

**Приложение**  
к ОПОП по профессии  
15.01.05 Сварщик (ручной и  
частично механизированной

сварки (наплавки)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ  
ПМ.05 ГАЗОВАЯ СВАРКА (НАПЛАВКА)**

2021 г

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
МОДУЛЯ (ВИДА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ ПМ.05 ГАЗОВАЯ СВАРКА (НАПЛАВКА)

## 1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа профессионального модуля является частью примерной основной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО 15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

## 1.2. Цель и планируемые результаты освоения профессионального модуля

В результате изучения программы профессионального модуля студент должен освоить вид деятельности частично механизированная сварка (наплавка) плавлением и соответствующие ему профессиональные компетенции:

Код	Профессиональные компетенции
ПК 5.1.	Выполнять газовую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.
ПК 5.2.	Выполнять газовую сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.
ПК 5.3.	Выполнять газовую наплавку.

Освоение профессионального модуля направлено на развитие общих компетенций:

Код	Общие компетенции
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем
ОК 3.	Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.
ОК 4.	Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством.

В результате освоения профессионального модуля студент должен:

<b>иметь практический опыт</b>	проверки оснащенности поста газовой сварки; настройки оборудования для газовой сварки (наплавки); выполнения газовой сварки (наплавки) различных деталей и конструкций;
<b>уметь</b>	проверять работоспособность и исправность оборудования для газовой сварки (наплавки); настраивать сварочное оборудование для газовой сварки (наплавки); владеть техникой газовой сварки (наплавки) различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;
<b>знать</b>	знать: основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых газовой сваркой

	<p>(наплавкой); основные группы и марки материалов, свариваемых газовой сваркой (наплавкой); сварочные (наплавочные) материалы для газовой сварки (наплавки); технику и технологию газовой сварки (наплавки) различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва; правила эксплуатации газовых баллонов; правила обслуживания переносных газогенераторов; причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления;</p>
--	--

## 2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ

### 2.1. Структура профессионального модуля ПМ.05 ГАЗОВАЯ СВАРКА (НАПЛАВКА)

Коды профессиональных компетенций	Наименования разделов профессионального модуля	Всего часов (макс. учебная нагрузка и практики)	Объем времени, отведенный на освоение междисциплинарного курса (курсов)			Практика	
			Обязательная аудиторная учебная нагрузка студента		Внеаудиторная (самостоятельная) работа студента	Учебная, часов	Производственная (по профилю специальности), часов
			Всего, часов	в т.ч. лабораторные работы и практические занятия (работы), часов			
1	2	3	4	5	6	7	8
ПК 5.1 ПК 5.2 ПК 5.3.	<b>Раздел 1 ПМ 05.</b> Газовая сварка и наплавка деталей из углеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов <b>МДК. 05.01.</b> Техника и технология газовой сварки (наплавки)	384	114	52	54	216	
	<b>Производственная практика (концентрированная)</b>	288					288
	<b>Всего:</b>	672	114	52	54	216	288

## 2.2. Тематический план и содержание профессионального модуля (ПМ) ПМ.05 Газовая сварка (наплавка)

Наименование разделов профессионального модуля (ПМ), междисциплинарных курсов (МДК) и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы и практические занятия, самостоятельная работа студента	Объем часов
1	2	3
<b>Раздел 1 ПМ 05.</b> Газовая сварка и наплавка деталей из углеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов		<b>672</b>
<b>МДК. 05.01.</b> Техника и технология газовой сварки (наплавки)		<b>168</b>
Тема 1.1. Оборудование и аппаратура для газовой сварки	<b>Содержание</b>	<b>25</b>
	1. Ацетиленовые генераторы: назначение, классификация, конструкция, принцип работы	
	2. Предохранительные затворы: назначение, классификация, конструкция, принцип работы	
	3. Баллоны для сжатых и сжиженных газов: назначение, классификация, конструкция, хранение и транспортировка	
	4. Запорные вентили для баллонов: назначение, классификация, конструкция, принцип работы	
	5. Редукторы для сжатых газов: назначение, классификация, конструкция, принцип работы	
	6. Перепускные рампы: назначение, классификация, конструкция	
	7. Рукава и трубопроводы: назначение, классификация, хранение	
	8. Сварочные горелки: назначение, классификация, конструкция, принцип работы	
<b>Лабораторные работы</b>		<b>8</b>

	<b>Лабораторная работа №1.</b> Изучение конструкции типовых редукторов для сжатых газов и определение некоторых рабочих характеристик приборов	4
	<b>Лабораторная работа №2.</b> Изучение конструкции газовых баллонов	4
	<b>Практические занятия</b>	<b>12</b>
	<b>Практическое занятие № 1</b> Ознакомление с конструкцией и принципом работы водяного предохранительного затвора	4
	<b>Практическое занятие № 2</b> Изучение конструкции и принципа работы запорного вентиля	4
	<b>Практическое занятие № 3</b> Анализ конструктивных особенностей сварочных горелок (инжекторной и безинжекторной).	4
Тема 1.2. Технология газовой сварки	<b>Содержание</b>	<b>17</b>
	1. Сварочные материалы для газовой сварки: кислород, карбид кальция, ацетилен и другие горючие газы, флюсы, сварочная проволока	
	2. Подготовка и сборка деталей под сварку: очистка свариваемых кромок, разделка кромок под сварку и наложение прихваток	
	1. Сварочное пламя: строение, виды, температура, металлургическое взаимодействие	
	2. Способы газовой сварки: левый и правый	
	3. Параметры режима газовой сварки: мощность пламени, диаметр присадочного прутка (проволоки),	
	4. Техника наложения сварных швов в различных пространственных положениях	
	5. Особенности газовой сварки конструкционных углеродистых и легированных сталей	
	8. Особенности газовой сварки цветных металлов и сплавов	
	7. Напряжения и деформации при сварке: причины возникновения, предотвращение, устранение	
10. Дефекты сварных соединений		

	11. Меры безопасности при выполнении газопламенных работ	
	<b>Практические занятия</b>	<b>20</b>
	<b>Практическое занятие № 1</b> Заполнение таблицы «Сварочные материалы для газовой сварки»	4
	<b>Практическое занятие № 2</b> Изучение строения и характеристик ацетиленокислородного пламени	4
	<b>Практическое занятие № 3</b> Расчет режима сварки углеродистых сталей и проведение процесса сварки	4
	<b>Практическое занятие № 4</b> Расчет режима сварки легированных сталей и проведение процесса сварки	4
	<b>Практическое занятие № 5</b> Выбор режима сварки цветных металлов и проведение процесса сварки	4
Тема 1.3. Газовая наплавка и пайка	<b>Содержание</b>	<b>20</b>
	1. Общие сведения о наплавке: назначение; сущность наплавки; преимущества и недостатки, способы, материалы	
	2. Наплавка цветных металлов и твердых сплавов: назначение, материалы для наплавки, технология выполнения	
	3. Газопорошковая наплавка: назначение, материалы для наплавки, технология выполнения	
	4. Газопламенная пайка металлов и сплавов: назначение, материалы для пайки, преимущества и недостатки, виды, технология выполнения	
	<b>Практические занятия</b>	<b>12</b>
	<b>Практическое занятие № 1</b> Выбор режима и выполнения процесса наплавки твердых сплавов	6
	<b>Практическое занятие № 2</b> Выбор режима и выполнения процесса пайки черных и цветных металлов твёрдыми и мягкими припоями	6



<p><b>Самостоятельная работа при изучении раздела 1 ПМ .05.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- систематическая проработка конспектов занятий, учебной, дополнительной и справочной литературы при подготовке к занятиям;</li> <li>- подготовка к практическим и лабораторным работам с использованием методических рекомендаций преподавателя, оформление практических и лабораторных работ и подготовка их к защите;</li> <li>- подготовка к выполнению индивидуальных заданий;</li> </ul>	<p><b>54</b></p>
<p><b>Тематика домашних заданий</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из стали, выполняемых газовой сваркой и обозначение их на чертежах.</li> <li>2. Определить основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений из цветных металлов, выполняемых газовой сваркой и обозначение их на чертежах.</li> <li>3. Перечислить сварочные материалы для газовой сварки сталей.</li> <li>4. Перечислить сварочные материалы для газовой сварки цветных металлов.</li> <li>5. Назвать наплавочные материалы для газовой наплавки.</li> <li>6. Объяснить устройство сварочного оборудования для газовой сварки.</li> <li>7. Сформулировать правила безопасной эксплуатации газовых баллонов.</li> <li>8. Объяснить как осуществляется проверка оснащенности и исправности оборудования поста газовой сварки.</li> <li>9. Представить технологию газовой сварки углеродистых и легированных сталей.</li> <li>10. Объяснить технологию газовой сварки цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.</li> <li>11. Изложить технологию газовой наплавки.</li> <li>12. Выписать причины возникновения дефектов сварных швов при газовой сварке и способы их устранения.</li> </ol>	
<p><b>Учебная практика</b></p> <p><b>Виды работ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Организация рабочего места и правила безопасности труда при газовой сварке.</li> <li>2. Подготовка поста газовой сварки к работе.</li> <li>3. Подбор режимов газовой сварки низкоуглеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и их сплавов: регулирование мощности пламени, определение диаметра присадочной проволоки.</li> <li>4. Подготовка под газовую сварку деталей из углеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и их сплавов.</li> <li>5. Наплавка валиков на пластины из низкоуглеродистой стали в нижнем положении.</li> <li>6. Наплавка валиков на пластины из низкоуглеродистой стали в наклонном положении.</li> </ol>	<p><b>216</b></p>

7. Наплавка валиков на пластины из низкоуглеродистой стали в вертикальном положении.
8. Наплавка валиков на пластины из низкоуглеродистой стали в горизонтальном положении.
9. Наплавка валиков на пластины из низкоуглеродистой стали по замкнутым контурам.
10. Сварка пластин с отбортовкой кромок, выполнение нахлесточных соединений.
11. Выполнение газовой сваркой угловых соединений пластин из низкоуглеродистой стали в различных положениях сварного шва.
12. Выполнение газовой сваркой тавровых соединений пластин из низкоуглеродистой стали в различных положениях сварного шва.
13. Сварка стыковых соединений без скоса кромок пластин из низкоуглеродистой стали в нижнем положении сварного шва
14. Сварка стыковых соединений с V- и X-образным скосом кромок пластин из низкоуглеродистой стали в нижнем положении сварного шва.
15. Сварка стыковых соединений пластин из низкоуглеродистой стали в вертикальном положении сварного шва
16. Сварка стыковых соединений пластин из низкоуглеродистой стали в горизонтальном положении сварного шва
17. Сборка деталей из низкоуглеродистых сталей с применением приспособлений и на прихватках.
18. Многослойная наплавка на пластины из низкоуглеродистой стали.
19. Многослойная наплавка на цилиндрические поверхности из низкоуглеродистой стали.
20. Наплавка валиков на пластины из низкоуглеродистой стали в потолочном положении.
21. Многослойная сварка пластин из низкоуглеродистой стали встык с V-образной разделкой кромок.
22. Многослойная сварка пластин из низкоуглеродистой стали встык с X-образной разделкой кромок.
23. Сборка стыков труб под сварку.
24. Сварка труб встык без скоса кромок и при различных положениях стыка в пространстве (при горизонтальном положении оси трубы, под углом  $30^{\circ}$ ,  $45^{\circ}$ ,  $60^{\circ}$  и  $90^{\circ}$ ).
25. Сварка неповоротных стыков труб.
26. Наплавка валиков на пластины из легированной стали в нижнем положении.
27. Наплавка валиков на пластины из легированной стали в наклонном положении.
28. Наплавка валиков на пластины из легированной стали в вертикальном положении.
29. Наплавка валиков на пластины из легированной стали в горизонтальном положении.
30. Выполнение газовой сварки угловых швов пластин из углеродистой и конструкционной стали в различных положениях сварного шва.

