

Федеральное агентство по образованию РФ  
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УНР  
Е.С. Астапова

\_\_\_\_\_ подпись, И.О.Ф

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ДИСЦИПЛИНЕ

для специальности: **08050** – «Экономика и управление в машиностроении»

Факультет *инженерно - физический*

Кафедра *физического материаловедения и лазерных технологий*

Составитель – канд. техн. наук, ст. преподаватель А.В. Козырь

Благовещенск  
2007 г.

Печатается по решению  
редакционно-издательского совета  
инженерно-физического факультета  
Амурского государственного  
университета

А.В. Козырь

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Машины и оборудование машиностроительного производства» для студентов очной формы обучения специальности: 080502 – «Экономика и управление в машиностроении». – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2007. – 97 с.

Учебно-методические рекомендации ориентированы на оказание помощи студентам очной формы обучения по специальности: 080502 – «Экономика и управление в машиностроении» для формирования знаний о технологическом оборудовании машиностроительного производства. Программа предусматривает изучение студентами технологических возможностей, устройства, оснащения, наладки и эксплуатации металлообрабатывающих станков различных типов. Полученные знания при изучении данной дисциплины являются необходимыми в освоении курса «Технология машиностроения» государственного образовательного стандарта.

© Амурский государственный университет, 2007

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Рабочая программа дисциплины	4
2. График самостоятельной работы студентов	10
3. Конспект лекций	13
4. Практические занятия	73
5. Тестовое задание для проверки остаточных знаний	95

Федеральное агентство по образованию РФ  
Амурский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УНР  
Е.С. Астапова

\_\_\_\_\_ подпись, И.О.Ф

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине *Машины и оборудование*

*машиностроительного производства*

для специальности

*080502– «Экономика и управление в машиностроении»*

Курс 2

Семестр 3

Лекции 36 час.

Экзамен

Практические занятия 36 час. Зачет – 3 семестр

Лабораторные занятия –

Самостоятельная работа 72 час.

Всего часов -144 час.

Составитель канд.техн.наук., ст.преподаватель А.В.Козырь

Факультет *инженерно - физический*

Кафедра *физического материаловедения и лазерных технологий*

Благовещенск, 2007 г.

Рабочая программа составлена на основании авторских разработок  
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физического  
материаловедения и лазерных технологий  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.ф.-м.н. Астапова  
Е.С.

Рабочая программа одобрена на заседании УМС \_\_\_\_\_  
(наименование специальности)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_

Председатель \_\_\_\_\_  
(подпись, И.О.Ф.)

Рабочая программа переутверждена на заседании кафедры от \_\_\_\_\_  
протокол № \_\_\_\_\_ .

Зав.кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись \_\_\_\_\_ Ф.И.О. \_\_\_\_\_

СОГЛАСОВАНО  
Начальник УМУ

\_\_\_\_\_  
(подпись, И.О.Ф.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО  
Председатель УМС факультета

\_\_\_\_\_  
(подпись, И.О.Ф.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО  
Заведующий выпускающей  
кафедрой

\_\_\_\_\_  
(подпись, И.О.Ф.)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

## УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ “МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА”

### Цели и задачи дисциплины

Цель курса – изучение технологического оборудования, используемого в машиностроительном производстве.

Преподавание курса связано с другими курсами государственного образовательного стандарта «Материаловедение» «Основы инженерных знаний».

По завершению изучения дисциплины студент должен:

1. овладеть системой знаний по применяемому оборудованию в сфере машиностроительного производства;
2. овладеть основами выбора оборудования для машиностроительного производства;
3. иметь представление о тенденциях развития технологических машин.

### СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### Тематический план лекционных занятий

Наименование темы	Кол-во часов
1. Общие сведения о металлорежущих станках.	1
2. Классификация металлорежущих станков, элементы режима резания.	1
3. Базовые детали станков, виды передач в станках.	1
4. Кинематические схемы. Технические и экономические характеристики станков.	1
5. Станки токарной группы.	4
6. Станки фрезерной группы.	2
7. Станки сверлильно-расточной группы.	4
8. Станки строгально-протяжной группы.	4
9. Станки зубообрабатывающей группы.	4
10. Подготовка металлообрабатывающих станков к эксплуатации.	2
11. Станки шлифовальной группы.	4

12. Основы сварочных процессов	6
13. Контроль качества сварных соединений.	2
ИТОГО	36

### **Тема 1; 2. Общие сведения о металлорежущих станках**

Основные термины и понятия: производственный процесс, операция, переход, установ, позиция, технологический режим, механическая обработка.

Классификация металлорежущих станков по степени универсальности, по степени автоматизации, по расположению шпинделя, в зависимости от точности выполняемых работ. Элементы режима резания

### **Тема 3; 4. Базовые детали станков**

Базовые детали. Определение, классификация по форме. Требования к базовым деталям.

Направляющие скольжения. Направляющие качения: основные преимущества, классификация.

Виды передач в станках: фрикционная, ременная, зубчатая, цилиндрическая, цепная, червячная, винтовая, реечная.

Схемы соединения составных частей изделия. Кинематические схемы.

Технические характеристики станков. Технико-экономические показатели станков. Показатели производительности станка.

### **Тема 5. Станки токарной группы**

Назначение токарных станков. Классификация токарных станков: по виду обрабатываемого материала, по точности обработки, виду производства, массе станка, максимальному диаметру заготовки обрабатываемой детали или высоте центров над станиной, наибольшей длине обрабатываемой детали.

Основные узлы ТС. Наладка ТС. Основные правила работы на токарных станках.

Токарно-многолезцовые станки, токарно-карусельные, барабанные, лоботокарные и т.д. станки.

### **Тема 6. Станки фрезерной группы**

Назначение фрезерных станков. Преимущества фрезерования перед другими методами обработки.

Классификация фрезерных станков. Станки общего назначения и специализированные. Фрезерные станки с программным управлением.

Приспособления к фрезерным станкам. Классификация приспособлений. Основные правила работы на фрезерных станках. Основные типы фрезерных станков.

### **Тема 7. Станки сверлильно-расточной группы**

Назначение сверлильных станков. Основные типы сверлильно-расточных станков. Основные режимы резания. Компоновки вертикально-сверлильных станков. Радиально-сверлильные станки, горизонтально-расточные станки. Конструктивные особенности сверлильно-расточных станков с числовым программным управлением.

Применяемые приспособления.

### **Тема 8. Станки строгально-протяжной группы**

Назначение и классификация строгальных станков. Универсальные и специализированные станки. Преимущества, недостатки, принцип действия поперечно-строгальных станков, продольно-строгальных станков. Основные части поперечно-строгального станка являются. Приспособления для установки и крепления заготовок на столе станка

Протяжные станки. Основные узлы станка. Станки общего и специального назначения. Конструкции и виды протяжек.

### **Тема 9. Станки зубообрабатывающей группы**

Назначение и классификация зубообрабатывающих станков. Зубофрезерные станки. Зубодолбежные станки. Зубострогание. Принцип работы станка.

### **Тема 10. Подготовка металлообрабатывающих станков к эксплуатации**

Транспортирование и установка станков. Транспортирование станков. Правильная установка и закрепление станка. Требования к фундаментам и опорам станка. Основные виды фундаментов для станков  
Точность установки станков и его контроль. Испытания станков. Последовательность проверки станков.

### **Тема 11. Станки шлифовальной группы**

Назначение и классификация. Виды шлифования: наружное, внутреннее, плоское, профильное. Круглое шлифование. Шлифовальные круги. Маркировка. Структура шлифовальных кругов. Классификация шлифовальных кругов по признакам. Формы шлифовальных кругов.

Станки круглого шлифования. Работа круглошлифовального станка. Станки плоского шлифования. Устройство и работа плоскошлифовального станка с прямоугольным столом. Хонингование. Суперфиниширование.

### **Тема 12. Основы сварочных процессов. Физико-химические основы образования сварного соединения.**

Понятие сварки. Классификация сварочных процессов (сварки, пайки, резки) в зависимости от характера вводимой энергии, по способу защиты металла в зоне сварки, по непрерывности сварки, по степени механизации, по технологическим признакам

Дуговая сварка. Электрическая дуга и ее строение. Виды дуг. Зона дугового разряда и характер падения в нем потенциала. Сварка дугой прямой по-

лярности. Сварка обратной полярности. Непрерывные и импульсные дуги. Преимущества импульсной дуги. Ручная дуговая сварка. Электроды для ручной дуговой сварки. Требования к покрытию электродов. Обозначения электродов. Классификация электродов.

Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в CO<sub>2</sub>.

Газовая сварка. Строение пламени. Технология газовой сварки. Припой. Предъявляемые требования к припоям:

Контактная сварка. Точечная сварка. Особенности режимов точечной сварки. Рельефная сварка. Шовная сварка. Стыковая сварка.

Холодная сварка. Схема холодной сварки. Сварка сдвигом.

### **Тема 13. Контроль качества сварных и паяных соединений**

Дефекты сварки термического класса. Дефекты сварки термомеханического класса.

Возможные дефекты при пайке. Характеристика дефектов и причины их образования

Методы контроля качества сварных и паяных соединений: разрушающие и неразрушающие.

Промышленные виды контроля: внешний осмотр, радиационный контроль. Три основных метода выявления дефектов.

Акустический контроль. Теневой метод. Зеркально-теневой метод.

Магнитный контроль. Капиллярный контроль. Контроль течеисканием. Статистические методы контроля в промышленности.

### **Практические работы**

<b>Наименование темы</b>	<b>Кол-во часов</b>
1. Приводы станков и их кинематические схемы.	4
2. Устройство токарного станка, органы управления и его работа.	2
3. Конструктивные элементы и геометрические параметры токарных резцов.	4
4. Устройство фрезерного станка, органы управления и его работа.	2
5. Конструктивные элементы и геометрические параметры фрез.	4
6. Устройство сверлильного станка, органы управления и его работа.	2
7. Конструктивные элементы и геометрические параметры сверла, зенкера, развертки.	4
8. Универсальная делительная головка (УДГ).	2

9.Настройка УДГ на деление окружности	2
10.Оборудование для электродуговой сварки.	2
11.Выбор режима сварки.	3
12.Определение коэффициентов наплавки, расплавления и потерь сварочных электродов.	3
13.Контрольная работа или тестовые задания.	2
<b>ИТОГО</b>	<b>36</b>

### **График самостоятельной работы студентов**

- 1.Оборудование кузнечного производства – 5 часов
- 2.Станы для горячей прокатки – 5 часов
- 3.Станы для холодной прокатки – 5 часов
- 4.Подготовка к практическим занятиям – 52 часа
- 5.Подготовка к зачету – 5 часов

### **Рекомендуемая литература**

#### *Основная:*

- 1.Фетисов Г.П., Карпман М.Г., Матюнин В.М. и др. Технология металлов. - М.: Высшая школа, 2001.
- 2.Схиртладзе А.Г., Новиков В.Ю. Технологическое оборудование машиностроительных производств. М.: Высшая школа, 2002.
- 3.Справочник технолога машиностроителя. Т.1 и 2. М.: Машиностроение, 2001
- 4.Сибикин М.Ю. Технологическое оборудование: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005. – 400 с.
- 5.Есенберлин Р.Е. Восстановление автомобильных деталей сваркой, наплавкой и пайкой. М.: Транспорт, 1994 – 256 с.

#### *Дополнительная*

- 6.Ермаков Ю.М., Фролов Б.Н. Металлорежущие станки. М.: Машиностроение 1985
- 7.Материаловедение: Учебник для вузов/ Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. – 3-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 648с.: ил.

### **Технические средства обучения дисциплины**

- 1.Токарно - винторезный станок 1М61,
- 2.Вертикально - сверлильный станок 135Н,
- 3.Горизонтально - фрезерный станок НТФ.
- 4.Комплекты режущего инструмента: токарных резцов, фрез, сверл.
- 5.Универсальная делительная головка УДГ–250
- 6.Источники питания для электродуговой сварки: сварочный трансформатор ТФ-200, ВДУ - 506.
- 7.Сварочные электроды.

### **Методические средства обучения дисциплины**

1. Плакаты
2. Фото
3. Паспорт с техническими характеристиками каждого технического средства.

### **Вопросы к зачету**

- 1.Назначение и классификация металлорежущих станков.
- 2.Назначение и классификация станков токарной группы.
- 3.Назначение и классификация фрезерных станков.
- 4.Классификация приспособлений для фрезерных станков.
- 5.Назначение и классификация долбежных станков.
- 6.Назначение и классификация зубофрезерных станков.
- 7.Назначение и классификация протяжных станков.
- 8.Назначение и классификация строгальных станков.
- 9.Назначение и классификация сверлильных станков.
- 10.Назначение и классификация шлифовальных станков.
- 11.Базовые детали станков.
- 12.Технические и технико-экономические показатели станков.
- 13.Классификация сварочных процессов.
- 14.Схема дуговой электрической сварки.
- 15.Вольтамперная характеристика сварочной дуги.
- 16.Строение пламени газовой сварки.
- 17.Станы для горячей прокатки
- 18.Станы для холодной прокатки
- 19.Оборудование кузнечного производства
- 20.Электрошлаковая сварка

### **Критерии оценки при сдаче зачета**

1. К сдаче зачета допускаются студенты:
  - посетившие все лекционные занятия данного курса;
  - защитившие практические работы;

- выполнившие все работы по промежуточному контролю знаний на положительную оценку.

При наличии пропусков темы пропущенных занятий должны быть отработаны, т.е. проведены преподавателем устные собеседования по темам лекций. Программные вопросы к зачету доводятся до сведения студентов за месяц до зачета.

## 2. Критерии оценки:

Итоговая оценка знаний студентов должна устанавливать активность и текущую успеваемость студентов в течение семестра по данному предмету.

Оценка «зачет» - ставиться при 70-100 % правильных ответов на зачете и наличии защищенных практических работ.

## Лекционный курс (план конспект)

### Тема: **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКАХ**

#### Цель изучения предмета:

1. Иметь представление о назначении, области применения, устройстве, технологических возможностях, принципах работы типового механообрабатывающего оборудования.
2. Знать приемы наладки и особенности эксплуатации механообрабатывающего оборудования разных групп и типов.

#### **Основные термины и понятия**

Применяемые в науке, технике и производстве термины и определения основных понятий в области технологических процессов изготовления и ремонта изделий машиностроения установлены ГОСТом 3.1109—82. Термины, предусмотренные стандартом, обязательны для применения в документации всех видов, научно-технической, учебной и справочной литературе.

На заводе *производственный процесс* складывается из совокупности действий людей и работы машин, в результате чего из материалов и полуфабрикатов получают готовую продукцию.

*Технологическим процессом* называют часть производственного процесса, содержащую целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда (изменение размеров, формы, свойств обрабатываемого материала или сборкой деталей и сборочных единиц в готовое изделие).

Технологический процесс разделяют на операции. (СХЕМОЙ). Операция в свою очередь состоит из переходов, установов, позиций и рабочих приемов.

*Операция* — часть технологического процесса обработки одной или нескольких деталей, выполняемая на одном рабочем месте одним рабочим или бригадой непрерывно до перехода к обработке следующей детали (деталей).

*Переход* — часть операции, в процессе которой обрабатывают одну или одновременно несколько поверхностей при неизменных инструменте и режиме обработки. Для снятия с обрабатываемой поверхности большого слоя металла переход разделяют на проходы.

*Проход* — часть перехода, связанная со снятием, одного слоя металла с обрабатываемой поверхности. Режим обработки и рабочий инструмент при проходе также не изменяются (изменение глубины резания не рассматривается как изменение режима обработки).

Операцию можно выполнять за один или несколько установов.

*Установ* — часть операции, выполняемая при одном закреплении детали на станке.

*Позиция* — часть операции, выполняемая при неизменном положении обрабатываемой детали относительно рабочих органов станка.

*Рабочий прием* — законченное действие рабочего при выполнении операции (например: включение механической подачи, поворот резцедержателя,

остановка станка и т. п.).

*Такт выпуска* — интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий или заготовок определенных наименований, типоразмера и исполнения.

*Ритм выпуска* — количество изделий или заготовок определенных наименований, типоразмеров и исполнений, выпускаемых в единицу времени.

*Технологический режим* — совокупность значений параметров технологического процесса в определенном интервале времени.

(К параметрам технологического процесса относят: скорость резания, подачу, глубину резания, температуру нагрева или охлаждения и т. д.).

*Обрабатываемая поверхность* — поверхность, подлежащая воздействию в процессе обработки.

*Припуск* — слой материала, удаляемый с поверхности заготовки в целях достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности.

*Обработка* — действие, направленное на изменение свойств предмета труда при выполнении технологического процесса.

*Механическая обработка* — обработка резанием или давлением.

*Черновая обработка* — обработка, в результате которой снимается основная часть припуска.

*Чистовая обработка* — обработка, в результате которой достигаются заданные точность размеров и шероховатость обрабатываемых поверхностей.

*Технологический документ* — графический или текстовый документ, который отдельно или в совокупности с другими документами определяет технологический процесс или операцию изготовления изделия.

*Маршрутно-операционное описание технологического процесса* — сокращенное описание технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения.

Оборудование в цехах в данном случае устанавливают по потоку, т. е. по ходу технологического процесса. За каждым станком, как правило, закрепляют выполнение одних и тех же операций. Станки оснащают высокопроизводительными быстродействующими приспособлениями, специальным и комбинированным режущим инструментом. Для проверки деталей применяют измерительные приспособления, различные калибры и шаблоны. Сборку изделий производят на конвейерно-поточных линиях.

### ***Классификация металлорежущих станков***

*Станок* — машина для обработки различных материалов.

*Металлорежущий станок* — машина, предназначенная для обработки металлических материалов резанием.

1. Классификация основная металлорежущих станков построена по технологическим признакам (Табл.). В каждую из *девяти групп*, внесены станки по определенному характерному признаку. Каждую группу подразделяют на *девять типов*, характеризующих назначение станков, их компоновку, степень автоматизации или вид применяемого инструмента. Это позволяет записать модель станка в виде определенного набора цифр и букв. Первая цифра

обозначает номер группы, вторая — тип, последующие одна или две цифры характеризуют какой-либо отличительный параметр. Буква, стоящая после первой цифры, указывает на модернизацию основной базовой модели станка, а буквы в конце — определяют модификацию (класс точности, систему управления и др.).

В станках с программным управлением в обозначение вводят индексы Ц, Т, Ф1 ... Ф4, которые обозначают, что этот станок с *цикловой* (Ц) или *оперативной* (Т) системами, с *цикловой индексацией* и *преднабором координат* (Ф1), с *позиционной и прямоугольной* (Ф2), *контурной* (Ф3) и *универсальной* (Ф4) системами.

## 2. Классификация по степени универсальности

- ✓ *Специальные станки* предназначены для обработки заготовок одного типоразмера (зачастую — одной поверхности);
- ✓ *Специализированные* — для обработки заготовок, сходных по конфигурации, но с разными в некотором диапазоне размерами;
- ✓ *Универсальные* — для выполнения значительного числа операций при обработке разнообразных заготовок;
- ✓ *Широкоуниверсальные* — для обработки заготовок особенно большого диапазона работ;

## 3. Классификация станков по степени автоматизации

- В станках *автоматах* все основные и вспомогательные движения, осуществляются без вмешательства человека;
- В станках *полуавтоматах* весь цикл обработки заготовок производится автоматически, но для установки заготовок, пуска станка и снятия деталей необходимо вмешательство станочника.
- *Станок с ручным управлением* - механизированный станок, который обладает *только одной* автоматической функцией (зажим заготовки или подача инструмента).

## 4. Классификация по расположению шпинделя:

- ✓ с вертикальным,
- ✓ горизонтальным,
- ✓ наклонным расположением шпинделя.

Важнейшей характеристикой каждого станка является его геометрическая точность. Допустимые значения норм точности станков и методы их проверки указаны в паспортах. Геометрические неточности отдельных деталей станка вызывают погрешности размеров, форм и взаимного расположения обрабатываемых на нем поверхностей изделия.

5. В зависимости от точности выполняемых работ станки подразделяют на пять классов: *нормальной* (Н), *повышенной* (П), *высокой* (В), *особо высокой* (А) точности и *прецизионные* (С).

Все многообразие геометрических, внутренних и наружных поверхностей можно разделить на следующие классы: *плоские поверхности, вращения, винтовые, зубчатые* и пр.

### ***Элементы режима резания***

На всех металлорежущих станках обработку поверхностей и придания им формы и размеров детали, осуществляют согласованием между собой движения инструмента и заготовки. Снятие припусков с заготовки может быть реализовано путем: перемещения инструмента относительно заготовки, заготовки относительно инструмента, одновременным движением инструмента и заготовки.

Механизмы станков сообщают заготовке и режущему инструменту два основных движения: главное и движение подачи.

*Подача* — перемещение режущей кромки инструмента относительно обрабатываемой поверхности заготовки в единицу времени. При токарной обработке различают *оборотную подачу*  $S_0$  мм/об, т. е. перемещение режущей кромки инструмента за один оборот заготовки и *минутную подачу*  $S$ , мм/мин, т. е. перемещение за 1 мин. При этом

$$S = 60S_0n,$$

где  $n$  — частота вращения шпинделя,  $\text{с}^{-1}$ .

*Главное движение* — движение, имеющее наибольшую скорость  $v$  резания.

*Движением подачи*  $s$  — движение, скорость которого определяет величину подачи.

В токарных, фрезерных, сверлильных и расточных станках главное движение — вращательное, в строгальных, долбежных станках — возвратно-поступательное.

*Глубина резания*  $t$  — толщина, отделяемого при движении резца слоя

$$t = \frac{D - d}{2}$$

*Скорость резания*  $v$  (м/с или м/мин) — перемещение в единицу времени произвольной точки, взятой на активной части главной режущей кромки, относительно обрабатываемой поверхности заготовки.

*Скорость резания* для станков с вращательным главным движением зависит от частоты вращения шпинделя и диаметра обрабатываемой поверхности:

$$V = \frac{\pi dn}{1000},$$

где  $d$  — диаметр обрабатываемой поверхности, мм;  $n$  — частота вращения шпинделя,  $\text{с}^{-1}$ .

### ***Тема: БАЗОВЫЕ ДЕТАЛИ СТАНКОВ***

*Базовая деталь* — основная деталь, с которой начинается сборка машины или механизма.

*Базовые детали* металлорежущих станков предназначены для создания требуемого пространственного размещения узлов, несущих инструмент и обрабатываемую заготовку. Они обеспечивают точность взаимного расположе-

ния узлов и заготовки под нагрузкой. Совокупность базовых деталей между инструментом и заготовкой называют *несущей системой станка*.

К деталям этой системы относят: станины, основания, колонны, стойки, поперечины, ползуны, траверсы, столы, каретки, суппорты, планшайбы, корпуса шпиндельных бабок и т. п.

Базовые детали металлорежущих станков по форме разделяют на группы:

1. *брусья-детали*, у которых один габаритный размер больше двух других;
2. *пластины* — у которых один размер значительно меньше двух других;
3. *коробки* — у которых габаритные размеры одного порядка.

*Станины* — основные базовые детали станков. В зависимости от положения оси шпинделя станка и направления перемещения подвижных частей различают *горизонтальные* (станины) и *вертикальные* (стойки).

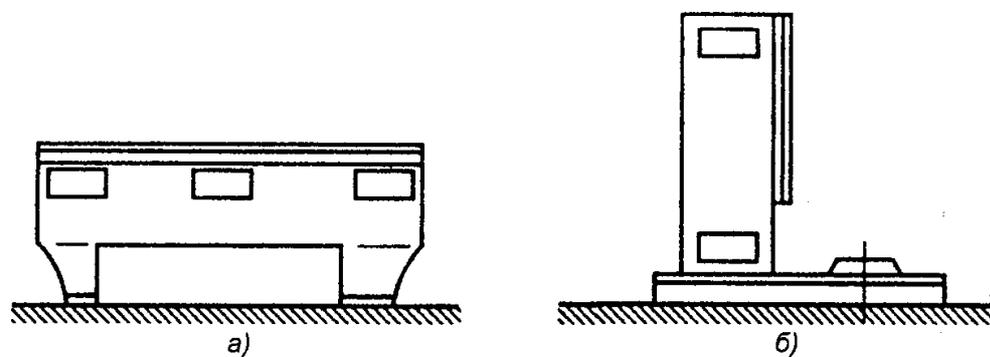


Рис. 2.1. Конструкции станин станков: *а* — горизонтальная; *б* — вертикальная

Станина служит основанием станка, от прочности, жесткости и износостойкости которой зависит качество его работы. Она должна обеспечивать правильное взаимное положение узлов и частей станка на его базирующих поверхностях, на которых установлены неподвижные и подвижные узлы. Поверхности, несущие подвижные части станка, называют *направляющими*.

*Форма и конструкция станка зависят:*

- ✓ от расположения направляющих (горизонтальные, вертикальные, наклонные),
- ✓ от веса, размеров и длины ходов основных частей и узлов,
- ✓ необходимости размещения внутри станины различных механизмов и агрегатов.

Станины изготавливают литьем из серого чугуна различных марок. Применяют сварные стальные конструкции станин (в единичном производстве).

*Требования к базовым деталям:*

Базовые детали должны иметь малые температурные деформации, из-за которых могут происходить относительные смещения заготовки и инструмента, а направляющие — обладать малой величиной и постоянством сил трения, так как от этого зависит точность позиционирования узлов станка.

Наиболее ответственной частью станины являются направляющие. Они служат для обеспечения прямолинейного или кругового перемещения подвижных элементов станка. Различают направляющие скольжения и качения.

### *Направляющие скольжения*

Их делят на охватываемые и охватывающие. Охватываемые направляющие имеют выпуклый профиль, на них плохо удерживается смазка, но они просты в изготовлении и не задерживают стружку. Поэтому их применяют для перемещения со скоростью подачи суппортов, столов, бабок в токарных, фрезерных, сверлильных и других станках. Охватывающие направляющие имеют вогнутый профиль, который хорошо удерживает смазку, но требует надежной защиты от попадания стружки и загрязнений. Их применяют при высоких скоростях скольжения в шлифовальных, карусельных, продольно-строгальных и других станках. Направляющие, по конфигурации профиля, делят на: *a* — прямоугольные, *б* — призматические, *в* — типа «ласточкин хвост» и *г* — круглые. В станках иногда используют комбинированные направляющие.

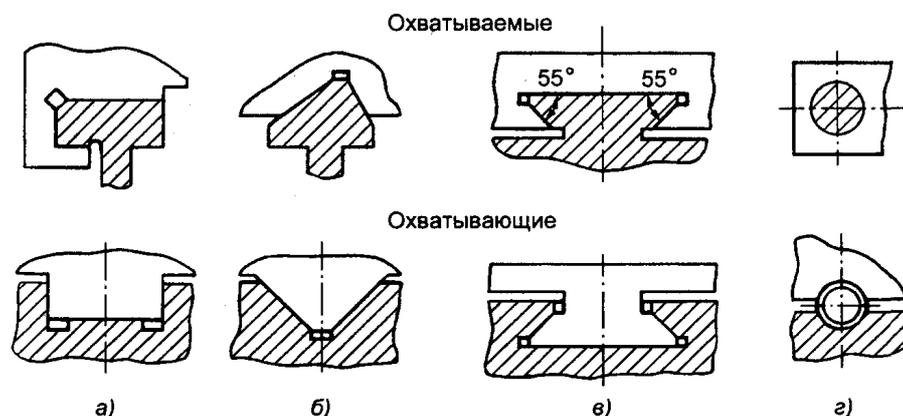


Рис. 2.2. Направляющие скольжения: *a* — прямоугольные; *б* — треугольные; *в* — типа «ласточкин хвост»; *г* — цилиндрические

Защиту, направляющих от механических повреждений и попадания на рабочую поверхность загрязнений выполняют устройства в виде щитков, стальных лент, гофр.

