

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

Кафедра «Основы конструирования механизмов и машин»

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Раздел: «Горячая обработка металлов»

Рабочая тетрадь для лабораторных работ

Пенза 2020

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

Кафедра «Основы конструирования механизмов и машин»

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Раздел: «Горячая обработка металлов»

Рабочая тетрадь для лабораторных работ

Группа _____
Студент (Ф.И.О.) _____

Пенза 2020

УДК 620.22+621.7(075)
ББК 30.30+34(я7)
С72

Рецензент – Орехов А.А., кандидат технических наук, доцент кафедры «Технический сервис машин»

Печатается по решению методической комиссии инженерного факультета от 26.01.2015 г., протокол № 5

Спицын, Иван Алексеевич

Материаловедение и технология конструкционных материалов. Раздел: «Горячая обработка металлов»: рабочая тетрадь для лабораторных работ / И.А. Спицын, Н.И. Потапова. – Пенза: РИО ПГАУ, 2020. – 45с.

Рабочая тетрадь для лабораторных работ предназначена для студентов Пензенского ГАУ, обучающихся по направлениям 35.03.06 «Агроинженерия» и 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

В соответствии с рабочей программой дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» по разделу «Горячая обработка металлов» предусмотрено выполнение 8 лабораторных работ. В рабочей тетради к каждой работе дается домашнее задание, что позволяет студенту лучше подготовиться к выполнению работ. Приводятся схематические изображения оборудования, инструментов, приборов и т. п., которые требуют определенной доработки, что позволит лучше усвоить материал.

© ФГБОУ ВО
Пензенский ГАУ 2020

© И.А. Спицын,
Н.И. Потапова, 2020

ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ ГОРЯЧЕЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ

1. Для выполнения лабораторной работы необходимо подготовиться к занятиям:
 - а) изучить теоретический материал по литературным источникам;
 - б) проработать методические пособия, ознакомиться с содержанием задания и уяснить последовательность выполнения работы;
 - в) выполнить домашнее задание.
2. Перед началом работы ознакомиться с приборами и оборудованием, убедиться в их исправности и изучить методы безопасной работы на них.
3. Включать приборы и оборудование, начинать работу на них только после разрешения преподавателя или мастера производственного обучения.
4. При возникновении неисправностей приборов и оборудования следует немедленно выключить их, сообщить о неисправностях преподавателю или мастеру производственного обучения и без их разрешения не производить повторного включения.
5. Бережно относиться к оборудованию, экономно расходовать материалы и реактивы.
6. Знать и строго соблюдать меры противопожарной и электрической безопасности.
7. По окончании работы необходимо убрать рабочее место, сдать инструмент и принадлежности мастеру производственного обучения или преподавателю.
8. Заполнить рабочую тетрадь лабораторных работ и в конце занятия сдать отчет о выполненной работе.

ПОРЯДОК ЗАПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ

1. Рабочая тетрадь является формой отчета студента о проделанной им лабораторной работе.
2. Рабочая тетрадь должна заполняться только чернилами, а схемы – карандашом малой твердости, аккуратно и разборчиво. Особое внимание должно быть обращено на аккуратное заполнение таблиц.
3. Все полученные при выполнении работы экспериментальные данные должны быть проанализированы.
4. Заполненная студентом и подписанная преподавателем рабочая тетрадь лабораторных работ предъявляется студентом при сдаче зачета.

НЕКОТОРЫЕ ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

Техника безопасности представляет собой совокупность знаний и положений организационно-технического характера, направленных на создание таких условий труда и трудовой обстановки на рабочих местах, которые исключали бы возможность несчастных случаев при выполнении работы.

Знание соответствующих положений техники безопасности является обязательным для каждого студента, приступающего к выполнению лабораторных работ.

МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Во избежание поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила:

1. Корпуса электронагревательных приборов, электропечей, электрических машин и источников сварочного тока, а также все металлические устройства, находящиеся под напряжением, должны быть заземлены.
2. О всех замеченных неисправностях немедленно сообщать преподавателю или мастеру производственного обучения.
3. Все возможные исправления электрических цепей необходимо производить только при выключенном рубильнике.

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С НАГРЕТЫМ И РАСПЛАВЛЕННЫМ МЕТАЛЛОМ

Во избежание ожогов при работе с нагретым и расплавленным металлом необходимо соблюдать следующие меры безопасности:

1. Не брать руками за захваты клещей, нагретый материал, предварительно не убедившись в полном охлаждении их.
2. Нельзя заливать расплавленный металл во влажный ковш; перед заливкой в него металла он должен быть очищен от остатков металла и шлаков, и высушен.
3. Не наливать разливные ковши до краев.
4. Не производить заливку форм без защитных очков.

ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

1. Работы, связанные с нагретым металлом, производить в каменных помещениях, с бетонным, цементным или кирпичным полом.
2. Закалочные масляные ёмкости снабжать крышками для прекращения доступа воздуха при загорании масла.

С общими правилами и мерами безопасности при работе в лабораториях ознакомился

Студент _____
(подпись)

Лабораторная работа №1

ИСПЫТАНИЕ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ

Цель работы: Изучение методики и приобретение практических навыков испытания формовочных смесей на газопроницаемость и прочность

Задачи работы:

1. Ознакомиться с материалами, применяемыми для приготовления формовочных и стержневых смесей.
2. Ознакомиться с технологией приготовления формовочных и стержневых смесей.
3. Изучить свойства формовочных и стержневых смесей.
4. Ознакомиться с испытаниями формовочных и стержневых смесей.
5. Ознакомиться с приборами для испытаний формовочных смесей.
6. Провести испытания образцов формовочной смеси на газопроницаемость и прочность на сжатие.

Материальное и методическое обеспечение:

1. Формовочная смесь.
2. Копер для изготовления стандартных образцов.
3. Прибор для испытания формовочных смесей на газопроницаемость ФП-2У.
4. Прибор для испытания формовочных смесей на прочность на сжатие ФА-2.
5. Методические указания.

Домашнее задание

1. Перечислить материалы, применяемые для приготовления формовочных и стержневых смесей.
2. Описать технологический процесс приготовления формовочных и стержневых смесей (описание сопроводить схемой).
3. Перечислить основные свойства формовочных смесей.
4. Дать понятие о газопроницаемости и прочности формовочных смесей.
5. Записать расчетную формулу для определения газопроницаемости формовочных смесей и назвать ее элементы.
6. Подготовиться по контрольным вопросам.

Лабораторное задание

1. Изучить схемы и устройство лабораторного копра и приборов ФП-2У и ФА-2.
2. Изучить порядок подготовки приборов ФП-2У и ФА-2 к испытаниям.
3. Изучить методику приведения испытаний на газопроницаемость и прочность на сжатие в сыром состоянии.
4. Провести испытание 3-5 образцов на газопроницаемость и прочность на сжатие, результаты испытаний занести в таблицу.

Выполнение домашнего задания

1. Для приготовления формовочных и стержневых смесей применяются следующие материалы:

2. Технологический процесс приготовления формовочных и стержневых смесей состоит из следующих операций:

Рисунок 1.1- Схема процесса приготовления формовочных (а) и стержневых (б) смесей

3. К основным свойствам формовочных смесей относятся:

4. 1 Газопроницаемость формовочной смеси – это

4. 2 Прочность формовочной смеси – это

5. Газопроницаемость формовочной смеси определяется по формуле

Лабораторное задание

1. 1 Схема устройства лабораторного копра для изготовления стандартных образцов приведена на рисунке 1.2. Он состоит

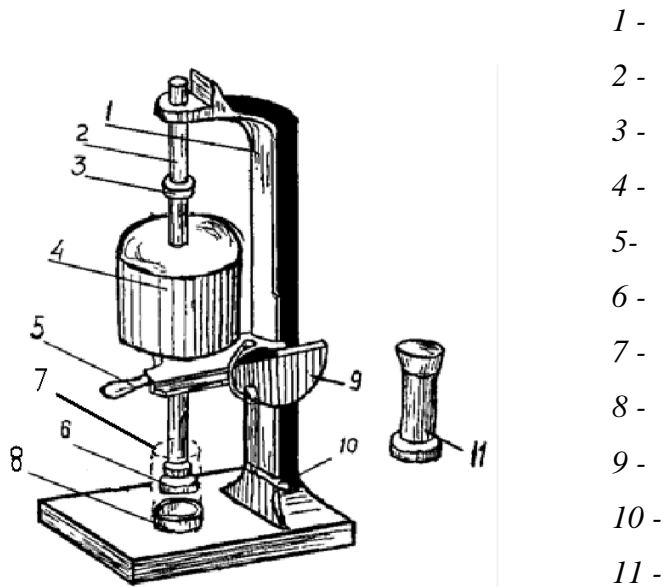


Рисунок 1.2 – Схема устройства лабораторного копра

1.2 Схема устройства прибора для определения газопроницаемости формовочных и стержневых смесей типа ФП-2У приведена на рисунке 1.3.