<p>31. Выполнение газовой сварки кольцевых швов труб из углеродистой и конструкционной стали в различных положениях сварного шва.</p> <p>32. Выполнение газовой сварки стыковых и угловых швов пластин толщиной 1,5-10 мм из легированной нержавеющей стали, алюминия и его сплавов в горизонтальном, вертикальном и потолочном положениях.</p> <p>33. Выполнение газовой сварки кольцевых швов труб диаметром 25-250 мм, с толщиной стенок 1,6 -6 мм из легированной нержавеющей стали в горизонтальном и вертикальном положении.</p> <p>34. Выполнение газовой сварки кольцевых швов труб диаметром 25-250 мм, с толщиной стенок 1,6 -6 мм шва из легированной нержавеющей стали в наклонном положении под углом 45°.</p> <p>35. Выполнение газовой сварки кольцевых швов труб диаметром 25-250 мм, с толщиной стенок 1,6 -6 мм из алюминия и его сплавов в горизонтальном и вертикальном положении.</p> <p>36. Выполнение газовой сварки кольцевых швов труб диаметром 25-250 мм, с толщиной стенок 1,6 -6 мм из алюминия и его сплавов в наклонном положении под углом 45°.</p> <p>37. Выполнение комплексной работы.</p>	
<p><b>Производственная практика (концентрированная)</b>  <b>Виды работ</b></p> <p>1. Организация рабочего места и правила безопасности труда при ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитном газе.</p> <p>2. Чтение чертежей, схем, маршрутных и технологических карт.</p> <p>3. Выполнение подготовки деталей из углеродистых и конструкционных сталей цветных металлов и их сплавов под сварку.</p> <p>4. Выполнение подготовки деталей под сварку.</p> <p>5. Выполнение сборки деталей из углеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и их сплавов под сварку на прихватках и с применением сборочных приспособлений.</p> <p>6. Выполнение сборки деталей из легированной стали под сварку на прихватках и с применением сборочных приспособлений.</p> <p>7. Выполнение газовой сварки угловых швов пластин из углеродистой стали в различных положениях сварного шва.</p> <p>8. Выполнение газовой сварки стыковых и угловых швов пластин из легированной нержавеющей стали, алюминия и его сплавов в горизонтальном вертикальном и потолочном положении.</p> <p>9. Выполнение газовой сварки кольцевых швов труб из легированной нержавеющей стали в горизонтальном и вертикальном положении.</p>	<p><b>288</b></p>

<p>10.Выполнение газовой сварки кольцевых швов труб из легированной нержавеющей стали в наклонном положении под углом 45 °.</p> <p>11.Выполнение газовой сварки кольцевых швов труб из алюминия и его сплавов в горизонтальном и вертикальном положении.</p> <p>12.Выполнение газовой сварки кольцевых швов труб из алюминия и его сплавов наклонном положении под углом</p> <p>13.Заварка отверстий и постановка заплат на детали из низкоуглеродистой стали.</p> <p><b>Экзамен по модулю</b></p>	
<b>ИТОГО</b>	<b>672</b>

### **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПМ.05 ГАЗОВАЯ СВАРКА (НАПЛАВКА)**

#### **3.1. Материально-техническое обеспечение**

Реализация программы предполагает наличие учебного кабинета - теоретических основ сварки и резки металлов, мастерская: сварочная;

Оборудование учебного кабинета и рабочих мест кабинета:

- рабочее место преподавателя;
- посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся);
- комплект учебно-методической документации (учебники и учебные пособия);
- сварочный симулятор;
- наглядные пособия:
  - макеты, демонстрирующие конструкцию источников питания,
  - макеты сборочного оборудования,
  - плакаты с конструкцией источников, демонстрационные стенды,
  - плакаты с технологическими цепочками изготовления отдельных видов сварных конструкций,
  - демонстрационные стенды со вспомогательными инструментами,
  - комплект видеofilмов с описанием технологических процессов изготовления различных сварных конструкций по учебному плану-решётчатых конструкций, балок, резервуаров (горизонтальных и вертикальных), монтажу трубопроводов и т.п.;
  - комплект образцов сварных соединений труб и пластин из углеродистой и легированной стали, цветных металлов и сплавов, в т. ч. с дефектами (не менее, чем по три образца со стыковыми швами пластин и труб, сваренных в различных пространственных положениях из углеродистой, легированной стали, цветных металлов и сплавов соответственно; не менее, чем по три образца с угловыми швами пластин, сваренных в различных пространственных положениях из углеродистой, легированной стали, цветных металлов и сплавов соответственно);
  - комплект плакатов со схемами и порядок проведения отдельных видов контроля качества, демонстрационные стенды с образцами сварных швов, в которых наблюдаются различные дефекты сварки.
- технические средства обучения:
  - компьютеры с лицензионным обеспечением;
  - мультимедийный проектор.

Оборудование мастерской и рабочих мест мастерской:

Оборудование сварочной мастерской:

- рабочее место преподавателя;
  - вытяжная вентиляция - по количеству сварочных постов;
- Оборудование сварочного поста для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) металлов на 1 рабочее место (на группу 12 чел):
  - комплект сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки, резки);
  - сварочный стол;
  - приспособления для сборки изделий;
  - молоток-шлакоотделитель;
  - разметчики (кern, чертилка);
  - маркер для металла белый;
  - маркер для металла черный.
- Инструменты и принадлежности на 1 рабочее место (на группу 12 чел):
  - угольник;
  - линейка металлическая;

- зубило;
  - напильник треугольный;
  - напильник круглый;
  - стальная линейка;
  - пассатижи (плоскогубцы);
  - штангенциркуль;
  - комплект визуально-измерительного контроля (ВИК).
- Защитные средства на 1 обучающегося (на группу 12 чел):
- костюм сварщика (подшлемник, куртка, штаны);
  - защитные очки;
  - защитные ботинки;
  - краги спилковые.
- Дополнительное оборудование мастерской (полигона):
- столы металлические;
  - стеллажи металлические;
  - стеллаж для хранения металлических листов.

### **3.2. Информационное обеспечение обучения**

Перечень используемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы.

#### Основные источники:

1. Чеботарёв, М. И. Сварочное дело: газовая сварка и резка металла : учебное пособие / М. И. Чеботарёв, В. Л. Лихачёв, Б. Ф. Тарасенко. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-9729-0397-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/98454.html> (дата обращения: 12.01.2021). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

#### Дополнительные источники:

1. Банов М.Д. Специальные способы сварки и резки. 2009
2. Галушкина В.Н. Технология производства сварных конструкций. Академия, 2013.
3. Маслов Б.Г. Академия «Производство сварных конструкций» 2012.
4. Овчинников В.В. Современные виды сварки. Академия 2012.
5. Овчинников В.В. Сварка резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугунов во всех пространственных измерениях. Академия, 2014.
6. Чернышов Г.Г. Сварочное дело. 2007.

#### Интернет ресурсы:

1. Электронный ресурс «Сварка», форма доступа: [www.svarka-reska.ru](http://www.svarka-reska.ru) – [www.svarka.net](http://www.svarka.net), [www.svarka-reska.ru](http://www.svarka-reska.ru)
2. Сайт в интернете «Сварка и сварщик», форма доступа: [www.weldering.com](http://www.weldering.com)

#### Нормативные документы:

1. ГОСТ 2601-84. Сварка металлов. Термины и определение основных понятий.
2. ГОСТ 9466-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия.
3. ГОСТ 9467-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы.

4. ГОСТ 10051-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки поверхностных слоёв с особыми свойствами. Типы.
5. ГОСТ 10052-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами. Типы.
6. ГОСТ 11969-79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения.
7. ГОСТ 23870-79 Свариваемость сталей. Метод оценки влияния сварки плавлением на основной металл.

#### **4. КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО МОДУЛЯ (ВИДА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ)**

<b>Результаты (освоенные профессиональные компетенции)</b>	<b>Основные показатели оценки результата</b>
ПК 5.1 Выполнять газовую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.	<p>Организация рабочего места в соответствии с нормативными документами.</p> <p>Подбор инструментов и оборудования в соответствии с инструкционной картой.</p> <p>Подбор режимов сварки в соответствии с технологической картой.</p> <p>Подбор сварочных материалов в соответствии с инструкционной картой.</p> <p>Сварка металла в соответствии с технологической картой.</p>
ПК 5.2 Выполнять газовую сварку различных деталей из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва.	<p>Организация рабочего места в соответствии с нормативными документами.</p> <p>Подбор инструментов и оборудования в соответствии с инструкционной картой.</p> <p>Подбор режимов сварки в соответствии с технологической картой.</p> <p>Подбор сварочных материалов в соответствии с инструкционной картой.</p> <p>Сварка деталей из цветных металлов и сплавов в соответствии с технологической картой.</p>
ПК 5.3 Выполнять газовую наплавку.	<p>Чтение чертежей.</p> <p>Определение линейных размеров наплавляемой поверхности.</p> <p>Организация рабочего места, подбор инструмента, приспособлений и оборудования для подготовки наплавляемой поверхности.</p> <p>Охрана труда при подготовке деталей и узлов к наплавке.</p> <p>Определение способа наплавки.</p> <p>Организация рабочего места, подбор инструмента, приспособлений и оборудования для наплавки деталей и узлов инструментами.</p> <p>Подбор режимов наплавки.</p> <p>Наплавка деталей и узлов.</p> <p>Охрана труда при наплавке.</p> <p>Определение способа обработки наплавленной поверхности.</p>

	<p>Подбор инструмента, приспособлений и оборудования для обработки наплавленной поверхности.</p> <p>Обработка наплавленной поверхности.</p> <p>Охрана труда при обработке наплавленной поверхности.</p>
<p>ОК 1 Понимать сущность и социальную значимость будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес</p>	<p>Представляет актуальный профессиональный и социальный контекст, в котором приходится работать и жить.</p> <p>Определяет алгоритмы выполнения работ в профессиональной и смежных областях</p> <p>Объясняет сущность и/или значимость социальную значимость будущей профессии.</p> <p>Анализирует задачу профессии и выделять её составные части.</p>
<p>ОК 2 Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.</p>	<p>Представляет содержание актуальной нормативно-правовой документации</p> <p>Определяет возможные траектории профессиональной деятельности</p> <p>Проводит планирование профессиональной деятельности</p>
<p>ОК 3 Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.</p>	<p>Распознает рабочую проблемную ситуацию в различных контекстах.</p> <p>Определяет основные источники информации и ресурсы для решения задач и проблем в профессиональном контексте.</p> <p>Устанавливает способы текущего и итогового контроля профессиональной деятельности.</p> <p>Намечает методы оценки и коррекции собственной профессиональной деятельности.</p> <p>Создает структуру плана решения задач по коррекции собственной деятельности.</p> <p>Представляет порядок оценки результатов решения задач собственной профессиональной деятельности.</p> <p>Оценивает результат своих действий (самостоятельно или с помощью наставника)</p>
<p>ОК 4 Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.</p>	<p>Анализирует планирование процесса поиска.</p> <p>Формулирует задачи поиска информации</p> <p>Устанавливает приемы структурирования информации.</p> <p>Определяет номенклатуру информационных источников, применяемых в профессиональной деятельности.</p> <p>Определяет необходимые источники информации.</p> <p>Систематизировать получаемую информацию.</p> <p>Выявляет наиболее значимое в перечне информации.</p> <p>Составляет форму результатов поиска информации.</p> <p>Оценивает практическую значимость результатов поиска.</p>
<p>ОК 5 Использовать информационно-коммуникационные технологии в</p>	<p>Определяет современные средства и устройства информатизации.</p> <p>Устанавливает порядок их применения и программное</p>



<p>профессиональной деятельности.</p>	<p>обеспечение в профессиональной деятельности.          Выбирает средства информационных технологий для решения профессиональных задач.          Определяет современное программное обеспечение.          Применяет средства информатизации и информационных технологий для реализации профессиональной деятельности.</p>
<p>ОК 6 Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством</p>	<p>Описывает психологию коллектива.          Определяет индивидуальные свойства личности.          Представляет основы проектной деятельности          Устанавливает связь в деловом общении с коллегами, руководством, клиентами.          Участвует в работе коллектива и команды для эффективного решения деловых задач.          Проводит планирование профессиональной деятельности</p>

**Перечень лабораторных работ и практических занятий**

Изучение конструкции типовых редукторов для сжатых газов и определение некоторых рабочих характеристик приборов	4
Изучение конструкции газовых баллонов	4
Ознакомление с конструкцией и принципом работы водяного предохранительного затвора	4
Изучение конструкции и принципа работы запорного вентиля	4
Анализ конструктивных особенностей сварочных горелок (инжекторной и безинжекторной). Изучение принципа работы инжекторной горелки	4
Заполнение таблицы «Сварочные материалы для газовой сварки»	4
Изучение строения и характеристик ацетиленокислородного пламени	4
Расчет режима сварки углеродистых сталей и проведение процесса сварки	4
Расчет режима сварки легированных сталей и проведение процесса сварки	4
Выбор режима сварки цветных металлов и проведение процесса сварки	4
Выбор режима и выполнения процесса наплавки твердых сплавов	6
Выбор режима и выполнения процесса пайки черных и цветных металлов твёрдыми и мягкими припоями	6

## Лабораторная работа №1.

### Изучение конструкции типовых редукторов для сжатых газов и определение некоторых рабочих характеристик приборов

- Цель работы:
1. Изучение устройства, работы и способов крепления кислородных и ацетиленовых редукторов.
  2. Определение чувствительности регулировки и перепада давления кислородного однокамерного редуктора.

