

Приложение 5  
К ОПОП по профессии  
15.01.05 Сварщик (ручной и  
частично механизированной сварки (наплавки))

Министерство образования и молодежной политики Свердловской области  
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
Свердловской области «Суходолжский многопрофильный техникум»

СОГЛАСОВАНО  
Директор ООО «Строй-СЛ»  
А.С. Старков  
«20» 20



УТВЕРЖДАЮ  
Зам. директора по УПР  
И.А. Григорян  
«20» 20



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПМ.02 « РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА (НАПЛАВКА, РЕЗКА) ПЛАВЯЩИМСЯ  
ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ»**

## ВВЕДЕНИЕ

Методические рекомендации для обучающихся по выполнению практических работ составлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом, рабочим учебным планом, рабочей программой ПМ.02 « Сварка и резка деталей из различных сталей , цветных металлов и их сплавов, чугунов во всех пространственных положениях», по профессии 15.01.05. « Сварщик (ручной и частично механизированной сварки(наплавки)»

### Цель:

–формирование практических умений, необходимых в последующей профессиональной и учебной деятельности.

### Задачи:

–обобщить, систематизировать, углубить, закрепить полученные теоретические знания по конкретным темам дисциплин общепрофессионального и специального циклов;

–формировать умения применять полученные знания на практике;

–выработать при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

На практических занятиях обучающиеся овладевают первоначальными профессиональными умениями и навыками, которые в дальнейшем закрепляются и совершенствуются в процессе учебной и производственной практики.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Иметь практический опыт	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ выполнения газовой сварки средней сложности и сложных узлов, деталей и трубопроводов из углеродистых и конструкционных и простых деталей из цветных металлов и сплавов;</li><li>➤ выполнения ручной дуговой и плазменной сварки средней сложности и сложных деталей аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из конструкционных и углеродистых сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов;</li></ul>
-------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ выполнения автоматической и механизированной сварки с использованием плазмотрона средней сложности и сложных аппаратов, узлов, деталей, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей;</li> <li>➤ выполнения кислородной, воздушно-плазменной резки металлов прямолинейной и сложной конфигурации;</li> <li>➤ чтения чертежей средней сложности и сложных сварных металлоконструкций;</li> <li>➤ организации безопасного выполнения сварочных работ на рабочем месте</li> <li>➤ в соответствии с санитарно-техническими требованиями и требованиями охраны труда;</li> <li>➤</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ выполнять технологические приёмы ручной дуговой, плазменной и газовой сварки, автоматической и полуавтоматической сварки с использованием плазмотрона деталей, узлов, конструкций и трубопроводов различной сложности из конструкционных и углеродистых сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях шва;</li> <li>➤ выполнять автоматическую сварку ответственных сложных строительных и технологических конструкций, работающих в сложных условиях; выполнять автоматическую сварку в среде защитных газов неплавящимся электродом горячеканнных полос из цветных металлов и сплавов под руководством электросварщика более высокой квалификации;</li> <li>➤ выполнять автоматическую микроплазменную сварку;</li> <li>➤ выполнять ручную кислородную, плазменную и газовую прямолинейную и фигурную резку и резку бензорезательными и керосинорезательными аппаратами на переносных, стационарных и плазморезательных машинах деталей разной сложности из различных сталей, цветных металлов и сплавов по разметке;</li> <li>➤ производить кислородно-флюсовую резку деталей из высокохромистых и хромистоникелевых сталей и чугуна;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ производить кислородно-флюсовую резку деталей из высокохромистых и хромистоникелевых сталей и чугуна;</li> <li>➤ выполнять кислородную резку судовых объектов на плаву;</li> <li>➤ выполнять ручное электродуговое воздушное строгание разной сложности деталей из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов в различных положениях;</li> <li>➤ производить предварительный и сопутствующий подогрев при сварке деталей с соблюдением заданного режима;</li> <li>➤ устанавливать режимы сварки по заданным параметрам;</li> <li>➤ экономно расходовать материалы и электроэнергию, бережно обращаться с инструментами, аппаратурой и оборудованием;</li> <li>➤ соблюдать требования безопасности труда и пожарной безопасности;</li> <li>➤ читать рабочие чертежи сварных металлоконструкций различной сложности;</li> </ul>
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ устройство обслуживаемых электросварочных и плазморезательных машин, газосварочной аппаратуры, автоматов, полуавтоматов, плазмотронов и источников питания;</li> <li>➤ свойства и назначение сварочных материалов, правила их выбора; марки и типы электродов;</li> <li>➤ правила установки режимов сварки по заданным параметрам;</li> <li>➤ особенности сварки и электродугового строгания на переменном и постоянном токе;</li> <li>➤ технологию сварки изделий в камерах с контролируемой атмосферой;</li> <li>➤ основы электротехники в пределах выполняемой работы;</li> <li>➤ методы получения и хранения наиболее распространённых газов, используемых при газовой сварке;</li> <li>➤ процесс газовой резки легированной стали; режим резки и расхода газов при кислородной и газозлектрической резке;</li> <li>➤ правила чтения чертежей сварных пространственных конструкций, свариваемых сборочных единиц и механизмов;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ технологию изготовления сварных типовых машиностроительных деталей и конструкций;</li> <li>➤ материалы и нормативные документы на изготовление и монтаж сварных конструкций;</li> <li>➤ сущность технологичности сварных деталей и конструкций;</li> <li>➤ требования к организации рабочего места и безопасности выполнения сварочных работ</li> </ul>
--	--