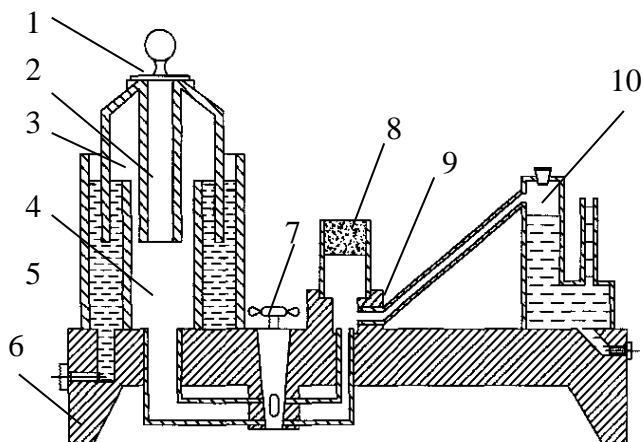


Рисунок 1.3 – Схема устройства прибора ФП-2У: 1 - ; 2 - ;
3 - ; 4 - ; 5 - ; 6 - ;
7 - ; 8 - ; 9 - ; 10 -

1.3 Схема устройства прибора для определения прочности формовочных смесей в сыром состоянии на сжатие типа ФА-2 приведена на рисунке 1.4

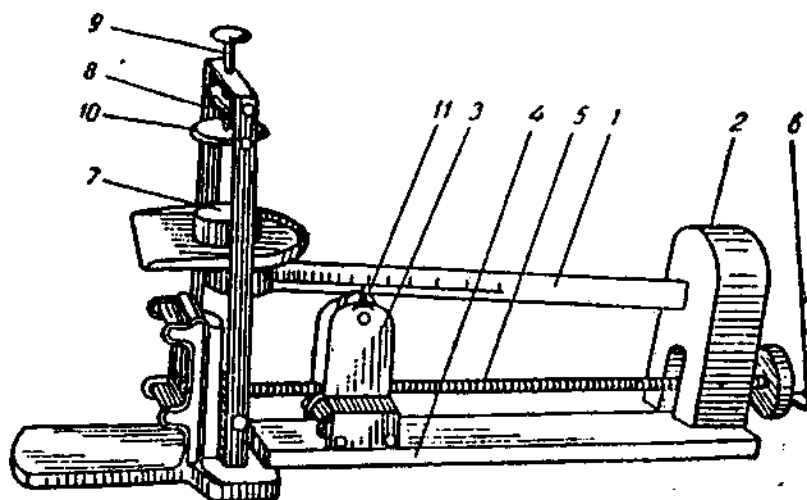


Рисунок 1.4 – Схема устройства прибора ФА-2: 1 - ; 2 - ;
3 - ; 4 - ; 5 - ; 6 - ;
7 - ; 8 - ; 9 - ; 10 - ;
11 -

2 Порядок подготовки приборов к испытаниям.

2.1 Порядок подготовки прибора ФП-2Ук испытанию:

2.2 Порядок подготовки прибора ФА-2 к испытанию:

3 Методика проведения испытаний

3.1 Методика проведения испытаний формовочных смесей на газопроницаемость.

3.2 Методика проведения испытаний формовочных смесей на прочность на сжатие.

4. Испытание образцов формовочной смеси

Результаты испытания формовочной смеси на газопроницаемость и прочность

№ опыта	Время опускания колокола, Т, мин	Давление воздуха в манометре, Р, см вод. ст.	Газопроницаемость, К	Предел прочности на сжатие в сыром виде, кг/см ²
1				
2				
3				
ср. знач.				

Выводы: (для получения каких отливок пригодна данная формовочная смесь по газопроницаемости и по прочности)

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначены формовочные и стержневые смеси?
2. Что называется пластичностью формовочной смеси?
3. Что понимают под податливостью формовочной смеси?
4. Назовите основные компоненты стержневой смеси.
5. Какие добавки обеспечивают противопопригарные свойства формовочной смеси?
6. К какому браку может привести низкая газопроницаемость формовочной смеси?
7. Что понимается под текучестью формовочной смеси?
8. Что является исходными формовочными материалами?
9. Что понимают под выбиваемостью формовочных и стержневых смесей?
10. Какие требования предъявляют к стержневым смесям?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

Лабораторная работа №2

РАСЧЕТ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ

Цель работы: Изучение методики и приобретение навыков расчёта элементов литниковой системы

Задачи работы:

1. Изучить устройство литниковой системы.
2. Ознакомиться с последовательностью расчета элементов литниковой системы.
3. Произвести расчет литниковой системы для заданной отливки.

Материальное и методическое обеспечение

1. Модель литниковой системы.
2. Методические указания.

Домашнее задание

1. Дать определение литниковой системы.
2. Привести и охарактеризовать основные виды литниковых систем.
3. Описать горизонтальную литниковую систему и привести назначение каждого её элемента.
4. Подготовиться по контрольным вопросам.

Лабораторное задание

Для заданной отливки произвести расчет элементов литниковой системы.

Выполнение домашнего задания

1. Литниковая система – это..
2. Известны следующие виды литниковых систем:
3. Схема горизонтальной литниковой системы, ее элементы и их назначение.

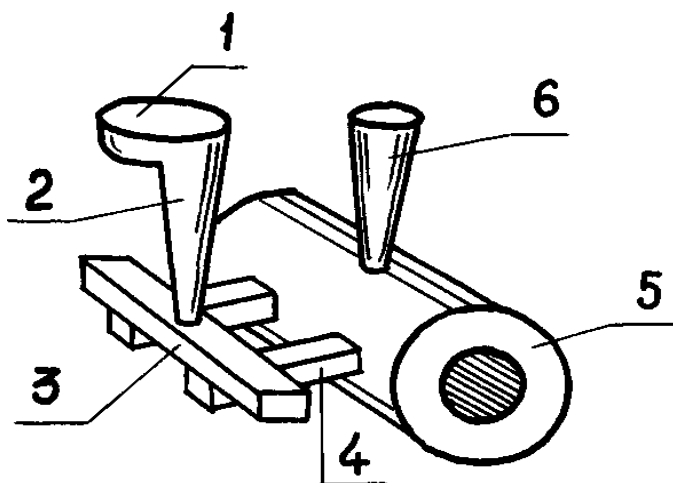


Рисунок 2.1 – Схема устройства горизонтальной литниковой системы:

1 - ; 2 - ;
3 - ; 4 - ; 5 - ;
6 -

Выполнение лабораторного задания

1. Эскиз литой детали.

2. Объем отливки определяется по формуле

$$V = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot l, \text{ см}^3,$$

где D – наружный диаметр отливки, см;
 d – внутренний диаметр отливки, см;
 l – длина отливки, см.

3. Масса отливки определяется по формуле

$$G = \gamma \cdot V, \text{ г},$$

где V – объем отливки, см³;
 γ – плотность металла отливки, г/см³.

4. Продолжительность заливки формы определяется по формуле

$$\tau = S\sqrt{G}, \text{ с},$$

где τ – время заливки, с;
 G – масса отливки, кг;
 S – коэффициент, учитывающий толщину стенок отливки (берется из таблицы 2.1).

Таблица 2.1 – Значение коэффициента S

Толщина стенок отливки, мм	2,5...3,5	3,5...8,0	8,0...15,0	> 15,0
S	1,63	1,85	2,20	2,40

5. Толщина стенок отливки определяется по формуле

$$\delta = \frac{D-d}{2}, \text{ мм},$$

где D – наружный диаметр отливки, мм;

d – внутренний диаметр отливки, мм.

6. Плотность отливки определяется по формуле

$$K_v = Q / V, \text{ г/см}^3,$$

где V – объем детали, см³;

Q – масса жидкого металла, состоящая из массы отливки $/G/$ и массы литниковой системы $/G_l/$.

$$Q = G + G_l; G_l = 0,2G.$$

7. Ориентировочно суммарная площадь питателей определяется по формуле

$$\sum F_n = \frac{G}{\tau \times K}, \text{ см}^2,$$

где G – масса отливки, кг;

τ – время заливки формы металлом, с;

K – удельная весовая скорость заливки, кг/см² · с, берется по таблице 2.2 в зависимости от K_v (плотности отливки).

Таблица 2.2 – Значение удельной весовой скорости заливки K

K_v	0,551	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
K	0,551	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5

8. Площади сечений остальных элементов литниковой системы (шлакоуловителя – $F_{шл}$, стояка – $F_{ст}$) определяют из соотношений, приведённых в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Рекомендуемые соотношения площадей сечения питателей, шлакоуловителя и стояка

Рекомендуемые соотношения	Область применения
$F_{п}: F_{шл}: F_{ст} = 1,00:1,10:1,15$	Для мелких и средних отливок из серого чугуна
$F_{п}: F_{шл}: F_{ст} = 1,0:1,2:1,4$	Для крупных отливок из серого чугуна

Гп: Гшл: Гст=1,0:1,1:1,2	Для мелких стальных отливок
Гп: Гшл: Гст=(1,0...1,5):1,0:1,0	Для средних и крупных стальных отливок
Гп: Гшл: Гст=3,0:2,0:1,0	Для отливок из алюминиевых сплавов
Гп: Гшл: Гст=4,0:2,0:1,0	Для отливок из магниевых сплавов

9. Диаметр верхнего сечения стояка определяется по формуле

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{4F_{ст}}{\pi}}, \text{ см}$$

10. Масса расплава в литниковой чаше определяется по формуле

$$g = \eta \frac{G}{\tau}, \text{ Г.}$$

где G – масса отливки, г;

η – коэффициент резерва, $\eta = 0,2 \dots 0,6$;

0,2 – для мелкого литья;

0,6 – для крупного литья;

τ – время заливки, с.

11. Объем чаши определяется по формуле

$$V_1 = \frac{g}{\gamma}, \text{ см}^3,$$

где γ – плотность расплава, г/см³;

g – масса расплава в чаше, г.