#### I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Редукторы предназначены для понижения давления сжатого газа в баллоне или трубопроводе до рабочего давления, под которым газ должен поступать в горелку или резак, и для автоматического поддержания этого давления на заданном уровне. Кроме того, при помощи редуктора производится регулирование давления и расхода сжатого газа, а также перекрытие подачи его при прекращении работы.

От работы редуктора в значительной степени зависят качество и экономичность процесса газовой сварки, резки и других видов газопламенной обработки металлов. Для правильного выбора редукторов нужно знать его характеристику и ли уметь ее определять. К числу основных характеристик редукторов относятся рабочее давление, пропускная способность, чувствительность регулировки, перепад давления и предел редуцирования.

Пропускная способность характеризуется количеством газа, которое может быть пропущено в единицу времени, обычно в  $\text{дм}^3/\text{с}$  ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ). Рамповые редукторы имеют пропускную способность до  $69450 \times 10^{-3} \text{ дм}^3/\text{с}$  ( $250 \text{ м}^3/\text{ч}$ ), а постовые – не более  $16668 \times 10^{-3} \text{ дм}^3/\text{с}$  ( $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ ).

Чувствительность регулировки  $P'$  ( $\text{кгс}/\text{см}^2$ ) характеризуется изменением рабочего давления газа при повороте регулировочного винта на  $90^\circ$ , или на  $1/4$  оборота, и определяется по формуле

$$P' = P_2 - P_0,$$

где  $P_0$  – показания манометра при установленном рабочем давлении в  $\text{кгс}/\text{см}^2$ ;

$P_2$  – то же после поворота регулировочного винта на  $1/4$  оборота в  $\text{кгс}/\text{см}^2$ .

Для постовых кислородных редукторов  $P'$  обычно составляет  $0,5 \div 1,5 \text{ кгс}/\text{см}^2$  ( $0,05 \div 0,15 \text{ МПа}$ ).

Перепад давления представляет собой величину изменения рабочего давления в камере низкого давления редуктора при прекращении отбора газа. Перепад давления  $\Delta P$  определяется по формуле

$$\Delta P = \frac{P_1 - P_2}{100\%},$$

где  $P_1$  – давление в рабочей камере после прекращения отбора газа в  $\text{кгс}/\text{см}^2$ ;

$P_2$  – то же при отборе газа в  $\text{кгс}/\text{см}^2$ .

Для постовых редукторов  $\Delta P$  составляет  $15 \div 30\%$ .

Пределом редуцирования называется наименьшее давление газа в баллоне или сети, при котором рабочее давление в редукторе начинает быстро падать. Обычно предел редуцирования примерно в два раза превышает рабочее давление газа после редуктора:  $P_{1 \text{ min}} \approx 2P_2$ , где  $P_{1 \text{ min}}$  – давление в баллоне,

$P_2$  – рабочее давление.

Одной из неполадок при эксплуатации редукторов является самотек, т.е. просачивание газа из камеры высокого давления в камеру низкого давления при полностью закрытом клапане. Это происходит вследствие износа клапана или неплотного прилегания его к седлу. Для устранения самотека уплотнитель клапана шлифуют и полируют наждачной бумагой, натянутой на стекло, а седло клапана притирают.

#### II. ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТЫ

### Необходимое оборудование и инструменты

1. Кислородный редуктор.
2. Баллон кислородный.
3. Горелка (или резак).
4. Шланги.
5. Гаечный ключ.

### Порядок выполнения работы

#### А. Изучение устройства и работы редуктора

1. Разобрать кислородный редуктор.
2. Найти основные его части, рассмотреть их и уяснить назначение каждой из них.
3. Определить способ крепления редуктора к баллону и начертить эскиз крепления.
4. Составит техническую характеристику испытываемого редуктора и данные внести в таблицу 2.

Таблица 2 - Техническая характеристика редуктора

Показатели	Марка редуктора
Редуцируемый газ	
Окраска корпуса	
Число ступеней редуцирования	
Максимальное давление на входе, кгс/см <sup>2</sup> .	
Пределы регулирования рабочего давления, кгс/см <sup>2</sup> .	
Габаритные размеры в миллиметрах	
Способ присоединения к баллону	

#### Б. Определение чувствительности регулировки и перепада давления кислородного редуктора.

1. Продуть вентиль баллона и присоединить к нему редуктор, кислородный шланг и горелку (или резак). Перед присоединением редуктора проверить отсутствие следов масла и жира, исправность накидной гайки и наличие фибровой прокладки. Открывание кислородного вентиля должно быть плавным, при полностью ослабленном вентиле редуктора.
2. При открытом кислородном вентиле на горелке отрегулировать первоначальное рабочее давление  $P_0 = 2 \div 4$  кгс/см<sup>2</sup> (0,2 ÷ 0,4 МПа).
3. Повернуть по часовой стрелке регулировочный винт редуктора на  $\frac{1}{4}$  оборота и снять показания манометра ( $P_2$ ).
4. Перекрыть кислородный вентиль и снова снять показания манометра ( $P_1$ ).
5. Опыт повторить три раза и определить среднее значение.
6. Результаты замеров занести в таблицу 3.
7. По результатам опыта вычислить по вышеприведенным формулам чувствительность регулировки редуктор  $P'$  и перепад давления  $\Delta P$ .

Таблица 3 - Определение чувствительности регулировки и перепада давления кислородного редуктора

Показатели	Показания манометра низкого давления, кгс/см <sup>2</sup>			
	1-й замер	2-й замер	3-й замер	Среднее значение
$P_0$				
$P_1$				
$P_2$				
Расчеты чувствительности регулировки $P'$				
Расчеты перепада давления $\Delta P$				

1. Каково назначение редукторов?
2. Дайте определение основных характеристик редукторов.
3. В чем отличие баллонных редукторов от постовых?
4. Как определяется чувствительность регулировки и перепад давления?
5. Что называется самотеком редуктора и каковы его причины?

### **Лабораторная работа №2**

#### **Изучение конструкции газовых баллонов**

- Цель работы: 1. Ознакомление с устройством ацетиленового и кислородного баллона.  
2. Изучение конструкции вентиляей.

#### **I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ**

##### **Баллоны**

Для хранения и перевозки сжатых (азота, кислорода, водорода, воздуха и др.), сжиженных (аммиака, углекислоты) и растворенных (ацетилена) газов под давлением выше атмосферного применяют баллоны различной емкости – от  $0,4 \times 10^{-3}$  до  $55 \times 10^{-3}$  м<sup>3</sup> (0,4—55 л). Согласно ГОСТу 949—57 баллоны изготавливаются из бесшовных углеродистых или легированных стальных труб с условным давлением до 20 Мн/м<sup>2</sup> (200 кг/см<sup>2</sup>).

Для некоторых сжиженных газов (пропана, бутана, а иногда и растворенного ацетилена) при рабочем давлении не выше 3 Мн/м<sup>2</sup> (30кг/см<sup>2</sup>) применяют сварные баллоны.

Бесшовный баллон состоит из цилиндрического корпуса, на нижнюю часть которого насажен опорный башмак, придающий баллону устойчивость в вертикальном положении. Горловина баллона имеет отверстие со сквозной конической резьбой, в которую ввернут конический штуцер запорного вентиля. На горловину баллона надето и расчеканено штампованное стальное кольцо с предохранительным колпачком.

На верхней сферической части каждого баллона выбиты следующие клейма:

1. Товарный знак завода-изготовителя.
2. Номер баллона.
3. Дата (месяц и год) изготовления или испытания и год следующего освидетельствования.
4. Допускаемое рабочее и пробное гидравлическое давление.
5. Емкость баллона в кубических метрах (литрах).
6. Масса баллонов в килограммах.
7. Клеймо ОТК.

Например, клеймо 9-98-03, выбитое на сферической поверхности баллона, означает, что баллон изготовлен в сентябре 1998 года и подлежит освидетельствованию через пять лет, т.е. в сентябре 2003 года.

Наружную поверхность баллонов для предохранения от коррозии окрашивают масляной, эмалевой или нитрокраской. Участок, на котором выбито клеймо, покрывают бесцветным лаком и краской обводят границы участка в виде рамки. Кроме клейма, на баллон наносят также надпись, указывающую его назначение, а на некоторые баллоны – дополнительные поперечные полосы определенного цвета.

*Таблица 1- Цвета условной окраски баллонов*

Газ	Цвет окраски	Текст надписи	Цвет надписи
Ацетилен	Белый	Ацетилен	Красный
Водород	Темно-зеленый	Водород	Красный
Воздух	Черный	Сжатый воздух	Белый
Кислород	Голубой	Кислород	Черный
Пропан	Красный	Пропан	Черный

Прочие горючие газы	Красный	Наименование газа	Белый
---------------------	---------	-------------------	-------

**Кислородные баллоны.** Газообразный кислород хранят и транспортируют в стальных баллонах под давлением 15 Мн/м<sup>2</sup> (150 ат). При газопламенной обработке металлов наиболее часто применяют баллоны емкостью 40\*10<sup>-3</sup> м<sup>3</sup> (40 л), высотой 1390 мм и массой 67 кг (без газа). Такой баллон при давлении 15 Мн/м<sup>2</sup> (150 ат) вмещается 6 м<sup>3</sup> кислорода. Кислородные баллоны должны быть обезврежены. Отбор кислорода из баллонов производят до остаточного давления не ниже 0,05 Мн/м<sup>2</sup> (0,5 ат).

**Ацетиленовые баллоны.** Ацетилен хранится и транспортируется в растворенном состоянии под давлением не более 1,9 Мн/м<sup>2</sup> (19 ат) при температуре 20°С. Баллоны заполняются специальной, пористой массой из березового активированного угля (290–320 г угля на 1 дм<sup>3</sup> емкости баллона), пропитанной растворителем ацетилена – ацетоном (225–230 г ацетона на 1 дм<sup>3</sup> емкости баллона). Масса оболочки баллона емкостью 40 дм<sup>3</sup> составляет в среднем 63 кг, а наполненного 82–85 кг. Баллон вмещает 4–4,5 кг ацетилена. Технические требования к ацетиленовым баллонам регламентированы ГОСТом 5948—60.

**Баллоны для сжиженных газов.** Для пропана и пропанобутановой смеси применяют сварные баллоны с толщиной стенок 3мм, емкостью 40 и 55 дм<sup>3</sup>. Они рассчитаны на максимальное рабочее давление 1,6 Мн/м<sup>2</sup> (16 ат). Баллон емкостью 50 дм<sup>3</sup> весит 35 кг.

### Вентили для баллонов

Вентиль – это запорное устройство, которое служит для заполнения баллонов газом и подачи его к потребителю (горелка, резак и т.п.). Укреплен вентиль на горловине баллона при помощи хвостовика с конической резьбой (конусностью 3:25). Накладная гайка редуктора или рамповый змеевик присоединяется к вентилю при помощи бокового штуцера.

Части кислородного вентиля – корпус, шпindel, передаточную муфту, клапан и сальниковую гайку, соприкасающиеся со сжатым кислородом, изготавливают из латуни. Боковой штуцер кислородного вентиля имеет трубную резьбу диаметром ¾". Такой вентиль используют также для баллонов с азотом, воздухом, гелием, аргоном и углекислым газом.

Ацетиленовый баллонный вентиль изготавливают из стали. Присоединительный штуцер вентиля имеет выточку, к которой при помощи специального стального хомута, снабженного натяжным винтом, присоединены редуктор или трубка наполнительной рампы. Вентиль открывают и закрывают специальным торцевым ключом.