### *Направляющие качения*

В средних и легких станках с ЧПУ, в координатно-расточных станках, в шлифовальных, копировальных и других станках все большее распространение находят направляющие качения.

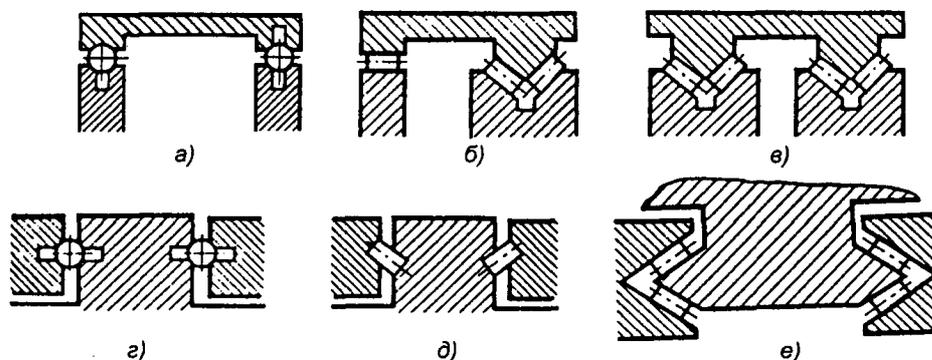
*Преимущества направляющих качения:*

- малая сила сопротивления движению, в 10—20 раз меньше, чем в направляющих скольжения,
- отсутствие скачков при скоростях движения менее 12 мм/мин,
- высокая точность установочных перемещений,
- беззазорность,
- длительный срок службы.

Однако при изготовлении они требуют значительных затрат, качественной и точной обработки рабочих поверхностей и надежной их защиты.

*Направляющие качения подразделяются на:*

- шариковые (рис. 2.4, а, г)
- роликовые (рис. 2.4, б, в, д, е)
- незамкнутые (рис. 2.4, а, б, в)
- замкнутые (рис. 2.4, г, д, е).



**Рис. 2.4.** Направляющие качения: а, г — шариковые; б, в, д, е — роликовые

*Гидростатическими* и *аэростатическими* называют направляющие, у которых к сопряженным поверхностям в специальные проточки подается масло или воздух под давлением с целью создания постоянного масляного или воздушного слоя по площади контакта.

### ***Виды передач в станках***

В станках передачу вращательного движения от одного вала к другому и преобразование вращательного движения в поступательное (или наоборот) осуществляют с помощью различных устройств, конструкции которых зависят от взаимного расположения валов и передаваемых ими мощностей.

*Фрикционная передача* - конструкция, состоящая из двух катков, рабочие поверхности которых плотно соприкасаются друг с другом с помощью специальных пружин.

*Ременная передача* - конструкция, состоящая из двух шкивов, на которых с некоторым натяжением надет один или несколько гибких ремней с той или иной формой поперечного сечения.

При вращении ведущего шкива ремни передают вращение ведомому шкиву за счет силы трения и, следовательно, ременная передача работает как фрикционная. Ее применяют, когда расстояние между валами значительно и по конструктивным соображениям осуществить другую передачу нецелесообразно. Оба шкива ременной передачи вращаются в одну сторону. Частота вращения ведомого шкива может быть больше или меньше частоты вращения ведущего в зависимости от соотношения диаметров шкивов.

Отношение частоты вращения ведущего шкива к частоте вращения ведомого шкива называют *передаточным отношением* ременной передачи, которое обратно пропорционально отношению диаметров шкивов:  $u = n_1/n_2 = D_2/D_1$

*Зубчатая цилиндрическая передача* - конструкция, состоящую из пары цилиндрических зубчатых колес с внешним или внутренним зацеплением при параллельном расположении валов.

Если геометрические оси валов пересекаются (например, в коробках передач, в редукторах и др.), то используют *конические зубчатые колеса*.

*Цепная передача* – конструкция, состоящая из ведущей и ведомой звездочек, на зубья которых надета замкнутая цепь. Звездочки - зубчатые колеса с профилем зубьев, очерченных дугами окружностей. Цепь наиболее часто применяется втулочно-роликовая, состоящая из пластин и цилиндрических втулок. Цепную передачу применяют при значительных расстояниях осей валов для передачи больших мощностей.

*Червячная передача* - конструкция, позволяющая осуществить передачу вращения при скрещивающихся осях.

*Винтовую передачу* используют для преобразования вращательного движения в поступательное; она состоит из винта и гайки. При одном обороте винта или гайки сопрягаемый элемент перемещается на шаг резьбы. В винтовой паре скольжения затрачиваются значительные усилия на преодоление сил трения, которые приводят к износу витков сопрягаемых элементов и увеличению зазоров. Для обеспечения точности и стабильности перемещения рабочих органов применяют передачу винт—гайка качения, в которой винт и гайка сопрягаются посредством шариков.

*Реечная передача* состоит из цилиндрического зубчатого колеса и зубчатой рейки и предназначена для преобразования вращательного движения в поступательное (или наоборот).

При параллельном расположении осей валов применяют цилиндрические катки. Если оси валов пересекаются, то используют конические катки.

### ***Схемы соединения составных частей изделия***

Конструкторский документ, на котором составные части изделия и связи между ними показывают условными изображениями или обозначениями называют *схемой*. На схемах, как правило, показан принцип работы изделия (станка, аппарата, прибора и т. п.). Они являются неотъемлемой частью документов, необходимых для проектирования, монтажа, регулировки, эксплуатации и изучения изделий.

Для понимания схем, необходимо знать условные графические обозначения, установленные системой ЕСКД.

Схемы, в зависимости от входящих в них изделий, подразделяют на: электрические — Э, гидравлические — Г, кинематические — К, пневматические — П, комбинированные — С.

*В зависимости от назначения различают схемы:*

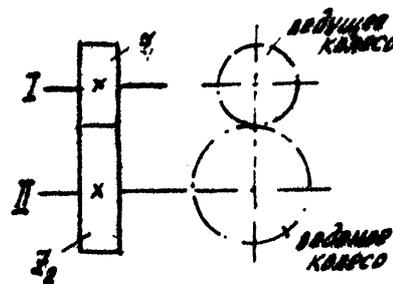
- структурные схемы, определяющие основные части изделия, их назначение и взаимосвязи.
- функциональные, показывающие только функциональное назначение изделия, поясняющие процессы, протекающие в изделии.
- принципиальные, определяют состав элементов и связей между ними, дают полное представление о принципах работы изделия.
- соединений, обозначают способы соединения составных частей изделия (проводами, фланцами, разъемами и т. п.).

- подключения, изображают внешние подключения изделия.
- общие, схемы, определяющие составные части комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации.
- Расположения, схемы, показывающие относительное расположение составных частей изделия
- Комбинированные, если в состав изделия входят элементы разных видов, например электрические и пневматические, электрические и гидравлические

### ***Кинематические схемы***

Кинематическая схема металлорежущего станка представляет собой условное обозначение отдельных его элементов (звеньев) и механизмов, участвующих в передаче движений исполнительным органам. На таких схемах проставляют порядковые номера валов, начиная от источников движения, нумеруя их римскими цифрами, остальные элементы арабскими.

Рассмотрим элементы механики металлорежущего станка. На рис. показана зубчатая передача, состоящая из 2-х колес с числом зубьев  $Z_1$  и  $Z_2$ .



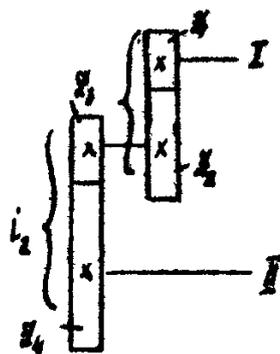
**Вис.6. Передача одной парой колес**

Очень важной кинематической характеристикой является передаточное отношение  $i$ , равная отношению числа зубьев ведущего колеса к числу зубьев ведомого

$$i = \frac{Z_1}{Z_2}$$

Если  $Z_1 < Z_2$ , то  $i < 1$ . Следовательно, ведомый вал II имеет замедленное вращение по сравнению с валом I. При  $i=1$  угловые скорости равны. При  $i > 1$ , угловая скорость вала II больше угловой скорости вала I. Угловые скорости обычно изменяются числом оборотов вала (колеса) в минуту  $n$  об/мин.

Зубчатая передача может состоять из двух пар колес



**Рис.7. Передача двумя парами колес**

В этом случае передаточное осей передачи I равно произведению передаточных отношений каждой пары:

$$i = i_1 \cdot i_2 \text{ или } i = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{Z_3}{Z_4}$$

Кинематическая связь исполнительных звеньев между собой, которая определяет только характер исполнительного движения, является *внутренней кинематической связью*. Связь между источником движения и подвижным исполнительным звеном, определяющая скоростные характеристики последнего, является *внешней кинематической связью*.

### ***Технические характеристики станков***

Каждый станок является сложной технической системой, описывается большим числом характеристик, которые можно разбить на четыре группы:

1. *К геометрическим характеристикам* относятся: основной размер; размеры рабочего пространства (максимальные величины перемещений рабочих органов станка); основные присоединительные размеры; габаритные размеры станка. Под рабочим пространством подразумевают пространство, в котором размещается обрабатываемая деталь. Размеры рабочего пространства определяются величиной наибольших перемещений исполнительных органов. Присоединительными размерами станка являются размеры поверхностей, по которым осуществляется присоединение приспособлений или обрабатываемой детали к рабочему органу станка.

2. *К точностным характеристикам* относятся: точность перемещения или позиционирования рабочих органов станка; точность вращения шпинделя (радиальное и осевое биение переднего конца); точность взаимного расположения рабочих органов станка (неперпендикулярность направляющих суппорта и салазок и т. п.); точность взаимного расположения отдельных конструктивных элементов деталей (непараллельность направляющих станины или стойки и т. д.).

3. *Скоростные характеристики* обеспечивают оптимальные режимы резания станка за счет оснащения его механизмами регулирования скорости резания и подачи.

4. *Силовые характеристики станка* определяются мощностью привода

главного движения; привода подач, холостого хода и крутящим моментом.

### ***Технико-экономические показатели станков***

К основным технико-экономическим показателям относят:

1. *Эффективность* станочного оборудования — комплексный (интегральный) показатель, который наиболее полно отражает главное назначение станочного оборудования — повышать производительность труда и, соответственно, снижать затраты труда при обработке деталей.

Эффективность станков оценивают по формуле

$$A = \frac{M}{\sum C}$$

Где  $M$  — годовой выпуск деталей,  $\sum C$  — сумма годовых затрат на их изготовление.

2. *Производительность* станка характеризуется несколькими показателями, по которым сравнивают различные типы станков:

*производительность резания* определяют объемом материала, снятого с заготовки в единицу времени;

*производительность формообразования* используют при сравнительной оценке разного по характеру оборудования, ее определяют по формуле

$$Q_{\text{фо}} = \frac{V_p t_p}{L\tau}$$

где  $V_p$  — скорость резания по образующей линии;  $L$  — полный путь инструмента по образующей линии;  $t_p$  — время резания;  $\tau$  — время цикла обработки;

3. *производительность станка* в заданный отрезок времени определяется количеством произведенной продукции.

4. *Надежность* технологического оборудования характеризуется рядом показателей: вероятностью безотказной работы, интенсивностью отказов, параметром потока отказов и др.

5. *Надежность станка* — свойство станка обеспечивать бесперебойный выпуск годной продукции в заданном количестве в течение определенного срока службы и в условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

6. *Гибкость* станка — способность к быстрому переналаживанию. Она характеризуется универсальностью и переналаживаемостью. Универсальность оценивают числом разных деталей, подлежащих обработке на данном станке, или отношением количества деталей данного вида выпущенных на станке за год к номенклатуре деталей.

7. *Переналаживаемость* станка характеризуется затратами времени и средствами на его переналадку при переходе на обработку новой партии деталей.

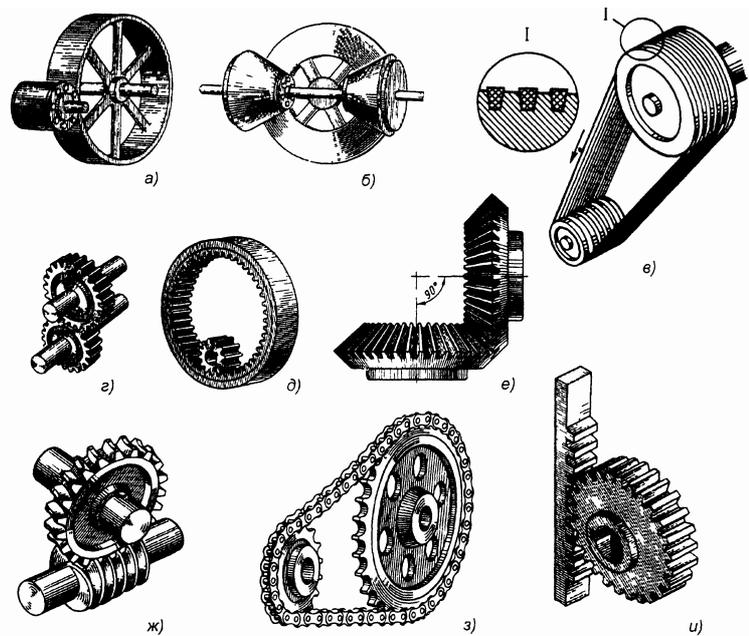


Рис. 2.6. Виды передач вращательного движения *а* — цилиндрическая, *б* — коническая, *в* — ременная, *г* — зубчатая с внешним зацеплением, *д* — цилиндрическая зубчатая с внутренним зацеплением, *е* — коническая зубчатая, *ж* — червячная, *з* — цепная, *и* — реечная

## Тема: **СТАНКИ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ**

### **Назначение токарных станков**

К токарным относят большую группу станков, предназначенных в основном для обработки заготовок в виде тел вращения из металлов.

Основными технологическими операциями, выполняемыми на токарных станках, являются — точение цилиндрических, конических, фасонных, а также торцевых поверхностей заготовок, вращающихся соосно оси шпинделя, и нарезание резьбы. Функциональные возможности токарных станков могут быть расширены благодаря использованию на токарном оборудовании специальных приспособлений, позволяющих производить фрезерование, сверление, шлифование и некоторые другие виды обработки.

Основу токарной группы составляют токарно-винторезные, токарно-револьверные, токарно-карусельные, лоботокарные станки, токарные автоматы и полуавтоматы.

Для наружной и внутренней обработки поверхностей единичных и малых групп заготовок, включая нарезание резьбы, используют различные модели *токарно-винторезных* станков.

Для обработки малых и больших групп заготовок сложной формы из прутка или штучных заготовок, требующих применения большого числа наименований инструмента, предназначены *токарно-револьверные* станки.

Для обработки поверхностей разнообразных по форме заготовок, у которых диаметр намного больше длины, используют *токарно-карусельные* станки. Эти станки отличаются от других токарных станков вертикальным расположением оси вращения планшайбы, к которой крепят обрабатываемую

заготовку.

Для обработки заготовок большого диаметра (до 5 м), используемых при изготовлении деталей в единичном производстве, применяются *лоботокарные* станки.

*Токарные автоматы* предназначены для обработки заготовок из прутка.

*Токарные полуавтоматы* — для обработки заготовок из прутка и штучных заготовок.

#### ***Классификация токарных станков:***

- по виду обрабатываемого материала (сталь, чугун, цветные металлы, пластмасса и др.),
- точности обработки (классы Н, П, В, А, С),
- виду производства (единичное, мелкосерийное, серийное, крупносерийное, массовое),
- массе станка (легкие, средние, крупные и тяжелые),
- максимальному диаметру заготовки ( $D$ ) обрабатываемой детали или высоте центров над станиной (100...5000 мм),
- наибольшей длине обрабатываемой детали  $L$  (125...24 000 мм).

Обычно к легким относят токарные станки с максимальным диаметром обрабатываемой заготовки  $D = 100...200$  мм, средним —  $D = 260...500$  мм, крупным —  $D = 630...1250$  мм, тяжелым —  $D = 1600...5000$  мм.

На средних по весу токарных станках в машиностроении и металлообработке выполняют 70...80 % общего объема токарных работ. Их используют при выполнении получистовой и чистовой обработке деталей из заготовок, нарезании резьбы. Они имеют достаточно высокий уровень автоматизации. Для расширения технологических возможностей этих станков их оснащают различными приспособлениями, облегчающими труд токаря и повышающими качество обработки.

Токарные станки имеют достаточную мощность, высокую жесткость и широкий диапазон частот вращения шпинделя и подач инструмента, что позволяет обрабатывать детали с использованием инструментов из твердых и сверхтвердых материалов.

*Легкие токарные станки* находят применение в инструментальном производстве, часовой промышленности, приборостроении, электротехнической промышленности, в экспериментальном и опытном производстве.

*Крупные и тяжелые токарные станки* применяют для обработки деталей тяжелого, энергетического и транспортного машиностроения при изготовлении атомных реакторов, роторов турбин, генераторов, тяговых электродвигателей электровозов и др. Станки этого типа менее универсальны, чем станки среднего типа и приспособлены в основном для обработки определенных крупных деталей.

#### ***Основные узлы ТС:***

Токарно-винторезные станки имеют однотипную конструктивную компоновку. Основными их узлами являются: станина, передняя шпиндель-

ная бабка с размещенной в ней коробкой скоростей; коробка подач, суппорт с резцедержателем и фартуком; задняя бабка.

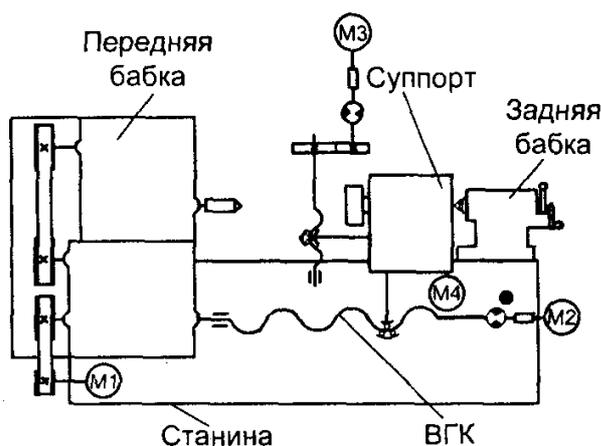


Рис. 3.17. Схема компоновки узлов станка мод. 16К20Ф3 Н22-1М

*Наладка ТС* – подготовка станка к выполнению определенной работы по изготовлению детали в соответствии с установленным технологическим процессом.

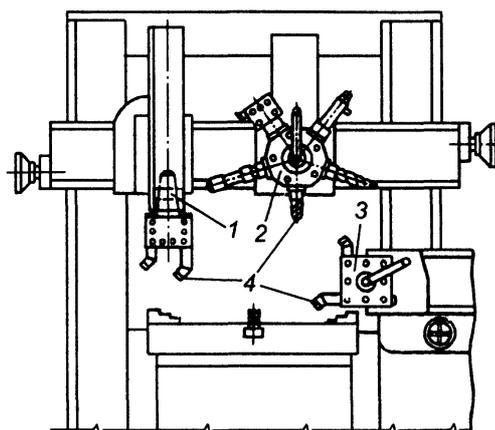


Рис. 3.25. Размещение суппортов и инструмента на токарно-карусельном двухстоечном станке: 1, 2 – вертикальные суппорты; 3 – боковой суппорт; 4 – инструмент

### ***Техническое обслуживание ТС***

Чтобы сохранить в течение длительного времени первоначальную точность станка, предотвратить преждевременное изнашивание его частей необходимо соблюдать требования технического обслуживания, изложенные в руководстве по эксплуатации станка. Обслуживающий персонал должен следить за исправностью станка, инструмента и приспособлений, порядком и чистотой на рабочем месте.

Смазывание токарно-винторезных станков большинства моделей производится от насоса, которым масло из бака через фильтр по маслопроводу подается к подшипникам шпинделя и маслораспределителям, установленным в шпиндельной бабке и в коробке подач. От мест смазывания отработанное масло и продукты износа, оседающие на фильтре с магнитным улавлива-

телем, сливаются в бак. Подачу масла в коробку скоростей контролируют через указатель по вращению крыльчатки.

Из бака отработанное масло сливают через специальное сливочное отверстие. Свежее масло марок И-20А или И-30А заливают через наливное отверстие, а его уровень контролируют по указателю.

Направляющие для продольного и поперечного перемещения суппорта и опор ходового винта в фартуке, направляющие задней бабки, опор ходового винта и ходового валика смазывают из масленок фитильной смазкой.

Зубчатые колеса гитары смазывают вручную консистентными маслами — солидол С, пресс-солидол УС-1 и др. Продольные направляющие станины, ходовой винт, ходовой валик, ось резцедержателя смазывают вручную и с помощью масленки. Периодичность смазывания выполняют в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации станка.

### ***Требования безопасности.***

*Перед началом работы:*

1. нужно привести в порядок рабочую одежду, чтобы исключить возможность захвата ее движущимися частями станка;
2. убрать волосы под головной убор; нельзя работать с забинтованными пальцами;
3. внешним осмотром проверить исправность станка и наличие защитного заземления, подготовить и расположить в определенных местах необходимые инструменты, приспособления и техническую документацию;
4. проверить состояние решетки под ногами, чтобы не оступиться во время работы;
5. все масленки, где предусмотрена ручная смазка, залить маслом, смазать ходовой винт и ходовой валик;
6. проверить уровень масла по контрольным глазкам в коробке скоростей (подач, фартуке), резервуаре для масла и при недостатке долить масло;
7. проверить работу станка на холостом ходу, исправность органов управления станком, электрооборудования, наличие ограждений и крепление подвижных деталей.

*В процессе работы:*

1. Стружку с детали, станка и суппортов нужно удалять крючком или щеткой,
2. снимать или устанавливать детали в патроне, измерять их и заменять инструмент можно только на остановленном станке.
3. Останавливать патрон руками не разрешается.
4. Для остановки станка сначала нужно выключить подачу, а затем отвести резец из зоны резания.
5. При работе на станке нужно оберегать детали станка и особенно направляющие станины и суппорте от повреждений.
6. Не класть детали, инструмент и другие предметы на станок.

7. Не переключать коробку скоростей и коробку подач на ходу.
8. Переключать станок на обратный ход разрешается только после его остановки.
9. Включать механическую подачу можно только после подвода резца к детали.
10. При работе с абразивным инструментом необходимо защищать направляющие и механизмы станка от попадания абразива.
11. Путем отвода резца или остановкой суппорта предотвращать образование непрерывной ленты стружки, ее спутывание и наматывание на детали станка.
12. Не применять в работе неисправных инструментов, приспособлений и случайных предметов.
13. Обязательно отключать станок на время прекращения работы.
14. При нарушении электроснабжения необходимо остановить станок и вывести инструмент из рабочего положения.

### ***Токарно-многорезцовые станки***

Токарные многорезцовые копировальные полуавтоматы обычно выполняют одношпиндельными с горизонтальной компоновкой; однако существуют станки вертикальные одно- и двухшпиндельные, а также одно- и двухшпиндельные. К токарным многорезцовым станкам с горизонтальной компоновкой относят мод.: 1716Ц; 1Н713; 1П713ФЗ; 1719; 1П752МФЗ; 1Б732; 1Б732ФЗ; 1740РФЗ; 1П732МФ4 и 1П756ДФЗ, а к станкам вертикальной компоновки — мод.: 1723; 1723ФЗ; 1А734; 1А734П; 1734ФЗ; 1А751 и 1А751П.

На токарных многорезцовых копировальных полуавтоматах можно обрабатывать цилиндрические, фасонные, конические и торцевые поверхности деталей. Станки серийного выпуска этого типа позволяют обрабатывать заготовки диаметром до 500 мм, длиной до 1500 мм. Обработку длинных деталей выполняют в центрах, за исключением вертикальных и фронтальных станков. Совместно работающие резцы на продольном и поперечном суппортах размещают так, чтобы силы резания от одних резцов уравнивались силами резания от других резцов. Ступенчатые детали обтачивают с меньшего диаметра; одновременно снимают фаски и подрезают торцы. При правильном выборе насадки и технологической оснастки, точность обработки может достигать 6–9-го качества.

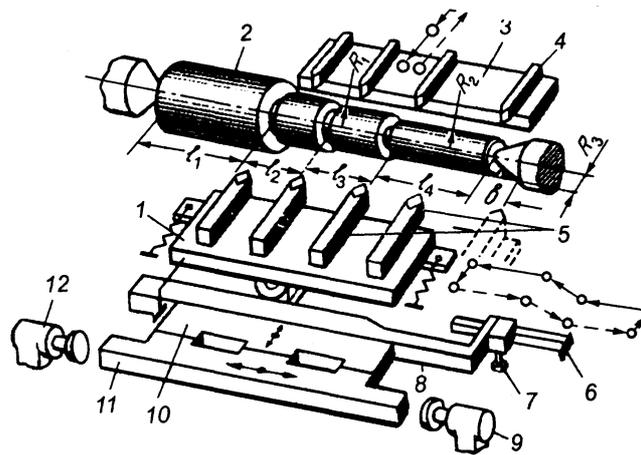


Рис. 3.37. Схемы выставки резцов на многорезцовом полуавтомате: 1 — продольный суппорт; 2 — деталь (эталон); 3 — резцедержатель; 4, 5 — резцы; 6 — планка; 7 — винт; 8 — линейка; 9 — регулировочный винт; 10 — выступ верхней линейки; 11 — нижняя линейка; 12 — упор

## Тема: СТАНКИ ФРЕЗЕРНОЙ ГРУППЫ

### Назначение и классификация фрезерных станков

Фрезерование является одним из самых распространенных способов механической обработки. Этим способом осуществляют черновую, получистовую и чистовую обработку простых и фасонных поверхностей заготовок из стали, чугуна, цветных металлов и пластмасс.

Фрезерные станки предназначены для фрезерования поверхностей планок, рычагов, крышек, корпусов и кронштейнов простой конфигурации; контуров сложной конфигурации (типа кулачков, шаблонов и т. д.); поверхностей корпусных деталей. Технологические возможности станков фрезерной группы определяются конструкцией, компоновкой, классом точности станка и технической характеристикой системы ЧПУ.

Фрезерование характеризуется высокой производительностью и позволяет получать поверхности правильной геометрической формы. Применяя фрезы, оснащенные современными режущими материалами (синтетическими сверхтвердыми, минералокерамикой), фрезерованием можно обрабатывать закаленные до высокой твердости ( $60\text{HRC}_3$ ) материалы, заменяя при этом шлифование.

Фрезерные станки разделяют на две основные группы: *станки общего назначения* и *специализированные*. К первой группе относят станки консольные, бесконсольные, продольно-фрезерные и непрерывного фрезерования (карусельные и барабанные). Во вторую группу входят станки копировально-фрезерные, зубофрезерные, резьбофрезерные, шпоночно-фрезерные, шлицефрезерные и др. Типоразмеры станков отличаются площадью рабочей поверхности стола или размерами обрабатываемой заготовки (при зубо- и резьбообработке).

Фрезерные станки с программным управлением могут быть дополнительно оснащены механизмами автоматической смены инструментов.

### ***Приспособления к фрезерным станкам***

В зависимости от назначения различают следующие приспособления:

- зажимные, необходимые для точного базирования и закрепления заготовок на столе станка;
- расширяющие технологические возможности фрезерных станков и позволяющие вести на станках расточку, сверление, долбление, нарезание реек и др;
- делительные (поворотные), предназначенные для точного поворота и индексации положения заготовки относительно фрезы в процессе обработки.