12. Размеры чаши определяются исходя из ее объема и следующих соотношений длины L , ширины b и высоты (глубины) h чаши.

$$L: b: h = 1,6:1,0:0,7$$

$$\text{Для параллелепипеда } V_1 = L \cdot b \cdot h, \text{ см}^3$$

11. Сечение выпора определяется по формуле

$$F_{\text{вып}} = 1,5F_{\text{ст}}, \text{ см}^2$$

Выводы: (привести размеры элементов литниковой системы для получения отливки массой из материала (наименование))

Контрольные вопросы

1. Из каких элементов состоит литниковая система?
2. Приведите виды литниковых систем и дайте им характеристику.
3. От чего зависит продолжительность заливки формы жидким металлом?
4. Как определяется плотность отливки?
5. Каково назначение выпора?
6. Каким соотношением пользуются при определении размеров литниковой чаши?
7. Что необходимо знать для определения площадей сечения стояка и шлакоуловителя?
8. Как определяется суммарная площадь питателей?
9. С определения площади какого элемента начинается расчёт литниковой системы и почему?
10. Что такое прибыли, каково их назначение?
11. Что такое жидкотекучесть расплава?
12. Что называется усадкой металла? Какие различают её виды?
13. Какие дефекты могут возникать в отливках?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

Лабораторная работа №3

РУЧНАЯ ФОРМОВКА В ДВУХ ОПОКАХ И ЗАЛИВКА ФОРМ РАСПЛАВЛЕННЫМ МЕТАЛЛОМ

Цель работы: Изучение технологии и приобретение практических навыков ручной формовки в двух опоках

Задачи работы:

1. Изучить основные виды / способы / получения отливок.
2. Изучить оборудование и инструмент, применяемый при ручной формовке.
3. Изучить технологию ручной формовки в двух опоках по разъемной модели.
4. Приобрести практические навыки ручной формовки.

Материальное и методическое обеспечение

- | | |
|--------------------------|--------------------------------|
| 1. Подмодельные доски. | 9. Ланцеты. |
| 2. Опоки. | 10. Крючки. |
| 3. Соединительные штыри. | 11. Подъемы. |
| 4. Модели. | 12. Формовочная смесь. |
| 5. Набойки. | 13. Припыл. |
| 6. Трамбовки. | 14. Печь для плавления металла |
| 7. Душники. | 15. Разливочный ковш. |
| 8. Линейки. | 16. Методические пособия. |

Домашнее задание

1. Перечислить основные виды / способы / получения отливок и их основные характеристики.
2. Ознакомиться с инструментом, применяемым при ручной формовке.
3. По схеме технологического процесса изготовления литейной формы кратко описать технологию ручной формовки в двух опоках.
4. Описать технологию ручной формовки стержня.
5. Подготовиться по контрольным вопросам.

Лабораторное задание

1. Ручной формовкой изготовить форму для получения отливки.
2. Полученную форму залить расплавленным металлом.
3. Выбить полученную отливку, очистить ее от формовочной смеси.
4. Вычертить эскиз полученной отливки.
5. Выявить причины брака отливки.

Выполнение домашнего задания

1. Основные способы получения отливок и их основные характеристики.

2. При ручной формовке применяется следующий инструмент (рис. 3.1):

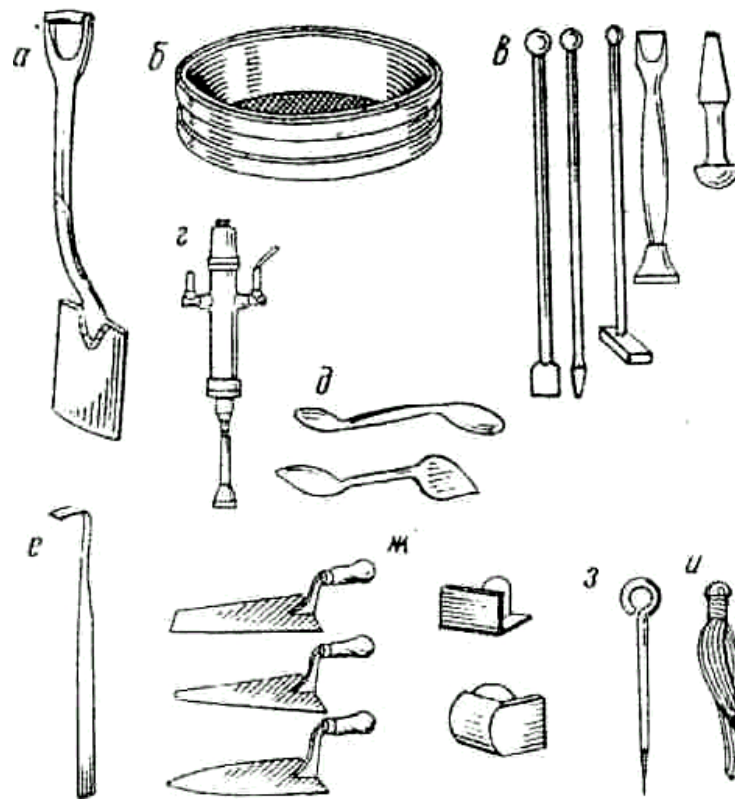


Рисунок 3. 1 – Инструмент, применяемый при ручной формовке: а - ;
 б - ; в - ; г - ;
 д - ; е - ; ж - ;
 з - ; и - ;

3. Технология ручной формовки в 2-х опоках заключается в следующем (рис.3.2):

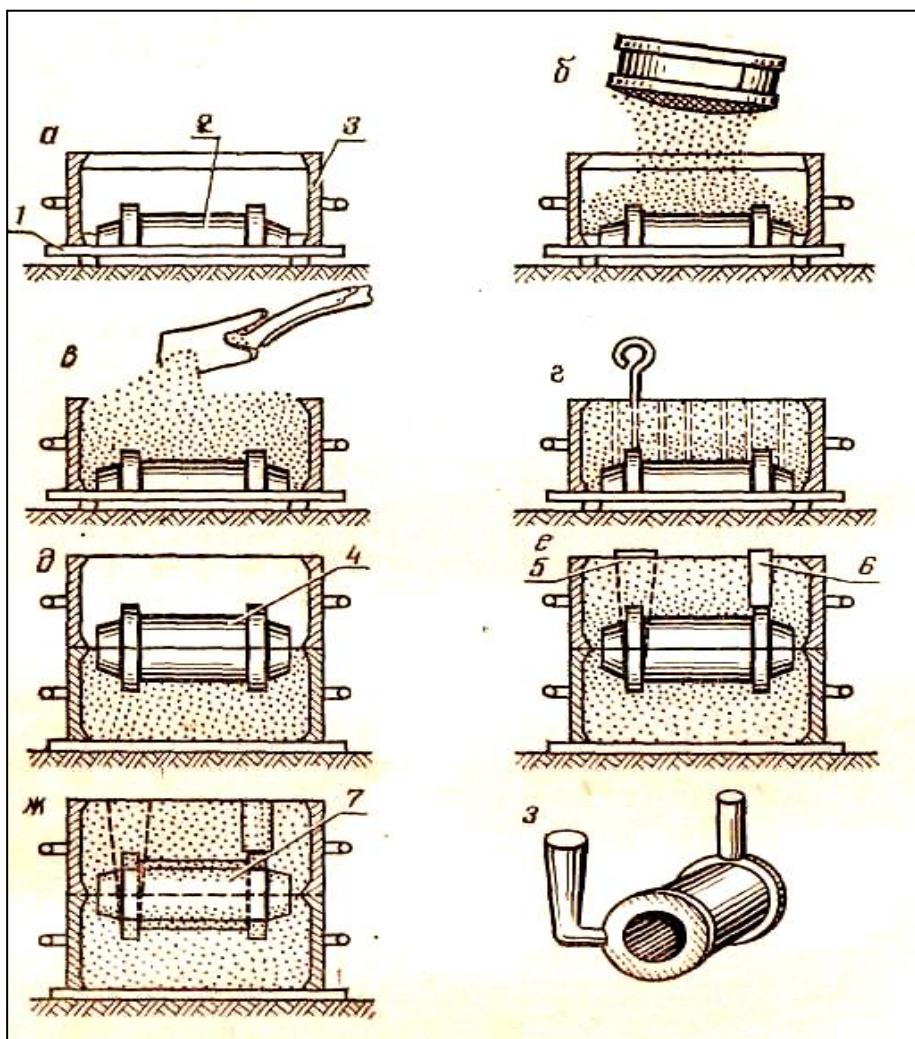


Рисунок 3.2 – Схема изготовления отливки: 1- ; 2 - ; 3 - ; 4 - ; 5 - ; 6 - ; 7 - ; а-з -

4. Технология ручной формовки стержня состоит из следующих операций:

5. Эскиз полученной отливки.

Рисунок 3.3 – Эскиз отливки

Выводы: (оценить качество полученной отливки и, в случае брака, объяснить причины его образования).

Контрольные вопросы

1. Как классифицируют формовочные смеси по назначению?
2. В чём преимущество литья перед другими методами получения заготовок?
3. Чем отличается ручная формовка от машинной?
4. Приведите основные операции получения отливок.
5. Какова должна быть температура расплава перед заливкой формы?
6. Для чего в опоках, заполненных формовочной смесью, делают наколы?
7. Чем отличается облицовочная смесь от наполнительной?
8. Как скрепляют опоки между собой?
9. В чём производят плавку металлов и сплавов?
10. Чем заливают расплав в форму?
11. Как предохраняют форму от разрушения при заливке в неё расплава?
12. Как производят выбивку отливки из формы и её последующую обработку?
13. Что такое модельный комплект?
14. Каково отличие между модельной и подмодельной плитами?
15. Из каких материалов изготавливают модели?
16. Для чего модели изготавливают с уклонами?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

Лабораторная работа №4

ПАЙКА МЯГКИМИ И ТВЕРДЫМИ ПРИПОЯМИ

Цель работы: Изучение технологии и приобретение практических навыков пайки мягким и твёрдым припоями

Задачи работы:

1. Ознакомиться с оборудованием, материалами, инструментами и принадлежностями, применяемыми при пайке.
2. Изучить технологию пайки мягкими и твёрдыми припоями.
3. Приобрести практические навыки пайки мягким и твердым припоями.