## II. ПРОВЕДЕНИЕ РАБОТЫ

### Необходимое оборудование и инструменты:

1. Кислородные, ацетиленовые и пропановые баллоны (пустые и полные).
2. Кислородные, ацетиленовые и пропановые запорные вентили.
3. Редуктор кислородный баллонный.

### Порядок выполнения работы

1. Осмотреть пустой баллон, вычертить его в разрезе и дать название отдельным частям.
2. Переписать паспорт с горловины баллона.
3. Измерить диаметр баллона и его высоту.
4. Записать цвет относительной окраски баллона и надписи на нем.
5. Разобрать баллонный вентилем, определить назначение отдельных деталей и вычертить схематическое устройство.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Опишите устройство кислородного баллона.
2. Каково отличие кислородного баллона от ацетиленового?
3. Как устроен баллон для пропана?
4. Каково назначение запорных баллонных вентиляей?

## Практическое занятие № 1 Ознакомление с конструкцией и принципом работы водяного предохранительного затвора

Предохранительный водяной затвор (ПВЗ) – это устройство, предохраняющее ацетиленовые генераторы и газопроводы от попадания в них обратного удара ( пламени из сварочной горелки или резака).

Предохранительные затворы бывают сухие и жидкие.

Если сварка производится от ацетиленового баллона, предохранительный затвор не ставится.

Предохранительные затворы делятся:

- по пропускной способности 0,8; 1,25; 2,0; 3,2 м<sup>3</sup>/час.

- По предельному давлению:

А) низкого давления до 0,1 кгс/см<sup>2</sup>;

б) среднего давления до 0,7 кгс/см<sup>2</sup>;

в) высокого давления до 1,5 кгс/см<sup>2</sup>;

- По месту установки:

А)центральные- установленные на многопостовых генераторах;

Б)постовые – установленные на трубопроводах у каждого сварочного поста и переносных генераторах.

Конструкция предохранительного затвора должна отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать наименьшее сопротивление потоку газа;

- задерживать и удалять взрывчатую смесь;

- обеспечивать минимальный вынос воды с проходящим через затвор газом;

- обеспечивать наибольшую прочность при испытании (60 кгс/см<sup>2</sup>);

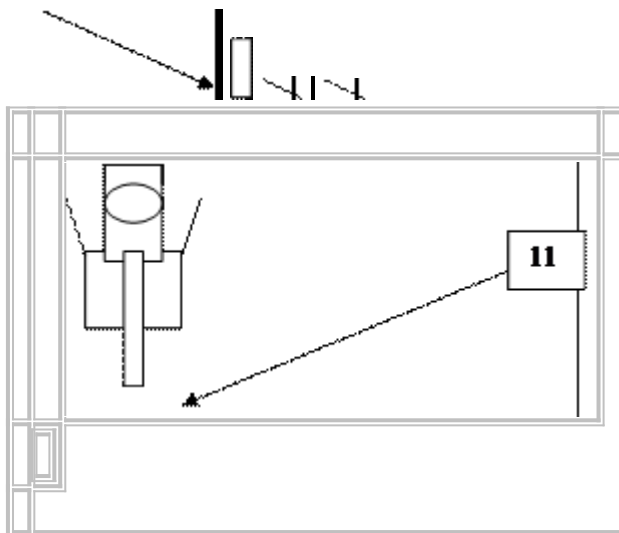
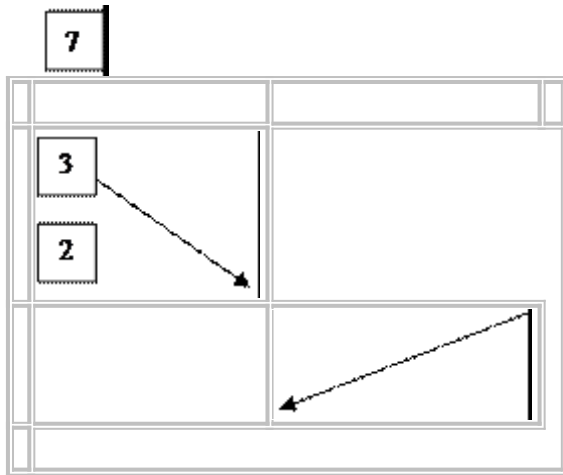
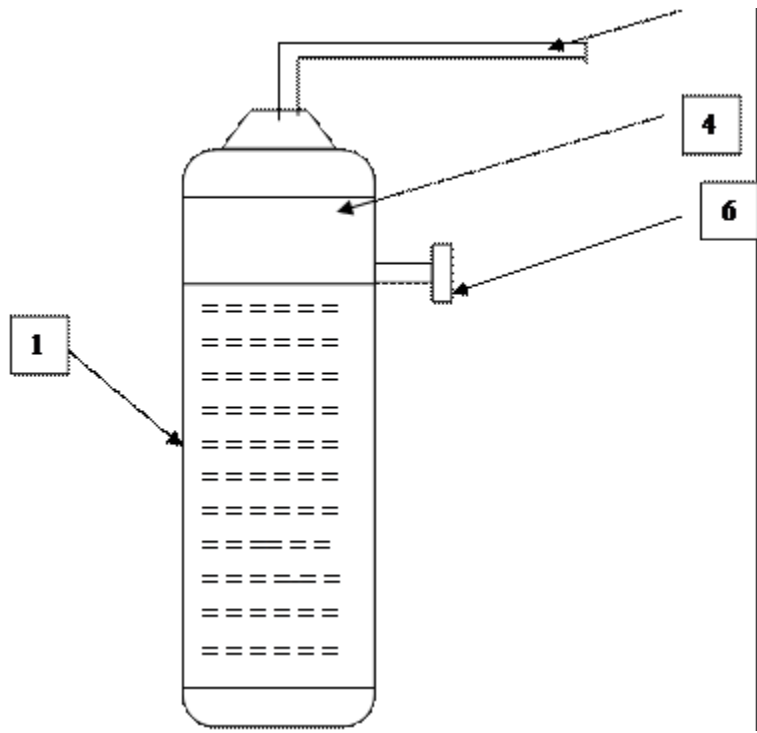
- предохранительный затвор должен быть снабжён устройством для контроля уровня воды;

- иметь хороший доступ для очистки, промывки и ремонта.

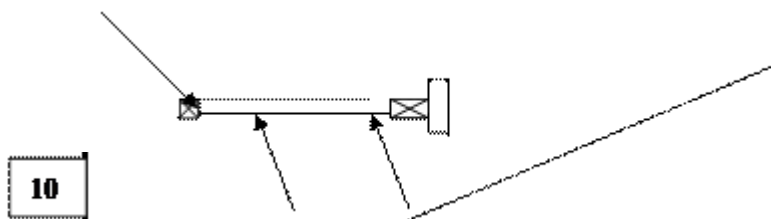
Рассмотрим конструкцию предохранительного затвора среднего давления, производительностью 1,25 и 3,2 м<sup>3</sup>/ч, получившие широкое применение в последнее время.



Затвор состоит из **корпуса 1**, в дно его ввёрнут **обратный клапан**( шарикообразный ) **2** и **колпачок 3**, который ограничивает подъём шарика. В верхней части приварен **рассеиватель 4** и **выходной нипель 5**. Для контроля воды служит **контрольный кран 6** и для слива воды -**сливной кран 7** ( или пробка).







Газоподводящая труба 8 вместе с вентилем 9 и тройником 10 с пробкой 11 вворачивается в нижнюю часть предохранительного затвора. Между тройником и газоподводящей трубкой стоит сетчатый фильтр, который задерживает карбитный ил и другие твёрдые частицы.

При работе ацетилен поднимает шариковый клапан и проходя через слой воды очищается и минуя рассекатель попадает к потребителю.

В случае обратного удара, клапан давлением воды и сгораемых газов прижимается к седлу, препятствуя проникновению пламени в газоподводящую трубку и далее в ацетиленовый генератор.

Затвор заливается водой через верхний штуцер. Давление в затворах не должно превышать 0,7 кгс/см<sup>2</sup>.

Марки водяных затворов ЗСП-8-75, ЗСГ-1,25.

## Практическое занятие № 2 Изучение строения и характеристик ацетиленокислородного пламени

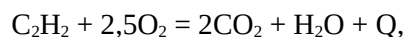
Цель работы: изучить влияние соотношения газов в горючей смеси на строение пламени, и влияние характера пламени на твердость наплавленного металла, угол загиба сварного соединения и геометрические размеры шва.

### I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Регулирование пламени горелки является основным условием качественного выполнения сварки т.к. сварочное пламя определяет состав продуктов сгорания и состав газовой среды сварочной ванны.

Взаимодействие металла с пламенем определяется свойствами металла температурой процесса, давлением и составом газовой фазы.

Полное сгорание ацетилена протекает по реакции:



т.е. на 1 объем ацетилена требуется 2,5 объема кислорода.

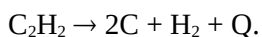
В условиях сварки пламя горит в окружающей его воздушной среде. Воздух неизбежно подсасывается в область пламени, т.к. горючая смесь вытекает из горелки с большой скоростью (до 180÷200 м/с). Поэтому, если в горелку подать на один объем ацетилена 2,5 объема кислорода, который не участвует в процессе горения ацетилена, вызывает понижение температуры пламени и оказывает вредное влияние на расплавленный металл. При сварке в горелку подается значительно меньше кислорода, т.к. сгорание ацетилена частично осуществляется за счет кислорода воздуха.

Строение ацетиленокислородного пламени характеризуется наличием трех зон (рисунок 4).



А – ядро; В – факел; Б – средняя зона  
Рисунок 4 - Внешний вид пламени

Процесс горения ацетилена проходит в несколько стадий, для отдельных зон пламени характерны определенные реакции горения. Горючая смесь, вытекающая из горелки, подогревается теплом горящего пламени. По достижении определенной температуры в зоне А начинается распад ацетилена. Ацетилен легко распадается на углерод и водород с выделением тепла:



Яркий белый цвет придают ядру частички свободного углерода, нагретые до высоких температур. В зоне Б, следующей за ядром пламени, идет горение ацетилена за счет кислорода, поступающего в горелку. В зоне В – факеле пламени – происходит догорание ацетилена с участием кислорода из воздуха.

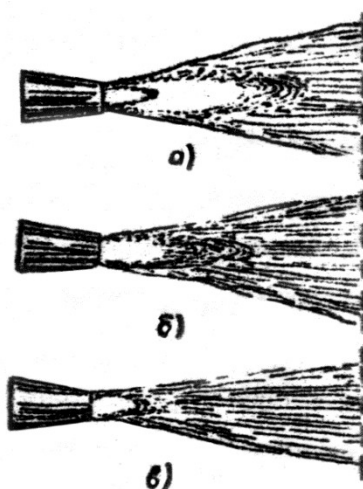
По соотношению объемов газов, подаваемых в горелку (кислорода  $V_k$  и ацетилена  $V_a$ ) и характеризуемого коэффициентом

$\beta = V_k / V_a$ , принято различать:

а) нормальное пламя с  $\beta = 1,1—1,3$ . Для полного сгорания ацетилена достаточно в горелку подать на 1 объем ацетилена 1 объем кислорода. Практически для нормального пламени соотношение газов в горючей смеси берется равным  $1,1 \div 1,3$ , т.к. небольшая часть кислорода горючей смеси расходуется на сжигание водорода до водяного пара и из-за некоторой загрязненности кислорода;

б) пламя с избытком кислорода (окислительное) с  $\beta > 1,3$ ;

в) пламя с избытком ацетилена (науглероживающее) с  $\beta < 1,0$ .



а) с избытком ацетилена, б) нормальное, в) с избытком кислорода

Рисунок 5 - Форма ядра ацетиленокислородного пламени

Строение, реакции горения и свойства ацетиленокислородного пламени

#### Нормальное пламя ( $\beta = 1,1 \div 1,3$ )

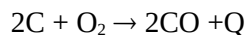
В центре пламени виден ярко-белый язычок А (рисунок 4 и рисунок 5б) правильной цилиндрической формы – ядро пламени. Вокруг ядра сравнительно большая по размерам область пламени Б, имеющая голубоватый цвет. Внешние очертания пламени образуют область В – факел, имеющий желтоватый цвет.

Реакции, характеризующие процесс горения ацетилена, могут быть в первом приближении представлены следующим образом ( $\beta$  принимаемый равным 1,0).