Требования к результатам освоения ПМ.02 « Сварка и резка деталей из различных сталей , цветных металлов и их сплавов, чугунов во всех пространственных положениях» в части знаний, умений и практического опыта дополнены на основе:

- анализа требований профессиональных стандартов «Сварщик (электросварочные и газосварочные работы)»
- анализа актуального состояния и перспектив развития российского рынка труда

-обсуждения с заинтересованными социальными партнера (работодатель).

Учет требований профессиональных стандартов «Сварщик (электросварочные и газосварочные работы)» позволит при существующем образовательном стандарте лучше учесть требования работодателей и соответственно подготовить выпускников к трудоустройству, что повысит их востребованность на ранке труда.

Данный модуль не предполагает использование времени вариативной части. О проведении практической работы обучающимся сообщается заблаговременно: когда предстоит практическая работа, какие вопросы нужно повторить, чтобы ее выполнить. Просматриваются задания, оговаривается ее объем и время ее выполнения. Критерии оценки сообщаются перед выполнением каждой практической работы.

Перед выполнением практической работы повторяются правила техники безопасности.

*При выполнении практической работы обучающийся придерживается следующего алгоритма:*

1. Записать дату, тему и цель работы.
2. Ознакомиться с правилами и условиями выполнения практического задания.
3. Повторить теоретические задания, необходимые для рациональной работы и других практических действий.

4. Выполнить работу по предложенному алгоритму действий.
5. Обобщить результаты работы, сформулировать выводы по работе.
6. Дать ответы на контрольные вопросы.

### ***Критерии оценивания работы обучающихся на практическом занятии:***

Критериями оценки результатов практической работы обучающегося являются:

- уровень освоения учебного материала;
- умение использовать теоретические знания и умения при выполнении практической работы;
- уровень сформированности общих и профессиональных компетенций.

При выполнении практических работ обучающийся должен продемонстрировать способности, умения и степень владения следующими общими компетенциями:

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, клиентами.

профессиональными компетенциями:

ПК 2.1. Выполнять газовую сварку средней сложности и сложных узлов, деталей и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей и простых деталей из цветных металлов и сплавов.

ПК 2.2. Выполнять ручную дуговую и плазменную сварку средней сложности и сложных деталей аппаратов, узлов, конструкций и трубопроводов из конструкционных и углеродистых сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов.

ПК 2.3. Выполнять автоматическую и механизированную сварку

с использованием плазмотрона средней сложности и сложных аппаратов, узлов, деталей, конструкций и трубопроводов из углеродистых и конструкционных сталей.

ПК 2.4. Выполнять кислородную, воздушно-плазменную резку металлов прямолинейной и сложной конфигурации.

ПК 2.5. Читать чертежи средней сложности и сложных сварных металлоконструкций.

ПК 2.6. Обеспечивать безопасное выполнение сварочных работ на рабочем месте в соответствии с санитарно-техническими требованиями и требованиями охраны труда.

*Оценка «отлично»* ставится, если обучающийся:

- самостоятельно и правильно выполнил все задания;
- правильно, с обоснованием сделал выводы по выполненной работе; - правильно и доказательно ответил на все контрольные вопросы.

*Оценка «хорошо»* ставится в том случае, если: - правильно выполнил все задания;

- сделал выводы по выполненной работе;
- правильно ответил на все контрольные вопросы.

*Оценка «удовлетворительно»* ставится, если обучающийся:

- правильно выполнил задание, возможно кроме одного;- сделал поверхностные выводы по выполненной работе; - ответил не на все контрольные вопросы.

*Оценка «неудовлетворительно»* ставится, если обучающийся: - неправильно выполнил задания;

- не сделал или сделал неправильные выводы по работе; - не ответил на контрольные вопросы.

## ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

№п/п	Название практических занятий	Кол -во час ов	Формир уемые компете нции (в
<i>МДК.02.01. Оборудование, техника и технология электросварки</i>			
1	Практическая работа №1 Основные сведения о сварочной дуге	4	ОК 2 ОК 3 ОК 4 ОК 6 ПК 2.2 ПК 2.6
2	Практическая работа №2 Определение источника питания, настройка и регулирование параметров сварочного трансформатора переменного тока	4	
3	Практическая работа №3 Определение источника питания, настройка и регулирование параметров источников питания постоянного тока	4	
4	Практическая работа №4 Расшифровка марок электродов по ГОСТу	4	
5	Практическая работа №5 Сварочные материалы	4	
6	Практическая работа №6 Описание конструкции плазменного оборудования	4	
7	Практическая работа №7 Настройка плазматрона и определение возможных неисправностей оборудования	4	
8	Практическая работа №8 Расчеты и подбор режимов сварки покрытым электродом	6	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	
<i>МДК.02.02. Технология газовой сварки</i>			
1	Практическая работа №1 Свойства кислорода и горючих газов	4	ОК 2 ОК 3 ОК 4 ПК 2.1 ПК 2.6
2	Практическая работа №2 Газовое пламя	4	
3	Практическая работа №3 Разборка сварочных горелок	2	
4	Практическая работа №4 Подготовка к работе газового поста. Обслуживание предохранительного затвора	2	