Материальное и методическое обеспечение

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. Паяльники. | 6. Флюсы. |
| 2. Муфельные печи. | 7. Припой. |
| 3. Кузнечный горн. | 8. Соляная кислота. |
| 4. Напильники. | 9. Заготовки для пайки. |
| 5. Шлифовальная бумага. | 10. Методические пособия. |

Домашнее задание

1. Дать определение процесса пайки.
2. Охарактеризовать пайку мягкими и твёрдыми припоями с указанием областей её применения.
3. Описать технологический процесс пайки мягкими припоями с указанием и характеристикой флюсов и припоев.
4. Описать технологический процесс пайки твёрдыми припоями с указанием и характеристикой флюсов и припоев.
5. Подготовиться по контрольным вопросам.

Лабораторное задание

1. Изучить оборудование и инструмент для пайки.
2. Описать изделие и подобрать материалы для пайки его мягким припоем. Привести основные переходы с указанием режимных параметров.
3. Описать изделие и подобрать материалы для пайки его твёрдым припоем. Привести основные переходы с указанием режимных параметров.
4. Произвести пайку изделий и оценить качество соединений.

Выполнение домашнего задания

1. Пайка – это ..

2.1 Пайка мягким припоем – это

2.2 Пайка твёрдым припоем -

3. Технологический процесс пайки мягким припоем состоит из следующих операций:

а) Припой, их назначение. Основные марки и химический состав мягких припоев.

б) Флюсы, их назначение.

4. Технологический процесс пайки твёрдым припоем состоит из следующих операций:

а) Припой, их назначение. Основные марки и химический состав твёрдых припоев.

б) Флюсы, их назначение.

Выполнение лабораторного задания

1.1 Для пайки мягким припоем применяют следующее оборудование и инструменты (привести и охарактеризовать оборудование, паяльники, в зависимости от источников нагрева и др.):

1.2 Для пайки твёрдым припоем применяют следующее оборудование и инструменты (привести и охарактеризовать оборудование, паяльники, источники нагрева и др.)

2. Изделие для пайки мягким припоем – это...

3. Изделие для пайки твёрдым припоем – это...

4. Привести возможные дефекты при пайке. Качество соединения элементов изделия пайкой будет высоким при отсутствии брака.

Выводы: (какие условия необходимо соблюдать, чтобы получить качественное паяное соединение).

Контрольные вопросы

1. Какова роль флюсов при пайке?
2. Какие флюсы применяют при пайке мягким припоем?
3. Какие флюсы применяют при пайке твёрдым припоем?
4. Какие требования должны отвечать флюсы?
5. Что представляет собой канифоль?
6. Что такое припой?
7. По каким признакам делятся припои на мягкие и твёрдые?
8. Какова технология подготовки поверхностей деталей к пайке?
9. Какие способы нагрева деталей используют при пайке?
10. Что представляет собой рабочая часть паяльника?
11. Какой предварительной обработке подвергают рабочую кромку паяльника?
12. Какие основные типы соединений деталей применяют при пайке?
13. В чём преимущества пайки перед сваркой?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

Лабораторная работа № 5

КУЗНЕЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО И КУЗНЕЧНЫЕ РАБОТЫ

Цель работы: Изучение технологии и приобретение практических навыков выполнения кузнечных работ

Задачи работы:

1. Изучить оборудование, инструмент и нагревательные устройства, применяемые при ручной ковке.
2. Изучить устройство пневматического молота.
3. Ознакомиться с основными операциями свободнойковки.
4. Определить показатели выполненных кузнечных работ.

Материальное и методическое обеспечение

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| 1. Набор кузнечного инструмента. | 4. Наковальня. |
| 2. Кузнечный горн. | 5. Заготовки. |
| 3. Пневматический молот. | 6. Методические указания. |

Домашнее задание

1. Привести классификацию инструмента для ручнойковки.
2. Кратко охарактеризовать основные операции свободнойковки.
3. Подготовить ответы по контрольным вопросам.

Лабораторное задание

1. Изучить инструмент, применяемый при свободной ковке.
2. Изучить устройство кузнечного горна.
3. Изучить устройство и работу пневматического молота.
4. Изучить методику выбора оптимального температурного интервалаковки.
5. Привести методику определения температуры заготовки по цвету.
6. Приобрести практические навыки выполнения отдельных кузнечных операций и определить показатели выполнения работ.

Выполнение домашнего задания

1. Инструмент для ручнойковки по назначению делят на основной, вспомогательный и контрольно-измерительный.

Основной инструмент –

Вспомогательный инструмент –

Контрольно-измерительный инструмент -

2. Основные операции свободнойковки:

Осадка –

Высадка -

Раскатка –

Протяжка –

Прошивка и пробивка –

Разгонка –

Рубка –

Гибка -

Скручивание –

Кузнечная сварка -

Выполнение лабораторного задания

1. Для свободнойковки применяют следующий инструмент:

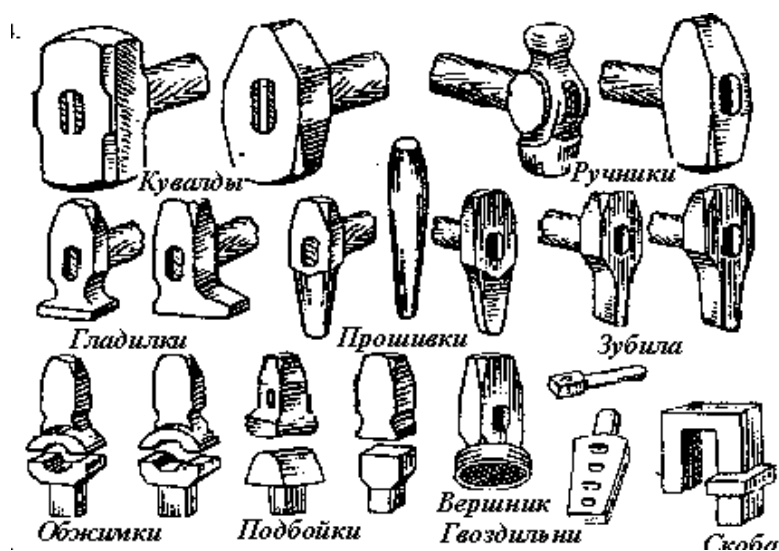


Рисунок 5.1 – Инструмент, применяемый при свободной ковке:

2. Кузнечный горн состоит из следующих элементов:

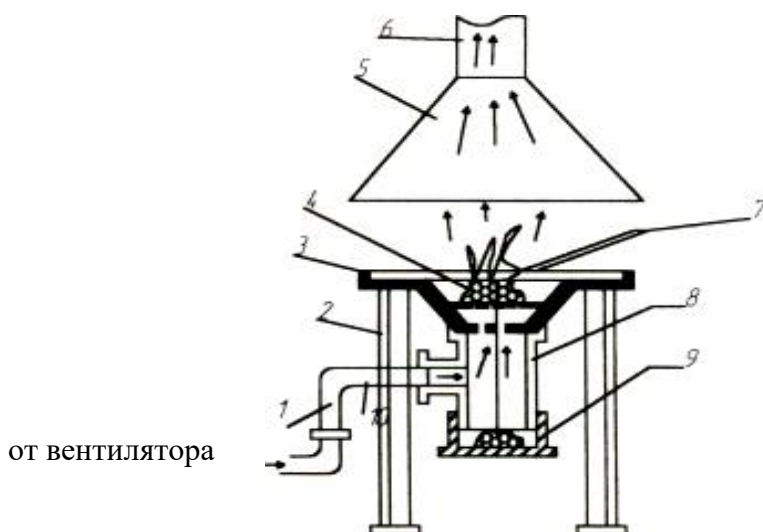


Рисунок .5.2 – Схема устройства кузнечного горна:

3. Пневматический молот состоит:

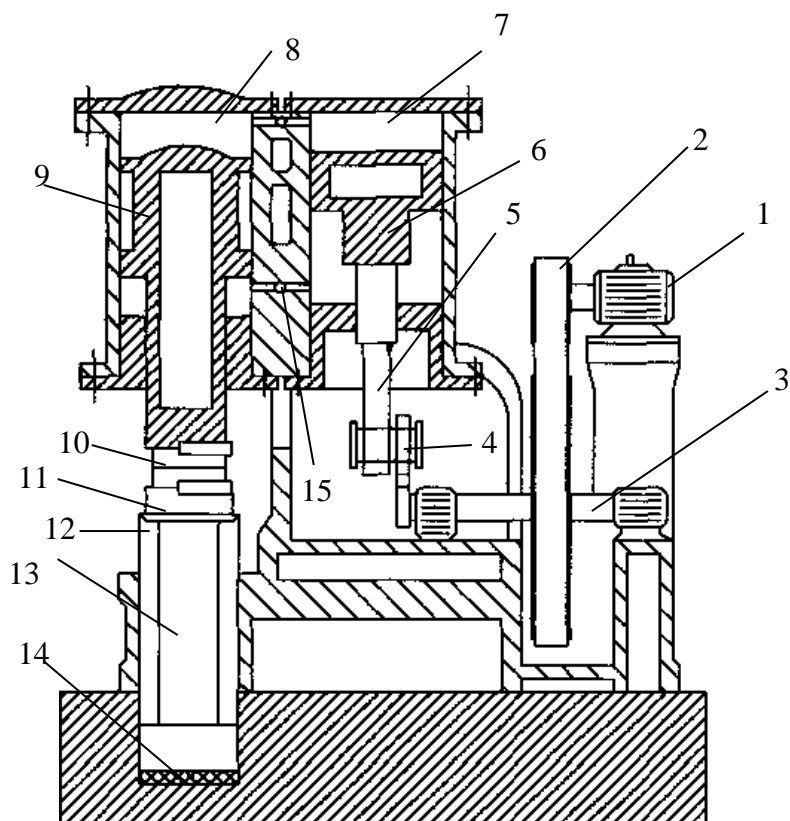


Рисунок 5.3 – Схема устройства пневматического молота:

4. Температурный интервал обработки металлов давлением выбирают по диаграмме состояния «Fe-Fe₃C».