В зоне А – ядре пламени – идет разложение ацетилена по реакции.

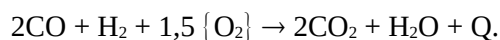
В присутствии кислорода температура начала разложения ацетилена понижается, а скорость процесса возрастает.

В зоне Б, в следующей за ядром пламени, идет горение ацетилена за счет кислорода горючей смеси (1 моль  $O_2$ ). Углерод обладает большей активностью к кислороду и потому начинает гореть раньше водорода:



Оксид углерода и водород являются восстановителями по отношению к оксидам железа, кроме того, они образуют защитную оболочку от проникновения кислорода и азота к расплавленному металлу. Поэтому зона Б является рабочей и пламя в процессе сварки должно касаться расплавленного металла только этой зоной. Содержание  $CO$  и  $H_2$  в средней зоне Б нормального пламени достигает максимальных значений ( $CO$  до 60 % и  $H_2$  до 40%). Кроме этой реакции частично происходит и окисление водорода и окиси углерода. Этому способствует неизбежное подсосывание воздуха и повышение концентрации кислорода. Естественно, что при этом пламя поступает и азот из воздуха. Анализами установлено, что в этой зоне наблюдается до 14% азота, подсосанного из воздуха.

В зоне В – факеле пламени – происходит догорание ацетилена за счет кислорода воздуха:



#### Пламя с избытком кислорода ( $\beta > 1,3$ )

В этом случае для полного сгорания ацетилена расходуется меньшее количество кислорода воздуха. Ядро пламени приобретает конусообразную форму, сокращается по длине и становится менее отчетливым (см. рис. 5в), без заметного разграничения между второй и третьей зонами. За счет более энергичного окисления сокращаются также по длине средняя зона и факел пламени. Окислительное пламя имеет голубоватый оттенок и горит с шумом, степень которого зависит от давления кислорода и величины  $\beta$ . Чем больше содержание кислорода в смеси, тем с большим шумом горит пламя.

Если взять соотношения газа  $\beta = 1,5$ , то ход реакции горения ацетилена может быть представлен следующим образом.

В зоне А, в ядре пламени, уменьшенном по величине и заостренном по форме, происходит, как и в нормальном пламени, распад ацетилена с выделением тепла, накаляющего частицы углерода до яркого свечения:

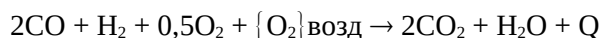


В зоне Б происходит в первую очередь горение углерода за счет кислорода горючей смеси (1,5 моля  $O_2$ ):



При этом благодаря избытку кислорода почти одновременно происходит частичное сгорание  $CO$  в  $CO_2$  и  $H_2$  в  $H_2O$ . Этим и объясняется отсутствие четкой границы между зонами Б и В. В средней Б такого пламени присутствует 6—7% кислорода и около 5% углекислого газа. Восстановительные свойства этой зоны утрачиваются, и она приобретает окислительный характер (обусловленный наличием свободного кислорода).

В зоне В – факеле – идет догорание ацетилена с участием кислорода воздуха:



Таким образом, при сварке пламенем с избытком кислорода расплавление металла происходит в газовой среде, имеющей в составе углекислый газ и пары воды. Такая среда не предохраняет расплавленный металл от окисления его кислородом воздуха и насыщения азотом. В процессе сварки таким пламенем ванна расплавленного металла кипит, впереди нее растекается

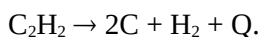
шлак, попадая в наплавленный металл и делая его пористым. Швы, выполненные пламенем с избытком кислорода, по структуре часто имеют вид перегретого металла и обладают пониженными механическими свойствами. Пламя с избытком кислорода используется, для сварки малоуглеродистой стали проволокой, содержащей Si и Mn, при сварке латуни и в качестве подогревающего пламени при резке стали небольшой толщины.

#### Пламя с избытком ацетилена ( $\beta < 1,0$ )

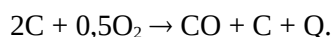
При повышении количества ацетилена в горючей смеси реакции окисления замедляются, а количество горючего, сгорающего за счет кислорода окружающего воздуха, и размеры пламени увеличиваются; ядро пламени теряет резкость своего очертания (см. рис. 5а), а граница между средней зоной пламени Б и факелом В исчезает. При избытке ацетилена количество свободного углерода резко возрастает, внутреннее ядро пламени увеличивается, зона яркого свечения, насыщенная раскаленными частицами сажи, расширяется. В начальной стадии горения (в зоне Б) не хватает кислорода для окисления углерода, поэтому от ядра отходят отдельные белые факелы.

Для пламени с соотношением газов в смеси  $\beta = 0,5$ , реакции горения ацетилена идут следующим образом.

В зоне А происходит разложение ацетилена:

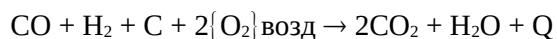


В зоне Б начинается процесс сгорания углерода:



Свободный углерод средней зоны Б науглероживающего пламени будет растворяться в жидком металле сварочной ванны, увеличивая содержание углерода в стали. Это приводит к снижению температуры плавления стали, к увеличению жидкотекучести сварочной ванны. Сварочная ванна широко растекается, валик шва низкий, расплавленный металл протекает в зазор и не дает глубокого провара, а застывает далеко позади пламени.

В зоне В идет догорание ацетилена за счет кислорода воздуха:



Прочность и твердость шва, выполненного пламенем с избытком ацетилена, выше, чем при сварке нормальным пламенем. Пластичность металла низкая, шов хрупкий и разрушается почти без деформации. Пламя с избытком ацетилена имеет различное применение (наплавка, газопрессовая сварка), однако для сварки малоуглеродистой стали обычным методом оно совершенно не приемлемо. Типичные показатели механических свойств сварных швов, выполненных различными видами пламени при сварке малоуглеродистой стали, приведены в приложении в таблице.

## II. ПОРЯДОК РАБОТЫ

### **Необходимое оборудование и материалы**

1. Пост газовой сварки.
2. Пластины из малоуглеродистой стали толщиной 3 ÷ 6 мм.
3. Сварочная проволока марки Св-08А.
4. Пресс Бринеля.
5. Наждачный станок.

### **Порядок выполнения работы**

**А.** Изучение влияния характера пламени на поведение жидкой ванночки.

Этот вопрос изучить при выполнении пункта «Б», обращая внимание на особенности формирования шва и фиксируя поведение жидкой ванночки.

**Б.** Определение влияния характера пламени на твердость металла шва, угол загиба и геометрические размеры шва.

1. Определить по толщине свариваемых пластин мощность пламени и подобрать наконечник горелки.

2. Сварить встык три образца:

- а) нормальным пламенем;
- б) пламенем с избытком ацетилена;
- в) пламенем с избытком кислорода

2. Определить на каждом образце твердость шва и основного металла по Бринелю при нагрузке 3000 кг, предварительно зачистив образцы на наждаке.

4. Определить угол загиба каждого сваренного образца.

Испытание на загиб производится на испытательной машине или в тисках по схеме (рисунок 6). (Приложение нагрузки при испытании производить до появления первой трещины).

5. Собрать встык без зазора и прихватить по краям две пластины, как показано на рисунке 7.

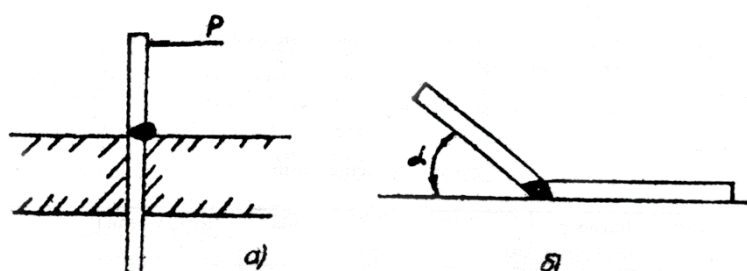


Рисунок 6 - Схема испытания сварных соединений на изгиб (а) и определения угла загиба (б)

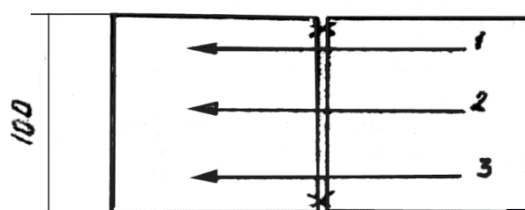


Рисунок 7 - Схема наплавки валиков (x – прихватки).

6. Наплавить валики нормальным пламенем, пламенем с избытком кислорода и пламенем с избытком ацетилена. Каждый последующий шов накладывать после полного остывания (охлаждения) предыдущего.

7. Сломать стык.

8. Замерить геометрические размеры всех швов: ширину –  $b$ , высоту усиления –  $a$ , и глубину провара –  $h$  (рисунок 8).

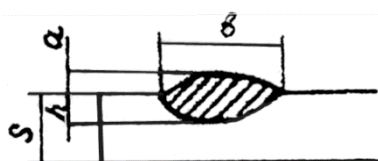


Рисунок 8 - Схема определения  $S$  – толщины образца,  $h$  – глубины провара,  $a$  – высоты усиления,  $b$  – ширины валика

9. Результаты всех опытов занести в таблицу 5.
10. Сделать анализ результатов и выводы по выполненной работе.
11. Изучить реакции горения ацетилена.

**Таблица 5 - Результаты испытаний**

№ п/п	Характер пламени	Диаметр отпечатка, мм	НВ	Угол загиба, градус	Размеры шва		
					B	h	a

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

1. Какое пламя называется нормальным, окислительным и наугле-роживающим?
2. Как регулируется характер (состав горючей смеси) сварочного пламени?
3. Каково влияние состава горючей смеси на:
  - строение и особенности горения ацетиленокислородного пламени?
  - поведение жидкой ванночки и формирование шва?
  - свойства и геометрические размеры шва?
4. Назовите области применения ацетиленокислородного пламени.
5. Расскажите правила зажигания и тушения сварочной горелки.

### Практическое занятие № 3

#### Расчет режима сварки углеродистых сталей и проведение процесса сварки

Цель работы:

1. Освоить расчет основных параметров режима газовой сварки стыкового соединения.
2. Научиться правильно выбирать необходимое оборудование и материалы для газовой сварки.

#### Краткие теоретические сведения

Метод газовой сварки прост, универсален, не требует дополнительного оборудования и используется в заводских условиях, а также при строительном-монтажных и ремонтных работах во всех отраслях народного хозяйства.

Газовая сварка широко применяется для соединения низко и среднеуглеродистых, а также легированных (хромированных, содержание до 0,2% углерода) сталей толщиной до 3 мм. Применение газовой сварки для соединения сталей толщиной свыше 3-4 мм возможно, но нецелесообразно, электродуговые методы более совершенные и производительные.

Перед сваркой детали подвергаются определенной подготовке, что включает следующие операции: очистку свариваемых кромок, разделку кромок под сварку (если это необходимо) и наложение прихваток для соединения свариваемых листов или деталей.

Наложение прихваток необходимо для того, чтобы положение свариваемых деталей и зазор между ними сохранились постоянными в процессе сварки.

Длина прихваток, расстояние между ними и порядок наложения зависят от толщины свариваемого металла и длины шва (табл. 8).

Таблица 8

#### Параметры прихвата

Толщина свариваемой детали $S$ , мм	Длина шва $L$ , мм	Длина прихвата $l$ , мм	Расстояние между прихватами, мм
До 5 $\geq 5$	150–200 $\geq 200$	До 5 20–30	50–100 300–500

Прихватку необходимо произвести на тех же режимах, что и процесс сварки шва, так как непровар в прихватах может привести к браку всего сварного соединения.

К параметрам режима сварки относятся: мощность пламени, диаметр присадочной проволоки, расход присадочного материала, состав пламени.

Выбор режима сварки зависит от теплофизических свойств свариваемого материала, габаритных размеров и форм изделия. Большое влияние на режим сварки оказывает используемый способ сварки (левый, правый) и положение свариваемого шва в пространстве.

Диаметр сварочной проволоки присадочного металла для сварки всех сталей подбирается в зависимости от толщины свариваемого металла и в пределах толщины до 15 мм может быть определен по следующим эмпирическим формулам:

для левого способа сварки

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

для правого способа сварки

$$d = \frac{S}{2},$$

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

При сварке сталей толщиной более 15 мм диаметр проволоки на практике всегда применяют равный 6–8 мм. Присадочная проволока по своему химическому составу должна быть близка к химическому составу свариваемого металла.