**МДК.02.03. Электросварочные работы на автоматических и полуавтоматических машинах**

<b>1</b>			ОК 2 ОК 3 ОК 4 ОК 6 ПК 2.3 ПК 2.6
<b>2</b>			
<b>3</b>			

**МДК.02.04. Технология электродуговой сварки и резки металла**

			ОК 2 ОК 3 ОК 4 ОК 6 ПК 2.4 ПК 2.6

**МДК.02.05. Технология производства сварных конструкций**

			ОК 2 ОК 3 ОК 4 ОК 6 ПК 2.5 ПК 2.6

**СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**  
*МДК.02.01. Оборудование, техника и технология  
электросварки*

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1( 4 часа)

**Тема:** Основные сведения о сварочной дуге.

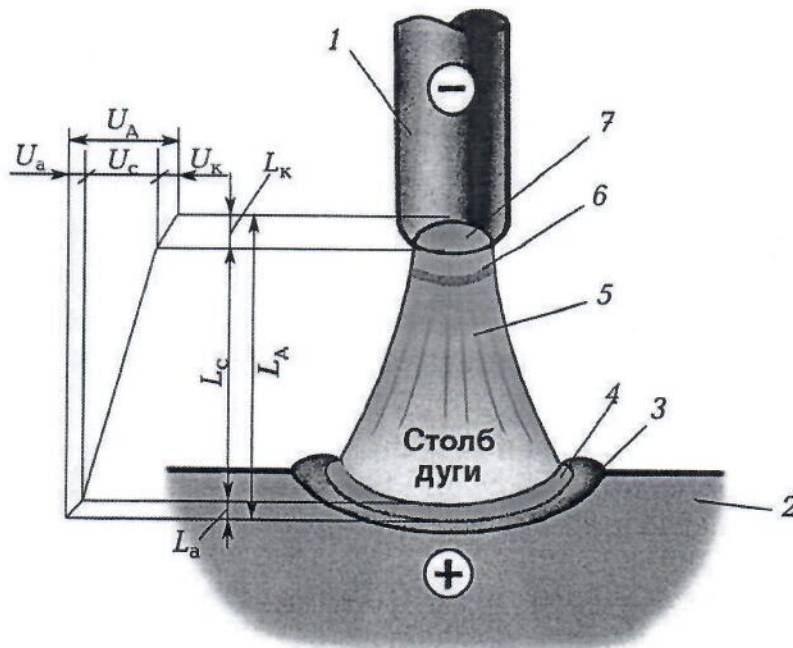
**Вопросы для самопроверки:**

1. Что называется сварочной дугой?
2. Перечислите основные способы зажигания дуги?
3. Какими приемами нужно пользоваться для полного удержания сварочной дуги?

**Цель работы** – выявить зависимость между длиной дуги, напряжением и силой тока.

### Теоретические основы:

Сварочная дуга представляет собой длительный электрический разряд между концом электрода и областью дуговой зоны металла изделия. Она является концентрированным источником тепла и применяется для расплавления основного и присадочного материалов.



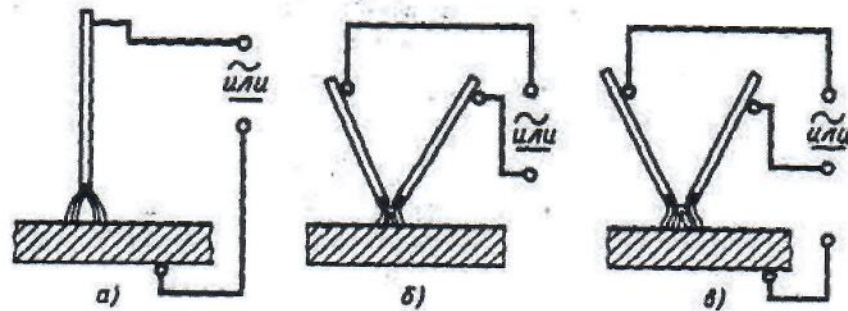
**Рис. Сварочная дуга прямой полярности.**

- 1 – электрод; 2 – свариваемый материал; 3 – анодное пятно; 4 – анодная область дуги; 5 – столб дуги; 6 – катодная область дуги; 7 – катодное пятно.