Обрабатываемые заготовки можно устанавливать и закреплять непосредственно на столе станка с помощью универсальных средств крепления; в универсальных приспособлениях — тисках, патронах, центрах, призмах; в универсально-сборных (УСП) и сборно-разборных (СРП) приспособлениях..

Приспособления, расширяющие технологические возможности фрезерных станков, как правило, имеют конструкцию, обеспечивающую высокую точность базирования и жесткость крепления. Они должны ориентировать заготовку относительно начала координат системы. Для этого само приспособление должно быть ориентировано относительно начала координат.

Для закрепления деталей цилиндрической формы диаметром до 15 мм при обработке канавок, шлицев и лысок на фрезерных станках используют приспособление пневматическое с цанговым зажимом. Заготовку устанавливают в сменную цангу. Зажим выполняется перемещением вверх конусной втулки, соединенной с поршнем пневматического цилиндра.

### ***Основные правила работы на фрезерных станках***

1. Перед началом работы на фрезерном станке следует произвести его внешний осмотр и проверить состояние направляющих; состояние зажимов подвижных органов; убедиться в отсутствии повреждений на пульте управления и других узлах; проверить систему смазываний станка.
2. Проверить правильность перемещений исполнительных органов.
3. Опробовать работу станка в автоматическом режиме. Первый рабочий ход должен быть вспомогательным (без обработки заготовки).
4. Заготовку установить в приспособление, а режущий инструмент в шпиндель станка. Убедиться, что заготовка и приспособление не задедут при работе выступающие части станка.
5. Установить требуемую частоту вращения шпинделя. Переключать скорости шпинделя на ходу запрещается.
6. Выбрать направление вращения шпинделя.
7. Нажать на кнопку «Общий пуск», далее на кнопку «Шпиндель пуск», затем на кнопку «Воспроизведение».

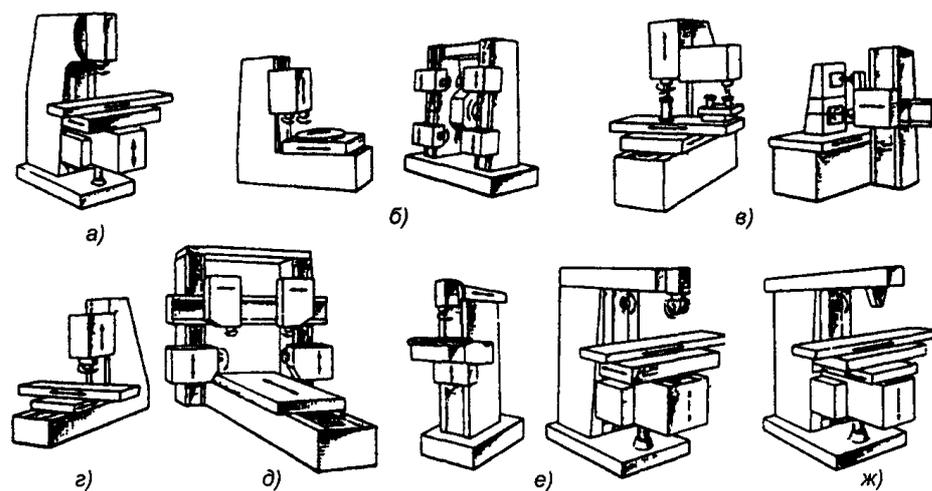


Рис. 5.1. Основные типы фрезерных станков *а* — консольные вертикально-фрезерные станки, *б* — фрезерные станки непрерывного действия (карусельно-фрезерные и барабанно-фрезерные), *в* — копировальные (вертикальные и горизонтальные) фрезерные станки, *г* — вертикально-фрезерные бесконсольные станки, *д* — продольно-фрезерные станки, *е* — широкоуниверсальные фрезерные станки (консольные и бесконсольные), *ж* — горизонтальные консольно-фрезерные станки

## *Тема: СТАНКИ СВЕРЛИЛЬНО-РАСТОЧНОЙ ГРУППЫ*

### *Назначение сверлильных станков*

Сверлильные станки предназначены для выполнения следующих основных работ:

- сверление сквозных и глухих отверстий;
- рассверливание отверстий — увеличение диаметра спиральным сверлом;
- зенкерование, позволяющее получить более высокий квалитет и меньшее значение параметра шероховатости поверхности отверстий по сравнению со сверлением;
- растачивание отверстий;
- зенкование, выполняемое для получения у отверстий цилиндрических и конических углублений и фасок под головки болтов и винтов;
- развертывание отверстий, применяемое для получения необходимых параметров точности;
- выглаживание, производимое специальными роликовыми оправками, или развальцовывание, имеющее назначение уплотнения — сглаживания гребешков на поверхности отверстий после развертывания деталей из дюралюминия;
- нарезание внутренней резьбы метчиком;
- цекование — подрезание торцов наружных и внутренних приливов и бобышек.

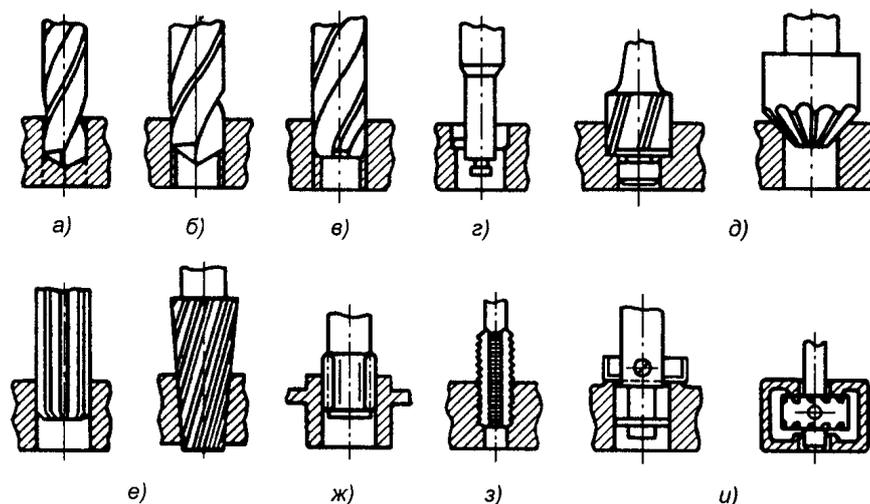


Рис. 4.1. Работы, выполняемые на сверлильных станках: а — сверление отверстий; б — рассверливание; в — зенкерование; г — растачивание; д — зенкование; е — развертывание; ж — выглаживание; з — нарезание внутренней резьбы; и — цекование

Этими видами работ не исчерпываются возможности сверлильных станков, на них выполняют и другие операции.

Основные типы сверлильно-расточных станков: вертикально-сверлильные одно- и многошпиндельные; радиально-сверлильные; горизонтально-сверлильные для глубокого сверления и горизонтально-центровальные.

При сверлении основными режимами резания являются: подача  $s$ ; скорость резания  $V = \pi Dn/1000$ , м/с (где  $D$  — диаметр инструмента, мм,  $n$  — частота вращения инструмента,  $s^{-1}$ ); глубина резания  $t = 0,5D$  при сверлении и  $t = 0,5(D-d)$  при рассверливании, зенкеровании, развертывании,  $d$  — первоначальный диаметр.

*Подача* — перемещение сверла вдоль оси за один его оборот (или за один оборот заготовки, если она вращается). Различают следующие виды подачи:  $s_0$  — на один оборот сверла, мм/об;  $s$  — минутная подача, мм/мин. Эти виды подач связаны между собой соотношениями:

$$s = s_0 n 60.$$

Станкостроительные заводы выпускают кроме сверлильных станков, изготовляемых серийно, много специальных станков. Эти станки, как правило, обозначают условными заводскими номерами.

Главным движением в вертикально-сверлильных станках является вращение шпинделя с закрепленным в нем инструментом. Движение подачи в станках этого типа осуществляется вертикальным перемещением шпинделя. Заготовку устанавливают на столе станка.

Соосность отверстия заготовки и шпинделя получают перемещением заготовки.

От вертикально-сверлильных *радиально-сверлильные станки* отличает конструктивная возможность совмещения оси отверстия заготовки с осью шпинделя путем перемещения шпинделя относительно неподвижной заготовки в любое место горизонтальной поверхности стола. Радиально-сверлильные станки по конструкции подразделяют на станки *общего назначения*,

*переносные* — для обработки отверстий в заготовках больших размеров (станки переносят подъемным краном к заготовке и обрабатывают вертикальные, горизонтальные и наклонные отверстия) и самоходные, смонтированные на тележках с креплением их в месте обработки с помощью башмаков.

*Горизонтально-расточные станки* позволяют производить обработку в крупных корпусных деталях, массой до 4000 кг. Максимальный диаметр отверстий достигает 320 мм. Основными узлами станка являются неподвижная передняя стойка и прямоугольный поворотный стол, перемещающийся в продольном и поперечном направлениях относительно оси шпинделя. В связи с отсутствием задней стойки на станке можно производить консольную обработку заготовок с четырех сторон. Стол оснащен автоматизированным устройством отсчета угла поворота (через каждые 90°) и оптическим устройством для отсчета угла поворота (в пределах 90°). Шпиндельный узел, смонтированный в высокоточных подшипниках качения, обеспечивает длительное сохранение точности, повышенную жесткость и виброустойчивость.

#### ***Конструктивные особенности сверлильно-расточных станков с числовым программным управлением***

Сверлильные и расточные станки с ЧПУ используют при обработке сверлами, зенкерами, развертками, расточным инструментом отверстий в деталях без применения разметки и кондукторов.

Конструктивной особенностью этих станков является их высокая жесткость и точность. При позиционировании исполнительных органов станка точность достигает  $\pm(0,025...0,05)$  мм; число управляемых координат 3, в том числе одновременно управляемых 2; дискретность задания перемещений 0,01 мм.

Столы сверлильных станков с ЧПУ имеют крестовую форму. Их устанавливают на опоры качения. Для привода столов используют или электродвигатели постоянного тока, или шаговые двигатели с гидроусилителями крутящих моментов. Главный привод состоит из одно- или двухскоростного асинхронного электродвигателя и коробки скоростей. Каждый станок комплектуют поворотным столом и резьбонарезным патроном.

Расточные станки с ЧПУ изготавливают двух конструктивных видов: *горизонтально-расточные* и *координатно-расточные*. Наибольшее распространение получили горизонтально-расточные станки, не имеющие задних стоек и оснащенные поворотным столом. Эти станки позволяют обрабатывать заготовку с двух сторон (при повороте стола на 180°), а также взаимно перпендикулярные и наклонные отверстия четырех сторон заготовки. Они обеспечивают высокопроизводительную обработку соосных отверстий. Станки оснащены выдвигным шпинделем диаметром 65...320 мм. Окончательную обработку отверстий на расточных станках с ЧПУ производят развертками, что позволяет повысить точность и качество обработки и не требует настройки инструмента на размер.

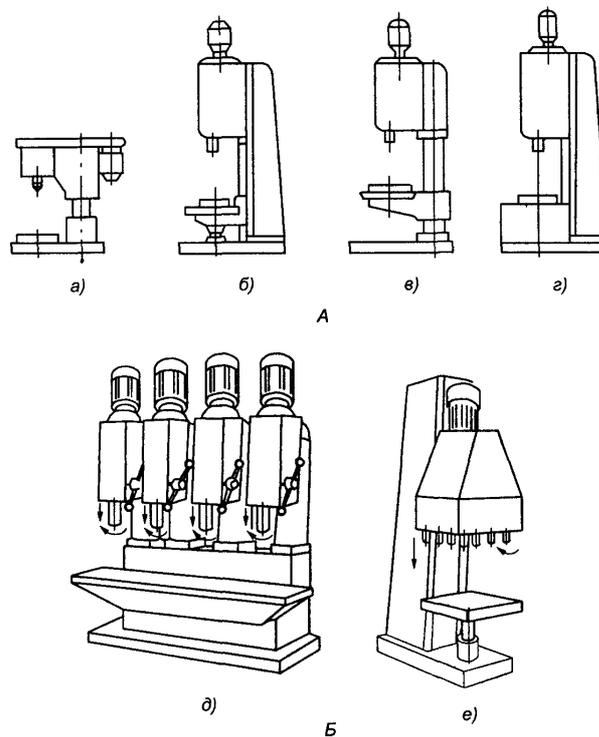
Приводом главного движения чаще служит регулируемый двигатель

постоянного тока в сочетании с коробкой скоростей, реже — асинхронный двигатель с многоступенчатой коробкой скоростей. Приводом подачи служит регулируемый двигатель постоянного тока или высокомоментный электродвигатель. Обеспечивая высокие скорости вспомогательных перемещений (до 5 м/мин), УЧПУ позволяют с панели управления вводить коррекции положения инструмента и подачи, осуществлять управление в режиме ручного ввода данных. При выходе исполнительного органа в заданное положение ступенчатое или плавное торможение приводов подач обеспечивает точность позиционирования  $\pm 0,01$  мм.

### **Установка и крепление деталей для сверления**

При сверлении все детали, за исключением очень тяжелых, прочно закрепляют на столе сверлильного станка. Для этого применяют различные приспособления, наиболее распространенные из них:

1. кондуктор скальчатый двухколонный с пневматическим зажимом;
2. машинные поворотные тиски просты по устройству и удобны в работе. Они состоят из основания, привертываемого к столу станка болтами, неподвижной губки и подвижной губки, каленых планок между губками, ходового винта и прижимных планок.
3. машинные неповоротные тиски



**Рис. 4.2.** Компонки вертикально-сверлильных станков (А — одношпindelных; Б — многшпindelных): а — настольного; б — средних размеров на кобчатой основе; в — средних размеров на круглой основе; г — тяжелого; д — станки с постоянными шпindelями, имеющими одну общую станину; е — станки с переставными шарнирно-соединенными шпindelями

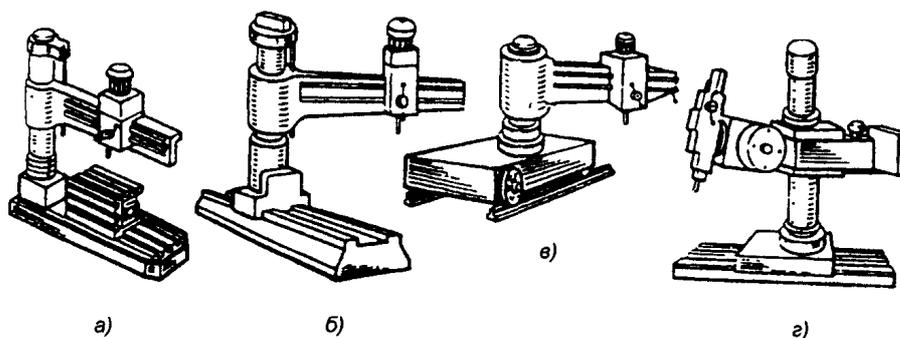


Рис. 4.3. Типы радиально-сверлильных станков: *a* — стационарный общего назначения; *b* — с колонной, перемещающейся по направляющим станины; *в* — передвижной по рельсам; *г* — переносной

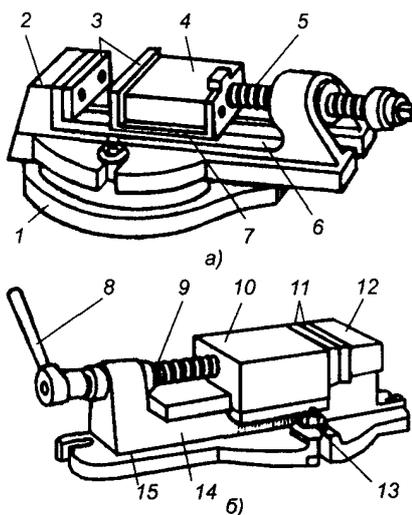


Рис. 4.20. Машинные поворотные (*a*) и неповоротные (*б*) тиски: 1, 14 — основания; 2 — неподвижные губки; 3 — планка; 4 — подвижные губки; 5 — ходовой винт; 6 — направляющие; 7 — прижим; 8 — рукоятка; 9 — винт; 10, 12 — губки; 11 — прижимные планки; 13 — болт; 15 — упор

## Тема: **СТАНКИ СТРОГАЛЬНО-ПРОТЯЖНОЙ ГРУППЫ**

### **Назначение и классификация**

Станки этой группы по конструктивному исполнению подразделяют на продольно-строгальные одностоечные и двустоечные поперечно-строгальные, долбежные, горизонтальные протяжные полуавтоматы для внутреннего протягивания и вертикально-протяжные полуавтоматы для внутреннего и наружного протягивания.

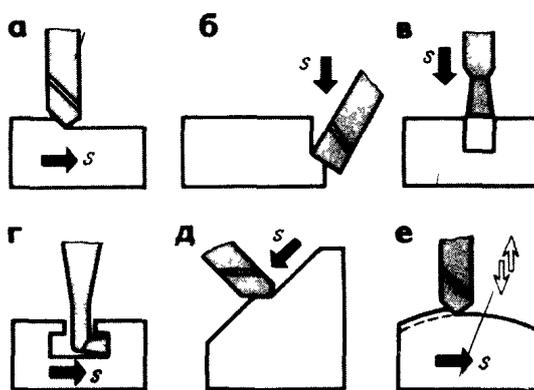
### **Строгальные станки**

Различают *строгальные станки* универсальные и специализированные. К универсальным относят поперечно- и продольно-строгальные, а также долбежные станки. Для обработки горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей деталей применяют только поперечно-строгальные станки.

Строгание применяют для обработки плоскостей и несложных фасонных поверхностей с прямолинейными образующими в единичном, опытно- и мелкосерийном производстве.

*Примеры работ, выполняемых на строгальных станках:*

- строгание горизонтальной плоскости при поперечной подаче стола (рис. 5.1,а);
- строгание вертикальной плоскости при вертикальной подаче суппорта (рис. 5.1,б);
- строгание пазов и канавок (рис. 5.1,в), широкие пазы выполняют последовательно за несколько проходов резца;
- строгание Т-образных пазов за три приема — обработка средней части паза, обработка левой части, обработка правой части паза (рис. 5.1, г);
- строгание наклонных плоскостей при установке суппорта под углом  $\alpha$  (рис. 5.1, д),
- строгание фасонных поверхностей (рис. 5.1, е).



5.1

Примеры работ, выполняемых на строгальных станках

На поперечно-строгальных станках, предназначенных для обработки заготовок длиной до 1 м, движение резания сообщается резцу. Резание производят при прямолинейном поступательном движении резца, закрепленного в ползуне станка, а возвратное движение является холостым ходом. Обрабатываемую заготовку закрепляют на столе станка и сообщают движение подачи (в конце холостого хода) в направлении, перпендикулярном направлению движения резания.

На продольно-строгальных станках, предназначенных для обработки длинных заготовок (длиной до нескольких метров), движение резания сообщают столу станка с закрепленной на нем заготовкой, а движение подачи — резцу, установленному на траверсе станка. Здесь основным узлом станка является стол, на котором закрепляется обрабатываемая заготовка. Стол перемещается возвратно-поступательно относительно неподвижных резцов, установленных в суппортах. Движение стола — главное движение резания; обратный ход стола вспомогательный, осуществляемый с большой скоростью, причем во время обратного хода резцы поднимаются.

Главное движение — движение резания, т. е. движение стола с обрабатываемой заготовкой.

*Основные части поперечно-строгального станка являются:*

➤ станина — массивная чугунная отливка, имеющая внутри ребра и перегородки для прочности и жесткости; внутри станины помещены привод станка, коробка скоростей и кулисный механизм;

➤ ползун — чугунная пустотелая отливка, передвигающаяся по верхним горизонтальным направляющим станины; для обеспечения прочности внутри ползуна расположены ребра жесткости; от плавности и точности перемещения ползуна по направляющим зависит качество обработки;

➤ суппорт с резцедержателем, в котором крепят резец, размещен в передней части ползуна;

➤ стол закреплен на передней стенке станины и поддерживается кронштейном.

Движение подачи при обработке горизонтальных поверхностей сообщают обрабатываемой заготовке, которая вместе со столом перемещается по направляющим поперечины. При строгании вертикальных и наклонных поверхностей и канавок вертикальную подачу осуществляют перемещением суппорта с резцедержателем по вертикальным направляющим.

*Приспособления для установки и крепления заготовок на столе станка должны удовлетворять следующим требованиям:*

Приспособления для закрепления заготовок на станке разделяют на универсальные и специальные. Универсальные крепежные приспособления, представляющие собой болты, прихваты, прижимы, упоры, опоры, винтовые распорки, клиновые подкладки, установочные призмы и угольники, машинные тиски, поворотные столы и пр., пригодны для закрепления заготовок различных форм и размеров, при разных видах обработки.

### ***Протяжные станки***

Применяют для обработки протяжками внутренних и наружных линейных поверхностей с разнообразными профилями. При обработке достаточно одного прямолинейного движения со скоростью инструмента или заготовки. За счет усложнения инструмента упрощена конструкция станков и достигнута высокая производительность и точность обработки. Эти станки применяют преимущественно в массовом и серийном производстве.

Протяжные станки особенно удобны для обработки сложных внутренних поверхностей.

Различают протяжные станки общего назначения и специальные, для внутреннего или наружного протягивания, горизонтальные и вертикальные, обычные (с обратным ходом) и непрерывного действия (с движением зубьев по замкнутому контуру).

К основным узлам станка относят: сварную удлиненную станину 2 с направляющими скольжения; рабочие салазки 3, которые содержат патрон 6. Патрон служит для захвата переднего рабочего хвостовика протяжки 4 и соединен со штоком рабочего гидроцилиндра. Гидроцилиндр является источником прямолинейного движения протяжки 4 — главного движения резания.

Обрабатываемая заготовка охватывает протяжку, прижимается по торцу силой резания к неподвижной опоре плиты 5.

Полный цикл технологической обработки заготовки на станке предусматривает быстрый подвод протяжки к рабочему патрону и захват ее, замедленный рабочий ход (для получения требуемой шероховатости при работе калибрующих зубьев протяжки), раскрытие вспомогательного патрона и вывод протяжки из детали; остановку для выгрузки детали; обратный ход рабочих салазок после повторного нажатия кнопки «Пуск цикла»; захват заготовки вспомогательным патроном в начале обратного хода; замедление скорости в конце обратного хода.

Обработка поверхностей заготовок за один рабочий ход инструмента сокращает вспомогательное время, обеспечивает высокую точность взаимного расположения элементов профиля обработанной поверхности.

### *Протяжки*

Протяжка — многолезвийный инструмент с рядом последовательно выступающих одно над другим лезвий.

Применяют для обработки цилиндрических внутренних и наружных поверхностей заготовок с неизменными формой и размерами по длине обрабатываемой поверхности детали. Для обработки таких поверхностей протяжки имеют стержневую форму. Режущие кромки срезают слои материала с поверхности заготовки.

Режущая кромка каждого зуба не копирует путь предыдущего, а перемещается параллельно его траектории с углублением в образованную предыдущим зубом поверхность - принцип протягивания. Профиль образованной поверхности определяется формой режущих кромок зубьев, поэтому протяжки относят к фасонным лезвийным инструментам специального назначения.

Возможности обработки ограничиваются возможностями протяжного станка, силой тяги, создаваемой приводом на хвостовике протяжки, длиной рабочего хода ползуна. В отдельных случаях протяжки работают с вращательным главным движением и их применяют для обработки поверхностей вращения.

Предварительно отверстие в заготовке для обработки внутренними протяжками делают круглого сечения сверлением, растачиванием и др.

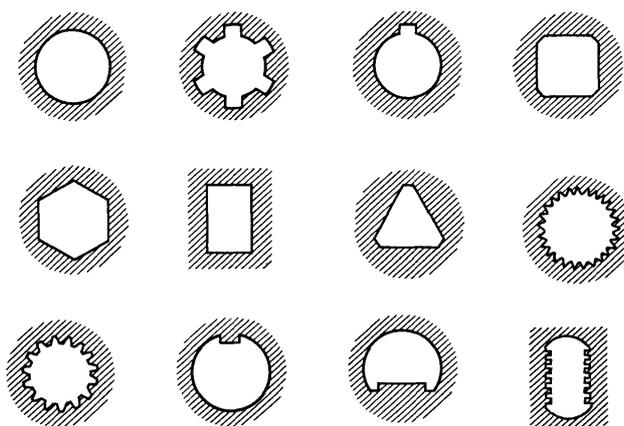


Рис 2 20 Виды отверстий, полученных протягиванием

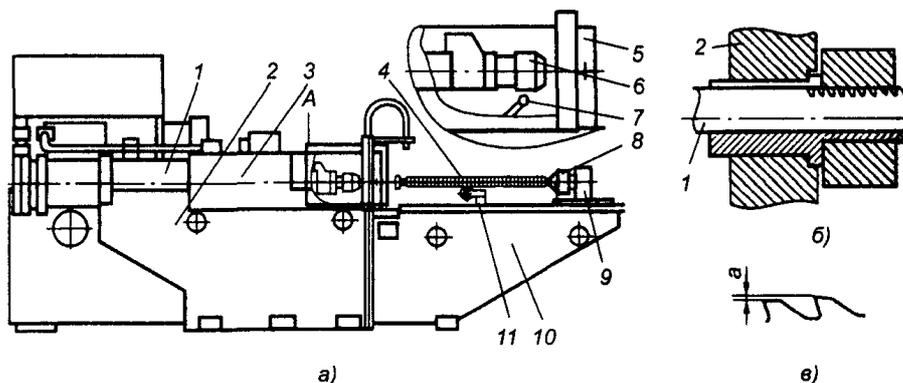
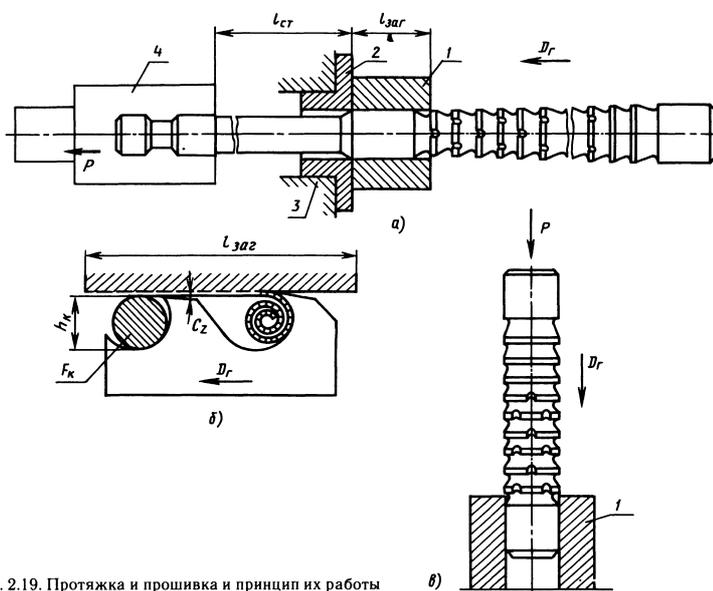


Рис. 7.4. Горизонтально-протяжной станок мод. 7Б56 и схема протягивания  
 а — горизонтально-протяжной станок; б — схема протягивания; в — режущий зубья протяжки: 1 — гидроцилиндр; 2 — станина; 3, 9 — салазки; 4 — протяжка; 5 — плита; 6, 8 — патрон; 7, 11 — поддерживающие ролики; 10 — приставная часть станины



2.19. Протяжка и прошивка и принцип их работы

## Тема: СТАНКИ ЗУБООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ГРУППЫ

### Назначение и классификация зубообрабатывающих станков

Станки, предназначенные для изготовления зубчатых колес, реек, звездочек, шевронных колес называют зубообрабатывающими. По конструктивному исполнению и видам выполняемых работ различают: зубофрезерные, зубодолбежные, зуборезные, зубошеввинговальные, зубохонинговальные, зубопритирочные и зубошлифовальные станки.