Для предлагаемых в данной работе заданиях сталей рекомендуется выбрать следующие марки проволоки:

для низкоуглеродистых сталей – Св-08; Св-08А; Св-12ГС; Св-08ГС; Св-08Г2С;

для среднеуглеродистых сталей – Св-08ГА; Св-10ГА; Св-08ГС;

для легированных сталей:

хромомолибденовые – Св-08; Св-08А; Св-10Г2;

молибденовые – Св-18ХМА; Св-19ХМА;

хромистые – Св 19ХГС; Св 13ХМА; Св-08; Св-08А.

Для газовой сварки необходимо, чтобы сварочное пламя обладало достаточной тепловой мощностью.

Мощность газокислородного пламени или часовой расход горючего газа  $\mu$ , л/ч, определяется количеством ацетилена, проходящего за один час через горелку, а последнее зависит от толщины свариваемого металла и способа сварки.

При расчетах мощность пламени можно определить по следующим эмпирическим формулам:

$$M = K_M S,$$

где  $K_M$  – коэффициент пропорциональности, представляет собой удельный расход ацетилена, л/ч, необходимый для сварки данного металла толщиной 1 мм.

Для сварки сталей, содержащих углерод до 0,25%, при правом способе  $K_M$  выбирается из расчета 120–150 л/ч ацетилена, а при левом способе – 100–130 л/ч. Причем, меньшие значения принимают при сварке легированных сталей.

Для сварки стали наибольшее применение получили горелки инженерного типа малой (Г2-04) и средней (Г3-03) мощности, работающие на ацетилена. Эти горелки имеют аналогичную конструкцию и отличаются, главным образом комплектующими наконечниками. Например, горелка типа Г2 комплектуется пятью наконечниками (№ 0, 1, 2, 3, и 4), горелка Г3 – семью наконечниками. Диапазоны расхода газа через наконечники соседних номеров взаимно перекрываются. Это обеспечивает взаимность плавной регулировки мощности пламени горелок путем замены наконечников и манипулирования вентилями горелки. При сварке тип горелки и номер наконечника выбирают в зависимости от толщины свариваемой стали по табл. 9. Горелки Г2-04 комплектуют четырьмя наконечниками (№ 1–№ 4), а горелки Г3-03 – тремя наконечниками (№ 3, 4 и 6). Остальные наконечники поставляются по особому заказу.

Прогрессивным источником газопитания передвижных сварочных постов является использование растворенного ацетилена в баллонах. Однако на сегодняшний день недостаточно производственных мощностей для удовлетворения выпуска растворенного ацетилена в баллонах. Поэтому сейчас широко применяются передвижные ацетиленовые генераторы отечественного производства.

Основным параметром, по которому выбирают генератор, является производительность ацетилена. Основные технические сведения о генераторах приведены в табл. 10.

Масса наплавленного металла  $G_n$ , определяется по формуле

$$G_i = L F_{\text{ш}} \rho,$$

где  $L$  – длина шва, см,  $F_{\text{ш}}$  – площадь поперечного сечения шва, см<sup>2</sup>;  $\rho$  – плотность наплавленного металла, г/см<sup>3</sup> (для стали  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>).

Масса присадочного металла  $G_{\text{з}}$ , кг, расходуемая на сварку шва длиной  $L$ , м, пропорциональна квадрату толщины свариваемого металла:

$$G_{\text{з}} = K_n S^2 L,$$



где  $K_n$  – эмпирический коэффициент, для сварки стали толщиной до 5 мм  $K_n = 12$ . При  $S > 5$  мм принимают  $K_n = 9-10$ .

Основное время сварки  $T_o$ , ч, определяется по формуле

$$\dot{Q}_i = \frac{G_i}{60\alpha_i},$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент наплавки, что в основном зависит от номера наконечника горелки. Значения коэффициента приведены в табл. 9.

Скорость газовой сварки  $V_{св}$ , м/ч, можно определить по формуле

$$V_{св} = \frac{L}{T_i}.$$

Расход ацетилена  $W_a$ , л, при газовой сварке определяется как производительность мощности газовой горелки на основное время сварки:

$$W_a = \mu T_o$$

Если учесть, что в ацетиленовом генераторе выход ацетилена составляет 255 л из 1 кг карбида кальция, то расход карбида кальция можно определить, как

$$W_e = W_a \hat{E}_a, \text{ где } \hat{E}_a = \frac{1}{255}.$$

Состав пламени определяется соотношением расхода кислорода к ацетилену. Он устанавливается по внешнему виду пламени. В процессе работы сварщик должен следить за характером пламени и регулировать его состав в зависимости от свойств свариваемых материалов. При сварке углеродистых и легированных сталей с содержанием углерода до 0,25%, это соотношение равняется 1,1-1,2.

#### Последовательность выполнения расчета

1. Студент согласно своему варианту, что соответствует номеру по списку группы, выписывает исходные данные для расчета по табл. 11 и выполняет эскиз поперечного сечения сварного шва (табл. 12).
2. Определить диаметр присадочного материала, выбрать марку сварочной проволоки и параметры прихватки.
3. Определить мощность пламени газовой горелки и выбрать номер наконечника газовой горелки.
4. Подобрать переносной газовый генератор и занести в отчет его технические характеристики.
5. Определить массу наплавленного металла и расход электродной проволоки.
6. Определить основное время сварки и скорость сварки.
7. Рассчитать расход газов (ацетилен, кислород) и карбида кальция.

Таблица 9

#### Технические характеристики газовых горелок

Тип горелки	№	Толщина стали, мм	Рабочее давление газов, МПа		Расход горючего газа, л/ч	Коэффициент наплавки, г/мин
			C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>		
Малой мощности Г2-04	0	0,2-0,5	0,001-0,1	0,15-0,25	30-50	4-2
	1	0,5-1			60-125	6-4
	2	1-2			125-230	7-6
	3	2-4			230-400	10-7
Средней мощности Г3-03	4	4-6	0,001-0,1	0,15-0,35	400-620	14-13
	0	0,2-0,5			30-50	4-2
	1	0,5-1			60-125	6-4
	2	1-2			125-230	7-6
	3	2-4			230-400	10-7
	4	4-7			400-620	14-7
	5	7-11			700-950	16-15
6	11-18	1350-1750	18-17			
7	17-30	1800-2500	21-18			

Таблица 10

**Основные технические характеристики некоторых типов  
переносных ацетиленовых генераторов**

Марка генераторов	Система взаимодействия карбида кальция с водой	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Рабочее давление ацетилена, МПа	Грануляция карбида кальция	Единовременная загрузка карбида кальция, кг
АСК-0,5	ВВ	0,5	0,01–0,03	25/80	1,3
ГВД-0,8	ВВ	0,8	0,007–0,03		2
АНВ-1,25	ВК-ВВ	1,25	0,0015–0,002		5
АСМ-1,25	ВВ	1,25	0,01–0,07		2,2
АСВ-1,25	ВВ	1,25	0,01–0,07		3
МГ-55	ВВ	2,0	0,0035		2–2,5
ПЗР-1,25	ВВ	1,25	0,01–0,02		4

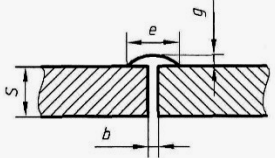
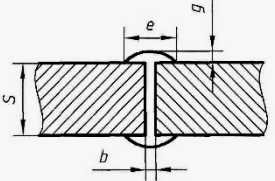
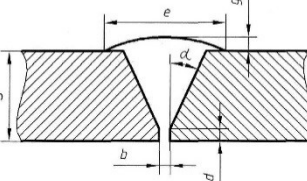
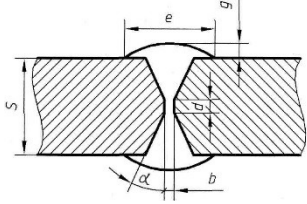
Таблица 11

**Варианты заданий для расчета параметров режима газовой сварки**

№ варианта	Толщина образца S, мм	Условное обозначение вида соединения	Марка стали	Длина шва L, мм
1	14	С 7	20	2500
2	3	С 2	Ст3	3000
3	2	С 2	10ХСНД	1500
4	6	С 17	12ГС	2000
5	1	С 2	15	3500
6	5	С 7	Ст3	4000
7	8	С 17	15ХСНД	1500
8	7	С 17	Ст4	2500
9	6	С 17	15ХС	2000
10	15	С 25	Ст2пс	2000
11	18	С 25	Ст0	3000
12	10	С 17	15	2500
13	8	С 7	25ХГС	2000
14	16	С 17	20ХМ	1800
15	12	С 17	10	2200
16	7	С 17	Ст4	3200
17	20	С 25	08	1800
18	4	С 7	2Х13	3200
19	9	С 17	14ХГС	1600
20	16	С 25	Ст2пс	2000
21	22	С 25	15	2500
22	25	С 25	Ст3Г	3000
23	5	С 7	Х14	2600
24	24	С 25	15	4000
25	14	С 17	10	3500
26	20	С17	15	2000
27	4	С2	Ст3	1800
28	5	С7	10	2600
29	10	С17	12ГС	2800
30	24	С25	08	1600

Таблица 12

**Конструктивные элементы подготовки кромок и выполненных швов при газовой сварке стыковых соединений углеродистых и низколегированных сталей**

Обозначение условное	Конструктивные элементы	Параметры поперечного сечения шва, мм					
		$S$	$b$	$e$	$q$	$\alpha$	$d$
C2		1	0,5	8	2	-	-
		2	1				
		3	1,5				
		4	2				
C7		5	1	10	3	-	-
		6	1,5				
		7	2				
		8					
C17		6	1	-	2,5	40°	2
		7					
		8	2				
		9					
		10	3				
		12					
		14					
16	2						
C25		15	2	-	3	25°	4
		16	2,5				
		18	3				
		20	2				
		22	3				
		24	2,5				
		25	3				

**Контрольные вопросы**

1. Какова область применения газовой сварки?
2. Чем отличаются левый и правый способы сварки и когда они применяются?
3. Как подготавливают детали перед газовой сваркой?
4. Назовите основные параметры режима газовой сварки?
5. От чего зависит диаметр сварочной проволоки?
6. Как определяется мощность газокислородного пламени?
7. Как выбирают тип горелки и номер ее наконечника?
8. По каким параметрам выбирают ацетиленовые генераторы?
9. Как определить расход ацетилена и карбида кальция при газовой сварке?

#### **Практическое занятие № 4**

##### **Расчет режима сварки легированных сталей и проведение процесса сварки**

Свариваемость легированных сталей определяется их составом. Большинство легирующих добавок понижает теплопроводность стали, вследствие чего увеличивается склонность к короблению. При газовой сварке легированных сталей происходит также частичное выгорание легирующих примесей, поэтому металл шва по своим свойствам отличается от основного металла. Для предупреждения перегрева наплавленного металла и появления деформаций легированные стали сваривают горелками меньшей мощности. Для уменьшения выгорания легирующих элементов пламя выбирают нормальное или с небольшим избытком ацетилена. Некоторые легированные стали закаляются на воздухе, поэтому при сварке таких сталей применяют предварительный подогрев и последующую термообработку.

Низколегированные стали содержат легирующих элементов до 2,5%. Для строительных конструкций применяют низколегированные стали 10ХСНД и 15ХСНД, которые хорошо свариваются газовой сваркой. При сварке применяется нормальное пламя. Мощность сварочного пламени выбирается из расчета расхода ацетилена 75-100 дм<sup>3</sup>/ч при левом способе и 100-130 дм<sup>3</sup>/ч при правом способе на 1 мм толщины свариваемого металла. В качестве присадки используется сварочная проволока Св-08, Св-08А, Св-10Г2. Сварка осуществляется без применения флюса. Для повышения механических свойств металла шов проковывают при светлокрасном калении (800-850°С) с последующей нормализацией.