**Рис. Тепловая мощность сварочной дуги.**

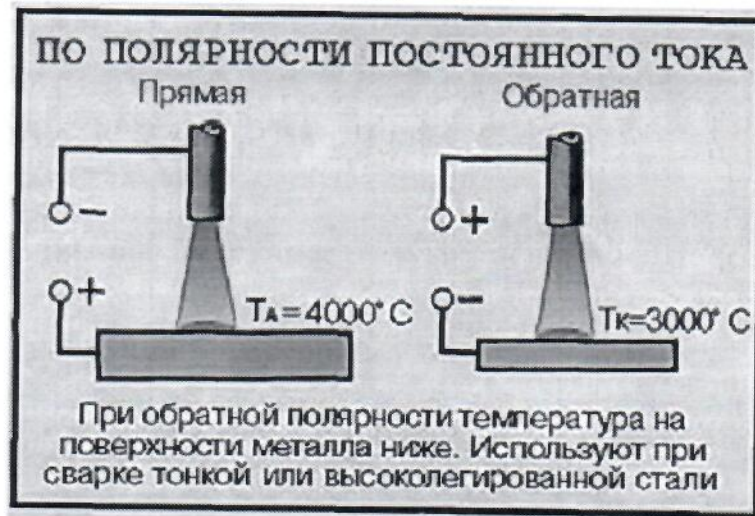
## Классификация сварочных дуг:



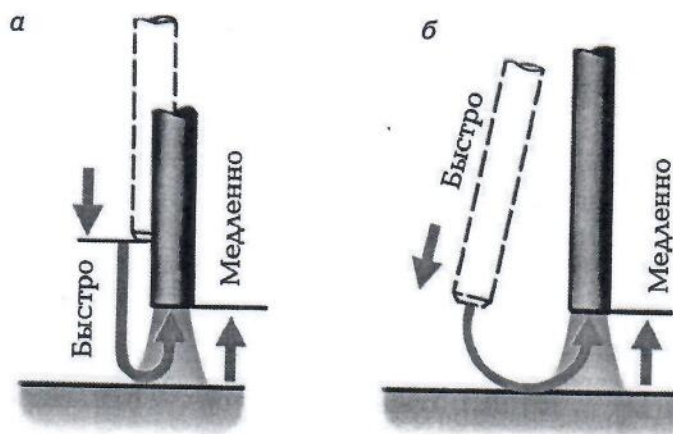
37

Рис. а) дуга прямого действия; б) дуга косвенного действия; в) дуга комбинированного действия (трехфазная)

- ✓ По подключению к источнику питания;
- ✓ По применяемым электродам – плавящимся и неплавящимся;
- ✓ По степени сжатия дуги – свободная и сжатая;
- ✓ По полярности постоянного тока;
- ✓ По длине дуги – короткая и длинная.



Для того, чтобы зажечь сварочную дугу, различают два способа: способ короткого замыкания и способ «спички».



### Ход работы:

- 1 Снимите показания вольтметра и амперметра для различных длин дуг.
- 2 Занесите показания в таблицу в рабочей тетради.
- 3 Постройте вольт-амперную характеристику сварочной дуги в рабочей тетради.
- 4 Сделайте вывод о зависимости между длиной дуги, напряжением и силой тока.

### Контрольные вопросы:

- 1 Дайте определение сварочной дуге?
- 2 Как классифицируются сварочные дуги?
- 3 Объясните, в чем разница между дугой постоянного тока прямой и обратной полярности?
- 4 Объясните, как делятся сварочные дуги по подключению к источнику питания?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2(4 часа)

**Тема:** Определение источника питания, настройка и регулирование параметров сварочного трансформатора переменного тока

**Цель работы** – Исследовать зависимость между изменением вольт-амперных характеристик и изменением зазора между первичной и вторичной обмотками сварочного трансформатора.

**Задачи:**

- ✓ Познакомиться с устройством трансформатора;
- ✓ Определить зависимость вольт-амперных характеристик от зазора между обмотками;
- ✓ Построить графики зависимости в рабочей тетради;
- ✓ Сделать вывод о характере зависимости.

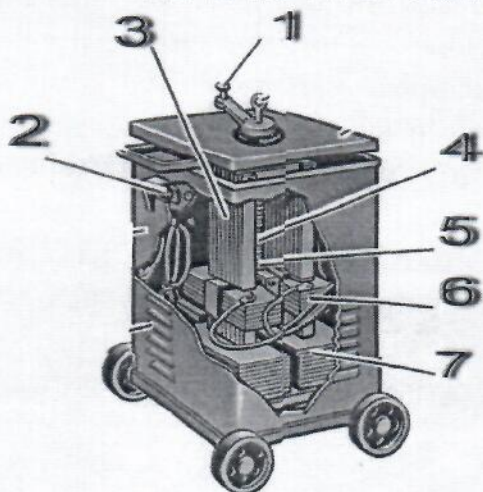
### Теоретические основы:

Для питания сварочной дуги применяют источники постоянного и переменного тока. Источниками питания дуги переменного тока при РДС являются сварочные трансформаторы с увеличенным магнитным рассеиванием и подвижными обмотками типа ТСК, ТДМ, ТД.