Наиболее универсальными способами зубообработки являются зубофрезерование и обкаточное зубодолбление.

### Зубофрезерование

Представляет собой непрерывный процесс, что обуславливает его повышенную производительность.

Зубофрезерные станки предназначены для нарезания червячных цилин-

дрических зубчатых колес различных модификаций. Они имеют трехкоординатную систему ЧПУ.

Существуют два метода нарезания цилиндрических зубчатых колес - метод копирования и метод обката.

При методе копирования используют инструмент, режущая кромка которого совпадает по форме с профилем впадины зубчатого венца. Модульная фреза 1 (дисковая - рис. 9.2, а или пальцевая - рис. 9.2, б) перемещаясь вдоль впадины цилиндрического колеса 2, в каждый момент времени оставляет отпечаток своей формы. Закончив обработку одной впадины, заготовку поворачивают на окружной шаг и обрабатывают следующую впадину.

В методе обката режущий инструмент и заготовка обкатываются подобно звеньям зубчатой передачи. Червячная фреза 1 (рис. 9.3, в) вращается вместе с заготовкой 2.

### Зубодолбление

Специальные зубодолбежные станки обеспечивают высокую производительность. Их применяют в массовом производстве.

В зубодолбежном станке долбяк и заготовка воспроизводят зацепление цилиндрических колес. Согласованное движение долбяка и заготовки в станке применяют для создания на заготовке в поперечном сечении формы зуба в виде эвольвенты. Для создания движения резания долбяк получает возвратно-поступательное движение в направлении, параллельном оси обрабатываемого колеса. Скорость перемещения долбяка является скоростью резания. Долбяк и заготовка в процессе зубодолбления непрерывно вращаются относительно своих осей. Угловая скорость вращения  $\omega_0$  долбяка зависит от величины круговой подачи, за один двойной ход долбяка. Угловая скорость вращения заготовки  $\omega_1$ , связана с угловой скоростью вращения долбяка следующей зависимостью:

$$\omega_1/\omega_0 = Z_0/Z_1,$$

где  $Z_0, Z_1$ , — числа зубьев долбяка и нарезаемого колеса.

Во время холостого хода для предохранения долбяка от трения об обрабатываемую поверхность долбяк или заготовку отводят друг от друга. Перед началом рабочего хода оси долбяка и обрабатываемого колеса сближаются.

Долбяк имеет выемку для съема готовой детали со станка и установки заготовки. Одна половина долбяка предназначена для черновой обработки зубьев, вторая — для чистовой. Толщина черновых зубьев меньше толщины чистовых на величину удвоенного припуска на чистовое долбление. Нареза-

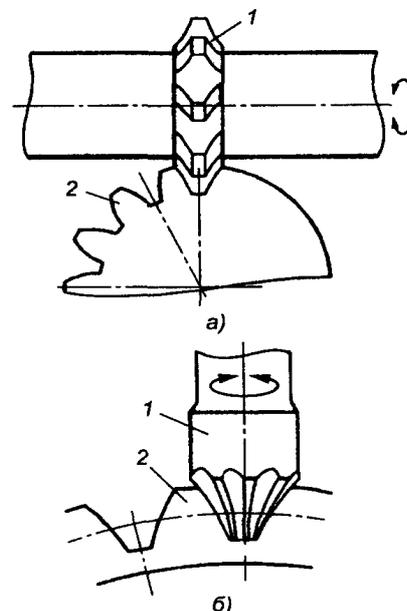


Рис. 9.2. Схема нарезания зубчатых колес фрезой методом копирования: а — дисковой; б — пальцевой, 1 — фреза; 2 — заготовка

ние колеса осуществляется за два его оборота. В течение первого оборота черновые зубья долбяка прорезают впадины, оставляя по их боковым сторонам припуск, срезаемый чистовыми зубьями долбяка при втором обороте заготовки.

### ***Зубострогание***

Зубострогальный станок мод. 5А250 работает по методу обката и предназначен для чернового и чистового нарезания прямозубых и конических колес в условиях серийного и массового производства.

#### ***Работа станка***

На станине 1 (рис. 9.7, а) смонтирована обкатная люлька 2 с закрепленными на ней в ползунах 8 резцами 9 (рис. 9.7, б). По направляющим 5 станины 1 перемещается стол 7 (см. рис. 9.7, а), имеющий круговые направляющие 6. На них вместе с плитой 4 поворачивается бабка изделия 3 для установки заготовки на угол определенный.

При формообразовании боковых поверхностей зуба используют следующие движения: главное движение — возвратно-поступательное перемещение резцов; возвратно-качательное движение люльки вокруг оси  $O_1$ , и связанное с ним коническое вращение заготовки вокруг оси  $O_2$ . После окончания профилирования зуба происходит поворот заготовки на следующий зуб (деление). После обработки всех впадин станок автоматически отключается.

## ***Тема: ПОДГОТОВКА МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ К ЭКСПЛУАТАЦИИ***

### ***Транспортирование и установка станков***

Эксплуатация металлообрабатывающего оборудования должна обеспечивать длительное и безотказное изготовление на нем деталей с заданной производительностью, точностью и качеством поверхностей. К требованиям эксплуатации станков относят их правильную упаковку и транспортирование, устройство помещений для них, правильную установку и крепление станков и их испытания, выполнение установленных правил работы и ухода за станком, своевременное проведение планово-предупредительных ремонтных работ (ППР).

*Транспортирование станков* нужно осуществлять строго по инструкции, указанной в руководстве по эксплуатации. Станки перед транспортированием покрывают защитной смазкой и упаковывают в деревянные ящики, обеспечивая их неподвижную установку.

Станки перемещают по цеху волоком на металлическом листе или на специальной транспортной тележке. Для удобства ремонта тяжелые станки располагают в зоне действия подъемно-транспортных средств цеха. Если станки транспортируют в частично разобранном состоянии, то после установки основания станка на фундамент их монтируют, при этом выполняют заземление, подводят электропитание и, если необходимо, соединяют коммуникации центральной подачи СОЖ, сети сжатого воздуха или жидкости, а также системы стружкоудаления.

Правильная установка и закрепление станка на фундаменте определяет качество его работы и технико-экономические показатели. В цехе станки устанавливают или на общем бетонном полу толщиной 150...200 мм, или на специально проектируемых фундаментах. Жесткий фундамент, рациональная его конструкция, целесообразная расстановка и тщательная регулировка станочных опор уменьшает деформации недостаточно жестких станин, особенно при их большой протяженности и перемещении по ним тяжелых исполнительных органов.

Фундамент и опоры станка должны обладать виброизоляционными свойствами, чтобы на станок не передавались колебания извне, чтобы снизить уровень колебаний от внутренних возмущений.

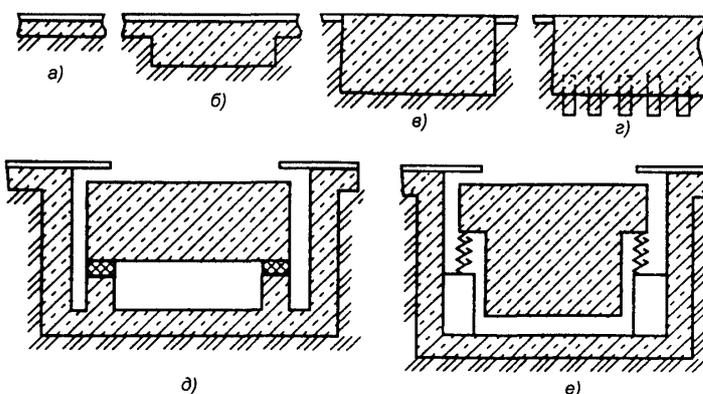


Рис. 13.1. Виды фундаментов под станки при их монтаже а — пол цеха (общая плита), б — ленточный (поперечное сечение плиты), в — обычный, з — свайный, д — на резиновых ковриках, е — на пружинах

Основные виды фундаментов для станков (рис. 13.1.).

Фундаменты выполняют из кирпича, бетона, железобетона. Станок размещают на фундаменте по чертежу, который имеется в руководстве по эксплуатации. Фундамент предварительно рассчитывают, определяя его высоту и площадь основания.

На полу цеха следует устанавливать станки массой до 10 т нормальной и повышенной точности с жесткими и средней жесткости станинами, для которых отношение  $L/H < 10$  (где  $L$  — длина, м;  $H$  — высота сечения станины станка, м).

На устраиваемые в полу цеха утолщенные бетонные ленты можно устанавливать станки массой до 30 т.

На специально проектируемые фундаменты устанавливают станки следующих видов:

- с нежесткими станинами, в которых требуемая жесткость должна обеспечиваться за счет фундамента ( $L/H > 10$ );
- станки массой более 10 т, размещенные в помещениях с толщиной пола недостаточной для установки станков данной массы;
- высокоточные станки, для виброизоляции которых необходима установка специальных фундаментов.

С целью снижения влияния источников вибрации на устойчивость фундаментов и работу высокоточных станков, их размещают на возможно большем удалении от источников вибраций. Расстояние от фундаментов высокоточных станков до фундаментов станков работающих со значительными динамическими нагрузками должно быть не менее 3,0 м. При установке станка его положение регулируют с помощью подкладок, клиньев, опор и проверяют по уровню в продольном и поперечном направлениях.

Точность установки регламентируется стандартом на соответствующие станки. Обычно допуск на горизонтальность составляет 0,01...0,02 мм на 1 м длины. После установки станину закрепляют с помощью фундаментных (анкерных) болтов или путем подлива цементного раствора под ее опорную поверхность.

*Конструкции опор должны обеспечивать*

- ✓ удобство регулирования положения станка при его перемещении вверх или вниз,
- ✓ постоянство установки станка по горизонтали при регулировании в вертикальной плоскости,
- ✓ стопорение регулируемых элементов,
- ✓ самоустановку элементов опоры относительно станины,

### ***Испытания станков***

Серийные и новые станки после сборки проходят приемочные испытания, включающие:

- 1) испытание станка на холостом ходу, проверку работы узлов и механизмов и проверку паспортных данных;
- 2) испытание станка в работе под нагрузкой (специальных станков также и на производительность);
- 3) проверку станка на геометрическую точность, точность изготавливаемой детали и параметр шероховатости;
- 4) испытание станка при обработке на жесткость и виброустойчивость.

### ***Последовательность проверки станков***

➤ Испытания станка без нагрузки (на холостом ходу) начинают с внешнего осмотра, далее проверяют легкость и плавность перемещений механизмов от руки, допустимые величины нагрузок и люфты маховиков и рукояток управления.

➤ Затем последовательным включением всех частот вращения шпинделя, а также рабочих и ускоренных подач проверяют фактическое отклонение частот вращения на наибольшей скорости (станок должен непрерывно работать не менее 1,5...2 ч). Проверяют работу электродвигателей, муфт, тормозов, механизмы зажима заготовки и инструмента, гидрооборудование, системы подачи СОЖ.

➤ Испытывая привод главного движения записывают мощность холостого хода, температуру подшипников опор для шпиндельного узла (допускается нагрев подшипников качения не более 70 °С, скольжения не более 60 °С, для других механизмов не более 50 °С). Механизмы станка должны работать без толчков, повышенного шума, сотрясений, вызывающих вибрации.

➤ Уровень шума (ГОСТ 12.1.003-83 и ГОСТ 12.1.036-81) измеряют шумомером или фонометром. В зоне рабочего места уровень шума не должен превышать 70...80 дБ. Кнопки управления станком, пусковая аппаратура, устройства блокировки, рычаги переключения не должны заедать и самопроизвольно смещаться.

➤ При проверке паспортных данных станка убеждаются в соответствии данным паспорта и чертежа. Допускаются отклонения фактических данных от паспортных не более чем на 5 %.

➤ Для испытания станка в работе под нагрузкой выбирают наиболее тяжелые режимы работы с кратковременными перегрузками до 25 % сверх номинальной мощности. В зависимости от служебного назначения станка испытания проводят на черновом или чистовом режимах для типичных заготовок и материалов. Образцы обрабатывают в течение 30 мин (не менее). В это время все механизмы станка должны работать исправно.

➤ Испытание станков на производительность проводят для станков-автоматов, полуавтоматов и других специальных станков. Фактическая производительность станка должна соответствовать паспортной. На станках, служащих для доводочных и суперфинишных операций, испытания проводят на получение значения требуемого параметра шероховатости поверхности.

➤ Точность станка должна соответствовать нормам стандартов. Испытания на точность предусматривают измерение геометрической точности самого станка и измерение точности изготовленных на нем деталей. Используемые для измерений точности различные средства (уровни, индикаторы, микрометры и т. д.), должны сами отвечать по точности требованиям государственных стандартов.

## **Тема: СТАНКИ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ГРУППЫ**

### **Назначение и классификация**

Станки шлифовальной группы предназначены для изготовления деталей с малыми отклонениями формы, размеров, малым параметром шероховатости поверхности.

Обработку резанием, выполняемую множеством абразивных зерен, называют *абразивной*.

*Шлифованием* называют резание металлов абразивными кругами. При шлифовании главным движением резания является вращение инструмента, а движения подачи  $s$  (они могут быть различными) сообщаются заготовке или инструменту.

Различают шлифование *периферией круга* и *торцом круга*; в первом случае режущей частью является наружная поверхность круга, образующая которой параллельна оси его вращения, а во втором случае — торец круга.

В зависимости от расположения и формы обрабатываемой поверхности заготовки шлифование подразделяют на следующие виды:

- ✓ наружное, когда обрабатывается наружная поверхность заготовки,
- ✓ внутреннее, когда обрабатывается внутренняя поверхность заготовки,
- ✓ плоское, когда обрабатывается плоская поверхность;
- ✓ профильное, когда обрабатывается поверхность, образующая которой представляет собой кривую или ломаную линию.

Шлифование поверхности вращения называют *круглым* шлифованием, сферической поверхности — *сферошлифованием*, боковых поверхностей зу-

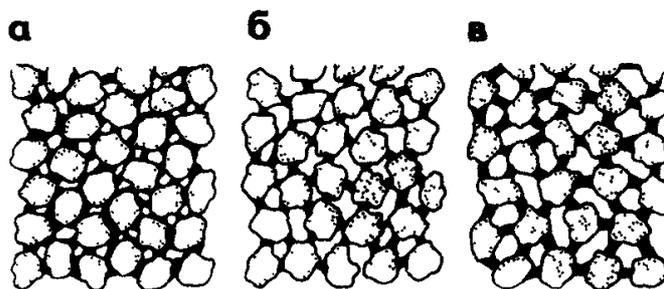
бьев зубчатых колес — *зубошлифованием*, боковых сторон и впадин профиля резьбы — *резьбошлифованием*, шлицевых поверхностей — *шлицешлифованием*.

Различают также шлифование *в центрах* (если заготовку крепят в центрах) и *в патроне* (если заготовку крепят в патроне). В машиностроении наиболее часто применяют круглое (наружное и внутреннее) и плоское шлифование.

### **Шлифовальные круги**

Шлифовальный круг представляет собой пористое тело, состоящее из большого количества абразивных зерен, соединенных между собой особым веществом, называемым связкой. Между зернами и связкой расположены поры. Зерна шлифовального круга, так же как и зубья фрезы, имеют режущие кромки и служат для съема стружки металла. Таким образом, шлифовальный круг можно рассматривать как фрезу с очень большим числом зубьев. Структура (структура) шлифовального круга схематически изображено на рис. 6.5 (*а* — плотная, *б* — средняя, *в* — открытая).

Шлифовальные круги различают по следующим признакам, которые в строго определенной последовательности маркируются на его боковой поверхности: виду абразивного материала, зернистости и индексу ее фракции, твердости, структуре круга (пористости), виду связки и классу качества.



6.5

Структуры шлифовальных кругов

*Абразивный материал* представляет собой минерал естественного или искусственного происхождения, раздробленный на зерна определенного размера. К естественным абразивным материалам относятся гранит, кварц, наждак, корунд и алмаз, к искусственным — электрокорунд  $Al_2O_3$  карбид кремния SiC, карбид бора (B<sub>4</sub>C), эльбор BN и синтетический алмаз.

Наибольшее распространение при шлифовании сталей получил электрокорунд 13А, 14А, 15А, 24А, 25А, 34А, 37А, а при шлифовании чугуна и твердых сплавов — карбид кремния 53С, 54С, 63С, 64С. При заточке твердосплавного инструмента, профильном шлифовании, правке шлифовальных кругов применяются круги из сверхтвердых синтетических материалов, например эльбора, карбида бора, алмаза и др.

*Зернистость* абразивного материала характеризует размер зерна. За номер зернистости принимают номинальный размер стороны ячейки в свету

сетки, на которой задерживается зерно при рассеивании. Например, если зерна проходят через сетку с ячейками 800 мкм и задерживаются на сетке с ячейками 630 мкм, то этому зерну присваивают номер 63. Абразивный материал делят на шлифзерна, шлифпорошки и микропорошки. К номеру зернистости микропорошков добавляют букву М.

Стандартом предусмотрена следующая зернистость абразивного материала: шлиф-зерно — 200, 160, 125, 100, 80, 63, 50, 40, 32, 25, 20, 16; шлифпорошки — 12, 10, 8, 6, 5, 4, 3; микропорошки — М63, М50, М40, М28, М20, М14; тонкие микропорошки — М10, М7, М5.

Зернистость алмазных шлифпорошков обозначают дробью, в которой числитель соответствует размеру ячеек верхнего, а знаменатель — размеру нижнего сита, например алмазный круг из синтетического алмаза марки АСВ имеет в своей маркировке следующее обозначение: АСВ 80/63.

*Индекс зернистости* основной фракции определяют следующим образом. В результате дробления, а затем разделения зерен по размерам, в каждом номере зернистости будут находиться зерна и других размеров (фракций). Однородность материала по размеру зерна улучшает процесс шлифования и качество шероховатости шлифуемой поверхности. В зависимости от процентного состава основной фракции (т. е. номера зерна, обозначенного на круге) номер зернистости дополняется буквенными индексами: В, П, Н, или Д (высокий, повышенный, нормальный, допустимый), например 25В, 40П, М20Д и т. д. Для чистового и более ответственного шлифования и заточки применяют круги с более высоким индексом зернистости (В и П).

*Твердость шлифовальных кругов* — это сопротивляемость связки вырыванию абразивных зерен с поверхности инструмента под влиянием внешних сил резания. Если связка прочна и удерживает зерно абразива при значительных силах, круг называют твердым, если же нужно приложить сравнительно небольшую силу, для того чтобы выломать зерно, то круг называют мягким. Стандартом предусмотрена шкала твердости и обозначения степеней твердости шлифовальных кругов: М1, М2, М3, СМ1, СМ2, С1, С2, СТ1, СТ2 и т. д. Цифры 1, 2 и 3 справа от буквенного обозначения характеризуют степень твердости шлифовальных кругов в порядке ее возрастания.

*Структура шлифовальных кругов* характеризует их внутреннее строение, количественное соотношение и взаимное расположение зерен, связки и воздушных пор. Структура кругов обозначается номерами 1 ... 12. Круги с плотной структурой (1, 2, 3 и 4) применяют для чистового, доводочного и профильного шлифования. Круги со средней структурой (5, 6, 7 и 8) применяются для шлифования закаленных сталей и заточки инструментов. Круги с открытой структурой (9, 10, 11 и 12) рекомендуются для заточки твердосплавных инструментов и шлифовки вязких металлов.

*Связка круга* соединяет отдельные зерна абразивного материала между собой, образуя круг определенной формы. Связки делятся на неорганические и органические. К неорганическим связкам относят керамическую, силикатную, магнезиальную и металлическую, к органическим — бакелитовую, вулканитовую и глифталевою. Наиболее широкое применение получили керами-

ческие (К), бакелитовые (Б) и вулканитовые (В) связки, а для эльборовых и алмазных зерен — металлические (М) связки.

*Класс круга* (А или Б) указывает степень отклонения круга от предусмотренных технических требований, например равномерности степени твердости в пределах одного круга, наличия железистошлаковых включений, повреждения кромок круга и т. п. Круги класса А отличаются более высоким качеством.

В маркировку круга также входит товарный знак завода-изготовителя, например ЮАЗ — Юргинский абразивный завод или И — Ленинградский абразивный завод «Ильич», а также максимально допустимая окружная скорость, при которой обеспечивается безопасная работа,—35 м/с, а на кругах для скоростного шлифования — 50 м/с и красная диаметральная полоса.

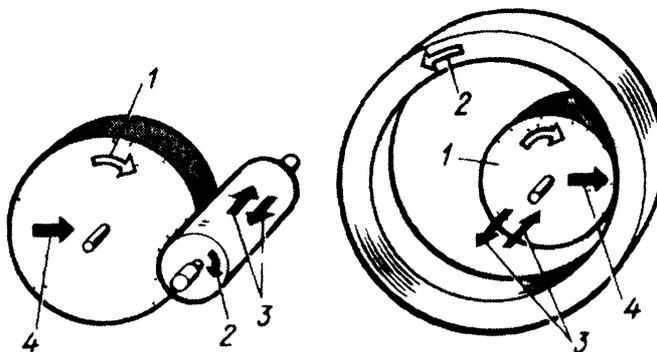
В технологической документации указывают габаритные размеры круга  $D \times B \times d$  (наружный диаметр, ширина, внутренний диаметр) и его форму. Форму и размеры шлифовальных кругов выбирают в зависимости от условий шлифования, размеров и формы обрабатываемых заготовок, конструкции и модели станка, его мощности.

Алмазные и эльборовые круги маркируют дополнительно буквой А (алмаз) и Л (эльбор), например АПП, АЧК, ЛПВ, ЛЧЦ и т. п.

Формы шлифовальных кругов		
Форма круга	Обозначение	Форма сечения
Плоский прямоугольного профиля	ПП	
Плоский с выточкой	ПВ	
Плоский с конической выточкой	ПВК	
Плоский с двусторонней выточкой	ПВД	
Плоский с двусторонней конической выточкой	ПВДК	
С двусторонним коническим профилем	2П	
С коническим профилем	3П	
Кольцевой	К	
Чашечный цилиндрический	ЧЦ	
Чашечный конический	ЧК	
Тарельчатые	1Т, 2Т, 3Т, 4Т	

### Станки круглого шлифования

Применяют для продольного и врезного шлифования наружных и внутренних цилиндрических, конических и торцовых поверхностей вращения с установкой заготовок в центрах или патроне.



Станки делятся на простые, универсальные и специальные. Наибольшее распространение получили универсальные круглошлифовальные станки, на которых благодаря возможности поворота верхнего стола, передней и шлифовальной бабок вокруг их вертикальных осей можно шлифовать как цилиндрические, так и конические и торцовые поверхности. Базовым станком этой группы является круглошлифовальный полуавтомат модели

ЗМ151.

### *Работа круглошлифовального станка*

По направляющим станины станка с помощью гидравлического привода перемещается в продольном направлении стол. Верхняя часть стола поворотная, что позволяет шлифовать поверхности с малым углом конусности. Для шлифования заготовок с большим углом конусности необходимо поворачивать переднюю бабку.

В станке с помощью гидравлического привода обеспечиваются следующие движения:

➤ продольное возвратно-поступательное перемещение стола, которое используют для предварительного и окончательного рабочих ходов стола, быстрого перегона стола при отведенной шлифовальной бабке, при правке шлифовального круга;

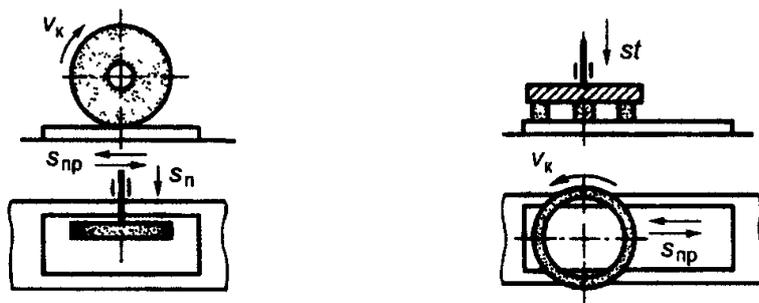
➤ поперечное перемещение шлифовальной бабки, которое используют для быстрого ее подвода и отвода к заготовке, поперечной подачи (периодическое при продольном шлифовании и непрерывное при шлифовании врезанием и толчковое периодическое);

➤ отвода пиноли задней бабки для снятия обработанной заготовки при отведенной шлифовальной бабке.

Главное движение — вращение шпинделя шлифовального круга осуществляется от электродвигателя, установленного на шлифовальной бабке

### *Станки плоского шлифования*

Плоское шлифование часто применяют вместо чистового строгания, чистового фрезерования и шабрения. Плоские поверхности можно шлифовать периферией и торцом круга.



*Плоскошлифовальные станки подразделяют:*

➤ по принципу работы на станки для шлифования периферией и торцом круга;

➤ по форме стола и характеру его движения — на станки с возвратно-поступательным и вращательным движением стола;

➤ по степени универсальности — на универсальные, полуавтоматические и автоматические.

Плоскошлифовальные станки с прямоугольным столом выпускают с горизонтальным и вертикальным шпинделем.

В мелкосерийном и среднесерийном производстве часто используют плоскошлифовальные станки с прямоугольным столом и горизонтальным

шпинделем. В массовом производстве - станки с круглым столом, а также двусторонние торцешлифовальные станки с горизонтальным и вертикальным расположением шпинделей.

*Устройство и работа плоскошлифовального станка с прямоугольным столом.* На станине 1 станка установлен стол 5, совершающий возвратно-ступатательное перемещение по направляющим от гидроцилиндра, расположенного в станине. Закрепление заготовок обычно производят с помощью магнитной плиты 12, привинченной к столу. На станине смонтирована стойка 9, несущая шлифовальную бабку 10 с горизонтальным шпинделем шлифовального круга 11, закрытого кожухом 7. Механизмы подачи, находящиеся в станине, шлифовальной бабки сообщают поперечное движение подачи (после каждого двойного хода стола) и вертикальное движение подачи (после каждого рабочего хода по снятию припуска со всей обработанной поверхности заготовки). Шпиндель вращается от электродвигателя, встроенного в шлифовальную бабку.

### **Хонингование**

Хонингование является процессом окончательной обработки внутренних и наружных поверхностей деталей машин и применяется для снижения шероховатости поверхности, повышения точности формы и размеров после операции растачивания, шлифования, развертывания, обтачивания и протягивания.

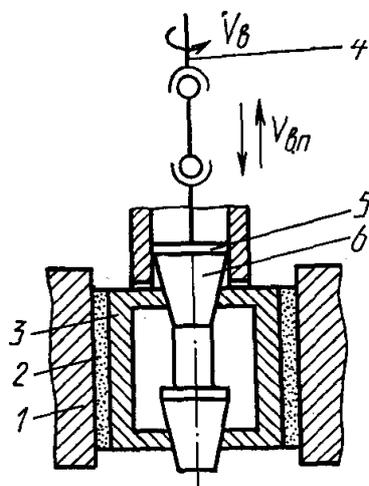


Рис. 2.1. Схема обработки хонингованием.