Низколегированные теплоустойчивые молибденовые (12М, 15М, 20М и 25МЛ) и хромомолибденовые (12ХМ, 15ХМ, 20ХМ, 30ХМ) стали применяют для изготовления паровых котлов и труб высокого давления. Газовую сварку этих сталей выполняют нормальным ацетиленокислородным пламенем. Мощность сварочного пламени выбирают из расчета расхода ацетилена 100 дм<sup>3</sup>/ч на 1 мм толщины свариваемого металла. В качестве присадочной используют сварочную проволоку марок Св-08ХНМ, Св-10ХНМА, Св-18ХМА, Св-08ХМ, Св-10ХМ. Сварку этих сталей ведут обратноступенчатым способом небольшими участками длиной 16-25 мм. В связи с тем что эти стали способны к закалке на воздухе, рекомендуется сваривать их с предварительным подогревом до 250-300°С. При сварке применяют как левый, так и правый способы сварки. Кромки свариваемого металла перед сваркой зачищают до металлического блеска. При толщине металла до 5 мм сварку проводят за один проход, при большей толщине применяют многослойную сварку. Сварку рекомендуется вести с наименьшим числом перерывов. При возобновлении сварки после перерыва необходимо подогреть весь стык до 250-300°С. После окончания сварки пламя горелки медленно отводят вверх, что способствует более

полному выделению газов из расплавленного металла. При сварке необходимо следить за тем, чтобы переход от усиления шва к основному металлу был плавным по всей длине шва. Хромомолибденовые стали свариваются хуже, чем молибденовые, что обусловливается наличием хрома, который образует тугоплавкие оксиды. Сварные изделия из хромомолибденовой и молибденовой стали после сварки подвергают термообработке. Сварные изделия из молибденовой стали нагревают горелкой до 900-930°C, изделия из хромомолибденовой стали - до 930-950°C. Ширина нагрева должна в пять раз превышать ширину шва. После нагрева до указанных температур изделия охлаждают на воздухе. Указанные мероприятия обеспечивают получение сварного соединения, близкого по прочности к основному металлу.

Низколегированные хромокремнемарганцовистые стали марок 20ХГС, 25ХГС, 30ХГС, 30ХГСА и 35ХГС обладают хорошей прочностью, упругостью, хорошо выдерживают вибрационные нагрузки, но менее теплоустойчивы, чем хромомолибденовые стали. Эти стали содержат 0,17-0,4% С, 0,9-1,2% Si, 0,8-1,1% Mn и Si. При газовой сварке этих сталей хром и кремний частично выгорают, что может привести к появлению в сварном шве оксидов, шлаков и непроваров. Для предупреждения окисления легирующих добавок сварку проводят нормальным пламенем. Мощность сварочного пламени выбирают из расчета расхода ацетилена 75-100 дм<sup>3</sup>/ч на 1 мм толщины свариваемого металла. В качестве присадочного металла для неотчетственных конструкций применяют низкоуглеродистую сварочную проволоку Св-08 и Св-08А, а для ответственных конструкций - сварочную проволоку, Св-18ХГСА, Св-10ХГС, Св-13ХМА и Св-19ХМА. Диаметр присадочной проволоки выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла и способа сварки. Кромки свариваемых деталей должны быть тщательно очищены от загрязнений и подогнаны под сварку так, чтобы зазор по всей длине шва был одинаковым.

Перед газовой сваркой свариваемые детали скрепляют прихватками через 20-30 мм при толщине металла -0,5-1,5 мм, через 40-60 мм при большей толщине металла. Сварку подготовленных деталей необходимо вести без перерывов, не задерживая пламя горелки на одном месте, чтобы не перегреть металл сварочной ванны. Для уменьшения коробления сварку проводят от середины шва к краям и обратноступенчатым способом в зависимости от длины свариваемых швов. Учитывая склонность этих сталей к закалке, для устранения образования трещин в металле шва и околошовной зоне после сварки проводят медленное охлаждение свариваемой детали. После сварки ответственных деталей из этих сталей их подвергают закалке и отпуску. Закалку проводят при температуре 500-650°C с выдержкой при этой температуре и последующим нагревом до температуры 880°C и охлаждением в масле. Отпуск состоит в нагреве до температуры 400-600° и последующем охлаждении в горячей воде.

Хромистые стали обладают повышенной кислото- и жаростойкостью и применяются для изготовления деталей и оборудования, работающего в агрессивных средах при высоких температурах. Хромистые стали содержат 0,13-0,9% С и 4-30% Cr. Хромистые стали склонны к образованию закалочных структур при охлаждении на воздухе, и в результате чего после сварки могут образоваться трещины в сварном шве и околошовной зоне. Чем выше содержание углерода в хромистых сталях, тем хуже они свариваются и тем выше склонность их к короблению при остывании шва. При сварке хромистых сталей применяют нормальное пламя. С целью предупреждения коробления свариваемых деталей газовую сварку ведут на пониженной мощности пламени из расчета расхода ацетилена 70 дм<sup>3</sup>/ч на 1 мм толщины свариваемого металла. Для уменьшения коробления сварку хромистых сталей, содержащих до 14% Cr, выполняют с предварительным подогревом до 150-200°C, содержащих свыше 14% Cr - до 200-250°C. В качестве присадочной применяют сварочную проволоку Св-02Х19Н9, Св-04ХН19Н9, Св-06Х19Н9Т. Диаметр присадочной проволоки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и способа газовой сварки. Газовая сварка должна выполняться с

максимально допустимой скоростью, без перерывов и повторного нагрева одного и того же места шва. Газовую сварку выполняют в один слой, при сварке деталей толщиной до 3 мм применяют левый способ, толщиной более 3 мм - правый способ. Для предохранения выгорания хрома и удаления из сварочной ванны оксидов хрома применяют флюс следующего состава:

борной кислоты - 55%

оксида кремния - 10%

ферромарганца - 10%

феррохрома - 10%

ферротитана - 5%

титановой руды 5%

плавикового шпата - 5%

После сварки проводится термообработка по режиму, предусмотренному для данной марки стали.

Хромоникелевые аустенитные стали обладают высокими механическими свойствами, коррозионной стойкостью, жаропрочностью, они нашли широкое применение в химической промышленности и других отраслях народного хозяйства. Газовой сваркой сваривают сталь толщиной не более 3 мм. Сварка выполняется строго нормальным пламенем. Мощность сварочного пламени выбирают из расчета расхода ацетилена 75 дм<sup>3</sup>/ч на 1 мм толщины свариваемого металла. Для сварки применяют присадочную проволоку марок Св-0Х18Н9, Св-0Х18Н9С2, Св-1Х18Н9Т, Св-Х18Н9Б, Св-1Х18Н11М. Основная трудность при сварке этих сталей состоит в том, что при нагревании до 400-900°С происходит выпадение карбидов хрома, из-за чего сталь теряет устойчивость против коррозии. Сварку нержавеющей хромоникелевых сталей ведут с максимальной скоростью, конец присадочной проволоки все время должен находиться в сварочной ванне. Диаметр присадочной проволоки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и способа сварки. Сварку можно выполнять как левым, так и правым способами, а при наложении длинных швов - обратноступенчатым способом. Для удаления оксидов при сварке применяют флюс НЖ-8, который содержит 28% мрамора, 30 фарфора, 10 ферромарганца, 6 ферросилиция, 6 ферротитана и 20% двуоксида титана. Флюс применяют в виде пасты, которую наносят на свариваемые кромки за 15-20 мин до начала сварки. Остатки флюса после сварки удаляют тщательной промывкой швов горячей водой. Для улучшения механических свойств, устранения межкристаллитной коррозии и деформаций рекомендуется сваренные детали подвергать термообработке с нагревом до температуры 1050-1100°С с последующим охлаждением в воде.

### **Практическое занятие № 5**

#### **Выбор режима сварки цветных металлов и проведение процесса сварки**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** 1. Формирование исследовательских умений по выполнению и анализу газовой сварки цветных металлов. 2. Формирование исследовательских умений по выполнению и анализу газовой сварки цветных металлов и сплавов. **ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ:** Справочник электрогазосварщика. **ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ:** К техническим цветным металлам относятся медь и ее сплавы – латунь и бронза, алюминий и его сплавы, титан. Особенность сварки цветных металлов обусловлена их свойствами, которые необходимо учитывать при сварке. Газовая сварка меди. Требуется повышенной мощности пламени. Для листов толщиной до 10 мм мощность пламени 150 дм<sup>3</sup>/ч на 1 мм толщины металла, а свыше 10 мм – 200 дм<sup>3</sup>/ч. Для уменьшения отвода теплоты изделие закрывают листовым асбестом. Пламя используют строго нормальное. Избыток ацетилена вызывает образование пор и трещин, а избыток кислорода ведет к окислению металла шва. Нагрев и плавка меди производится восстановительной зоной. Наклон горелки – 80-90°. Сварку ведут быстро, без перерывов, за один проход. Присадочная проволока – чистая медь или медь с раскислителем. Диаметр проволоки от 1,5 до 8 мм, в зависимости от толщины металла. В процессе сварки подогретый конец присадочного прута периодически обмакивают во флюс, так его переносят в сварочную ванну. Для получения мелкозернистой структуры металл проковывают: при большой толщине – в горячем состоянии (200-300°). После производят отжиг при температуре до 550°С и охлаждают в воде. При этом шов получается более пластичным. Газовая сварка латуни. Латунь – это сплав меди с цинком. Сваривается тем же способом, что и медь. Основное затруднение при сварке латуни связано с кипением и интенсивным испарением цинка, пары которого в воздухе образуют ядовитые окислы. При газовой сварке нормальным пламенем выделяются пары цинка, в результате чего шов получается пористым. Поэтому применяют пламя окислительное. Избыток кислорода окисляет часть цинка, и образующая на поверхности сварочной ванны оксидная пленка защищает расплавленный металл от дальнейшего окисления. Газовая сварка бронзы. Бронзой называется сплав меди с любым из металлов, кроме цинка. Сваривается так же, как медь. Газовая сварка алюминия и его сплавов. Алюминий обладает малой плотностью, высокой тепло- и электропроводностью. Газовую сварку выполняю как и сварку меди, но используют прутки с алюминиевой основой и сварочную проволоку на основе алюминия (СвА97, СвАМц). Сварку выполняют левым способом. Газовая сварка титановых сплавов не

применяется, так как невозможно обеспечить высокое качество сварных соединений из-за слишком большой активности титана к кислороду, азоту и водороду. **ЗАДАНИЕ** для лабораторной работы №6: Необходимо выполнить газовую сварку цветных металлов (медь, алюминий, титан). Проанализируйте технологический процесс выполнения газовой сварки.

## **Практическое занятие № 1. Выбор режима и выполнения процесса наплавки твердых сплавов**

### **1. Цель работы**

- 1.1 Ознакомиться с технологией наплавки латуни и литого твердого сплава сормайт
- 1.2 Закрепление теоретического материала по теме «Наплавка цветных металлов и твердых сплавов»

### **2. Оборудование и материалы:**

- 2.1 Пост газовой сварки.
- 2.2 Пластины из низкоуглеродистой стали и чугуна.
- 2.3 Латунная проволока марки Л-62 диаметром 3—4 мм.
- 2.4 Литые стержни сормайт диаметром 5—7 мм.
- 2.5 Прокаленная бура.
- 2.6 Наждачное точило.
- 2.7 Пресс Роквелла.
- 2.8 Миллиметровая линейка.
- 2.9 Мел.

### **3. Общие положения**

Наплавкой называется нанесение слоя расплавленного металла необходимого состава на поверхность изделия, нагретую до оплавления. При помощи наплавки можно увеличить или восстановить размеры изделия, а также получить поверхностный слой металла, обладающий высокой твердостью, износоустойчивостью, кислотостойкостью, жаропрочностью и т.д. Наплавлять можно сталью, цветными металлами и твердыми сплавами.

При газовой наплавке цветных металлов на предварительно зачищенную поверхность направляют пламя и нагревают ее до температуры плавления наплавляемого металла. Наплавлять можно один или несколько слоев. Для очистки нагретой поверхности от окислов применяют те же флюсы, что и для пайки. Таким образом, физические процессы, происходящие при наплавке, во многом аналогичны процессам пайки. Здесь также происходит смачивание наплавляемой поверхности и образование на границе оплавления твердых растворов в результате диффузии. Для наплавки меди необходимо нормальное пламя, наплавку латуни производят с избытком кислорода. Образующиеся при этом окислы предохраняют цинк от испарения.

Твердые сплавы наплавляют для придания твердости и износоустойчивости рабочим поверхностям трущихся деталей. В зависимости от способа производства твердые сплавы делятся



на спеченные или металлокерамические (победит и его заменители), литые (стеллит, сормайт), порошкообразные или зернистые (вокар) и трубчато-зернистые (релит, Т-3). Газовым пламенем наплавляются литые и трубчато-зернистые твердые сплавы, так как порошкообразные твердые сплавы сдуваются пламенем горелки, а керамические легко перегреваются.