Так как трансформаторы предназначены для создания устойчивой электрической дуги, они должны иметь требуемую внешнюю характеристику. Для трансформаторов ручной дуговой сварки необходима падающая внешняя характеристика. Сварочный ток регулируется изменением расстояния между обмотками. При сближении обмоток магнитный поток рассеивания уменьшается, а сварочный ток увеличивается. Минимальный сварочный ток соответствует максимальному расстоянию между обмотками.

Устройство и принципиальную схему сварочного трансформатора рассмотрим на модели ТСК-500.

СВАРОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР



- 1 – Рукоятка (приводит в движение механизм перемещения вторичной обмотки);
- 2 – Зажим (служит для крепления токоведущих проводов);
- 3 – Замкнутый магнитопровод (сердечник) – (переменный ток, проходя через первичную обмотку трансформатора, намагничивает сердечник,

создавая в нем переменный магнитный поток).

4 – Вертикальный винт с ленточной резьбой (предназначен для перемещения ходовой гайки вдоль магнитного сердечника).

5 – Ходовая гайка (прикреплена к вторичной обмотке трансформатора и перемещает ее по винту вдоль магнитного сердечника).

6 – Вторичная обмотка трансформатора (магнитный поток, пересекая витки вторичной обмотки, индуцирует в ней переменный ток пониженного напряжения, величина которого зависит от числа витков вторичной обмотки).

7 – Первичная обмотка (Переменный ток, проходя через первичную обмотку трансформатора, намагничивает сердечник, создавая в нем переменный магнитный поток).

Подключается трансформатор к сети переменного тока с напряжением 380 В. Первичная обмотка закреплена неподвижно, а вторая передвигается по сердечнику, регулируя величину сварочного тока.

#### **Ход работы:**

- 1 Рассмотреть устройство сварочного трансформатора.
- 2 Рассмотреть принцип работы сварочного трансформатора.
- 3 Снять внешнюю характеристику сварочного трансформатора.
- 4 Сделать вывод по лабораторной работе.

Чтобы построить внешнюю характеристику необходимо получить три характерные точки, которые соответствуют режимам холостого хода (а), рабочему режиму (б) и режиму короткого замыкания (в).

Для получения точки (а) необходимо при включенном источнике питания и разомкнутой цепи снять показания амперметра и вольтметра.

Для получения точки (б) необходимо в процессе наплавки снять показания амперметра и вольтметра.

Для получения точки (в) необходимо сварочную цепь замкнуть накоротко и определить ток короткого замыкания по амперметру.

Результаты измерений занести в таблицу рабочей тетради и по этим данным построить внешнюю характеристику источника питания.

#### **Контрольные вопросы:**

- 1 Что называется сварочным трансформатором?
- 2 Как устроен простейший трансформатор?
- 3 Как практически при работе с трансформатором можно изменить силу сварочного тока?
- 4 Что называется вольт-амперной характеристикой сварочной дуги?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3( 4 часа)

**Тема:** Определение источника питания, настройка и регулирование параметров источников питания постоянного тока

**Цель работы** – Познакомиться с внешней характеристикой сварочного выпрямителя, принципом его работы и регулировки сварочного тока.

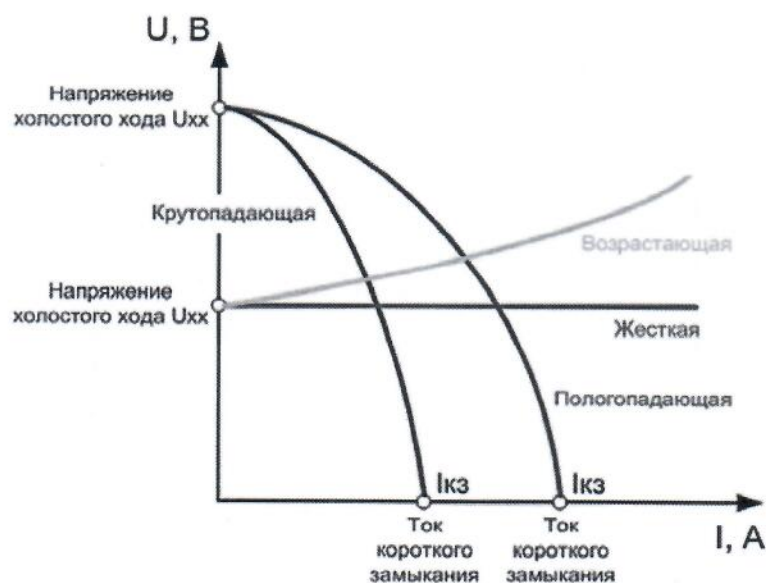
**Задачи:**

- ✓ Познакомиться с устройством сварочного выпрямителя;
- ✓ Изучить внешнюю вольт-амперную характеристику сварочного выпрямителя;
- ✓ Построить график вольт-амперной характеристики в рабочей тетради;
- ✓ Сделать вывод о преимуществах сварочного выпрямителя перед трансформатором.

### Теоретические основы:

Для питания сварочной дуги применяют источники постоянного и переменного тока. Источниками питания дуги постоянного тока при РДС являются сварочные выпрямители и инверторные источники питания.