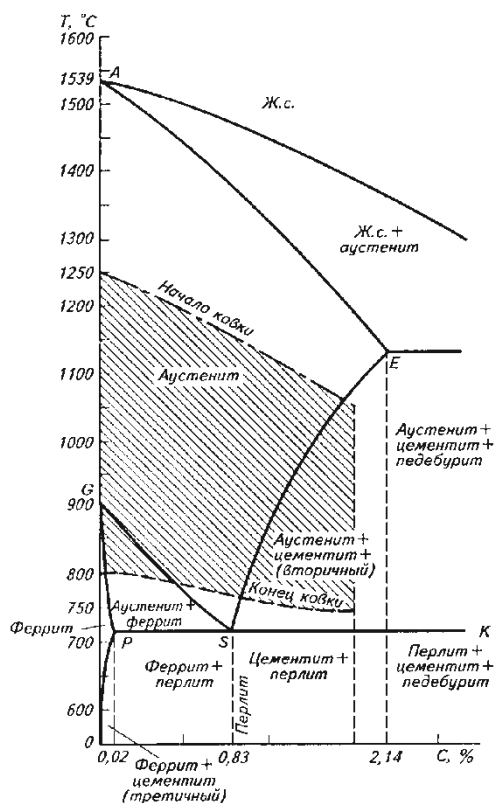


Рисунок 5.4 – Температурный интервал обработки давлением углеродистых сталей.

Методика выбора температуры начала и окончания ковки заключается в следующем:

5. Зависимость между температурой нагрева и цветом нагретой стали:

6. Размеры заготовок до и после выполнения кузнечных работ составляют:

Выводы:(привести области применения свободнойковки и её показатели)

Контрольные вопросы

1. Что такоековка?
2. Какими свойствами должны обладать металлы, подвергаемыековке?
3. Что называетсяковкостью?
4. В чём преимуществоковки перед другими методами получения заготовок?
5. Что является исходным материалом дляковки?
6. Чем отличаетсяосадка от высадки?
7. В чём заключается сущность определения температуры металла по цветам побежалости?
8. Приведите оборудование и инструмент для выполнения кузнечных работ.
9. Что является основной характеристикойковочного молота?
10. Что представляет собойнаковальня? На какие типы они делятся?
11. Что такоелицо наковальни? Какие требования к нему предъявляются?
12. Как определить температурный интервал обработки заготовки из стали 30?
13. К каким дефектам может привести неправильный выбор температуры металла приковке ?

Работу выполнил_____ Работу принял_____

Лабораторная работа №6

ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА МЕТАЛЛОВ

Цель работы: Изучение технологии электросварочных работ

Задачи работы:

1. Изучить сущность процесса электродуговой сварки.
2. Изучить оборудование, принадлежности и приспособления, применяемые при сварке постоянным и переменным током.
3. Изучить технологию электродуговой сварки.
4. Приобрести практические навыки выполнения простейших электросварочных работ.

Материальное и методическое обеспечение

1. Сварочный трансформатор ТС-300.
2. Сварочные выпрямители ВД-301У и ВД502-1УЗ.
3. Сварочные кабели сечением 100 мм².
4. Электрододержатели.
5. Электроды.
6. Защитные очки или маска.
7. Спецодежда.
8. Свариваемые образцы.
9. Секундомер, весы.
10. Методические пособия.

Домашнее задание

1. Дать понятие сущности сварки.
2. На схемах электрических дуг прямого, косвенного действия и трехфазной дуги пояснить их сущность.
3. Дать понятие «прямая» и «обратная полярность» и объяснить, когда какую применяют.
4. Кратко описать металлургические процессы при сварке.
5. На схеме «Основные типы сварных соединений» дать им характеристику.
6. Привести классификацию электродов и электродных покрытий.
7. Подготовить ответы по контрольным вопросам.

Лабораторное задание

1. Изучить устройство сварочного трансформатора.
2. Изучить устройство сварочного выпрямителя.
3. Снять внешнюю характеристику источника тока.
4. Освоить методику подбора режима сварки.
5. Изучить методику зажигания дуги и технологию выполнения простейших сварочных швов.
6. Разделить кромки образцов под сварку.
7. Произвести сварку образцов и определить технологические свойства электродов.

Выполнение домашнего задания

1. Сварка – это..

2. На рисунке 6.1 приведены схемы электрических сварочных дуг.

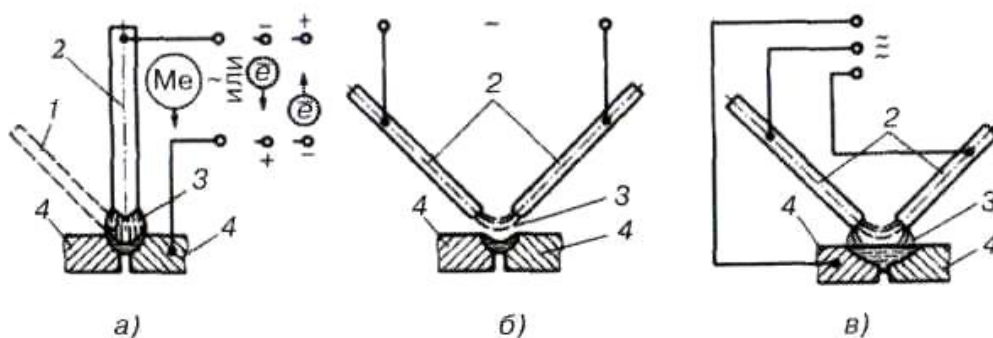


Рисунок 6.1 - Схемы дуговой сварки: а – ; б – ;
 в – ; 1 – ; 2 – ;
 3 – ; 4 – ;
 Me – ; e – ;

3.Прямая полярность - это..

Обратная полярность – это..

4.Металл, находящийся вблизи выполняемого шва подвергается плавлению, а также вследствие температурного воздействия претерпевает структурные превращения.

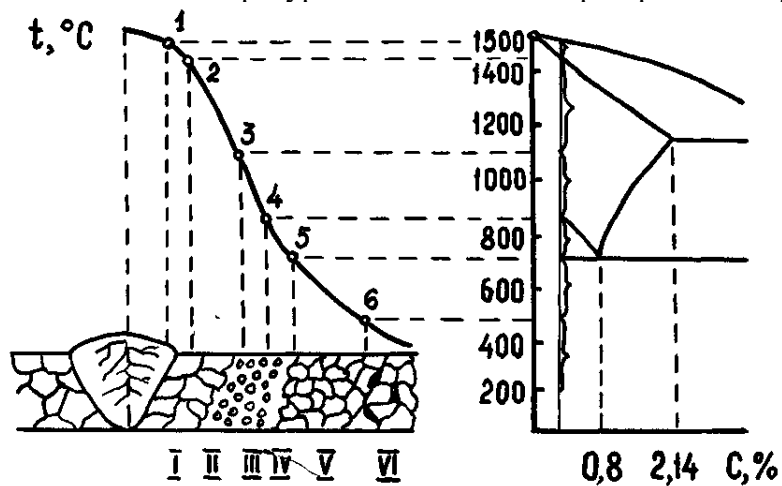


Рисунок 6.2 – Схема структуры сварного шва:

5. Сварные соединения бывают следующих типов:

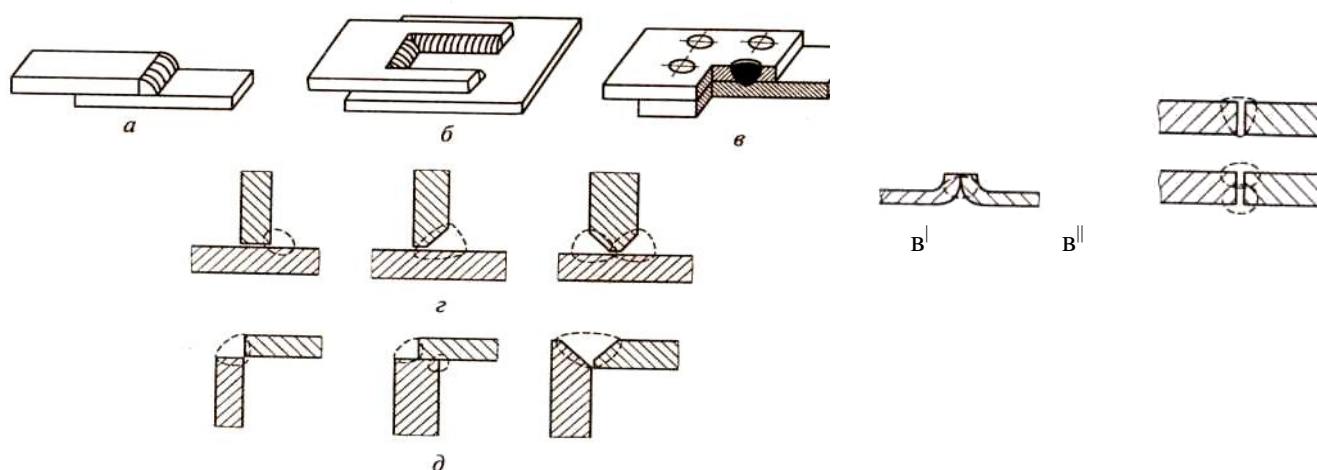
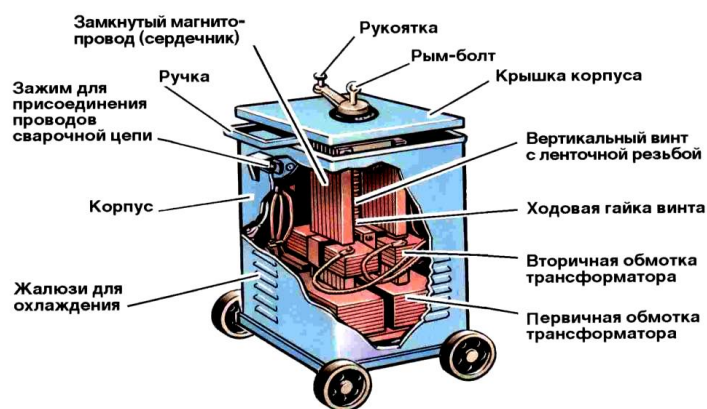


Рисунок 6.3 – Типы сварных швов:

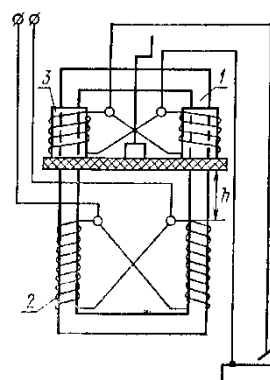
6. Электрод – это....