Наплавку сормайта на сталь производят следующим образом: деталь, подлежащую наплавке сплавом, предварительно нагревают науглероживающим пламенем до запотевания поверхности, а затем наплавляют слой сормайта. Растекаясь по оплавленной поверхности, стали, сормайт сплавляется с ней, образуя прочное соединение.

#### 4. Порядок выполнения работы

4.1 Практическое ознакомление с наплавкой латуни.

4.1.1 Зачистить до металлического блеска на поверхности стальной пластины участок шириной 30—40 мм.

4.1.2 При помощи мела и линейки нанести на участок две параллельные линии на расстоянии 15—20 мм друг от друга.

4.1.3 Зажечь горелку и отрегулировать пламя с избытком кислорода.

4.1.4 Нагреть поверхность металла до температуры 900—950° С, т. е. до светло-красного цвета.

4.1.5 Нанести на поверхность участка тонкий слой прокаленной буры и, расплавив ее, разогнать факелом пламени.

4.1.6 Наплавить слой латуни шириной 15—20мм, высотой 2—3 мм.

4.1.7 Зачистить поверхность наплавленного валика и оценить его качество по внешнему виду.

4.2 Практическое ознакомление с процессом наплавки литого твердого сплава сормайт.

4.2.1 Зачистить до металлического блеска предварительно подготовленную канавку (рис. 9.1) на поверхности пластины.

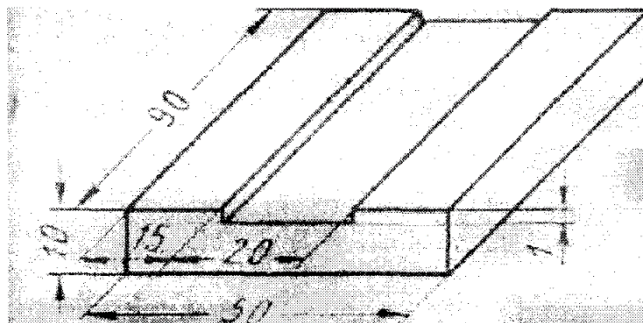


Рисунок 9.1 – Подготовка канавки на поверхности стальной пластины, наплавляемой сормайт

4.2.2 Зажечь горелку и отрегулировать пламя с избытком ацетилена.

4.2.3 Нагреть участок поверхности пластины до появления на ней отдельных расплавленных капелек стали (до «запотевания»).

4.2.4 Нанести тонкий слой прокаленной буры и, расплавив ее, разогнать факелом пламени по всей канавке.

4.2.5 Нагреть до красного каления конец стержня сормайта, окунуть стержень в банку с бурой и наплавить твердый сплав на поверхность стали. Толщина слоя наплавки должна быть 3—4 мм.

4.2.6 Зачистить поверхность наплавленного валика и оценить его качество по внешнему виду.

4.2.7 На шлифовальном станке или на наждачном точиле снять с поверхности наплавки слой твердого сплава, как показано на рисунке 9.2.

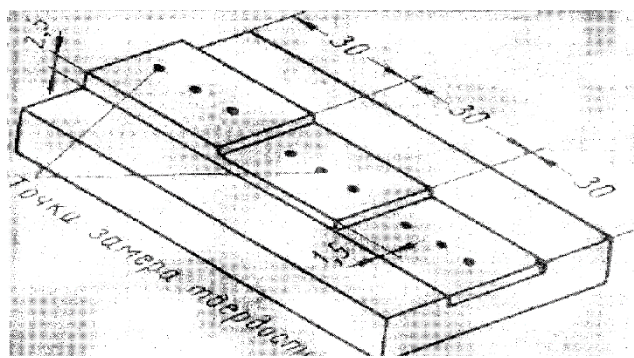


Рисунок 9.2 – Снятие слоев наплавленного сормайт и замер твердости

4.2.8 На приборе Роквелла замерить твердость наплавленного слоя в продольном направлении.

4.3 Составить отчет.

4.4 Ответить на контрольные вопросы

### 5. Содержание отчета

5.1 Техника наплавки латуни на сталь

5.2 Заключение о качестве наплавки

5.3 Эскиз подготовки канавки на поверхности стальной пластины, наплавляемой сормайт

5.4 Техника наплавки литого твердого сплава сормайт

5.5 Таблица замеров твердости (см. таблицу 1)

5.6 Вывод по работе

5.4 Ответы на контрольные вопросы

### 6. Контрольные вопросы

6.1 Что называется наплавкой?

6.2 Перечислите твердые сплавы, наплавляемые газовым пламенем.

Таблица 1 – Таблица замеров твердости

№ слоя	Твердость			
	1 – й замер	2 – й замер	3 –й замер	Среднее значение

## **Практическое занятие № 2**

### **Выбор режима и выполнения процесса пайки черных и цветных металлов твёрдыми и мягкими припоями**

#### **1. Цель работы**

- 1.1 Ознакомиться с технологией пайки углеродистой стали и меди твердыми припоями
- 1.2 Закрепление теоретического материала по теме «Пайка металлов»

#### **2. Оборудование и материалы:**

- 2.1 Пост газовой сварки.
- 2.2 Пластины из низкоуглеродистой стали толщиной 1—2 мм.
- 2.3 Медные пластины толщиной 1—2 мм,
- 2.4 Медная проволока марки М1 диаметром 2—3 мм.
- 2.5 Латунная проволока марки Л62 диаметром 2—3 мм.
- 2.6 Прокаленная бура.
- 2.7 Ножницы для резки металла.
- 2.8 Наждачная бумага.

#### **3. Общие положения**

Пайкой называется процесс получения неразъемного соединения металлов, находящихся в твердом состоянии, посредством расплавления присадочного металла, называемого припоем.

В отличие от процесса сварки, при пайке расплавляется только припой (присадочный металл), а основной металл нагревается только до температуры плавления припоя; при этом в нем не происходит изменения структуры даже в непосредственной близости от линии спая.

Припой обладает большой жидкотекучестью и способностью хорошо смачивать нагретую поверхность металлов, растекаться по ней, затекая в зазоры, и вследствие диффузии образовывать достаточно прочное соединение. Смачивание металла припоем происходит лишь при условии, что поверхность металла совершенно чистая. При наличии на паяемых поверхностях масла, грязи, окислов и других загрязнений припой не растекается, а образует отдельные капли, которые после затвердевания легко отделяются от металла. В связи с этим паяемую поверхность необходимо

тщательно зачищать до металлического блеска. Кроме того, для растворения образующихся при нагреве металла окислов и защиты места пайки от дальнейшего окисления следует применять флюсы.

По типу применяемых припоев различают мягкую и твердую пайку. При мягкой пайке применяют сравнительно легкоплавкие припои с температурой плавления до  $550^{\circ}\text{C}$ . В большинстве случаев для этой цели применяют оловянно-свинцовые припои типа ПОС разных марок.

При твердой пайке обычно применяют припои с температурой плавления выше  $550^{\circ}\text{C}$ . В качестве твердых припоев служат медно-цинковые припои (типа ПМЦ), оловянно-кремнистые латуни (типа ЛОК), серебряные припои (типа ПСр), медно-фосфористые припои, обычные латуни и медь. Выбор припоя зависит от марки металла и температуры его плавления. Во всех случаях температура плавления припоя должна быть на  $80\text{—}100^{\circ}\text{C}$  ниже температуры плавления основного металла.

В качестве флюсов для твердой пайки обычно применяют буру, представляющую собой натриевую соль борной кислоты  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  и имеющую температуру плавления  $741^{\circ}\text{C}$ . Более низкой температурой плавления ( $600^{\circ}\text{C}$ ) обладает флюс, представляющий собой сплав буры и борной кислоты  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .

Флюс применяется обычно в виде порошка, насыпанного на нагреваемую поверхность или вносимого на конце прутка припоя. Иногда флюс наносят в виде пасты, приготовленной путем размешивания порошка с водой.

Прочность соединения зависит от величины зазора между паяемыми поверхностями. Наилучшие результаты получаются при минимально возможных зазорах ( $0,05\text{—}0,1\text{ мм}$ ). Объясняется это явлением капиллярности.

Пайку твердыми припоями производят сварочными горелками нормальным пламенем. Виды паяных соединений могут быть различными, по чаще всего применяется соединение внахлестку.

#### 4. Порядок выполнения работы

4.1 Ознакомиться с пайкой низкоуглеродистой стали медным припоем.

4.1.1 Зачистить до металлического блеска поверхность паяемых пластин на ширину  $30\text{—}40\text{ мм}$  от кромки.

4.1.2 Собрать и прихватить две пары пластин внахлестку, как показано на рис. 8.1. Одну пару пластин собрать с зазором  $1\text{ мм}$ , а другую — с минимально возможным (практически около  $0,05\text{—}0,1\text{ мм}$ ).

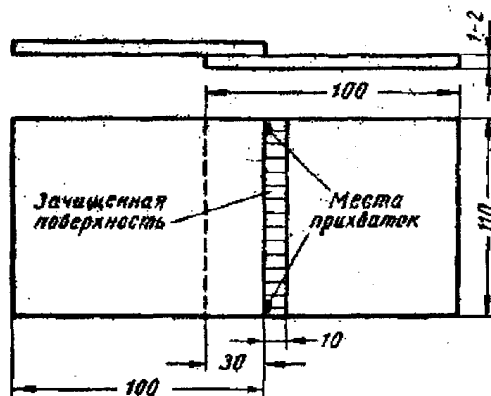


Рисунок 8.1 - Схема сборки и прихватки пластин перед пайкой

4.1.3 Произвести пайку пластин медным припоем в следующей последовательности:

4.1.3.1 нагреть паяемые кромки до температуры красного каления;

4.1.3.2 нанести на поверхность нагретых кромок тонкий слой прокаленной буры и, расплавив ее факелом пламени, разогнать по поверхности металла;

4.1.3.3 внести припой и произвести пайку.

4.1.4 Охладить соединения, внимательно осмотреть их и дать заключение о качестве пайки по внешнему виду. Вырезать из пластин образцы (рис. 8.2), выправить и опилить заусенцы на кромках.

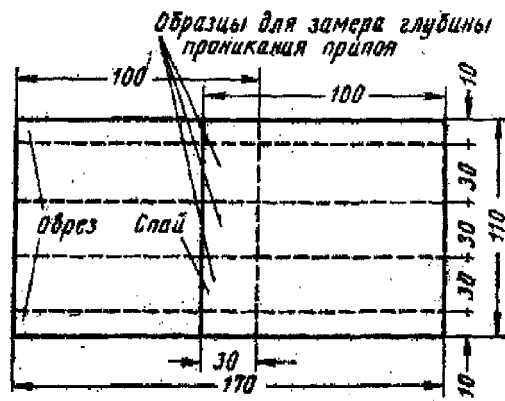


Рисунок 8.2 - Вырезка образцов для замера глубины проникновения припоя

4.2 Ознакомиться с пайкой меди латунным припоем

4.2.1 Зачистить кромки двух медных пластин, собрать их внахлестку с минимально возможным зазором и прихватить по концам.

4.2.2 Разогреть пластины до температуры плавления припоя, на нести флюс на паяемые кромки и произвести их пайку.

4.2.3 Охладить соединение, рассмотреть его и дать заключение о качестве пайки.

4.2.4 Разрезать соединение поперек шва и измерить глубину проникновения припоя.

4.3 Ответить на контрольные вопросы

4.4 Составить отчет.

### 5. Содержание отчета

5.1 Схема сборки и прихватки пластин из углеродистой стали перед пайкой

5.2 Таблица замеров глубины проникновения припоя (см. приложение 1)

5.3 Оценка качества соединения медных пластин

5.4 Ответы на контрольные вопросы

### 6. Контрольные вопросы

6.1 Что называется пайкой металлов?

6.2 Чем отличается пайка от сварки?

6.3 Каково назначение флюсов при пайке?

6.4 Перечислите наиболее распространенные марки твердых припоев.

6.5 Опишите технику процесса пайки.

Таблица 1 - Таблица замеров

№ реза	Глубина проникновения припоя в мм			Оценка качества соединения
	1 –й размер	2 – й размер	Среднее значение	