Обработка отверстия детали 1 (рис. 2.1) осуществляется абразивными или алмазными брусками 2, закрепленными в инструменте, называемом *хоном*. Хон состоит из колодок 3, на которых закрепляются абразивные бруски. Колодки контактируют с конусом расширения 6, создающим необходимое давление на рабочие бруски. Конус расширения переходит в цилиндрическую часть, называемую цилиндром расширения 5. Хон соединяется шарнирно со шпинделем станка 4. Такое соединение обеспечивает точное самоцентрирование хона. При жестком соединении инструмента крепление обраба-

тываемой детали осуществляется в плавающем приспособлении.

Хон совершает вращательное и возвратно-поступательное движения со скоростями  $v_{Bt}$   $v_{B.n}$  и имеет радиальную подачу, осуществляемую с помощью механизма разжима брусков.

При вибрационном хонинговании накладывается дополнительное круговое или возвратно-поступательное перемещение со скоростью  $v_k$ , амплитудой 1...4 мм и частотой до 20 двойных ходов в секунду на основное вращательное или возвратно-поступательное движение хона или детали.

Сочетание трех движений в процессе обработки обеспечивает срезание микростружек и самозатачивание инструмента.

### **Суперфиниширование**

Процесс финишной обработки деталей абразивными или алмазными мелкозернистыми брусками за счет их осциллирующего движения в сочетании с вращением и продольной подачей бруска или детали.

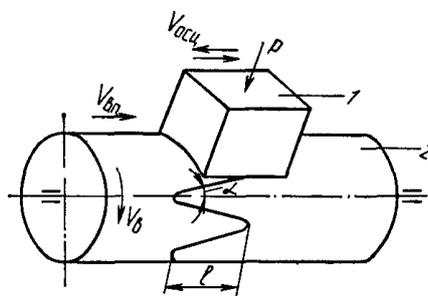


Рис. 3.1. Схема суперфиниширования:

$P$  — усилие прижима бруска;  $v_B$  — скорость вращения детали;  $v_{осц}$  — средняя скорость осцилляции бруска;  $l$  — ход бруска;  $v_{в.п}$  — скорость продольной подачи бруска или детали;  $\alpha$  — угол наклона траектории абразивного зерна (угол сетки).

Основные движения при суперфинишировании цилиндрических деталей показаны на рис. 3.1. Деталь 2 вращается со скоростью  $v_B$ , брусок 1 прижимается к детали с усилием  $P$  и осциллирует со средней скоростью  $v_{осц}$  с размахом колебаний  $l$  и перемещается возвратно-поступательно вдоль обрабатываемой поверхности со скоростью продольной подачи  $v_{в.п}$ .

## **Тема: ФИЗИКОХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОБРАЗОВАНИЯ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ**

### **Определение сварки**

Сварочный процесс, как и пайка, направлен на получение монолитного соединения, которое возникает в случае установления связей между атомами свариваемых деталей на границе их раздела, аналогично связям, действующим в твердом теле.

Сварка — процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании. В данном определении ука-



## Тема: ДУГОВАЯ СВАРКА

### Электрическая дуга и ее строение

Сварочная дуга — это электрический разряд, длительно существующий между электродами, находящимися под напряжением. Одним из электродов может быть изделие (рис. 23.1, а).

Такая дуга получила название *дуги прямого действия*. В случае горения дуги между двумя электродами при отсутствии электрической связи с изделием - *дуги косвенного действия* (рис. 23.1, б). При сварке трехфазной дугой - *комбинированная дуга* (рис. 23.1, в).

Дуга прямого действия более эффективна по тепловложению в металл, чем косвенная.

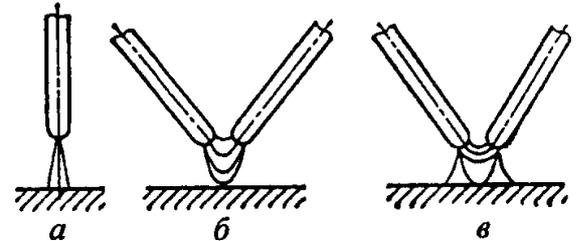


Рис. 23.1. Виды дуг:  
а — дуга прямого действия; б — дуга косвенного действия; в — трехфазная дуга

Электрический разряд сварочной дуги происходит в смеси газов и металла. Он характеризуется высокой температурой газов, сильным свечением, большим током разряда и сравнительно невысоким напряжением, которое складывается из падения напряжения на катоде  $U_k$ , аноде  $U_a$ , и в столбе дуги  $U_{ст}$  (рис. 23.2).

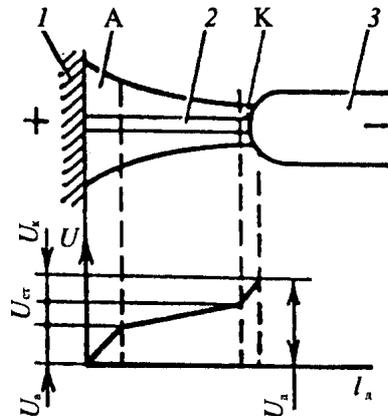


Рис. 23.2. Зона дугового разряда и характер падения в нем потенциала

А — анодная область, К — катодная область

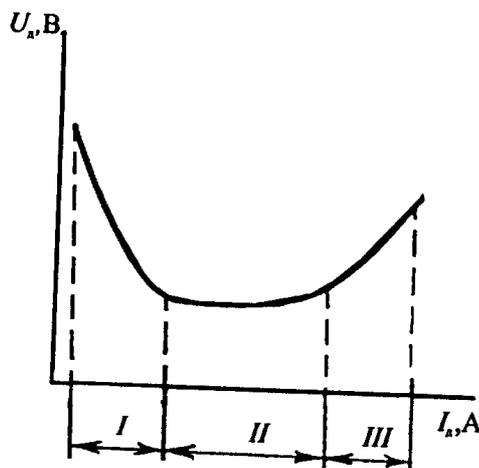
1 — деталь, 2 — столб дуги, 3 — электрод

$$U_D = U_K + U_A + U_{ст}$$

На поверхности катода и анода различают соответственно катодные и анодные пятна, представляющие собой наиболее нагретые участки, через которые проходит весь ток. Температура столба дуги для разных методов сварки колеблется в пределах 6000-15000 К. Подобное строение имеет дуга достаточной протяженности. В короткой дуге практически могут смыкаться анодная и катодная зоны.

Сопротивление дугового разряда непостоянно, так как зависит от коли-

чества заряженных частиц, т. е. от степени ионизации, а последняя связана с силой сварочного тока. Поэтому вольт-амперная характеристика дуги (рис. 23.3) нелинейна и имеет участок *I*, где напряжение падает по мере возрастания тока вследствие интенсивного увеличения числа заряженных частиц. *II* – участок полого возрастающей характеристики, *III* – возрастающей.



**Рис. 23.3.** Вольт-амперная характеристика сварочной дуги:  
 $U_d$  — напряжение дуги,  $I_d$  — ток дуги

На участке *II* напряжение мало зависит от тока, так как число заряженных частиц возрастает по мере увеличения тока незначительно и одновременно сокращаются размеры столба дуги. При сварке на высоких плотностях тока (участок *III*) столб дуги под влиянием электромагнитных сил сжимается, число заряженных частиц возрастать существенно не может, что приводит к практически постоянному значению электрического сопротивления столба дуги. На этом участке можно с высокой достоверностью считать действующим закон Ома

$$U_d = IR$$

В обычных условиях газовый промежуток между электродами является неэлектропроводным. Возбуждение дуги и ее устойчивое горение зависят от многих причин и обусловлены степенью ионизации дугового промежутка. Ионизация происходит под влиянием мощного потока электронов, который образуется в результате термоэлектронной и фотоэлектронной эмиссии.

Сварочная дуга может гореть между неплавящимся или плавящимся электродами и деталью. В качестве неплавящегося электрода применяется графит, чаще — вольфрам. Для предупреждения его оплавления и эрозии допустимая плотность тока ограничивается.

Если дуга горит между плавящимся электродом и деталью, то функции электрода расширяются. Он служит не только носителем потенциала, но и расплавляясь, заполняет сварочную ванну металлом.

Ток, применяемый в дуге, может быть постоянным или переменным. Устойчивость горения дуги на постоянном токе выше, чем на переменном, так как в последнем случае при переходе напряжения через нуль и перемене

полярности температура дугового промежутка уменьшается, что вызывает деионизацию газов. Устойчивость горения дуги на переменном токе значительно возрастает, если через покрытие или проволоку в дуговой промежуток ввести легко ионизируемые элементы, например калий, кальций и др.;

Сварка дугой постоянного тока, когда к электроду подключен отрицательный полюс источника тока, а к изделию — положительный, называется *сваркой дугой прямой полярности*; Здесь характерно большее выделение теплоты на изделии.

Сварка, когда электрод соединен с положительным полюсом источника тока, а изделие — с отрицательным, — *сваркой обратной полярности*. Характерно большее выделение теплоты на электроде. Применяется при сварке и дуга переменного тока, в том числе при сварке цветных металлов неплавящимся электродом и ручной дуговой сварке.

Электрические сварочные дуги могут быть непрерывные и импульсные. *Преимущества импульсной дуги:*

- ✓ более совершенное управление процессом плавления проволоки;
- ✓ сокращение величины зоны термического влияния и размеров кристаллов в шве;
- ✓ повышение устойчивости горения дуги;
- ✓ улучшение условий для сварки в вертикальном и потолочном положениях.

### **Ручная дуговая сварка**

При электрической дуговой ручной сварке металлическим электродом (рис. 23.10) дуга горит между основным металлом и электродом, служащим присадочным металлом. В качестве электрода применяется стержень из проволоки, близкой по химическому составу к свариваемому материалу. На проволоке есть покрытие.

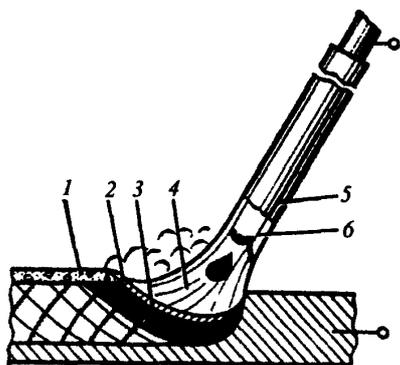


Рис. 23.10. Схема дуговой электрической сварки металлическим электродом:  
1 — затвердевший шлак; 2 — слой расплавленного шлака; 3 — сварочная ванна; 4 — дуга; 5 — электродное покрытие; 6 — металлический стержень

Ручная дуговая сварка применяется в изделиях, имеющих короткие и прерывистые швы, швы сложной конфигурации, т. е. где трудно и невыгодно применять автоматические методы сварки.

Достоинства ручной дуговой сварки является возможность производить сварку в любом пространственном положении. Можно сваривать стали, чугун, медь и медные сплавы. Для каждого металла и его сплава необходимо применять соответствующие электродные проволоки и покрытия.

Недостатки ручной дуговой сварки: трудности сварки тонкого материала (менее 1–2 мм), длительный срок обучения сварщика высокой квалификации (1,0–1,5 г), большая зависимость качества сварки от индивидуальных особенностей сварщика, малая производительность.

## ***Электроды для ручной дуговой сварки***

Электрод для дуговой сварки представляет собой металлический стержень, имеющий покрытие из специальной обмазки. Стержень электрода изготавливается из сварочной проволоки и служит присадочным материалом.

Специальные покрытия наносят на электроды с целью:

➤создания шлаковой и газовой защиты расплавленного металла сварочной ванны (шлак защищает и капли металла в процессе перехода их с электрода в шов, обволакивая их);

➤раскисления наплавленного металла с помощью добавок в покрытие элементов: Si, Ti, Al в виде ферросплавов) чистых элементов;

➤легирования наплавленного металла, что позволяет менять его химический состав, а также расширяет возможность получения требуемых свойств наплавленного металла;

➤улучшения стабильности горения дуги посредством включения в покрытие элементов с малым потенциалом ионизации.

При сварке электродом благодаря покрытию образуется шлак, оказывающий влияние на качество сварного соединения, технологические характеристики и химический состав металла шва. Шлак должен полностью изолировать сварочную ванну, хорошо пропускать газы, выделяющиеся из сварочной ванны при кристаллизации металла.

*Важными требованиями к покрытию являются:*

➤возможность выполнения сварки во всех пространственных положениях;

➤основность шлака, мерой которой служат концентрация свободных ионов кислорода в шлаке и способность компонентов шлака увеличивать концентрацию ионов кислорода в шлаке путем разрушения кремнийкислородных комплексных соединений.

Металл шва, полученный сваркой электродом с основным покрытием, обладает большой пластичностью.

*Обозначения электродов:*

А — кислые, Б — основные, Р — рутиловые, Ц — целлулоидные, П — прочие. В кислых покрытиях преобладают окислы железа, марганца, кремнезема. В основных покрытиях преобладают — мрамор, плавиковый шпат, ферросплавы. Тип электрода обозначается символом Э с указанием прочности металла стержня.

*Классификация электродов*

1. По назначению

- ✓ марки электродов с индексом У - для сварки углеродистых сталей с пределом прочности шва до 600 МПа,
- ✓ с индексом Л — для сварки легированных конструкционных сталей с пределом прочности выше 600 МПа.
- ✓ Имеются и другие индексы.

2. По толщине покрытия различают электроды:

- ✓ с тонким покрытием (М) ( $D/d < 1,2$ );
- ✓ со средним покрытием (С) ( $D/d = 1,2...1,45$ );
- ✓ с толстым покрытием (Д) ( $D/d = 1,45...1,8$ );
- ✓ с особо толстым покрытием (Т) ( $D/d > 1,8$ ),

где  $D$  — диаметр электрода,  $d$  — диаметр стального стержня.

ГОСТы на электроды регламентируют также прочность металла шва, содержание в нем серы и фосфора, род и полярность тока, диаметр стержня. Согласно ГОСТам электроды имеют 12-номерное условное обозначение. Однако в технической документации указывают лишь марку, диаметр стержня, группу по содержанию фосфора и серы. Например, в обозначении УОНИ-13/45-3,0-2 указаны: марка электрода — УОНИ-13/45; диаметр стержня — 3,0 мм; группа по содержанию серы и фосфора — 2.

При сварке ответственных конструкций рекомендуется применение электродов типа Э50 или Э50А, в остальных случаях — Э46. Электроды Э50А с покрытиями УОНИ-13/55 и других марок обеспечивают стойкость металла шва против образования кристаллизационных трещин при прочности и пластичности, равных показателям основного металла.

### ***Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей в $CO_2$***

При ремонте автомобильных деталей успешно используется сварка в защитной среде — углекислом газе. В некоторых случаях может быть использована смесь до 20 % углекислого газа, до 30 % кислорода и до 50 % аргона. Кислород связывает в дуговом пространстве водород и тем самым снижает пористость шва. Аргон улучшает технологические свойства шва. Однако как дефицитный и дорогостоящий газ аргон при сварке стали применяется редко.

Сварка низколегированных и малоуглеродистых сталей преимущественно производится в сварочном углекислом газе плавящимся электродом. При ручной сварке сварщик самостоятельно подает проволоку в зону дуги, где она плавится, и перемещает горелку вдоль стыка свариваемого изделия. Если механизмируется одно из этих перемещений, то сварка называется полуавтоматической, если оба, то автоматической.

Используют электродную проволоку диаметром обычно до 1,2 мм. При сварке в нижнем положении целесообразно использовать проволоку диаметром 1,2...3,0 мм. Для низкоуглеродистых и низколегированных сталей в качестве присадочного материала используются проволоки Св-08ГС и Св-08Г2С, содержащие кремний и марганец, присутствие которых обязательно. Элементы образуют оксиды, которые далее, вступая в реакцию друг с другом, образуют тонкую шлаковую пленку, защищая металл сварочной ванны от кислорода и азота воздуха. Можно применять ток значительной плотности, что увеличивает проплавливающую способность дуги.

#### *Недостатки способа:*

- ✓ повышенное разбрызгивание металла;
- ✓ посредственный вид швов;
- ✓ снижение пластичности швов.

Недостатки устраняются использованием порошковой проволоки, имеющей в составе шлакообразующие элементы. Это увеличивает производительность сварки в 2 – 4 раза по сравнению с ручной дуговой и на 10 – 15 % по сравнению с проволокой Св-08Г2С.

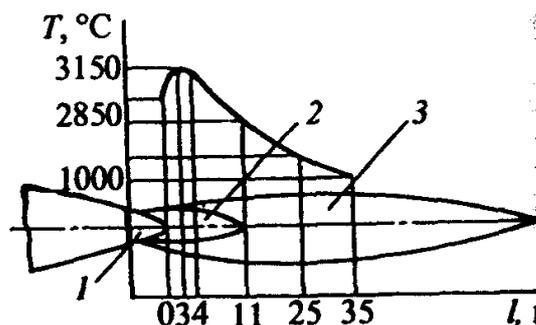
## Тема: ГАЗОВАЯ СВАРКА

### Строение пламени

Газовое пламя как источник сварочной теплоты образуется за счет сгорания в специальных горелках какого-либо горючего газа (ацетилена, пропана, кислорода).

Пламя состоит из ядра, небольшой четко очерченной и самой яркой части пламени, восстановительной зоны и факела. Температура в ядре невысокая и равна  $-300\text{—}600\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

В первой зоне, содержатся исходные продукты ацетилен  $\text{C}_2\text{H}_2$  и  $\text{O}_2$  и происходит их диссоциация. В восстановительной зоне, имеющей максимальную температуру  $3150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , происходит неполное сгорание ацетилена  $\text{C}_2\text{H}_2$  с образованием  $\text{CO} + \text{H}_2$ . Поэтому сварка производится именно в этой зоне. Факел состоит из продуктов полного сгорания  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Здесь окисление происходит за счет кислорода окружающего воздуха.



**Рис. 23.9.** Строение пламени газовой горелки и распределение температур по ее длине: 1 — ядро; 2 — восстановительная зона; 3 — факел

### Технология газовой сварки

Для образования шва в сварочную ванну подают присадочную проволоку или сварку осуществляют по отбортовке, в результате плавления которой и формируется шов.

Мощь пламени регулируют сменой наконечников горелки, имеющих разные выходные сечения. Регулируя количество ацетилена и кислорода, поступающих в горелку, можно получать нормальное, восстановительное и окислительное пламя, характер которого выбирают в зависимости от свариваемого материала.

Газовая сварка сопровождается нагревом широкой зоны, большими деформациями металла, существенными изменениями его структуры. Производительность газовой сварки низкая, автоматизировать ее сложно. Поэтому она применяется для сварки, в основном, деталей малой толщины в монтажных условиях, при сварке стальных труб малого диаметра, а также в ремонтных работах. С помощью газовой сварки можно сваривать стали, алюминиевые сплавы, медь и ее сплавы, чугун.

### Припой

*Предъявляемые требования к припоям:*

➤ температура плавления припоя должна быть ниже температуры плавления соединяемых металлов;

➤ припой должен обладать хорошей жидкотекучестью, смачивать поверхности соединяемых металлов, растекаться по ним, проникать в узкие зазоры;

➤ припой должен за счет растворно-диффузионных процессов образовывать с соединяемыми металлами сплав, обеспечивающий прочную связь в зоне шва;

➤ коррозионная стойкость припоя, паяных швов и основного металла должна быть примерно одинакова во избежание образования микрогальванических пар;

➤ коэффициенты линейного расширения припоя и паяемых металлов должны быть максимально близкими, чтобы не образовывать остаточных напряжений и трещин в паяном соединении;

➤ припой не должен значительно снижать прочность и пластичность соединяемых металлов, находясь как в жидком, так и в твердом состоянии, а также не должен способствовать хрупкому разрушению паяемых металлов.

Классификация припоев происходит по химическому составу, технологическим свойствам, температуре плавления. Припои с температурой плавления до 450 °С называются низкотемпературными, выше 450 °С — высокотемпературными.

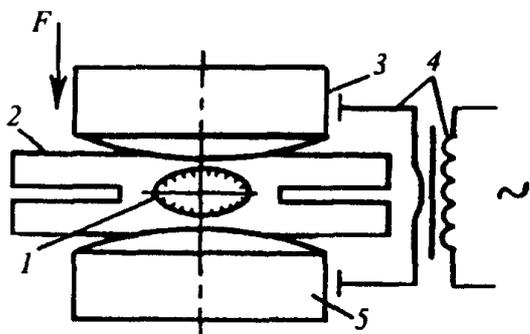
В авторемонтном производстве для пайки сталей и медных сплавов применяются медно-цинковые, оловянно-свинцовые; легированные никелем, оловом, марганцем и др. припои (ПМЦ-36, ПМЦ-48, ЛНМц-56-5-5).

### *Тема: КОНТАКТНАЯ СВАРКА*

Контактная сварка относится к одному из наиболее распространенных видов сварки. Различают несколько способов контактной сварки: точечная, шовная, стыковая, рельефная.

#### ***Точечная сварка.***

При этой сварке детали собираются внахлестку и свариваются по отдельным ограниченным участкам касания, называемым точками. Для производства сварки детали плотно прижимаются между электродами сварочной машины (рис. 24.1), затем нагреваются кратковременным импульсом электрического тока. Часть металла под влиянием давления электродов вытесняется в зазор, создавая уплотняющий поясок. В последующем образуется расплавленное ядро, оксидные пленки разрушаются и перемешиваются с жидким металлом. Дальнейшее пластическое истечение металла в зазор увеличивает уплотняющий поясок вокруг жидкого ядра и препятствует его выдавливанию, а также защищает расплавленный металл от взаимодействия с атмосферой. После выключения сварочного тока происходит интенсивная кристаллизация ядра, завершающаяся образованием монолитного соединения обеих деталей в точке касания.



**Рис. 24.1.** Схема точечной сварки:

1 — литое ядро; 2 — свариваемые детали, 3 — верхний электрод; 4 — трансформатор, 5 — нижний электрод

Для того чтобы в период кристаллизации непрочная точка не была разрушена вследствие упругих сил конструкции, давление с электродов не снимается, причем, чем больше толщина металла и жесткость свариваемого узла, тем больше время выдержки точки под давлением. Кроме того, при кристаллизации происходит усадка металла и в нем могут образовываться

усадочная рыхлость и раковины. В это же время в ядре возникают растягивающие напряжения, которые могут стать причиной образования трещин. Создание в центре ядра за счет давления электродов зоны сжимающих напряжений позволяет снизить вероятность образования трещин. Она еще более снизится в случае приложения ковочного усилия, т. е. резкого (в 2—3 раза) увеличения давления на электродах на завершающей стадии сварки.

Последовательность включения и выключения сварочного тока и давления составляет цикл сварки. Это был простейший цикл с проковкой. Более сложные циклы применяются для уменьшения скорости охлаждения металла при сварке сталей, склонных к закалке, во избежание образования трещин - двух- и трехимпульсная сварка.

При двухимпульсной сварке первый импульс служит для подогрева металла в месте контакта. Это снижает скорость охлаждения металла и повышает его пластичность. Кроме того, в результате нагрева улучшается прилегание свариваемых деталей друг к другу. Возможна двухимпульсная сварка, когда первый импульс является сварочным, а второй — дополнительным для термообработки сварной точки. Высокого качества можно достичь, применяя трехимпульсную сварку, при этом последовательно осуществляются подогрев, сварка и после нее термообработка.

### **Особенности режимов точечной сварки**

Режим точечной сварки выбирают на основании отраслевых стандартов, инструкций и рекомендаций. На практике он корректируется в зависимости от влияния ряда факторов. Некоторые изменения режимов точечной сварки, ее технологии приходится осуществлять при использовании клеесварных соединений. Применяются клеи, которые могут наноситься как после, так и до сварки. При сварке по клею следует помнить, что сварка и исправление дефектных точек должны быть закончены до затвердения клея, т. е. в течение нескольких часов. Клеи могут быть холодного или горячего отверждения. Последние требуют после завершения сварки специальной термообработки для протекания полимеризации клея. Указанные клеи более долговечны и надежны, чем клеи холодного отверждения, и поэтому нашли большее применение.

Основным типом соединения при точечной сварке является нахлесточное. В соответствии с особенностями технологии точечной сварки и применяемым оборудованием двух- или многоточечная сварка способствует уве-

личению производительности сварки. Осуществить это можно применяя специальные шины, имеющие две (или более) пары сваривающих электродов. Сваривать ими можно с очень высокой производительностью (50 000 точек в час и выше). В многоточечных машинах прижатие электродов осуществляется последовательно или одновременно всех сразу. В последнем случае деформации сварного узла получаются меньше и такая схема более предпочтительна.

Кроме стационарного оборудования для точечной сварки применяют различные переносные устройства типа клещей и пистолетов. Основная область их использования – сварка тонколистных конструкций в труднодоступных местах.

### **Рельефная сварка**

Сварка в данном случае происходит по предварительно подготовленным в металлических изделиях выступам. На поверхности деталей выполняется несколько рельефов или один выступ замкнутой формы в виде кольца. В первом случае детали соединяются одновременно в нескольких точках, во втором — образуется непрерывный герметичный шов (контурная рельефная сварка).

Рельефная сварка применяется для деталей небольших размеров из-за значительной потребляемой мощности. Одним из вариантов рельефной сварки является Т-образная сварка, при этом к плоским деталям привариваются детали типа стержня с закругленным концом.

Точечная сварка широко применяется для сварки конструкций и узлов из сталей, титановых, алюминиевых и медных сплавов.

### **Шовная сварка**

Обеспечивает соединение элементов внахлестку вращающимися дисковыми электродами в виде непрерывного или прерывистого шва. Принципиальные схемы двусторонней и односторонней сварки на рис. 24.5.

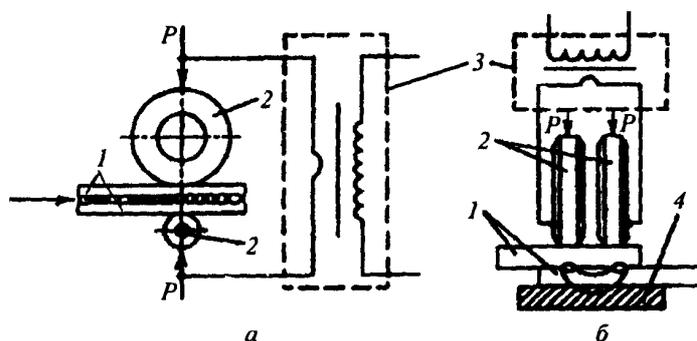


Рис. 24.5. Схема шовной двусторонней (а) и односторонней (б) сварки: 1 — свариваемые детали, 2 — сварочные ролики, 3 — сварочный трансформатор, 4 — медная прокладка

В зависимости от характера вращения роликов различают непрерывную и шаговую (прерывистую) шовную сварку.

При непрерывной сварке ток подается при вращающихся роликах непрерывно или в виде импульсов при постоянном давлении на электродах. Импульсная подача тока по ряду позиций является более оптимальной. Точка

в этом случае образуется при прохождении каждого отдельного импульса. Перемещение свариваемых деталей и частоту импульсов надо подбирать так, чтобы точки перекрывали друг друга на 30—50 %, тогда соединение получится плотным. При большой скорости перемещения деталей и малой частоте импульсов можно получить прочные, но не герметичные швы.

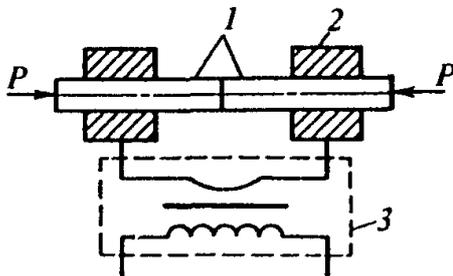
*При прерывистой шаговой сварке* некоторых материалов, прежде всего алюминиевых. Суть. В период подачи сварочного тока дисковые электроды (ролики) неподвижны относительно изделия, а перемещение изделия происходит путем периодического поворота электродов на небольшой угол в паузах между импульсами тока. Такой режим сварки ускоряет кристаллизацию точки, улучшает условия охлаждения роликов, уменьшает их износ, стабилизирует качество точки.

