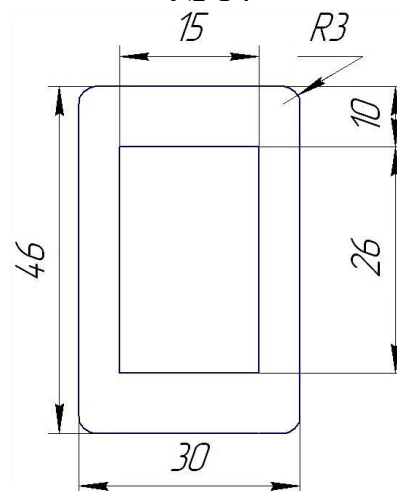
$S=1,5$

№ 13



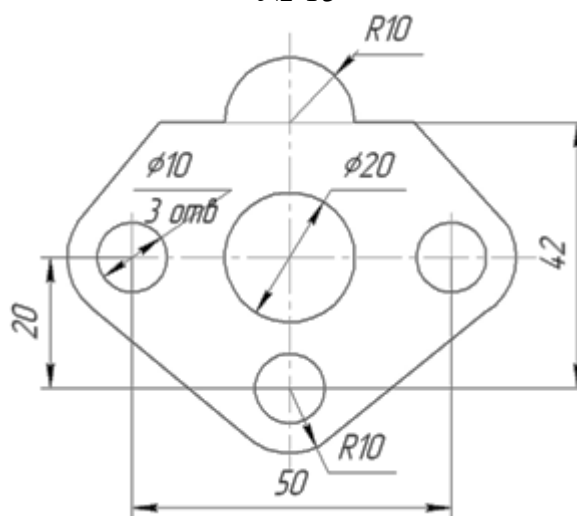
$S=2,5$

№ 14



$S=0,8$

№ 15



$S=2$

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
Задания к лабораторной работе 7

№ варианта	Толщина свариваемых деталей, мм	G _н , г	G _р , г
1	2	16	19
2	3	18	22
3	4	21	28
4	3	24	30
5	5	28	18
6	6	35	25
7	7	35	35
8	8	40	40
9	10	25	25
10	1	45	35
11	5	40	45
12	2	50	55
13	3	35	60
14	6	40	20
15	5	50	30

ПРИЛОЖЕНИЕ И

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Обработка заготовок на токарных станках

Таблица И.1 – Поддачи S (мм/об.) при черновом точении конструкционной углеродистой стали резцами с пластинками твердого сплава Т15К6

Диаметр заготовки D_z , мм	Глубина резания t , мм			
	≤ 3	3–5	5–8	8–12
До 20	0,3–0,4	–	–	–
20–40	0,4–0,5	0,3–0,4	–	–
40–60	0,5–0,9	0,4–0,8	0,3–0,7	–
60–100	0,6–1,2	0,5–1,1	0,5–0,9	0,4–0,8

Таблица И.2 – Скорости резания V (м/мин.) при черновом точении конструкционной углеродистой стали резцами с пластинками твердого сплава Т15К6

Подача S , мм/об.	Глубина резания t , мм						
	1	2	3	4	6	8	10
0,1	246	218	201	191	–	–	–
0,2	223	198	183	174	162	–	–
0,3	206	182	169	160	149	142	–
0,4	186	164	152	144	134	128	123
0,6	161	142	132	126	117	111	106
0,8	–	128	119	113	105	100	96
1,0	–	116	107	102	95	90	87
1,2	–	–	99	94	87	83	80

Обработка заготовок на сверлильных станках

Таблица И.3 – Поддачи S (мм/об.) при сверлении, зенкерowaniu и развертывании отверстий в деталях из конструкционной углеродистой стали

Диаметр инструмента, мм	Подача S , мм/об.		
	сверление, рассверливание	зенкерование	развертывание
10–15	0,25–0,32	0,5–0,6	0,9
15–20	0,32–0,38	0,6–0,7	1,0
20–25	0,38–0,43	0,7–0,9	1,1
25–30	0,43–0,48	0,8–1,0	1,2
30–35	0,48–0,53	0,9–1,1	1,3
35–40	0,53–0,58	0,9–1,2	1,4
40–50	0,58–0,66	1,0–1,3	1,5

Окончание приложения И

Таблица И.4 – Скорости резания V (м/мин.) при сверлении, рассверливании, зенкерование и развертывании отверстий в деталях из конструкционной углеродистой стали

Диаметр инструмента, мм	Скорость резания V , м/мин.			
	сверление	рассверливание	зенкерование	развертывание
10–15	21–22	18–20	17–19	10–11
15–20	20–21	16–18	16–17	9–10
20–25	19–20	14–16	15–16	8–9
25–30	18–20	13–14	14–15	7–8
30–35	–	12–13	13–14	7
35–40	–	11–12	12–13	6–7
40–50	–	10–11	11–12	6

Таблица И.5 – Глубина резания t (мм) при зенкерование и развертывании отверстий в деталях из конструкционной углеродистой стали

Диаметр зенкера D_3 , мм	≤ 30	30–35	35–45	45–50	50–60	60–70	70–80
Глубина резания при зенкерование t_3 , мм	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2
Диаметр развёртки D_P , мм	≤ 5	5–10	10–15	15–30	30–50	50–60	60–80
Глубина резания при развёртывании t_P , мм	0,05	0,075	0,1	0,125	0,15	0,175	0,2

Учебное издание

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Лабораторный практикум

Составители:

Савицкий Василий Васильевич
Кузьменков Сергей Михайлович

Редактор *Р. А. Никифорова*
Корректор *А. С. Прокопюк*
Компьютерная верстка *С. М. Кузьменков*

Подписано к печати 06.03.2025. Формат 60х90¹/₁₆. Усл. печ. листов 5,9.
Уч.-изд. листов 7,1. Тираж 40 экз. Заказ № 59.

Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»
210038, г. Витебск, Московский пр., 72.

Отпечатано на ризографе учреждения образования

«Витебский государственный технологический университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/172 от 12 февраля 2014 г.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 3/1497 от 30 мая 2017 г.