Электродуговая сварка относится к виду сварки плавлением. Источником теплоты при РДС является сварочная дуга, которая горит между электродом и изделием. Устойчивое горение дуги зависит от внешней характеристики источника питания. Внешней характеристикой источника питания называется зависимость напряжения на выходных клеммах от силы сварочного тока, выраженная графически. Внешние характеристики источников питания могут быть: крутопадающими, пологопадающими, жесткими и возрастающими.



Источники питания с жесткой и возрастающей характеристикой применяют для сварки в среде защитных газов, с пологопадающей при автоматической и полуавтоматической сварке, с крутопадающей при ручной дуговой сварке.

Сварочная дуга горит устойчиво в том случае, когда напряжение дуги и источника питания будут одинаковыми.





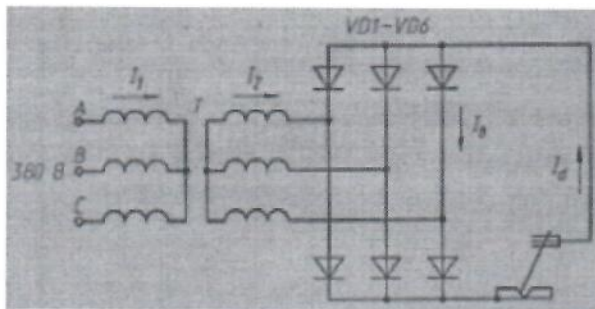
Рис. 1.11

Напряжение источника питания при сварке постоянным током равно 40-60 В.

Сварочные выпрямители с крутопадающей внешней характеристикой применяются для РДС. применение постоянного тока обеспечивает высокую стабильность дуги, дает возможность производить сварку на прямой и

обратной полярности, необходимой при сварке высокоуглеродистых и легированных трудносвариваемых сталей.

Сварочные выпрямители состоят из трехфазного трансформатора, блока выпрямителей, вентилятора, пускорегулирующей и защитной аппаратуры.



Т – трансформатор понижающий; VD1 – VD6 – блок выпрямительных вентилей;  $I_B$  – ток вентиля;  $I_d$  – выпрямленный ток.

Рис. Упрощенная электрическая схема трансформатора.

#### Ход работы:

- 1 Ознакомиться с внешними вольт-амперными характеристиками источников питания.
- 2 Ознакомиться с устройством и работой сварочного выпрямителя.
- 3 Снять внешние характеристики выпрямителя, занести результаты в рабочую тетрадь.

#### Содержание отчета:

В отчет необходимо включить схему совмещенной характеристики, сварочного выпрямителя и дуги, электрическую схему выпрямителя, таблицу опытных данных, полученных при снятии вольт-амперной характеристики.

#### Контрольные вопросы:

1. Что называют внешней вольт-амперной характеристикой источника питания сварочной дуги?
2. Почему при РДС применяют источники питания с крутопадающей характеристикой?

3. Как регулируют силу сварочного тока при работе с однопостовым выпрямителем?
4. В чем заключаются преимущества выпрямителей перед трансформаторами?
5. В каких случаях рекомендуют применять постоянный ток обратной полярности?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4( 4 часа)

**Тема:** Расшифровка марок электродов по ГОСТу

*(Практическая работа выполняется с использованием интернет-ресурсов)*

**Цель работы** – научиться расшифровывать марки сварочных электродов в соответствии с требованиями ГОСТа.

### **Теоретические основы.**

Сварочная технология подразумевает применение специальных электродов, которые выступают как один из основных элементов электродуговой сварки. Сварочный электрод – это электропроводный стержень с нанесенной на него специальной обмазкой (покрытием) либо без покрытия, входящий в цепь для подвода тока к свариваемому изделию. Применяемые электроды в промышленности бывают плавящимися и неплавящимися.

Плавящиеся электроды:

В зависимости от назначения плавящиеся электроды могут быть изготовлены из стали, алюминия, титана, меди или др. металлов и сплавов. Они служат присадочным металлом и представляют собой металлический стержень, на поверхность которого нанесено специальное покрытие.

### **Классификация покрытых металлических электродов.**

Преобладающим способом изготовления сварных конструкций является дуговая сварка покрытыми металлическими электродами. Электроды для дуговой сварки сталей и наплавки изготавливают в соответствии с ГОСТом 9466-75, который содержит классификацию, размеры и общие технические требования.

Назначение электродов

У – для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 60 кгс/мм<sup>2</sup>.

Л – для сварки легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву 

свыше	60	кгс/мм <sup>2</sup> .
-------	----	-----------------------

Т - для сварки легированных теплоустойчивых сталей.

В – для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами.

Н – для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.

Толщина покрытия:

По толщине покрытия в зависимости от отношения диаметра электрода D к диаметру стального стержня d различают электроды:

М – с тонким покрытием ( $D/d \leq 1,2$ );

С – со средним покрытием ( $1,2 < D/d \leq 1,45$ );

Д – с толстым покрытием ( $1,45 < D/d \leq 1,8$ );

Г – с особо толстым покрытием ( $D/d > 1,8$ ).