Давление на электродах может быть постоянным или увеличиваться в конце сварки. Последнее позволяет осуществлять проковку точки.

### **Стыковая сварка**

Это контактная сварка, при которой соединение свариваемых деталей происходит по поверхности стыкуемых торцов.

По характеру протекания процесса образования соединения стыковая сварка может быть сваркой сопротивлением или сваркой оплавлением. Последняя в свою очередь, подразделяется на сварку с прерывистым и непрерывным оплавлением.



**Рис. 24.6. Схема стыковой сварки:**  
1 — детали; 2 — зажимные губки, 3 — сварочный трансформатор

*При сварке по методу сопротивления*, нагрев металла осуществляется без оплавления соединяемых торцов, которые хорошо подгоняют друг к другу средством механической обработки. Детали перед сваркой приводят в соприкосновение и пропускают через них сварочный ток. Нагревание места сварки до температуры  $(0,8—0,9) T_{пл}$  происходит в основном теплотой, выделяемой в зоне контакта и в свариваемых деталях.

После нагревания сварочного стыка до пластического состояния ток выключается и производится осадка деталей, при этом скорость сближения резко увеличивается, в результате чего торцы деталей пластически деформируются и в месте их соприкосновения образуется сварное соединение в твердом состоянии.

Трудность при сварке сопротивлением представляет удаление из стыка оксидных пленок, без чего невозможно получение качественного соединения. В связи с этим важная роль принадлежит процессу пластического деформирования торцов свариваемых деталей, в результате чего часть оксидов может выдавливаться в образующееся утолщение.

*При сварке методом оплавления* нагрев металла сопровождается оплавлением соединяемых торцов. Зажатые в губках машины детали сближают при включенном сварочном трансформаторе. Процесс сварки начинается с

оплавления отдельных контактных точек, выступающих над поверхностью торцов, сопровождается интенсивным искрообразованием и заканчивается полным оплавлением всей поверхности стыка. Затем производят осадку, в результате которой оксиды вместе с жидким металлом вытесняются наружу.

При стыковой сварке оплавлением в свариваемом стыке образуется большое количество паров металла и химических соединений, например СО и СО<sub>2</sub> (при сварке сталей), что снижает количество кислорода, взаимодействующего с расплавленным металлом. Таким образом, металл шва получается более чистым, чем при сварке сопротивлением, если она осуществляется без защиты каким-либо способом свариваемого стыка от окисления.

Сварку оплавлением рекомендуют для соединения деталей с повышенной площадью поперечного сечения, сложной конфигурацией, а также для сплавов с высокой электро- и теплопроводностью, например алюминиевых.

Конструкции сварных соединений для стыковой сварки должны максимально удовлетворять требованию равномерного нагрева обеих деталей. Это достигается при сварке деталей с одинаковым сечением из одного и того же металла. Если детали имеют разное сечение, необходимо изменением конструкции одной из них добиться более близких по характеру условий теплоотвода при сварке.

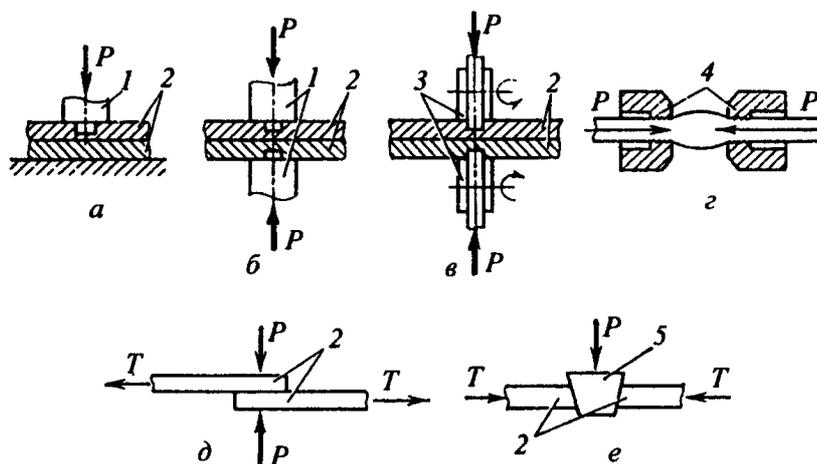
Большие затруднения возникают при сварке деталей из разнородных металлов, особенно при существенных различиях их электро- и теплопроводности. В таком случае лучше использовать сварку оплавлением.

### *Тема: ХОЛОДНАЯ СВАРКА*

*Холодная сварка* — один из видов сварки в твердой фазе со значительной объемной пластической деформацией и малой степенью ее локализации в зоне контакта соединяемых материалов. Она производится при комнатной температуре и для большинства материалов — ниже температуры рекристаллизации. Ряд легкоплавких металлов, например свинец, индий, галлий, имеют температуру рекристаллизации ниже комнатной температуры, поэтому термин «холодная сварка» для этих металлов применим лишь условно.

При сварке металлов в результате значительных пластических деформаций происходит разрушение оксидных пленок, препятствующих сближению атомов чистых поверхностей металла в месте контакта на расстояния, соизмеримые с параметрами кристаллической решетки, и их активация приводит к возникновению металлических связей и образованию сварного соединения.

В соответствии с современной классификацией холодная сварка по форме получаемого соединения может быть точечной, шовной, стыковой (рис. 25.1, а, б, в, г), а по характеру деформаций — сваркой сдавливанием (рис. 25.1, а, б, в, г) и сваркой сдвигом (рис. 25.1, д, е).



**Рис. 25.1.** Схема холодной сварки:

*a* — точечная с одним пуансоном, *б* — точечная с двумя пуансонами, *в* — шовная; *г* — стыковая; *д*, *е* — сдвигом, *1* — пуансон, *2* — свариваемые детали, *3* — ролик; *4* — зажимные цанги; *5* — клин

При точечной холодной сварке используют в качестве инструмента один или два пуансона цилиндрической формы, а при шовной — в виде роликов. Более высокой и стабильной прочностью соединения получается при сварке двумя пуансонами или роликами. При холодной сварке деталей, особенно больших толщин, когда пуансон внедряется в толщу деталей, последние могут сильно деформироваться, уступы на цилиндрических пуансонах и роликах в завершающий момент прижимают детали и ограничивают их деформацию.

Если изделия выполнены из материалов сравнительно малой пластичности (алюминиевые сплавы, медь и др.) толщиной более 4 мм, то из-за деформации деталей в процессе сварки каждой последующей точки может быть даже разрушена предыдущая точка. Для устранения этого явления производят холодную сварку с предварительным зажатием. Прижимами детали фиксируются еще до начала сварки или одновременно с ней. Таким образом, предупреждаются не только остаточные деформации, но и деформации в процессе самой сварки. Сварка с предварительным зажатием позволяет получать соединения более прочные, чем при сварке по обычной схеме.

При стыковой сварке детали прочно закрепляются в зажимных цангах, внутренняя рабочая поверхность которых имеет насечку, препятствующую проскальзыванию деталей при их сдавливании.

При сварке сдвигом наряду с нормальными усилиями, сдавливающими соединяемые детали, прикладываются дополнительные усилия, обеспечивающие относительное смещение свариваемых поверхностей. Это достигается приложением силы  $T$  (рис. 25.1, *д*) или использованием клиновидной прокладки (рис. 25.1, *е*), впрессовываемой с усилием между деталями в зазор аналогичной конфигурации.

Сдавливание и одновременно сдвиг по свариваемым поверхностям способствуют лучшему разрушению оксидных пленок, облегчают смятие неровностей, что приводит к более полному физическому контакту между деталями, расширяют площадь соприкосновения чистых свариваемых поверх-

ностей при меньшей величине нормальных усилий. Последнее особенно важно при изготовлении с помощью холодной сварки деталей большого сечения.

Основная трудность подготовки поверхности деталей под холодную сварку заключается в тщательном удалении с нее органических и адсорбированных пленок.

Холодной сваркой успешно соединяют металлы, обладающие хорошими пластическими свойствами: алюминий, свинец, олово, медь, цинк, кадмий, никель и их сочетания. Этот способ сварки нашел применение главным образом в приборостроении. Стыковая и точеная сварка применяется также для соединения проводов и шин при монтаже электросхем.

### **Тема: КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ И ПАЯНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

При производстве сварных и паяных конструкций могут возникать дефекты, т. е. отдельные несоответствия продукции нормативным требованиям. Влияние дефекта на работоспособность конструкции определяется многими факторами. Оно зависит не только от характера самого дефекта — его размеров, расположения, но и от свойств материала, условий эксплуатации.

Важно определить допустимое число дефектов при сварке и пайке в конструкции, так как изготовить бездефектную конструкцию практически невозможно.

Дефектность  $q$  в контролируемом элементе определяется отношение суммарной площади дефектов  $\sum \Delta S$  к расчетной площади контролируемого сечения  $S_p$ :

$$q = \frac{\sum \Delta S}{S_p}$$

Дефекты, встречающиеся при сварке, целесообразно рассмотреть отдельно применительно к термическому и некоторым видам термомеханического класса сварки.

#### ***Дефекты сварки термического класса:***

➤ непровар, который представляет собой частичное отсутствие сплавления свариваемых кромок со стороны корня шва или частичное отсутствие сплавления наплавленного металла с основным;

➤ пористость, представляющая собой газы в металле; трещины; шлаковые включения;

➤ пережог — окисление по границам зерен; прожог — сквозное проплавление металла;

➤ подрез — углубление основного металла в месте его перехода к поверхности шва.

#### ***Дефекты сварки термомеханического класса.***

***Дефекты при точечной сварке:***

✓ непровар — отсутствие или малый диаметр ядра;

- ✓ выплеск металла; прожог; трещины; раковины и пористость; вмятины (более 10—20% толщины листа).

#### *Дефекты при шовной сварке:*

негерметичность шва;

- ✓ подплавление поверхности деталей вследствие плохой очистки деталей и роликов;
- ✓ прожог.

#### *Дефекты при стыковой сварке:*

- ✓ смещение свариваемых деталей;
- ✓ непровар;
- ✓ перегрев и пережог;
- ✓ подгар поверхности деталей в зажимах;
- ✓ чрезмерно большое количество выдавленного металла;
- ✓ трещины; остатки шлаков и оксидов в сварном шве.

#### *При пайке возможны следующие дефекты:*

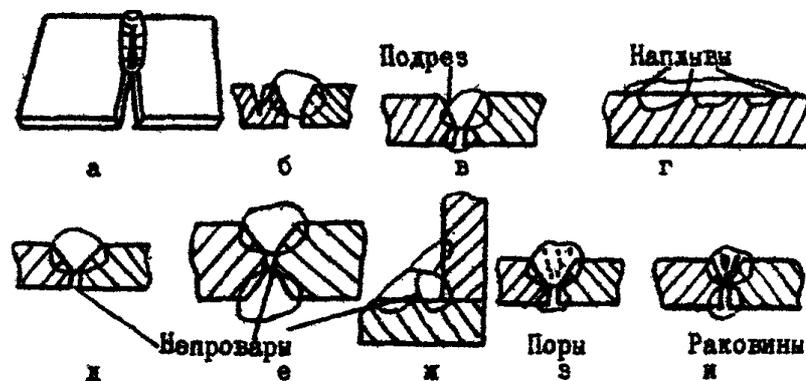
- ✓ смещение паяемых элементов;
- ✓ раковины в швах;
- ✓ пористость в паяном шве;
- ✓ флюсовые и шлаковые включения;
- ✓ трещины;
- ✓ непропай;
- ✓ деформации местные и общие.

#### *Характеристика дефектов и причины их образования*

По расположению в шве дефекты подразделяются на наружные и внутренние.

##### *Наружные дефекты*

Трещины (рис. 12 а, б) чаще всего образуются из-за внутренних напряжений, возникающих вследствие неравномерного нагрева и охлаждения металла, изменения его структуры при сварке и наличия, в нем повышенного содержания серы, фосфора, водорода, кислорода и др.



**Рис. 12. Дефекты сварочных швов.**

Подрез (рис.12в) характеризуется наличием канавки у края шва. Подрезы получают при сварке током большой силы или горелкой большой мощ-

ности.

Наплывы (рис.12 г) образуется при слишком быстром плавлении электрода или присадочной проволоки и при недостаточной прогретости свариваемого металла.

Кратеры (незаплавленные углубления), остатки шлака и неровная поверхность шва появляются при низкой квалификации или небрежности сварщика.

#### *Внутренние дефекты*

Внутренние трещины, непровар корня шва или его кромки, поры, шлаковые включения, раковины, пережог металла шва и др. Внутренние трещины обычно возникают по тем же причинам, что и наружные.

Непровар корня шва или его кромки (рис.12 д.е.ж.) характеризуется плохим сплавлением или даже отсутствием сцепления наплавленного металла с основным металлом. Этот дефект возникает из-за плохого прогрева ввариваемого металла, некачественной разделки кромок (малых угол вреза), недостаточного зазора между свариваемыми деталями, малого тока или малой мощности горелки, из-за слишком большой скорости сварки.

Поры (рис.12 с) чаще заполнен газом (водородом, окисью углерода и др.) и образуются преимущественно из-за влажности электродного покрытия или неправильной регулировки газовой горелки, плохой очистки свариваемой поверхности от грязи, масла, ржавчины и окалины.

Шлаковые включения - раковины (рис.12 и) наблюдаются при сварке длинной дугой или окислительным пламенем. При такой сварке из-за недостаточного прогрева жидкого металла он недостаточно интенсивно перемешивается, быстро затвердевает и из него плохо удаляется шлак.

Пережог представляет собой окисленный крупнозернистый металл шва, который возникает вследствие применения тока большой силы или горелки большой мощности, сильноокислительной среды, медленного перемещения электрода или горелки.

#### ***Методы контроля качества сварных и паяных соединений***

Классификация методов контроля: Методы контроля бывают двух типов: разрушающие и неразрушающие.

**К разрушающим** относятся испытания сварных образцов-свидетелей. Сваривают их при тех же самых режимах, что и изделия, обычно перед началом сварки последних. Всесторонние испытания образцов позволяют косвенным образом судить о качестве сварных соединений в изделиях.

Более точно воспроизвести характер нагружения сварных соединений можно на модельных конструкциях или на самих изделиях, которые выборочно подвергают испытаниям вплоть до разрушения. Необходимое число разрушаемых изделий от партии устанавливается конструктором в каждом конкретном случае.

#### **Неразрушающие** методы контроля

- контроль параметров режимов сварки,

- испытания свойств сварного шва без его разрушения (измерение твердости, химический анализ шва, не затрагивающий целостности конструкции),
- ✓ физические методы контроля (дефектоскопия).
- ✓ контроля основного металла, сварочных материалов,
- ✓ состояния оборудования и технологии сварки.

*Промышленные виды контроля:*

- технический осмотр,
- контроль радиационный, акустический, магнитный, капиллярный и др.
- течеискание - метод проверки герметичности и прочности сварных конструкции сжатым воздухом.
- гидравлические испытания

***Внешний осмотр.***

Если внешний осмотр проводится с применением оптических средств (лупы, микроскопа, перископических оптических устройств и т. п.), то такой метод контроля называют визуально-оптическим. Внешнему и визуально-оптическому контролю подвергается почти 100% всех швов. Такой метод контроля позволяет обнаружить наружные дефекты довольно широкого спектра: подрезы, поры, трещины, незавершенные кратеры, раковины, свищи, неравномерность шва и несоответствие его геометрии требованиям чертежа.

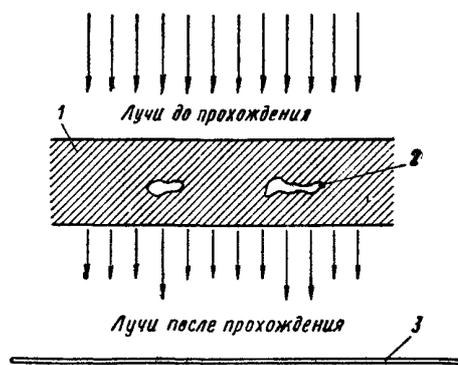
***Радиационный контроль.***

Радиационный контроль служит для обнаружения пор, шлаковых включений, непроваров и трещин.

Выявление дефектов основано на различном поглощении металлом и неметаллическими веществами проникающего излучения. В качестве источника подобных излучений применяют рентгеновские аппараты, позволяющие получить тормозное (рентгеновское) излучение, различного типа ускорители (ускорители электронов, бетатроны).

При проведении радиационного контроля возможны три основных метода выявления дефектов.

1.Радиографический с фиксацией изображения на пленке или бумаге. Его преимущество — возможность сохранения документального свидетельства результатов просвечивания и простота контроля.



Фиг. 25. Схема уменьшения интенсивности рентгеновских лучей при прохождении через металл:

1 — литая деталь; 2 — раковина; 3 — фотопленка.

2. Радиоскопический (радиационная интроскопия). Дефект в этом случае наблюдается на флюороскопическом экране, экране электронно-оптического преобразователя, рентген-видикона и т. п. Чувствительность радиоскопии несколько ниже, чем радиографии.

3. Радиометрический. Ионизирующее излучение, проникающее сквозь контролируемый участок, преобразуется с помощью газоразрядных счетчиков в электрические сигналы, которые позволяют судить о наличии или отсутствии дефекта в соединении. Безыверсионность системы дает возможность установить обратную связь между процессом сварки и контролем.

#### **Акустический контроль.**

Служит для выявления внутренних дефектов: трещины, пустоты, поры, непровары, расслоения, непропаи и т. п.

Вид контроля основан на изменении характера распространения волн (звуковых и ультразвуковых) в сварных или паяных швах.

По способу выявления дефектов акустические методы делятся на эхо-импульсный, теневой, зеркально-теневой, импедансный, метод свободных колебаний, велосимметричный, резонансный. Чаще всего применяют эхо-метод, теневой и зеркально-теневой.

*Эхо-импульсный* (эхо-метод) основан на отражении акустических (ультразвуковой частоты) колебаний от поверхности раздела между дефектом 2 и материалом детали 1 (рис. 30.1, а).

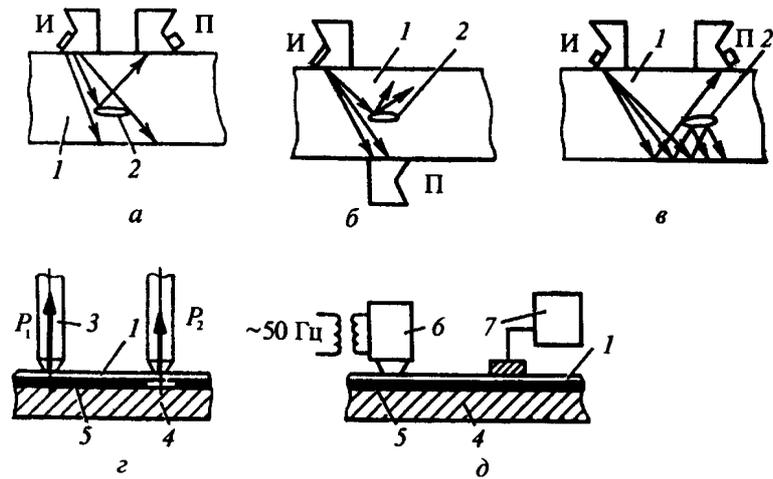


Рис. 30.1. Принципиальная схема акустических методов контроля

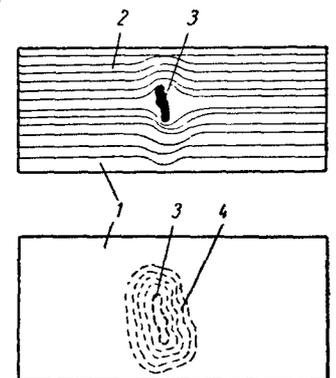
Колебания излучаются электроакустическими источниками (И) в виде пластин из пьезоэлектрических материалов. Отраженные от дефекта ультразвуковые колебания улавливаются приемником (П), преобразуются затем в электрический импульс, наблюдаемый на экране осциллографа.

При *теневого методе* (рис. 30.1, б) приемник устанавливается с обратной стороны детали. При наличии дефекта на пути ультразвуковых волн излучателя к приемнику произойдет их значительное уменьшение или даже исчезновение.

*Зеркально-теневого метод* (рис. 30.1, в) является своего рода комбинацией двух предыдущих. Приемником фиксируется уменьшение отраженного импульса от данной (зеркальной) поверхности, которое тем больше, чем больше размеры дефекта.

Ультразвуковой метод контроля трудоемок. Обнаружение дефекта осуществляется посредством продольно-поперечного сканирования искателем исследуемого участка. Надежность такой дефектоскопии во многом определяется квалификацией оператора, поэтому создаются установки с автоматическим сканированием искателя. Важно также иметь чистую и гладкую поверхность, чтобы уменьшить отражение от ее неровностей. С этой целью перед началом контроля поверхность, где будет осуществляться сканирование, покрывается тонким слоем минерального масла, солидола, технического глицерина или спирта.

Ультразвуковой дефектоскопией не удастся надежно отличить при точечном, термодиффузионном и некоторых других методах сварки участки, действительно сваренные, от тех, где произошло только слипание металла двух деталей. При УЗК помехи могут вызываться определенным строением структуры металла, например у аустенитных сталей.



Фиг. 28. Схема расположения магнитных силовых линий на детали, имеющей дефект:  
1 - деталь; 2 - магнитные силовые линии; 3 - шлаковина; 4 - магнитные линии над пороком.

### ***Магнитный контроль.***

Распределение магнитных силовых линий в случае намагничивания каким-либо образом сварных или паяных деталей изменяется в месте дефекта и может быть зафиксировано одним из следующих методов:

*Магнитографический метод*, заключается в намагничивании предварительно размагниченной магнитной пленки, которая накладывается на контролируемый участок. На пленке фиксируется локальное нарушение магнитных силовых линий в месте дефекта, если такой имеется в шве. Записанная магнитограмма воспроизводится с помощью специального считывающего устройства на экране осциллографа.

*Индукционный метод* заключается в регистрации неоднородности магнитного поля индукционной катушкой. При наличии дефектов распределение магнитного потока изменяется, что фиксируется катушкой, и затем преобразуется в световой или звуковой сигнал.

Магнитный контроль широко применяется для выявления поверхностных и подповерхностных (на глубине 2...3 мм) дефектов типа трещин, непроваров, рыхлот и т. п. в сварных соединениях из ферромагнитных материалов.

### ***Капиллярный контроль.***

Капиллярный контроль применяется для выявления наружных дефектов сварных и паяных соединений: трещин, свищей, расслоений и т. п. Один из вариантов такого контроля — люминесцентный. Сущность его заключается в том, что деталь на 20—30 мин погружают в индикаторную жидкость (например, смесь 85% керосина и 15% трансформаторного масла). Трещины, поры и другие дефекты подобно капиллярам втягивают в себя индикаторную жидкость и хорошо ее удерживают. Деталь вытирают насухо и на ее поверхность наносят сорбент — тальк или порошок магнезии. Сорбент через определенное время вытягивает на поверхность часть индикаторной жидкости, оставшейся в дефектах и не удаленной при вытирании детали. Если теперь поверхность детали облучить ультрафиолетовыми лучами, то индикаторная жидкость, поглощенная сорбентом, будет ярко люминесцировать, свидетельствуя о наличии дефекта.

*Цветной метод (метод красок)*. Заключается в нанесении на контролируемую поверхность жидкого красителя — красной проникающей жидкости. Происходит капиллярное втягивание окрашенной жидкости в наружные дефекты. После очистки и просушки поверхности на нее наносят сорбент белую проявляющую жидкость. При ее высыхании красная краска из дефекта мест диффундирует в белую, окрашивая ее и выявляя тем самым дефект.

Чувствительность цветного метода очень высока. С его помощью выявляются не только трещины, но и участки, пораженные межкристаллитной коррозией.

### ***Контроль течеисканием.***

Проводят с целью определения плотности соединения. Назначаются, как правило, наряду с другим каким-либо контролем.

В зависимости от условий эксплуатации, характера испытываемой

конструкции для контроля течеисканием используются жидкость и газ. С учетом разновидностей газов и жидкостей можно выделить несколько методов, наиболее широко применяемых при контроле герметичности сварных и паяных изделий:

а) Водой. Необходимо для сосудов и аппаратуры, работающих под давлением. Так проверяют не только прочность, но и плотность соединений. Давление воды в изделии при испытаниях должно быть в 1,5—2 раза больше рабочего. Случайное разрушение конструкции при гидравлических испытаниях менее опасно, чем при испытании воздухом, так как давление из-за малой сжимаемости жидкости моментально падает, едва начинается разрушение;

б) Керосином. Применяется для сосудов, рассчитанных на работу без давления. Оно заключается в том, что одну сторону соединения, доступную для осмотра, забеливают меловой эмульсией и затем высушивают, а противоположную смачивают керосином. Обладая большой проникающей способностью, керосин, если в соединении нарушена герметичность, может проникнуть в мел, на котором появляется характерное маслянистое пятно;

в) Красками. Испытание красками основано на уже изложенном принципе капиллярности, однако технология самого контроля несколько другая, так как для выявления негерметичности жидкость с добавленной в нее краской наносится со стороны, противоположной той, на которую нанесен сорбент;

г) Люминофором. Аналогично предыдущему способу.

д) Сжатым воздухом. Неплотности обнаруживаются промазыванием швов мыльной пеной, Давление снижают до 0,8—1,2 от величины рабочего давления.

е) Аммиаком. Индикатором смачивается бумажная лента или полоска марли и накладывается на контролируемый участок. В качестве индикатора при использовании аммиака применяется 5%-ный раствор азотнокислой ртути или раствор фенолфталеина. В результате химической реакции между аммиаком и воздухом на индикаторе появляются темные пятна.

ж) Гелием. Гелий из баллона накачивается под некоторым давлением в изделие, а масс-спектрометр соединяется со специальным щупом, который перемещают вдоль шва. Если имеется течь, то гелий будет проникать наружу и попадет через щуп в масс-спектрометр течеискателя, а система сигнализации известит оператора о наличии дефекта.

**В промышленности** применяют статистические методы контроля. Их цель – улучшить управление технологическим процессом сварки или пайки на основе методов математической статистики. Статистические методы управления качеством и выборочный контроль не исключают применения разрушающих методов контроля, а, наоборот, базируются на статистическом материале, полученном этими методами.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

### *Практическая работа №1*

*Тема: Приводы станков и их кинематические схемы.*

#### **Изучение кинематических схем металлообрабатывающих станков**

1. Виды, назначение и обозначение передач металлообрабатывающих станков;
2. Зарисовать кинематическую схему станка, предложенную преподавателем;
3. Определить виды передач на кинематической схеме (предложенной преподавателем) станка;
4. То же с муфтами на том же станке;
5. Составить уравнение кинематической цепи для кинематической схемы металлорежущего станка.

### *Практическая работа №2*

Изучение токарно-винторезного станка и его оснащения предусматривает два занятия. Первое занятие посвящено изучению конструкции станка и его наладке, второе занятие изучению металлорежущего инструмента для токарных станков. В течение двух занятий студенты оформляют отчет по установленному содержанию и требованиям и защищают преподавателю.

*Тема: Устройство токарного станка, органы управления и его работа.*

#### Цель работы:

1. изучить устройство токарно-винторезного станка 1М61 и его наладку.
2. изучить работы, выполняемые на токарных станках.