Выполнение лабораторного задания

1. Сварочный трансформатор – это ..



а)



б)

Рисунок 6.4 – Внешний вид и основные сборочные единицы и детали сварочного трансформатора (а) и схема (б): 1- сердечник, 2 –первичная обмотка; 3 – вторичная обмотка; h – зазор между обмотками

Принцип работы сварочного трансформатора заключается в следующем:

2. Сварочный выпрямитель - это

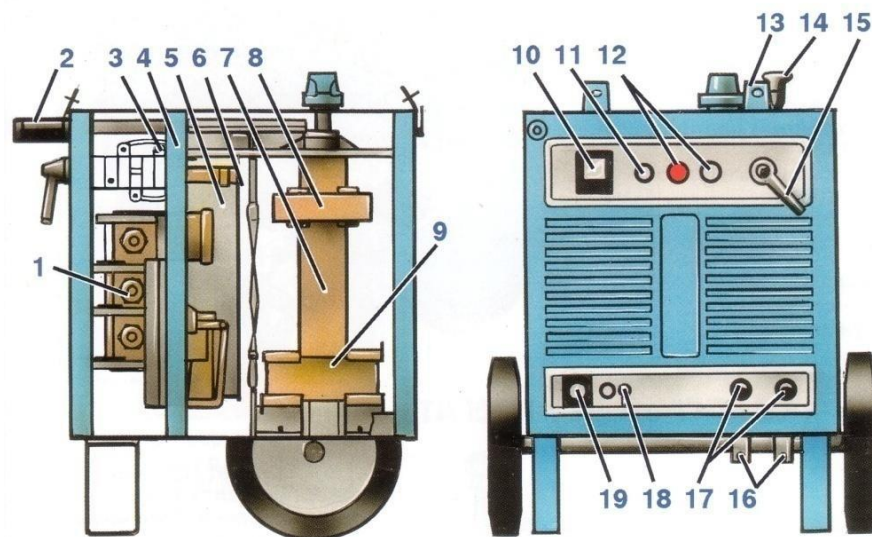


Рисунок 6.5 - Внешний вид и основные сборочные единицы и детали сварочного выпрямителя: 1 – выпрямительный блок; 2 – выдвижные ручки; 3 – предохранители; 4 – блок аппаратуры; 5 – вентилятор; 6 – реле ветровое; 7 – трансформатор силовой; 8 – вторичная обмотка; 9 – первичная обмотка; 10 – амперметр; 11 – лампа; 12 – кнопки управления; 13 – скобы; 14 – рукоятка регулирования тока; 15 – переключатель диапазона тока; 16 – шины заземления обратного провода; 17 – токовые разъёмы; 18 – болт заземления; 19 – штепсельный разъём для подключения к сети

Принцип работы сварочного выпрямителя заключается в следующем:

3. Для построения внешней характеристики источника тока необходимо получить три характерные точки, соответствующие режимам холостого хода, рабочему режиму и режиму короткого замыкания.

Таблица 6.1- Внешняя характеристика источника тока

Режим работы	Показания приборов: амперметра и вольтметра	
	Ток, I, А	Напряжение, U, В
Холостой ход		
Устойчивое горение дуги		
Короткое замыкание		



Рисунок 6.6 – Внешняя характеристика источника питания

4. Режим сварки характеризуется следующими параметрами: диаметр электрода ($d_{эл}$), мм; сила сварочного тока ($I_{св}$), А; напряжение на дуге ($U_{д}$), В; скорость сварки ($V_{св}$), м/ч.

Диаметр электрода выбирается ..

Марка электрода выбирается ...

Сварочный ток определяется в зависимости от диаметра и типа электрода по формуле

$$I_{св} = \kappa \cdot d_{эл},$$

где κ – коэффициент, зависящий от диаметра электрода и типа покрытия. $\kappa = ..$

$$I_{св} =$$

Напряжение на дуге определяется по формуле

$$U_{д} = \alpha + \beta \cdot L_{д},$$

где α – падение напряжения (для стальных электродов 10...12 В);

β – падение напряжения на 1 мм длины дуги (2...3В/мм дуги);

$$L_{д} = 0,5(d_{эл} + 2).$$

$$U_{д} =$$

5. Методика зажигания дуги заключается в следующем:

6. Разделка кромок элементов свариваемого изделия приведена на рисунке 6.7.

Рисунок 6.7 – Разделка кромок

7. Расплавление металла электрода характеризуется коэффициентом расплавления,

который определяется по формуле

$$\alpha_p = \frac{G_p}{I_{св} \cdot t}, \text{ г/А} \cdot \text{ч},$$

где G_p – масса расплавленного металла, г; t – время горения дуги, ч; $I_{св}$ – сила сварочного тока, А.

Коэффициент наплавки определяется по формуле

$$\alpha_n = \frac{G_n}{I_{св} \cdot t}, \text{ г/А} \cdot \text{ч},$$

где G_n – масса наплавленного металла, г (определяется по разности масс элементов изделия до и после сварки).

Коэффициент потерь определяется по формуле

$$\psi = \frac{G_p - G_n}{G_D} \cdot 100\%.$$

Скорость сварки определяется по формуле
м/ч,

где γ – плотность металла, г/мм³, для стали $7,85 \cdot 10^{-3}$ г/мм³; $F_{нм}$ – площадь сечения наплавленного металла, мм² (приблизённо сечение представляет собой равносторонний треугольник).

Таблица 6.2– Результаты расчёта параметров ручной дуговой сварки

Наименование изделия, толщина стенки элемента	Тип и марка электрода	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Сварочное напряжение, В	Скорость сварки, м/ч

Выводы: (указать внешнюю характеристику источника питания, привести оценку качества шва)

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой сварочная дуга?
2. Приведите схемы дуговой сварки металлов и раскройте их сущность.
3. Назовите источники питания сварочной дуги.
4. Чем отличается сварка на прямой полярности от сварки на обратной полярности?
5. Что включает в себя покрытие электрода?
6. От чего зависит выбор диаметра электрода и его типа и марки?
7. Какова методика зажигания дуги?
8. Какие типы сварных швов применяют на практике?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

Лабораторная работа № 7

КОНТАКТНАЯ СВАРКА И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРНЫХ ШВОВ

Цель работы: Изучение оборудования и технологии контактной сварки и контроля качества сварных швов

Задачи работы:

1. Ознакомиться с сущностью контактной сварки.
2. Ознакомиться с устройством и принципом действия машины для стыковой сварки.
3. Ознакомиться с устройством и принципом действия машины для точечной сварки.
4. Ознакомиться с устройством и принципом действия машины для роликовой (шовной) сварки.
5. Ознакомиться с дефектами сварных швов.
6. Ознакомиться с методами контроля качества сварных швов.
7. Ознакомиться с устройством и работой ультразвукового дефектоскопа ДУК-13ИМ.

Материальное и методическое обеспечение

1. Машина для стыковой сварки металлов МС-301.
2. Машина для точечной сварки металлов МТ-601.
3. Машина для роликовой сварки.
4. Ультразвуковой дефектоскоп ДУК-13ИМ.
5. Заготовки для контактной сварки и образцы сваренных деталей.
6. Методические указания.

Домашнее задание

1. Дать понятие о контактной сварке.
2. Изложить принцип действия устройства для стыковой контактной сварки.
3. Изложить принцип действия устройства для точечной контактной сварки.
4. Изложить принцип действия устройства для роликовой (шовной) сварки.
5. Привести виды дефектов сварных швов и изобразить их схематически.
6. Подготовить ответы по контрольным вопросам.

Лабораторное задание

1. Ознакомиться с устройством машины для стыковой сварки металлов МС-301 и произвести сварку образцов.
2. Ознакомиться с устройством машины для точечной сварки металлов МТ-601 и произвести сварку образцов.
3. Ознакомиться с устройством машины для роликовой сварки металлов и произвести сварку образцов.
4. Перечислить разрушающие и неразрушающие методы контроля качества сварных соединений.
5. По структурной схеме ультразвукового дефектоскопа ДУК-13ИМ описать его устройство и работу.
6. Определить дефекты сварочного шва.

Выполнение домашнего задания

1. Контактная сварка – это..

2. Схема и принцип действия устройства для стыковой контактной сварки.

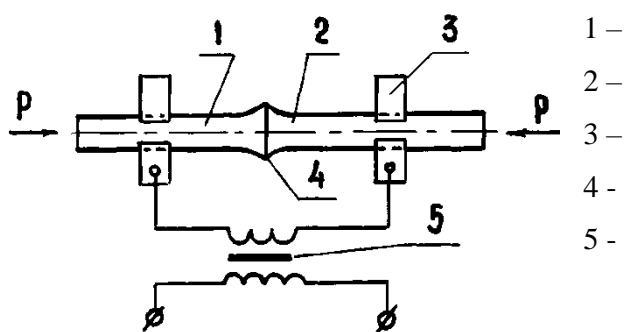


Рисунок 7.1 – Принципиальная схема стыковой сварки

Сущность стыковой сварки заключается в следующем:

3. Схема устройства и принцип действия точечной контактной сварки.