Вид покрытия:

По виду покрытия различают электроды с покрытием:

- кислым – А;
- основным – В;
- целлюлозным – Ц;
- рутиловым – Р;

- смешанного вида – указывается двойное обозначение;
- прочими видами покрытий – П.

Если в покрытии содержание железного порошка составляет более 20%, то к обозначению вида покрытия добавляют букву Ж.

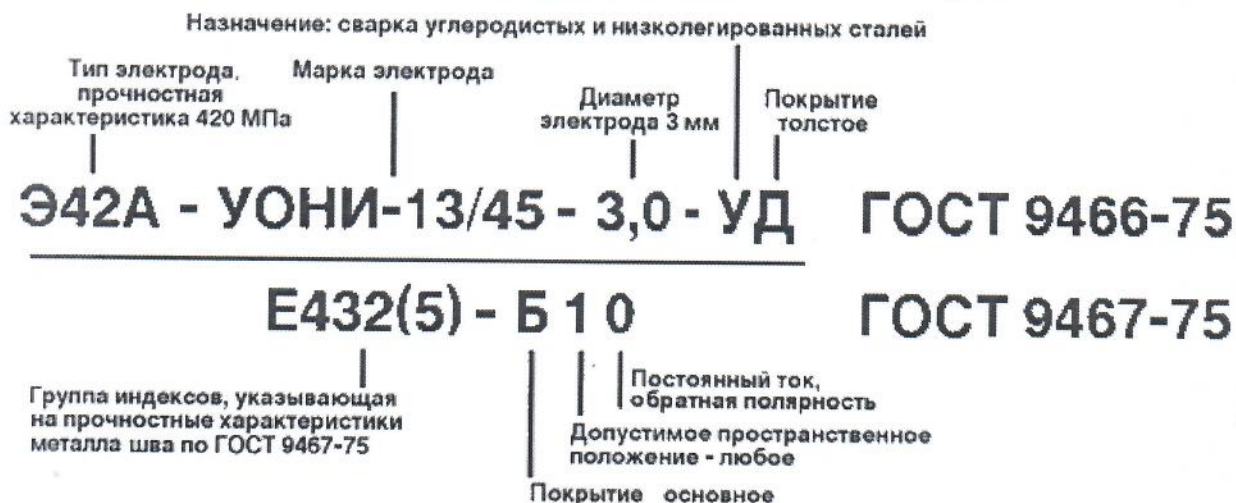
Допустимое пространственное положение

По допустимым пространственным положениям сварки или наплавки электроды подразделяются:

- для всех положений – 1;
- для всех положений, кроме вертикального сверху вниз – 2;
- для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального снизу вверх – 3;
- для нижнего и нижнего в лодочку – 4.

По роду полярности применяемого при сварке или наплавке тока, а также по номинальному напряжению холостого хода источника сварочной дуги переменного тока электроды обозначают с номера 0 до 9.

### Пример обозначения электродов.



### Ход работы:

- 1 Внимательно прочитайте предложенный материал.
- 2 Запишите в тетрадь пример расшифровки марки электрода.
- 3 Расшифруйте предложенные на карточках марки электродов.

### Контрольные вопросы:

- 1 Охарактеризуйте письменно основные особенности различных типов электродных покрытий.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5( 4 часа)

**Тема:** Сварочные материалы.

**Цель работы** – познакомиться ближе со сварочными материалами используемые для дуговой сварки металла

### Теоретические основы

Для дуговой сварки используют угольные, графитовые и вольфрамовые неплавящиеся электроды. Они имеют высокую температуру плавления и служат только для поддержания горения дуги, не участвуя в формировании металла шва.

**Угольные электроды** изготавливают прессованием из порошка кокса с последующим отжигом при температуре  $\approx 1400^{\circ}\text{C}$ . Различают два вида этих электродов — омедненные и неомедненные. Применяют их для сварки металлов, воздушно-дуговой резки, удаления прибылей отливок в других работ, Угольные электроды выпускают трех марок: ВДК — воздушно-дуговые круглые; ВДП — воздушно-дуговые плоские; СК — сварочные круглые.

Электроды марки ВДК изготавливают номинальными диаметрами 6, 8, 10 и 12 мм и длиной  $300\pm 10$  мм, марки ВДП — номинальным сечением  $12\times 5$  и  $18\times 5$  и длиной  $(350\pm 10)$  мм, марки СК — номинальными диаметрами 4, 6, 8, 10, 15 и 18 мм и длиной  $(250\pm 10)$  мм.

Изготовление **графитовых электродов**, предназначенных для дуговой сварки или резки, стандартом не прудусмотрено. Их можно изготовить из остатков или отходов элуктродов плавильных печей разрезкой с последующим обтачиванием. Сопротивление графита в 4 раза меньше, чем сопротивление угля, — это позволяет использовать графитовые электроды при больших плотностях тока.

**Вольфрамовые электроды** изготавливают метода порошковой металлургии либо из чистого порошка вольфрама, либо с присадками (до 2 %) оксидов лантана, иттрия или тория. Введение оксидов этих металлов облегчает зажигание дуги и повышает устойчивость ее горения. Для уменьшения расхода электродов зажигать дугу следует на вспомогательной графитовой пластине.