#### Назначение станка:

Универсальный токарно-винторезный станок 1М61 предназначен для выполнения разнообразных токарных работ, в том числе для нарезания метрической, дюймовой и питчевой резьб. Станок может быть использован в механических цехах при мелкосерийном и индивидуальном производстве.

Общий вид токарно-винторезного станка 1М61 с обозначением составных частей станка представлен на рисунке 2.1.

#### Вид станка 1М61 с обозначением органов управления:

- 1 - рукоятка установки числа оборотов шпинделя;
- 2 - рукоятка установки нормального или увеличенного шага резьбы и реверсирования вращения ходового винта;
- 3 - рукоятка установки чисел оборотов шпинделя (рукоятка перебора);
- 4 - рукоятка установки типа резьбы и подач;
- 5 - рукоятка установки величины подачи или вида резьбы;
- 6 - рукоятка установки шага резьбы и подач;
- 7 - рукоятка включения ходового винта и ходового вала;
- 8 - рукоятка поперечного перемещения суппорта;
- 9 - кнопка расцепления вала – шестерни с рейкой при нарезании резьбы;

- 10 - рукоятка включения предохранительной муфты;
- 11 - рукоятка включения маточной гайки и реверса продольной и поперечной подачи суппорта;
- 12 - рукоятка установки механической продольной или поперечной подачи суппорта;
- 13 - рукоятка включения прямого и обратного вращения шпинделя;
- 14 - рукоятка перемещения верхней части суппорта вручную;
- 15 - маховик перемещения пиноли;
- 16 - рукоятка фиксации задней бабки;
- 17 - указатель нагрузки;
- 18 - рукоятка фиксации пиноли;
- 19 - выключатель электронасоса охлаждения;
- 20 - кнопка включения станка;
- 21 - выключатель местного освещения;
- 22 - винт крепления каретки;
- 23 - рукоятка поворота и закрепления резцедержателя.

Передняя бабка включает в себя шпиндель с подшипниками и коробку скоростей. Коробка скоростей обеспечивает 24 скорости вращения шпинделя. Изменение частоты вращения шпинделя производится переключением шестерен, а реверсирование – реверсом электродвигателя. На передней стенке передней бабки расположены органы управления коробкой скоростей. Переключение трех блоков шестерен производится одной рукояткой **1**. Шпиндель получает двенадцать низких чисел оборотов через шестерни перебора и двенадцать более высоких чисел оборотов напрямую через зубчатую муфту. Включение перебора или зубчатой муфты производится рукояткой **3**. Рукоятка **2** обеспечивает прямое или обратное вращение ходового винта и получение нормального или увеличенного шага резьбы. При точении рукоятка **2** должна быть в положении, соответствующем нарезанию правой резьбы. Коробка подач служит для передачи вращения от электродвигателя через коробку скоростей на ходовой вал или ходовой винт. Изменяя скорость вращения ходового винта, получают 13 метрических резьб, 10 модульных резьб, 16 дюймовых резьб и 16 питчевых резьб.

Фартук передает движение суппорту от ходового винта или ходового вала. На нем расположены рукоятки включения подач и гайки ходового винта. Для включения продольной подачи суппорта следует рукоятку **12** установить в нейтральное положение (горизонтально), а рукоятку **13** повернуть вниз до фиксируемого положения и затем рукоятку **12** вытянуть на себя и повернуть вниз или вверх в зависимости от требуемого направления движения суппорта.

При включении поперечной подачи суппорта необходимо рукоятку **12** установить в нейтральное положение, а рукоятку **13** повернуть вверх а затем **12** в вытянутом положении повернуть в требуемую сторону. Для включения ходового винта следует рукоятку **12** подать от себя до отказа и повернуть вниз. За кнопкой **10** вывести реечную шестерню из зацепления с

рейкой.

Фартук имеет блокировочное устройство, предотвращающее одновременное включение ходового винта и ходового вала, а также – продольной и поперечной подачи. Фартук снабжен кулачковой муфтой, предохраняющей механизм подачи от перегрузок. Предохранительная кулачковая муфта включается при чрезмерном возрастании нагрузки. Выключение муфты производится рукояткой **11**.

Суппорт крестовой конструкции перемещается в продольном направлении по направляющим каретки. Эти перемещения могут быть осуществлены от механического привода при рабочей подаче, а также вручную. Кроме того, верхняя часть суппорта, несущая на себе четырехгранный резцедержатель, имеет независимое ручное продольное перемещение по направляющим поворотной части суппорта.

При повороте зажимной рукоятки **24** против часовой стрелки осуществляется разжим резцедержателя, вывод фиксатора и поворот резцедержателя в нужное положение. Обратным вращением рукоятки **24** резцедержатель закрепляется в новом зафиксированном положении.

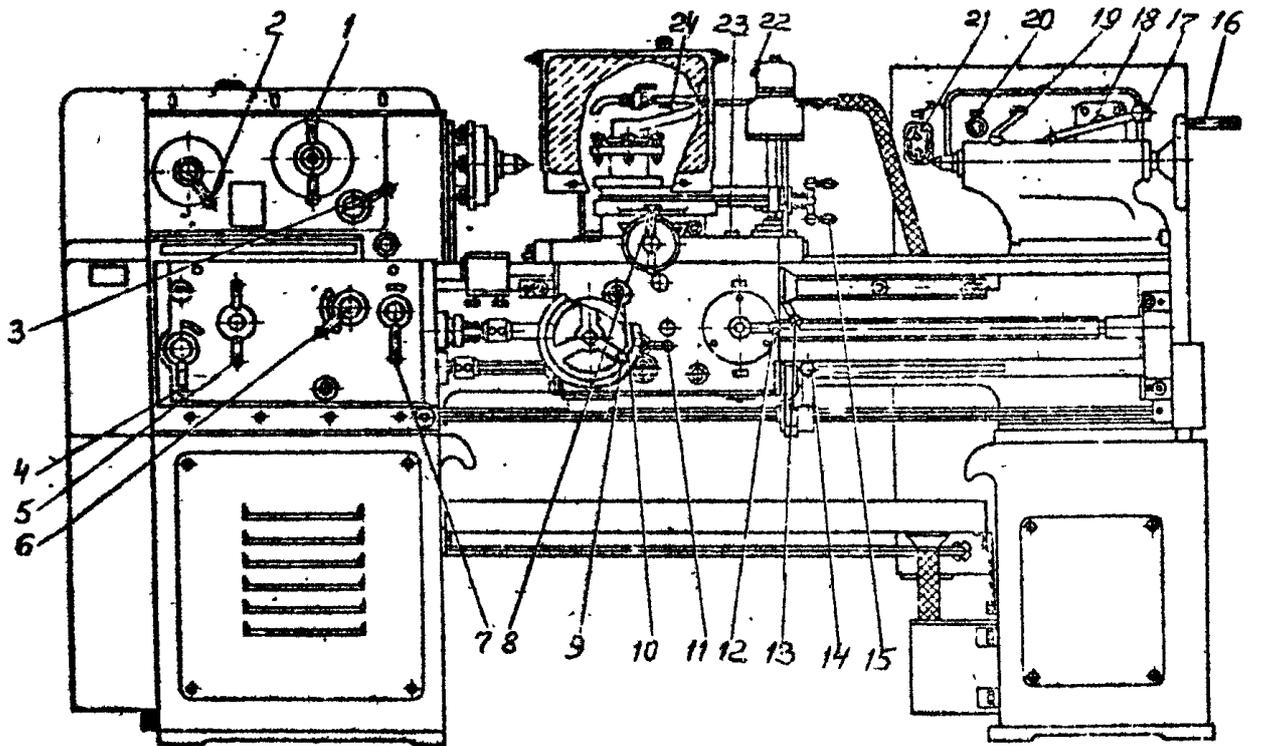
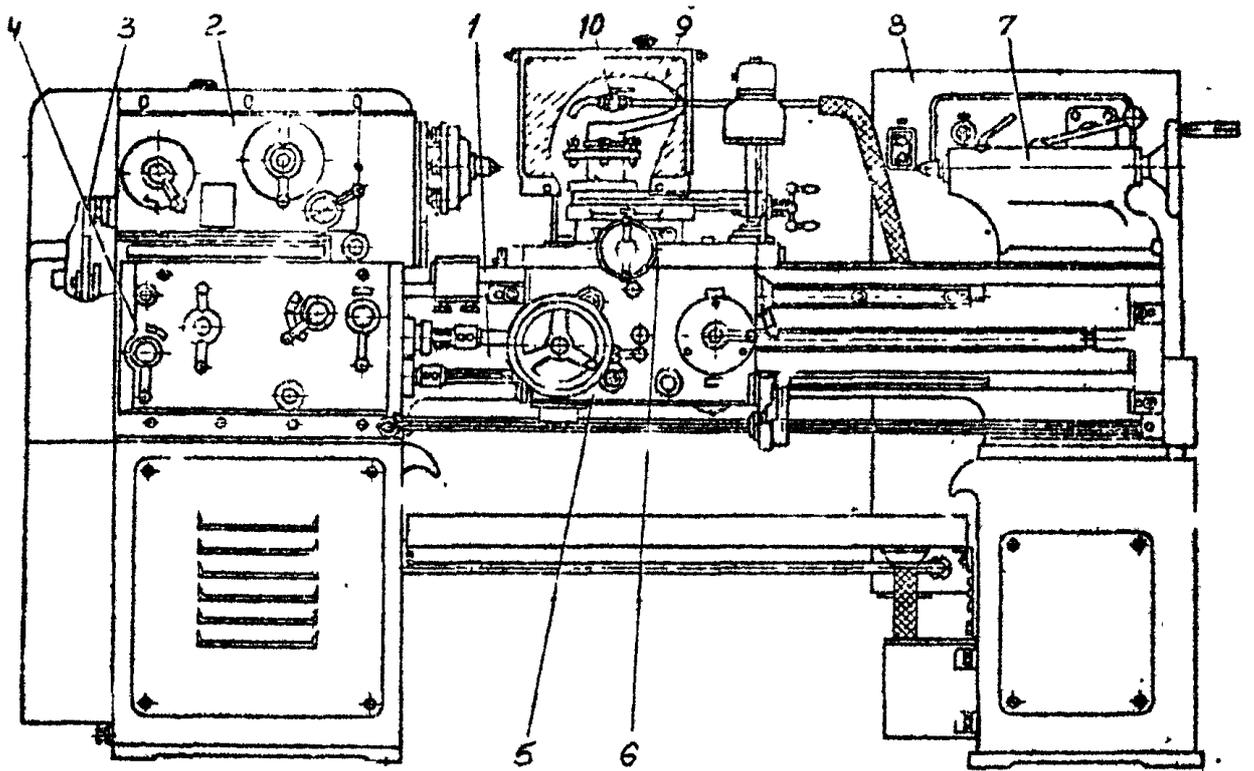
Резцедержатель имеет четыре фиксированных положения и может быть закреплён в любом промежуточном положении.

При торцевых работах рекомендуется винтом **23** затянуть планку каретки.

#### Наладка станка.

Настройка токарно-винторезного станка для выполнения токарных работ производится в следующей последовательности:

1. Установить в резцедержателе станка необходимый инструмент.
2. Закрепить обрабатываемую заготовку в патроне станка.
3. Исходя из условий обработки, установить требуемое число оборотов шпинделя.
4. При точении с механической подачей инструмента установить необходимую величину подачи с помощью рукояток, находящихся на передней стенке коробки подач.
5. Вручную подвести резец к заготовке, но без соприкосновения инструмента и поверхности заготовки.
6. Нажать кнопку «Пуск» и при помощи рукоятки **н** включить станок.
7. Плавно подвести резец к обрабатываемой заготовке, врезаться в нее и включить самоход с помощью рукояток, расположенных на фартуке станка.
8. После обработки заготовки на необходимую величину выключить самоход, одновременно отводя резец от обрабатываемой детали с помощью маховика поперечной подачи суппорта.
9. Выключить станок, опустив рычаг управления **н** в нейтральное положение и нажав кнопку «стоп».
10. Произвести измерения обработанной детали.



### Практическая работа №3

#### Тема: Измерение геометрических параметров резцов

##### Цель работы:

1. изучить классификацию, назначение и геометрические параметры токарных резцов.
2. измерить геометрические параметры токарных проходных резцов.

Для измерения углов резца применять настольные угломеры МИЗ и ЛИТ и угломеры с нониусом УМ ГОСТ 5378-66. Угломером с нониусом измеряют главный и вспомогательный углы в плане (рис.2.6).

Показания по шкале угломера дает числовое значение главного угла в плане. Вспомогательный угол в плане  $\varphi_1$ , измеряется подобным образом. Угол в плане при вершине определяется по формуле:

$$\varepsilon = 180^\circ - (\varphi + \varphi_1) \quad (2.2)$$

Настольный угломер служит для определения главного и вспомогательного задних углов. Переднего угла и угла наклона режущей кромки. Схема измерения показана на рис. 1.7.

Для измерения геометрических параметров измеряемые резцы 2 ложатся на основание 1 настольного угломера. При применении угла  $\alpha$  (рис. 2.7, а) необходимо ослабить винт 4 и переместить измерительное устройство 3 по стойке 5 на требуемую величину. Планку 7 совместить с главной задней поверхностью и по шкале 6 получить числовое значение угла  $\alpha$ .

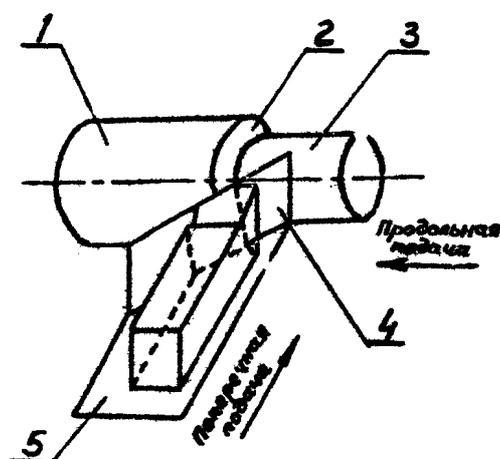
Изменение главного переднего угла производить аналогично, только планку 7 совместить с передней поверхностью резца (рис. 2.7, б).

При измерении угла наклона главной режущей кромки  $\lambda$ , планку 7 совместить с главной режущей кромкой резца (рис.2.7, в).

После измерения выше указанных углов, значение остальных углов вычислить по формулам:

$$\delta = 90^\circ - \gamma \quad (2.2)$$

$$\beta = 90^\circ - (\alpha + \gamma) \quad (2.3)$$



Поверхности и координатные плоскости при работе токарным резцом.

Содержание отчета.

- зарисовать общий вид станка и дать обозначение всех органов управления;
- сведения об основных конструктивных узлах станка и их назначение;
- описать порядок и настроить станок при точении заготовки с механической подачей и при нарезании резьбы;
- измерить геометрические параметры трех резцов;
- вычертить эскизы резцов с указанием полученных углов.

#### *Практическая работа №4*

Изучение фрезерного станка и его оснащения предусматривает два занятия. Первое занятие посвящено изучению конструкции станка и его наладке, второе занятие изучению металлорежущего инструмента для фрезерных станков. В течение двух занятий студенты оформляют отчет по установленному содержанию и требованиям и защищают преподавателю.

*Тема: Устройство консольно-фрезерного станка, органы управления и его работа*

#### Цель работы:

1. изучить устройство и наладку консольно-фрезерного универсального станка 6Р81.
2. изучить работы, выполняемые на фрезерных станках.

#### Назначение станка:

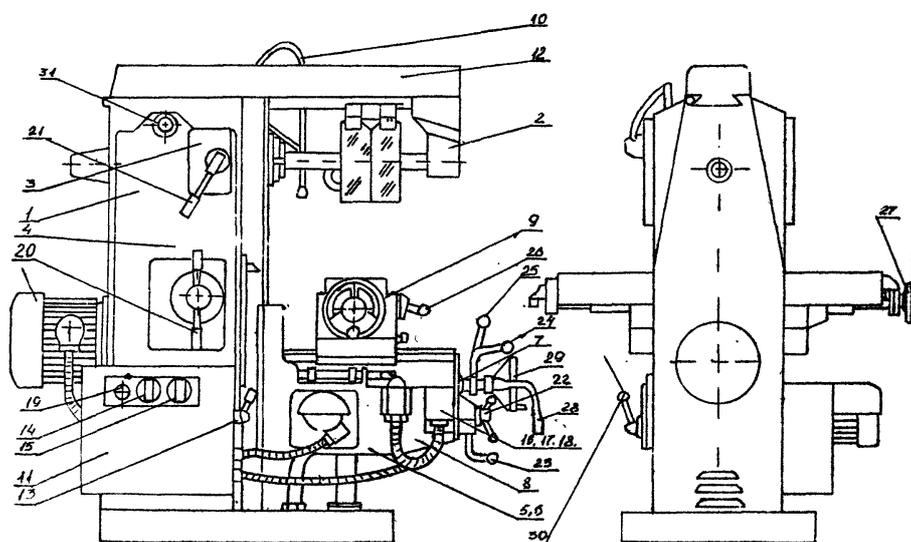
Консольно-фрезерный универсальный станок модели 6Р81 предназначен к использованию в условиях индивидуального и мелкосерийного производства. На станках возможна обработка плоских и фасонных поверхностей цилиндрическими, торцевыми и концевыми фрезами. Техническая характеристика станков обеспечивает производительную обработку черных и цветных металлов с применением быстро-режущего и твердосплавного инструмента.

Технологические возможности станков могут быть расширены применением делительной головки, накладного круглого стола, накладных фрезерных и долбежных головок.

#### Устройство и основные элементы фрезерного станка

1. станина
2. серьга
3. привод шпинделя
4. коробка скоростей
5. коробке подач
6. редуктор
7. коробка реверса
8. консоль
9. стол
10. система охлаждения

11. электрошкаф
12. ползун
13. автоматический выключатель электросети
14. выключатель электронасоса охлаждения
15. переключатель направления вращения шпинделя
16. кнопка "Пуск шпинделя"
17. кнопка "Пуск подачи"
18. кнопка "Общий стол"
19. кнопка "Толчок шпинделя"
20. рукоятка переключения скоростей шпинделя
21. рукоятка переключения перебора шпинделя
22. рукоятка переключения подач стола
23. рукоятка переключения перебора коробки подач
24. рукоятка включения механической вертикальной подачи
25. рукоятка включения механической поперечной подачи
26. рукоятка включения механической продольной подачи
27. маховик ручного продольного перемещения стола
28. рукоятка ручного вертикального перемещения стола
29. маховик ручного поперечного перемещения стола
30. рукоятка включения ускоренной подачи во всех направлениях
31. квадрат перемещения хобота



Станина I представляет собой отливку» разделенную на две полости. В верхней частично заполненной маслом полости, расположены коробка скоростей 4 и механизм привода шпинделя 3. В нижней полости размещен электронасос. С левой стороны станины размечены механизм переключения перебора шпинделя 21 и переключения скоростей шпинделя 20. В направляющих сверху станины помещается хобот с серьгами 2. Перемещение хобота осуществляется с помощью рукоятки, надеваемой на квадрат 31 вала. На хоботе для поддержки фрезерной оправки устанавливаются поочередно или одновременно две серьги. В одной из них вращается на шариковых

подшипниках втулка, служащая опорой фрезерной оправки, в другой для этой же цели закреплен регулируемый подшипник скольжения.

Основание станины имеет внутреннюю полость, заполняемую охлаждающей жидкостью.

Вращение шпинделю передается от коробки скоростей 4 клиноременной передачей, которая размещается в задней полости станины под крышкой. Коробка скоростей с электродвигателем на корпусе крепится к станине. Корпус ее при этом входит в полость станины, залитую смазочным маслом. На корпусе установлен плунжерный насос для смазки.

Корпуса коробки подач 5 с редукторов соединяются вентелем в единый узел, после чего устанавливаются в полость консоли 8 слева. Справа консоли, «врез окно с крышкой, выступает вал редуктора с рукояткой, включающей муфту ускоренного хода.

Механизм коробки реверса 7 получает вращение от редуктора и через предохранительную муфту передает вращение к ходовым винтам продольного, поперечного и вертикального перемещений стола. Для ручных перемещений стола служит рукоятка 28 и маховики 27, 29, которые установлены на валах свободно, а в момент использования сцепляются с валами с помощью «кулачковых» муфт.

*Основные элементы станка, принцип работы и наладку станка студентам демонстрирует преподаватель в учебных механических мастерских.*

### *Практическая работа № 5*

*Тема: Изучение конструкций и геометрических параметров фрез*

Цель занятия: изучить классификацию, назначение и геометрические параметры фрез.

Рассматривается классификация фрез по расположению зубьев относительно оси, по направлению зубьев фрезы, по конфигурации фрезы, по конструкции зубьев фрезы, по способу крепления на станке. Вспомогательным и наглядным материалом являются комплект фрез и плакаты с изображением фрез по изученной выше классификации.

#### *Содержание отчета*

- 1Зарисовать общий вид станка и дать обозначение всех органов управления.
- 2Сведения об основных конструктивных узлах станка и их назначение.
- 3Описать порядок и настроить станок для фрезерования заготовки с механической подачей.
- 4Дать характеристику фрезы /наименование, конструкция фрезы, конструкция зуба, марка материала зубьев/.
- 5Эскиз фрезы в двух проекциях с сечениями для определения углов заточки зубьев.
- 6Результаты измерений основных размеров и углов.

### *Практическая работа № 6*

Изучение сверлильного станка и его оснащения предусматривает два занятия. Первое занятие посвящено изучению конструкции станка и его наладке, второе занятие изучению металлорежущего инструмента для сверлильных станков. В течение двух занятий студенты оформляют отчет по установленному содержанию и требованиям и защищают преподавателю.

*Тема: Устройство сверлильного станка, органы управления и его работа*

Цель занятия:

1. изучить устройство сверлильного станка 2Н135 и его наладку.
2. изучить виды работы, выполняемые на сверлильных станках.

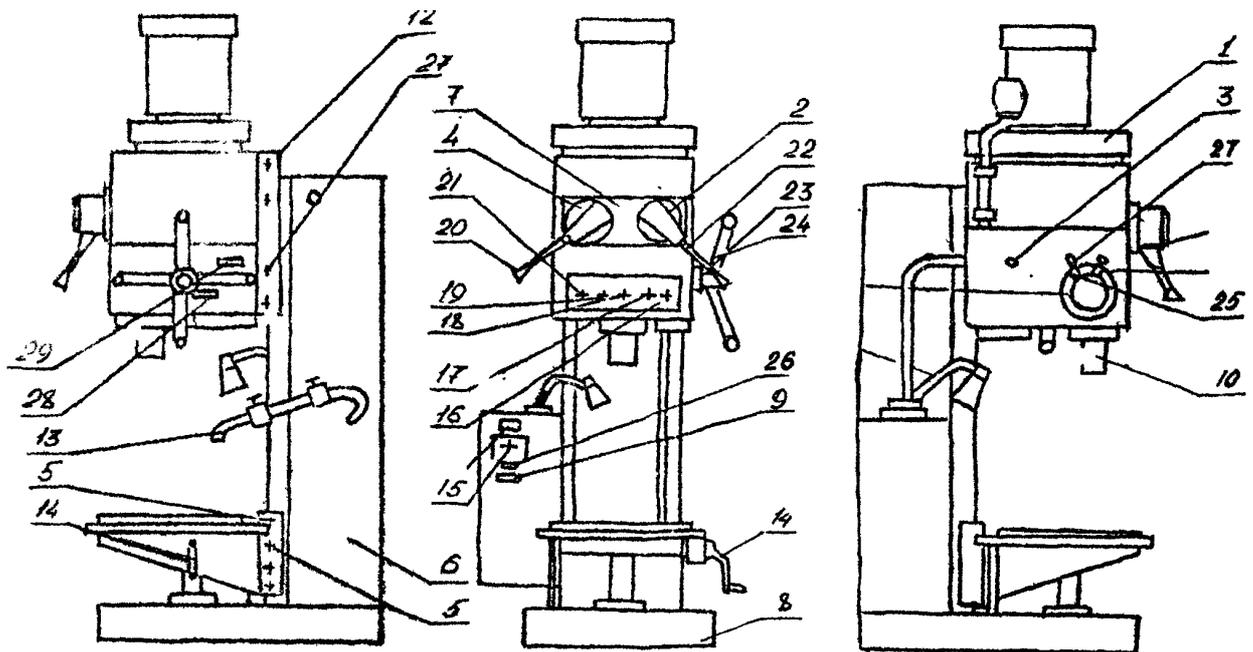
Назначение станка

Универсальный вертикально-сверлильный станок модели 2Н135 используется на предприятиях с единичным и мелкосерийным выпуском продукции и предназначен для выполнения операций: сверления, рассверливания, зенкования, зенкования, развертывания и резки торцов.

Устройство станка, органы управления и его работа.

- 1) привод
- 2) коробка скоростей
- 3) плунжерный масляный насос
- 4) коробка подач
- 5) стол
- 6) колонна
- 7) механизм управления скоростями и подачами
- 8) плита
- 9) электрооборудование
- 10) шпиндель
- 11) система охлаждения
- 12) сверлильная головка
- 13) кран включения охлаждения
- 14) рукоятка перемещения стекла
- 15) вводной выключатель
- 16) сигнальная лампа «станок включен»
- 17) кнопка включения правого вращения шпинделя
- 18) кнопка включения левого вращения шпинделя
- 19) кнопка включения качательного движения шпинделя при переключении скоростей и подач
- 20) рукоятка переключения скоростей
- 21) кнопка «Стоп»
- 22) рукоятка переключения подачи
- 23) кнопка включения ручной подачи
- 24) штурвал механизма подач
- 25) лимб для отсчета глубины обработки
- 26) выключатель насоса охлаждения

27) рычаг отключения механической подачи при достижении заданной глубины обработки



Колонна станка 6 представляет собой чугунную отливку. По направляющим колонны типа «ласточкин хвост» вручную перемещаются сверлильная головка 12 и стол 5. Стол станка 6 имеет три Т-образных паза. На фундаментной плите установлен электронасос, а внутри плиты 8 – резервуар с отстойником для охлаждающей жидкости.

Коробка скоростей 2 приводится во вращение вертикально расположенным электродвигателем. Смазка механизма коробки скоростей, как и всех узлов сверлильной головки 12 производится от плунжерного насоса 3, закрепленного на нижней плите. Работа насоса контролируется специальным маслоуказателем на лобовой части подмоторной плиты.

Переключение скоростей производится рукояткой 20, которая имеет четыре положения по окружности и три вдоль оси, переключение подач осуществляется рукояткой 22, имеющей три положения по окружности и три положения вдоль оси.

Механизм коробки подач 4 смонтирован в отдельном корпусе и устанавливается в сверлильной головке. За счет перемещения двух тройных блоков шестерен осуществляется девять различных подач.

Сверлильная головка 12 представляет собой чугунную отливку коробчатого сечения, в которой монтируется все основные узлы станка, коробка скоростей 2, коробка подач 4, шпиндель 10, механизм подачи, противовес шпинделя и механизм переключения скоростей и подач 7.