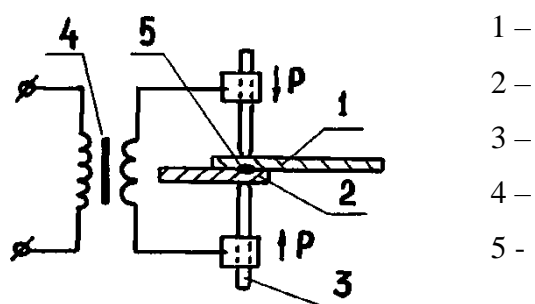


Рисунок 7.2 – Принципиальная схема точечной сварки

Сущность точечной контактной сварки заключается в следующем:

3. Схема устройства и принцип действия роликовой /шовной /сварки.

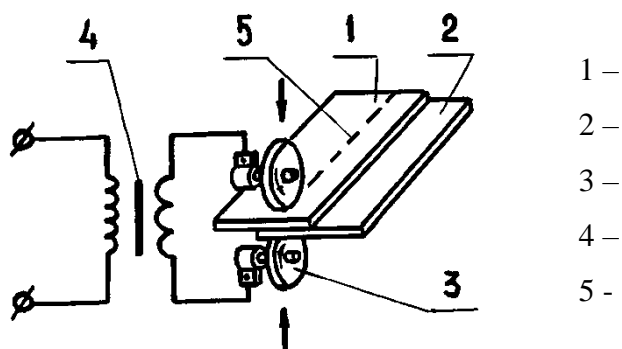


Рисунок 7. 3 – Принципиальная схема роликовой сварки

Сущность роликовой сварки заключается в следующем:

5. Дефекты сварных швов подразделяют на внешние и внутренние.

Внешние дефекты – это..

Внутренние дефекты – это ..

Рисунок 7.4 – Виды дефектов сварных соединений

6. Разрушающие и неразрушающие методы контроля качества сварных соединений.

7. Структурная схема ультразвукового дефектоскопа ДУК-13ИМ.

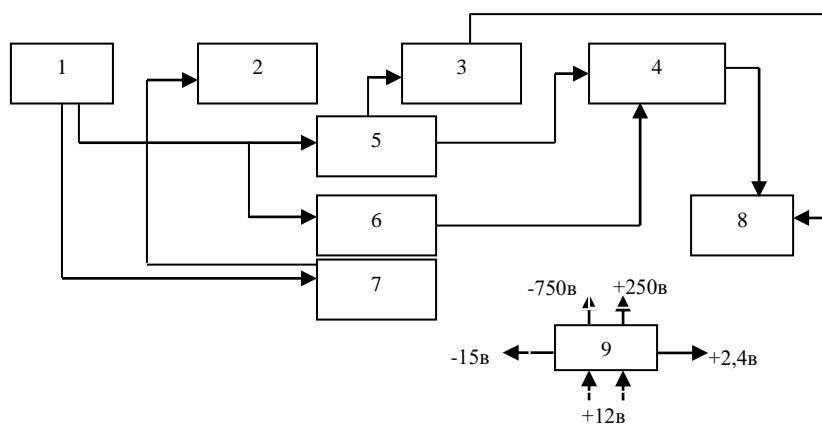


Рисунок 7. 5 – Структурная схема ультразвукового дефектоскопа ДУК -13ИМ: 1 - ; 2 - ; 3 - ; 4 - ; 5 - ;

6 - ; 7 - ; 8 -

Принцип работы ультразвукового дефектоскопа заключается в следующем:

Выводы: (указать области применения контактной сварки и её преимущества перед электродуговой сваркой; привести дефекты сварных швов, выявленные ультразвуковой дефектоскопией)

Контрольные вопросы

1. В чём заключается сущность контактной сварки?
2. Когда для сварки деталей применяется стыковая сварка?
3. Когда для сварки деталей применяется точечная сварка?
4. Когда для сварки деталей применяется роликовая сварка?
5. Перечислите основные преимущества контактной сварки перед ручной дуговой.
6. Какие из дефектов сварных швов наиболее опасны?
7. Каким образом можно устранить те или иные дефекты сварки?
8. На какие группы подразделяются дефекты сварных швов?
9. Какие методы применяют на практике для контроля дефектов сварных швов?
10. Как можно устранить дефекты сварных швов?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

Лабораторная работа № 8

ГАЗОВАЯ СВАРКА И РЕЗКА МЕТАЛЛОВ

Цель работы: Изучение оборудования и технологии газовой сварки и резки металлов

Задачи работы:

1. Изучить оборудование и принадлежности для газовой сварки и резки металлов.
2. Изучить организацию рабочего места газосварщика.
3. Изучить технологию и технику газовой сварки и резки металлов.

Материальное и методическое обеспечение

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1. Ацетиленовый генератор. | 6. Газовый резак. |
| 2. Кислородный баллон. | 7. Защитные очки. |
| 3. Газовый редуктор. | 8. Плакаты. |
| 4. Газовые горелки. | 9. Методические указания. |
| 5. Газовые шланги. | |

Домашнее задание

1. Дать понятие газовой сварки.
2. Перечислить и кратко охарактеризовать горючие газы и присадочные материалы, применяемые при газовой сварке.
3. Дать классификацию ацетиленовых генераторов по принципу взаимодействия карбида кальция с водой.
4. Привести понятие сварочному пламени, раскрыть его строение, виды и распределение температур по зонам.
5. Описать технику и технологию газовой сварки.
6. Подготовиться по контрольным вопросам.

Лабораторное задание

1. Изучить устройство и работу ацетиленового генератора.
2. Изучить устройство и работу газового редуктора.
3. Изучить устройство и работу инжекторной сварочной горелки.
4. Изучить устройство и работу кислородного резака.
5. Для заданного изделия определить режим газовой сварки.

Выполнение домашнего задания

1. Газовая сварка -
2. При газовой сварке применяют следующие газы и присадочные материалы:

3. По принципу взаимодействия карбида кальция с водой различают следующие системы генераторов:

4. Схема ацетилено - кислородного пламени приведена па рис.8.1.

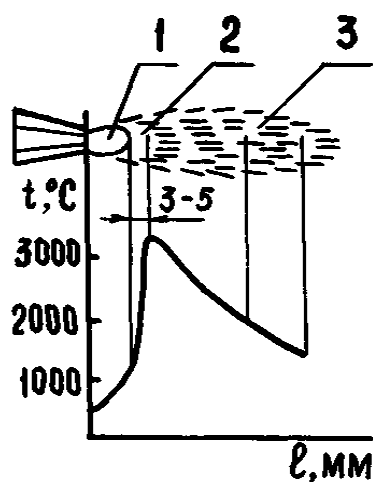


Рисунок 8.1 –Схема строения ацетилено - кислородного пламени и распределение температуры по длине пламени: 1 - ; 2 - ; 3 -

5. Технология газовой сварки. Правый и левый способ сварки (рис. 8.2).

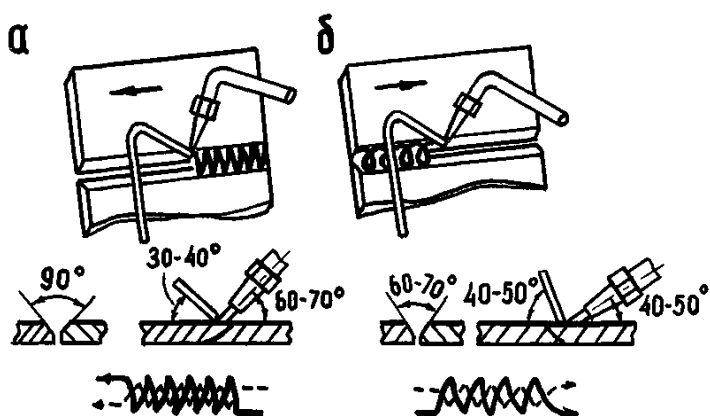


Рисунок 8.2 – Способы сварки: а–левый; б–правый

Выполнение лабораторного задания

1. Ацетиленовый генератор состоит:

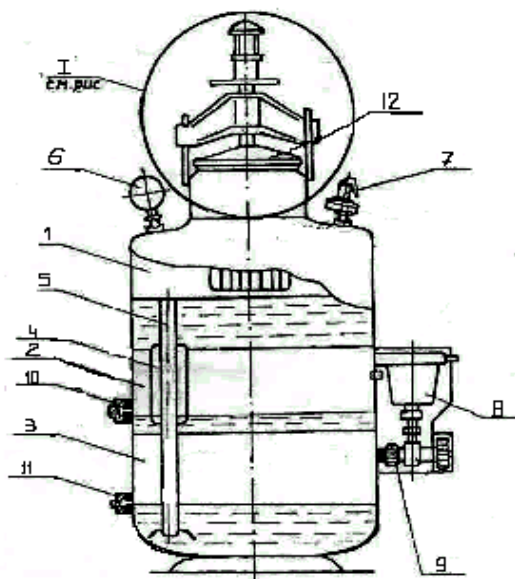


Рисунок 8.3.- Схема устройства ацетиленового генератора АСП-10: 1 - ;
 2 - ; 3 - ; 4 - ; 5 - ; 6 - ;
 7 - ; 8 - ; 9 - ; 10 - ; 11 - ;
 12 - ;

Принцип работы генератора заключается в следующем:

2. Схема газового редуктора приведена на рисунке 8.4.