*Основные элементы станка, принцип работы и наладку станка студентам демонстрирует преподаватель в учебных механических мастерских.*

Виды работ, выполняемых на сверлильных станках:

1. сверление сквозных и глухих отверстий;
2. рассверливание отверстий на большой диаметр;
3. зенкерование, выполняемое для получения отверстия более высокого качества и параметра шероховатости поверхности;
4. растачивание предварительно просверленных отверстий на больший диаметр;
5. зенкование, выполняемое для образования в основании просверленного отверстия гнезд с плоским дном под головки винтов и болтов;
6. развертывание цилиндрических и конических отверстий, обеспечивающее высокую точность и шероховатость обрабатываемой поверхности;
7. раскатывание отверстий специальными оправками со стальными закаленными роликами Ии шариками для получения плотной и гладкой поверхности отверстия, а также шероховатости в пределах  $Ra\ 0.63-0.08\ мкм$ ;
8. нарезание внутренних резьб метчиками;
9. подрезание (цековка) торцов наружных и внутренних приливов с целью получения ровной поверхности, перпендикулярной оси отверстия;
10. вырезание отверстий больших диаметров в листовом материале с помощью специальной оправки с закрепленными в ней резцами;
11. протачивание внутренних канавок различной формы специальными оправками с закрепленным режущим инструментом.

### *Практическая работа № 7*

*Тема: Конструктивные элементы и геометрические параметры режущего инструмента станков сверлильной группы*

#### Цель занятия:

1. изучить назначение и конструктивные элементы сверла, зенкера, развертки.

2. измерение геометрических параметров сверл.

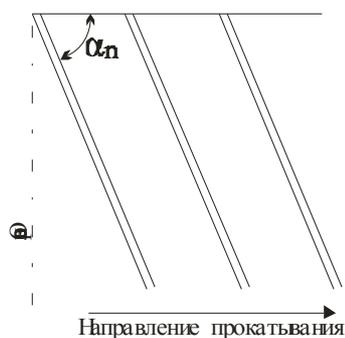
Измерить штангенциркулем основные размеры сверла (номинальный диаметр  $d$  длины рабочей и режущих частей, главных режущих кромок).

Универсальным угломером с нониусом УН ГОСТ 5378-66 измерить угол при вершине сверла  $2\varphi$  и угол наклона поперечной режущей кромки  $\psi$ .

Измерить настольным угломером угол наклона винтовой канавки  $\omega$  (рис. 1.5). При установке сверла 1 на призме 2 главную режущую кромку расположить в горизонтальной плоскости; плоскость измерительной линейки 3 – на передней поверхности канавки по наружному диаметру сверла.

Рассчитать по формуле угол  $\gamma$ . Определить по отпечатку, полученному на чистой бумаге путем прокатывания сверла по копировальной бумаге, наложенной на чистую бумагу. Рассчитать по формуле угол  $\alpha$ .





$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\operatorname{tg} \omega}{\sin \varphi}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \alpha_n}{\sin \varphi}$$

### Содержание отчета

- зарисовать общий вид станка и дать обозначение всех органов управления;
- сведения об основных конструктивных узлах станка и их назначение;
- описать порядок наладки станка для сверления отверстия в заготовке с механической подачей;
- измерить геометрические параметры двух сверла;
- выполнить эскизы инструментов с указанием полученных параметров.

### Практическая работа № 8

#### Тема: Универсальная делительная головка

Изучение универсальной делительной головки предусматривает два занятия. Первое занятие посвящено изучению конструкции и назначению УДГ, второе занятие расчету и наладке УДГ на деление окружности. В течение двух занятий студенты оформляют отчет по установленному содержанию и требованиям и защищают преподавателю.

#### Цель занятия:

1. Изучить назначение, конструкцию и принцип работы универсальной делительной головки УДГ-250.
2. Научиться рассчитывать и настраивать делительную головку на деление окружности.

#### Назначение

Универсальная делительная головка УДГ-250 является основным приспособлением фрезерного станка, служащего для выполнения:

- а) поворота заготовки вокруг ее оси на определенные углы при фрезеровании /нарезании/ пальцевыми модульными фрезами зубьев зубчатых колес, при фрезеровании канавок различной формы /канавки на фрезах, развертках и т.д./ при получении резанием граней на деталях /грани болтов, гаек, грани всевозможных головок: треугольных, четырехугольных/;

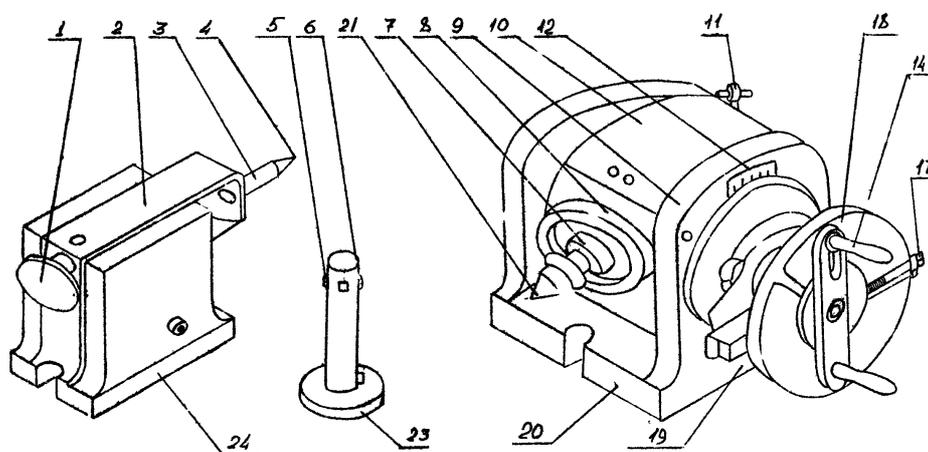
б) фрезерования спиральных канавок большого шага на цилиндрических поверхностях /спиральные сверла, цилиндрические фрезы со спиральным зубом и т.д./;

в) установки оси заготовки под требуемым углом относительно станка при фрезеровании конических колес.

### *Конструкция УДГ-250.*

Общий вид универсальной делительной головки УДГ-250 с обозначением составных частей и органов управления представлен рисунок.

На чугунном основании 20 со стяжными дугами 9 установлен корпус 10. Ослабив гайки, можно поворачивать корпус на угол, определяемый по шкале и нониусу 12. На опорной плоскости основания делительной головки имеются два параллельных шпинделя, сухаря, предназначенных для установки головки в пазы стола фрезерного «танка». В корпусе расположен шпиндель со сквозным отверстием. Его концы расточены на конус Морзе. На одном из них устанавливается центр 21. на другом оправка для дифференциального деления. На переднем конце шпинделя имеются резьба и центрирующий пояс 7, необходимые для крепления самоцентрирующегося трехлапчатого или поводкового патрона. На буртике шпинделя установлен лимб 8 с 24 делениями для непосредственного деления. В средней части шпинделя расположено червячное колесо с круговой заточкой на торце, в которую входит конец зажима II. Оно получает вращение от червяка, расположенного в эксцентричной втулке. Поворотом втулки с помощью рукоятки



червяк можно ввести или вывести из зацепления. Делительный диск стоит на валу, смонтированном в подшипниках скольжения, установленных в крышке 19. Крышка фиксируется на корпусе 10 центрирующей расточкой и крепится неподвижно к основанию.

К делительному диску с помощью пружины прижат раздвижной сектор 18, состоящий из набора линеек 14 и зажимного винта 13, с помощью которого линейки устанавливаются под необходимым углом.

Вал 16 механического привода от станка смонтирован в подшипниках скольжения и расположен в втулке 15, закрепленной на крышке 19. На конце вала размещено коническое зубчатое колесо, находящееся в зацеплении с

другим коническим зубчатым колесом, сидящем на валу делительного диска. Делительный диск фиксируется стопором 17.

### *Практическая работа № 9*

#### *Тема: Настройка универсальной делительной головки на деление окружности*

##### Цель занятия:

Научиться рассчитывать и настраивать УДГ на деление окружности.

##### *Настройка УДГ-250 на деление окружности.*

С помощью универсальной делительной головки УДГ-250 можно разделить окружность на требуемое число равных долей четырьмя методами: непосредственное, простое, комбинированное и дифференциальное деление.

##### *Настройка УДГ-250 непосредственным делением.*

При непосредственном делении червяк головки должен быть выведен из зацепления с червячным колесом. Поворот обрабатываемой заготовки осуществляется вращением шпинделя. Отсчет угла поворота производится по градуированному на 360 °С диску с ценой деления 1°. Нониус позволяет производить отсчет с точностью до 5'. Угол поворота шпинделя при делении на  $Z$  частей определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{360}{Z}$$

где,  $\alpha$  – угол поворота шпинделя;  $Z$  – число делений.

У некоторых головок, делительный диск /лобовой/ для непосредственного деления не градуированный, а имеет 3 делительных круга с 24, 30, 36 отверстиями. Три ряда отверстий в делительном диске позволяет производить непосредственное деление на 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 18, 24, 30 и 36 частей.

Число промежутков между отверстиями выбранного делительного круга на лобовом делительном диске, пропускаемых при повороте шпинделя головки, определяется по формуле:

$$n = \frac{a}{z}$$

где:  $a$  – число отверстий выбранного круга на лобовом диске;  
 $Z$  – заданное число делений.

##### *Настройка УДГ-250 простым делением*

На рисунке 4.2. показана кинематическая схема УДГ-250 простого деления. В этом случае червяк 8 вводится в зацепление с зубчатым колесом 10. Поворот шпинделя 9 производится вращением рукоятки 2 с фиксатором 3 относительно неподвижного бокового делительного диска I, имеющего концентрические окружности отверстий. При настройке фиксатор 3 устанавливается против выбранной окружности на делительном диске. Поворот рукоятки передается через цилиндрические зубчатые колеса 7 с передаточным отно-

шением  $i=I$  и червячную пару с передаточным отношением  $i = \frac{I}{40}$  на шпиндель. Шпиндель при этом повернется на  $\frac{I}{7}$  часть оборота для деления окружности на 7 равных частей. Следовательно, уравнение кинематической цепи будет  $\frac{I}{Z} = n \times I \times \frac{I}{40}$ ; откуда  $n = \frac{40}{Z}$

Пусть требуется разделить заготовку на  $Z$  частей. Это значит, что после фрезерования каждой впадина требуется повернуть шпиндель на  $\frac{I}{Z}$  оборота, рукоятку 2 – на  $\frac{40}{Z}$  оборота. Если  $Z < 40$ , то дробь  $\frac{40}{Z} > I$  и ее можно записать в виде:

$$\frac{40}{Z} = A + \frac{a}{b} = A + \frac{ta}{mb}$$

где:  $A$  - число целых оборотов рукоятки;  
 $a$  и  $b$  числитель и знаменатель правильной несокращенной дроби;  
 $m$  – общий множитель при  $a$  и  $b$ , выбираемый таким образом, чтобы  $mb$  представляло собой число отверстий на делительном круге.

Тогда  $ta$  будет выражать число делений на окружности лимба, на которое должна быть повернута рукоятка 2.

При простом делении гильза 4, конические колеса 5 и вал б в делении не участвуют/

Для удобства отсчета промежутков между отверстиями делительного круга служит раздвижной сектор 18, который состоит из двух ножек. Эти ножки вращаются одна относительно другой и фиксируются в определенном положении с помощью зажимного винта 13.

#### *Содержание отчета*

1. Получить заготовку и чертеж детали у преподавателя, выполнить эскиз детали.
2. Произвести расчет и настройку делительной головки на простое и дифференциальное деление.
3. Зарисовать кинематическую схему УДГ-250
4. Настроить станок 6Р81, установить инструмент, произвести обработку детали простым делением.

#### *Практическая работа № 10*

*Тема: Оборудование для электродуговой сварки*

##### Цель занятия:

Изучить оборудование для дуговой сварки и приобрести навыки его настройки на оптимальный режим по качеству сварного шва.

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомится с техникой безопасности при электродуговой сварке. Далее студенты с преподавателем проходят в сварочное помещение и расписываются в журнале по технике безопасности;
2. Изучить оборудование, приборы и приспособления для дуговой сварки. На имеющемся оборудовании, оснащении и плакатах рассматривается изучаемый материал;
3. Определить влияние силы сварочного тока на качество шва при сварке стали различной толщины в такой последовательности:
  - а) определить ориентировочно силу сварочного тока для сварки стальных пластин электродом диаметром  $d_e = 3$  мм;
  - б) очистить металлической щеткой пластины из стали Ст. 3 толщиной 1, 3 и 6 мм и собрать под прихватку;
  - в) прихватить и сварить пластине толщиной 1, 3 и 6 мм в один проход (сваривание производит преподаватель);
  - г) удалить со швов шлак (после полного остывания) и визуально оценить качество швов, полученных на пластинах различной толщины, измерить ширину шва;
  - д) сломать по шву сваренные пластины, измерить высоту усиления и глубину провара шва;
  - е) визуально оценить по ширине и излому его качество.

#### *Содержание отчета*

В отчет необходимо включить: схему сварочного поста; схему сварочного преобразователя ПС-500; схему сварочного трансформатора ТД-303 (ТД-504); расчеты диаметра электрода и силы сварочного тока. В выводах указать, как влияет сила сварочного тока на качество шва в зависимости от толщины свариваемых пластин.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Сущность процесса сварки;
2. Какие источники питания применяют для электродуговой сварки;
3. Какие электроды применяют для конструкционных материалов;
4. Как определяют силу сварочного тока для ручной электродуговой сварки;
5. Как влияет сила сварочного тока на свойства сварного шва.

## Практическая работа № 11

Изучение расчета режимов и технологических коэффициентов электродуговой сварки предусматривает два занятия. Первое занятие посвящено расчету режима сварки, второе, – определение технологических коэффициентов. В течение двух занятий студенты оформляют отчет по установленному содержанию и требованиям и защищают преподавателю.

### Тема: Выбор режима сварки

#### Цель занятия:

Рассчитать оптимальный режим дуговой сварки и настроить оборудование на этот режим.

Качество сварного соединения зависит от правильности выбора режима сварки.

В понятие режима сварки входят диаметр электрода, сила сварочного тока, напряжение, скорость сварки.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины металла и типа сварного соединения. С одной стороны, диаметр электрода должен быть по возможности наибольшим, чтобы обеспечить максимальную производительность сварки, с другой – применение слишком большого диаметра электрода, особенно при малой толщине металла, может привести к перегосу металла. Диаметр электрода определяют по эмпирической формуле:

$$d = \frac{S}{2} + 1$$

где  $d$  – диаметр электрода, мм;  $S$  – толщина свариваемого металла, мм.

При толщине металла свыше 20 мм диаметр электрода будет не более 8..10 мм.

Сила сварочного тока  $I_{св}$ , А, определяет качество и производительность работ. Она зависит от толщины свариваемого металла  $S$ , диаметра электрода  $d$ , коэффициента теплопроводности  $\lambda$ , от типа сварного соединения (стыковое, тавровое, угловое и т.д.), скорости сварки, положения сварного шва в пространстве (нижнее, верхнее, потолочное).

Практически силу сварочного тока определяют по формуле:

$$I_{св} = K \cdot d$$

где  $K$  – коэффициент плотности тока, А/мм;

Для обычной ручной электродуговой сварки,  $K$ , А/мм равен:

Для металлических электродов – 40...50

Для угольных – 5...8

Для графитовых – 18...20

С увеличением теплопроводности металла, которая в основном зависит от химического состава, сила сварочного тока увеличивается. Например, теплопроводность железа  $\lambda_{Fe} = 40...50$  ккал/(м.ч. °С), а алюминия  $\lambda_{Al} = 150...170$  ккал/(м.ч. °С), и поэтому при сварке алюминия сила сварочного тока:

$$I_{св}^{Al} = (1,3 - 1,5) \cdot I_{св}^{Fe}$$

При сварке легированных сталей, обладающих пониженной теплопроводностью из-за содержания в них легирующих элементов (Ni, W, Mn, V), возникает опасность образования высоких термических напряжений, могущих привести к образованию в детали трещин. Поэтому при сварке легированных сталей применяется так называемый мягкий режим:

$$I_{св}^A = (0,8 - 0,9) \cdot I_{св}^V$$

где  $I_{св}^A$  – сила сварочного тока для легированных сталей, А;

$I_{св}^V$  – сила сварочного тока для углеродистых сталей, А.

При сварке на переменном токе из-за отсутствия достаточной ионизации и охлаждения межэлектродного пространства при перемене полярности требуется повышенный сварочный ток:

$$I_{св}^{nep} = (1,1 + 1,2) \cdot I_{св}^{noc}$$

где  $I_{св}^{nep}$  – сила сварочного тока при сварке на переменном токе, А;  $I_{св}^{noc}$  – сила сварочного тока при сварке на постоянном токе, А.

Окончательно силу сварочного тока устанавливают с учетом соотношений толщины металла  $S$  и диаметра электрода  $d$ . При толщине металла  $S > 3d$  силу сварочного тока увеличивают на 10-15 %, а при  $S < 1,5 d$  – уменьшают на 10-15 %. Повышение скорости сварки дает возможность без снижения качества сварных соединений повысить силу сварочного тока.

Силу сварочного тока при ручной электродуговой сварке можно также определить по приближенной формуле академика К.К. Хренова  $I_{св} = (20 + 6d_3) \cdot d_3$ , где  $d_3$  – диаметр металлического электрода.

Напряжение сварки  $U_c$ , В, определяют в зависимости от длины дуги  $L_d$  по формуле:

$$U_c = U_{ak} + U_d \cdot L_d$$

где  $U_{ak}$  – падение напряжения на аноде или катоде, не зависит от длины дуги, равно 10...12 В;  $U_d$  – падение напряжения, отнесенное к одному мм длины дуги, равное 2...3 В на 1 мм.

Длина дуги зависит от диаметра электрода. Ее определяют по формуле:

$$L_d = 0,5(d + 2)$$

Скорость сварки  $V_{св}$ , м/ч определяют по формуле:

$$U_{св} = \frac{I_{св} \cdot K_H}{B}$$

где  $K_H$  – коэффициент наплавки, г/(А ч), для качественных электродов  $K_H = 10...12$  г/(А ч), для стабилизирующих  $K_H = 8$  г/(А ч);  $B$  – масса наплавленного металла на 1 м длины, г/м.

По коэффициенту наплавки  $K_H$  и времени горения дуги  $t$ , ч, количество наплавленного металла  $Q_H$ , г, рассчитывают по формуле:

$$Q_H = K_H \cdot I_{св} \cdot t$$

Расход электрической энергии  $P$ , кВт ч, определяют по формуле:

$$P = \frac{U \cdot I_{св}}{\eta \cdot 1000} + M_{хх}(T - t)$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия источника питания (для трансформатора при  $I_{св} = 100 \dots 450$  А равен  $0,8 \dots 0,85$ , для генератора –  $0,3 \dots 0,4$ );  $M_{хх}$  = мощность холостого хода источника питания дуги (для трансформатора равна  $0,2 \dots 0,4$  кВт А, для генератора –  $2 \dots 3$  кВт А);  $T$  – общее время работы источника питания, ч (рабочее и холостое).

В среднем расход электрической энергии на 1 кг наплавленного металла при ручной электродуговой сварке на переменном токе составляет  $3,5 \dots 4,4$  кВт ч, на постоянном токе –  $7 \dots 8$  кВт ч.

## Практическая работа № 12

### Тема: Определение коэффициентов наплавки, расплавления и потерь сварочных электродов

#### Цель занятия:

Экспериментально проверить правильность выбора режима определения технологических коэффициентов дуговой сварки.

Технологические коэффициенты при электродуговой сварке характеризуют экономическую эффективность сварки и правильность ее режима. К технологическим коэффициентам относятся:  $K_n$  – коэффициент наплавки;  $K_p$  – коэффициент расплавления;  $K_{II}$  – коэффициент потерь. Коэффициенты  $K_n$ ,  $K_p$ ,  $K_{II}$  рассчитывают по формулам и по данным опыта.

Коэффициент наплавки –  $K_n$ , г/(А ч), характеризует технологическое качество применяемых электродов; его определяют по формуле:

$$K_n = \frac{Q_n}{I_{св} \cdot t}$$

где  $Q_n$  – масса наплавленного металла, которую определяют взвешиванием до и после наплавки, г;  $t$  – время горения дуги, ч;  $I_{св}$  – рабочий сварочный ток, А.

Для широкого применения электродов  $K_n = 5 \dots 13$  г/(А ч).

Коэффициент расплавления  $K_p$ , г/(А ч), учитывает разбрызгивание металла при электродуговой сварке и вычисляется по формуле:

$$K_p = \frac{Q_p}{I_{св} \cdot t}$$

где  $Q_p$  – количество расплавленного металла, которое определяют взвешиванием электрода до и после наплавки, г.

Коэффициент  $K_p$  не должен значительно превышать коэффициент  $K_n$ , так как будет рассказывать на нерационально выбранный электрический режим сварки. Чем больше разница между  $K_p$  и  $K_n$ , тем больше потери металла. Считается нормальным, если

$$K_p = (1,2 \dots 1,3) K_n$$

Коэффициент потерь  $K_{II}$  рассчитывают по формуле:

$$K_{II} = \frac{Q_p - Q_n}{Q_p} \cdot 100\%$$

Порядок выполнения работы:

1. Для заданного листового материала (марка стали, толщина) рассчитать оптимальные режимы сварки ( $d$ ,  $I_{св}$ ,  $U$ ,  $V_{св}$ ) на переменном и постоянном токе. Рассчитать расход электрической энергии.
2. Взвесить электрод и пластину на весах с точностью  $\pm 0,5$  г.
3. Настроить аппаратуру на необходимый режим.

4. Наплавить валик (шов) на пластину (за один проход необходимо расплавить не менее  $3/4$  длины электрода) и записать значения тока (по показаниям амперметра) и времени сварки (по показаниям секундомера).
5. Взвесить последовательно на весах остаток электрода и пластину с наплавленным валиком. Рассчитать количество расплавленного и наплавленного металла.
6. Определять технологические коэффициенты  $K_n$ ,  $K_p$ ,  $K_{п}$ .
7. Проверить правильность выбора режима сварки.

#### *Содержание отчета.*

В отчет необходимо включить: расчет оптимального режима сварки на переменном и постоянном токах; расчеты по определению технологических коэффициентов  $K_n$ ,  $K_p$ ,  $K_{п}$ ; протокол опытных данных. В выводах оценить правильность выбранного режима сварки и настройки аппаратур.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Как выбрать режим сварки (диаметр электрода, силу сварочного тока, напряжение, скорость сварки)?
2. Как рассчитать расход электрической энергии для сварки?
3. Какие показатели характеризует экономическую эффективность сварки и правильность выбора её режима?
4. Как определить технологические коэффициенты для электродуговой сварки?

## Примерные тестовые задания для проверки остаточных знаний

### 1. Металлорежущие станки классифицируют по расположению шпинделя:

- а) с вертикальным, горизонтальным;
- б) с вертикальным, горизонтальным, наклонным;
- в) с вертикальным, горизонтальным, наклонным, перпендикулярным.

### 2. Глубину резания при токарной обработке можно определить по формуле:

$$\text{а) } t = \frac{D - d}{2}; \quad \text{б) } S = 60S_o n; \quad \text{в) } t = \frac{2}{D - d}.$$

### 3. К несущей системе станка относят:

- а) станины, основания, столы, суппорты;
- б) столы, суппорты, планшайбы, режущий инструмент; защитное стекло;
- в) режущий инструмент; защитное стекло, станины, основания.

### 4. Виды передач в станках:

- а) фрикционная, ременная; червячная, ременная, ручная;
- б) ременная, зубчатая, фрикционная, автоматическая;
- в) цепная, червячная, винтовая, ременная.

### 5. Кинематическая схема металлорежущего станка представляет собой –

- а) условное обозначение элементов разных видов, например, электрические, пневматические, гидравлические;
- б) условное обозначение соединения составных частей изделия (проводами, фланцами, разъемами и т. п.);
- в) условное обозначение отдельных его элементов (звеньев) и механизмов, участвующих в передаче движений исполнительным органам.

### 6. Производительность станка в заданный отрезок времени определяется

- а) количеством произведенной продукции;
- б) бесперебойной работой в заданный отрезок времени;
- в) способностью к быстрому переналаживанию.

### 7. Основные виды работ, выполняемых на сверлильных станках:

- а) сверление, точение, зенкование, нарезание резьбы, зенкерование;
- б) сверление, развертывание, зенкование, нарезание резьбы, зенкерование;
- в) сверление, развертывание, зенкование, нарезание резьбы, шлифование.

### 8. Основные виды фрезерных станков:

- а) консольно-фрезерные, лобо-фрезерные, копировально-фрезерные;
- б) широкоуниверсальные фрезерные, продольно-фрезерные, горизонтальные фрезерные;
- в) радиально-фрезерные, бесконсольные фрезерные, лобо-фрезерные.

### 9. Развертывание, как вид операции необходимо:

- а) для сверления сквозных и глухих отверстий;
- б) для сглаживания гребешков на поверхности отверстий;
- в) для получения необходимых параметров точности.

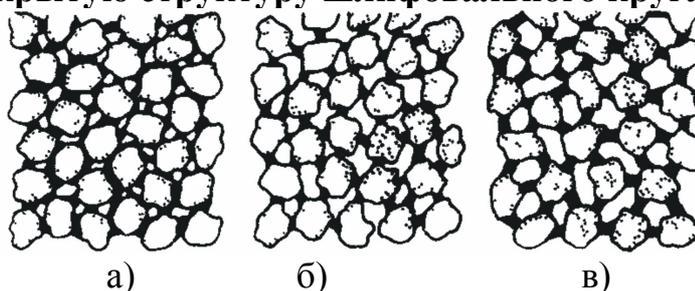
**10. Инструмент протяжка представляет собой.**

- а) многолезвийный инструмент с рядом последовательно выступающих одно над другим лезвий;
- б) многолезвийный инструмент, каждый зуб которого представляет собой ре-зец.

**11. В зависимости от расположения обрабатываемой поверхности заготовки шлифование подразделяется на следующие виды:**

- а) наружное, внутреннее, плоское, профильное;
- б) сферошлифование, резьбошлифование, шлицешлифование, зубошлифование;
- в) в центрах, в патроне, в кулачках.

**12. Отметьте открытую структуру шлифовального круга**



**13. Дуга косвенного действия характеризуется:**

- а) горением дуги между двумя электродами при отсутствии электр. связи с изделием;
- б) электр. разрядом, длительно существующим между сварочн. электродом и изделием;
- в) сваркой трехфазной дугой.

**14. Сварка дугой прямой полярности – это когда**

- а) электрод соединен с положительным полюсом источником тока, а изделие с отрицательным;
- б) когда к электроду подключен отрицательный полюс источника тока, а к изделию положительный.

**15. Специальные покрытия наносят на сварочные электроды с целью**

- а) легирования наплавленного металла, раскисления, создание шлаковой защиты;
- б) создания шлаковой защиты, уменьшения прожогов металла, стабильности горения.
- в) стабильности горения, раскисления металла, увеличения температуры сварочной дуги.

**16. Точечная сварка относится к видам сварки**

- а) холодная сварка;
- б) электродуговая сварка;
- в) контактная сварка.

**17. К дефектам сварки термического класса относят**

- а) непровар, пористость;
- б) шероховатость, пережог;
- в) большое количество выдавленного металла.

## **18. Неразрушающие методы контроля качества сварных и паянных соединений**

- а) дефектоскопия, контроль параметров режима сварки;
- б) нагружение сварных соединений, контроль ч/з анализ шлифов;
- в) радиационный контроль, контроль ч/з анализ шлифов.

## **19. Формула определения линейной скорости любой точки обрабатываемой поверхности при точении**

- а)  $\frac{D - d}{1000}$ ;
- б)  $\frac{\pi D n}{1000}$ ;
- в)  $\frac{\pi D n}{2}$

## **20. Технологический режим – это**

- а) интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий или заготовок определенных наименований;
- б) совокупность значений параметров технологического процесса в определенном интервале времени;
- в) совокупность значений параметров технологического процесса, характеризующих на законченное действие рабочего.