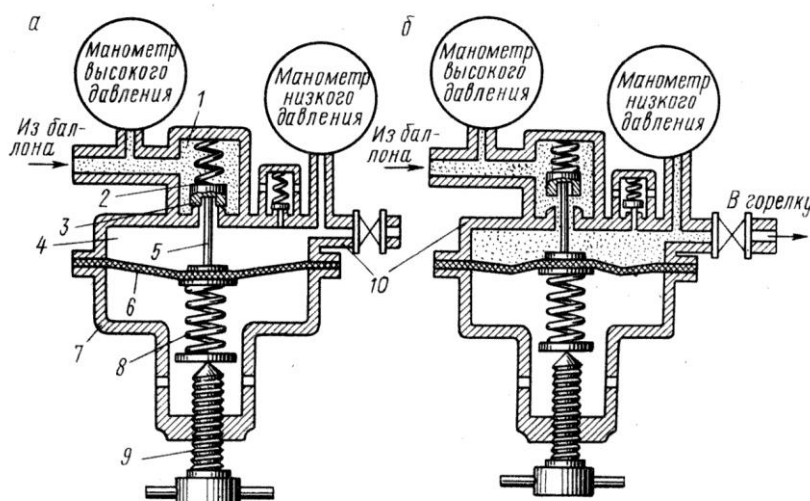


Рисунок 8.4 – Схема устройства газового редуктора: а - ; б -

Газовый редуктор состоит из ..

3. Устройство и принцип действия инжекторной сварочной горелки.

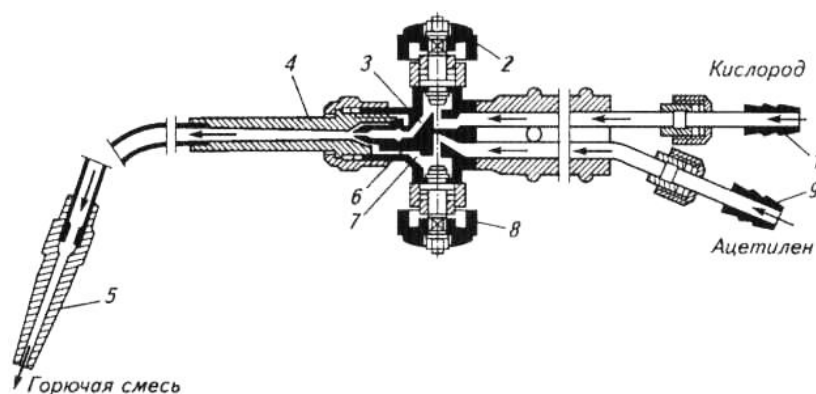


Рисунок 8.5 – Схема инжекторной сварочной горелки: 1,9 - ; 2,8 - ; 3,7 - ; 4 - ; 5 - ; 6 –
Инжекторная головка работает следующим образом:

4. Устройство и принцип действия ацетилено-кислородного резака.

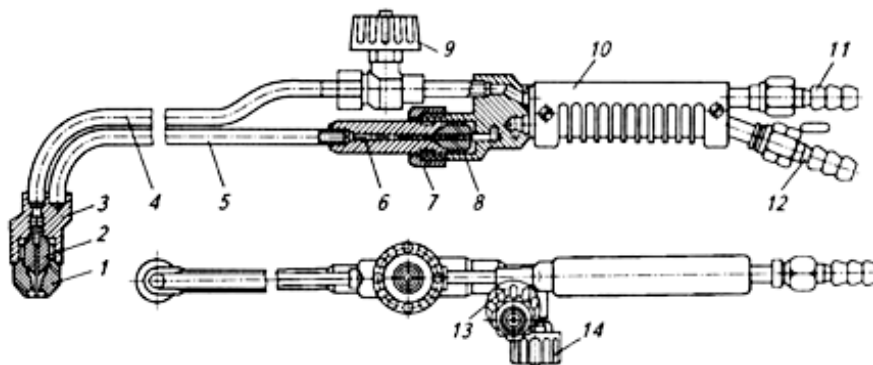


Рисунок 8.6 – Ручной ацетилено-кислородный резак: 1,2 - ; 3 - ; 4,5 - ; 6 - ; 7 - ; 8 - ; 9, 13, 14 - ; 10 - ; 11, 12 -

Резак работает следующим образом:

5. Для заданного изделия определить режим газовой сварки (привести эскиз изделия с указанием необходимых размеров)

- 5.1 Расход ацетилена определяется по формуле

$$W_{C_2H_2} = K \cdot S, \text{ дм}^3/\text{час},$$

где K – удельный коэффициент: для низкоуглеродистых сталей $K=100\ldots120$, для легированных сталей $K=70\ldots80$, для чугуна – $150\ldots200$;

S – толщина свариваемых элементов изделия, мм.

- 5.2 Расход кислорода определяется по формуле

$$W_{O_2} = W_{C_2H_2} \cdot \beta, \text{ дм}^3/\text{час},$$

где β – отношение объёма кислорода к ацетилену: нормальное пламя $\beta = 1 \ldots 1,2$; окислительное $\beta > 1,2$ и науглероживающее $\beta < 1$

- 5.3 Способ сварки выбирается в зависимости от толщины элементов изделия:

- 5.4 Угол наклона мундштука горелки к поверхности свариваемого металла определяется в зависимости от толщины металла

- 5.5 Диаметр присадочной проволоки определяется в зависимости от способа сварки и толщины элементов свариваемого изделия по формулам:

- для левого способа - $d = S/2 + 1$;
- для правого способа - $d = S$.

Материал присадочного материала выбирают в зависимости от материала элементов свариваемого изделия.

- 5.6 Скорость сварки определяется по формуле

$$\text{м/час},$$

где B – коэффициент, учитывающий способ сварки: для левого – 14, правого – 18.

S – толщина свариваемых элементов изделия, мм.

Технологические параметры режима сварки

Марка металла	Толщина металла, мм	Расход, дм ³ /час		Способ сварки	Угол наклона мундштука горелки, град	Материал и диаметр присадочной проволоки, мм	Скорость сварки, м/час
		Ацетилена	Кислорода				

Выводы: (области применения газовой сварки и её преимущества перед электродуговой сваркой)

Контрольные вопросы

1. Какие горючие газы применяют для газовой сварки?
2. Что представляет собой баллон для хранения ацетилена или кислорода?
3. Каково назначение газового редуктора?
4. Приведите оборудование и аппаратуру поста для газовой сварки.
5. В какой зоне сварочного пламени максимальная температура?
6. От чего зависит форма и строение сварочного пламени?
7. В какой цвет окрашивают баллоны для хранения ацетилена и кислорода?
8. На каком расстоянии от места выполнения газосварочных работ должны находиться баллоны с ацетиленом и кислородом?
9. Чем отличается правый способ сварки от левого? Когда какой применяется?
10. От чего зависит угол наклона горелки при газовой сварке?
11. Где и как получают ацетилен?
12. Какие устройства применяют для предохранения проникновения ацетиленокислородной смеси в генератор?
13. От чего зависит марка присадочного материала?
14. Чем конструктивно газовый резак отличается от газовой горелки?

Работу выполнил _____ Работу принял _____

ЛИТЕРАТУРА

1. Оськин, В.А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Кн. 1 / В.А. Оськин, В.В. Евсинов. – М.: КолосС, 2008. – 447 с.
2. Материаловедение и технология материалов: учебное пособие / Под ред. А.И. Батышева и А.А. Смолькина. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 288 с.
3. Материаловедение и технология металлов: учебник / Г.П. Фетисов, М.Г. Карпман, В.М. Матюнин и др.; под ред. Г.П. Фетисова. – М.: Высшая школа, 2002. – 638 с.
4. Технология конструкционных материалов: учебник / А.М. Дальский, Т.М. Барсукова, Л.Н. Бухаркин и др.; под общей редакцией А.М. Дальского. - 5-е изд., исправленное. – М.: Машиностроение, 2003. – 512 с.
5. Китаев, Ю.А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. Горячая обработка металлов: методические указания / Ю.А. Китаев, Н.И. Потапова. – 2-е изд., перераб и доп. – Пенза: РИО ПГСХА, 2010. – 64с.

Содержание

ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИЯХ ГОРЯЧЕЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ.....	3
ПОРЯДОК ЗАПОЛНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ТЕТРАДИ.....	3
НЕКОТОРЫЕ ПРАВИЛА ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ.....	4
МЕРЫ ЗАЩИТЫ ОТ ПОРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ.....	4
МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С НАГРЕТЫМ И РАСПЛАВЛЕННЫМ МЕТАЛЛОМ.....	4
ПРОТИВОПОЖАРНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ.....	4
Лабораторная работа №1 Испытание формовочных смесей.....	5
Лабораторная работа №2 Расчет литниковой системы.....	10
Лабораторная работа № 3 Ручная формовка в двух опоках и заливка расплавленным металлом.....	15
Лабораторная работа № 4 Пайка мягкими и твердыми припоями.....	19
Лабораторная работа № 5 Кузнечное производство и кузнечные работы.....	23
Лабораторная работа № 6 Электродуговая сварка металлов.....	27
Лабораторная работа № 7 Контактная сварка и контроль качества сварных швов	33
Лабораторная работа № 8 Газовая сварка и резка металлов.....	37
ЛИТЕРАТУРА.....	43
СОДЕРЖАНИЕ.....	44

**Иван Алексеевич Спицын
Наталья Ивановна Потапова**

**МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ И
ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

РАЗДЕЛ «ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ»

Рабочая тетрадь для лабораторных работ

Редактор И.А. Спицын
Компьютерная верстка И.А. Спицына
Корректор Т.В. Епифанова

Подписано в печать
Бумага Гознак Print
Усл. печ. л. ,

тираж экз.

Формат 60x84 1/8
Отпечатано на ризографе
Заказ №

РИО ПГАУ
440014, г. Пенза, ул. Ботаническая, 30