При сварке коррозионно-стойких и жаропрочных сталей, алюминиевых и магниевых сплавов толщиной до 4 мм диаметр электрода назначают примерно равным толщине менее тонкой заготовки.

Перед началом сварки электроды затачивают; угол заточки угольных и графитовых электродов —  $60\text{...}70^{\circ}$ , вольфрамовых —  $10\text{...}30^{\circ}$ .

**Защитные газы** предназначены для защиты дуги и сварочной ванны от вредного воздействия окружающей среды и делятся на химически инертные и активные.

Инертными называют газы, которые химически не взаимодействуют с нагретым металлом и не растворяются в нем. При их использовании сварку можно выполнять как плавящимся, так и неплавящимся электродом.

К инертным газам относятся аргон (Ar), гелий (He) и их смеси. Они служат для сварки алюминия, магния, сварки титана и их сплавов, склонных при нагреве к энергичному взаимодействию с кислородом, азотом и водородом. Инертные газы

обеспечивают защиту дуги и свариваемого металла, не оказывая на него металлургического воздействия.

Активными называют газы, вступающие в химическое взаимодействие со свариваемым металлом и растворяющиеся в нем. По свойствам различают три группы активных газов: с восстановительными свойствами (водород, оксид углерода); с окислительными свойствами (углекислый газ, водяные пары); выборочной активности (азот активен к черным металлам, алюминию, но инертен к меди и медным сплавам). Основным активным защитным газом является углекислый газ.

Таблица 1. Защитные газы, рекомендуемые для дуговой сварки различных металлов.

Свариваемые металлы	Толщина, мм	Сварка	
		вольфрамовым электродом	плавящимся электродом
Низкоуглеродистые, легированные, конструкционные стали	3	70...80 % Ar+20...30 % CO <sub>2</sub> ; Ar марки В	CO <sub>2</sub> ; 75...90 % Ar+10...25 % CO <sub>2</sub> ; Ar марки Г
Теплоустойчивые перлитные стали		Ar марки Б	CO <sub>2</sub> ; Ar марки Г; 75...80 % Ar+10...25 % CO <sub>2</sub>
Высоколегированные, коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные стали		Ar марки В; He; 70...80 % Ar+20...30 % CO <sub>2</sub>	Ar марки В; He; Ar марки Г; CO <sub>2</sub> ; 75...90 % Ar+10...25 % CO <sub>2</sub>
Жаропрочные хромоникелевые сплавы	Любая	Ar марки В; He	Ar марки В; He
Алюминий и его сплавы	6	Ar марки В	Ar марки Б; Ar марок Б и В; Ar марки Е (35 % Ar+65 % He)
Титан и его сплавы	Любая	Ar марки А	Ar марки А
Медь и ее сплавы		Ar марки В; He; 70...80 % Ar+20...30 % CO <sub>2</sub>	Ar марки В; He; 70...80 % Ar+20...30 % CO <sub>2</sub>
Магниеые сплавы		Ar марки В; He	Ar марки Б
Цирконий, молибден, тантал и другие активные металлы		Ar марки А	Ar марки А

#### Ход работы:

1. Ознакомиться со сварочными материалами- неплавящимися электродами
2. Ознакомиться с характеристиками защитных газов(окрас баллонов , свойства и область применения)
3. Ответить на вопросы , занести результаты в рабочую тетрадь.

#### Контрольные вопросы:

1. Что называют сварочными материалами?
2. Где используют в сварке неплавящиеся электроды?
3. Какими цветами окрашены баллоны?
4. В чем заключаются преимущества дуговой сварки неплавящимся электродом?
5. В каких случаях рекомендуют применять аргонодуговую сварку?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6( 4 часа)

**Тема:** Описание конструкции плазменного оборудования

**Цель работы** – Познакомиться с внешней характеристикой плазматрона и принципом его работы

### Теоретические основы

Плазмотрон – это генератор плазмы, то есть такое техническое устройство, в котором электрический ток используется для образования плазмы, которая, в свою очередь, применяется с целью обработки материалов, например, для резки плазмотроном.

Первые плазмотроны появились в середине XX века, что было вызвано расширением производства тугоплавких металлов и необходимостью введения технологии обработки материалов, устойчивых в условиях высоких температур. Ещё одна причина появления плазмотронов – потребность в источнике тепла повышенной мощности.

Предлагаем посмотреть, как работает ручной плазмотрон (он же плазморез):

**Вот основные особенности современных плазмотронов:**

- Получение сверхвысоких температур, недостижимых при использовании химического топлива
- Лёгкость регулирования мощности, пуска и остановки рабочего режима
- Компактность и надёжность устройства

Установка плазменной резки

**Устройство плазматрона**

Устройство плазматрона для резки металла представлено следующими конструктивными элементами:

1. Электрод/катод со вставкой из циркония или гафния – металлов с высокой термоэлектронной эмиссией
2. Сопло для плазматрона, обычно изолированное от катода
3. Механизм для закручивания плазмообразующего газа

Сопла и катоды – это основные расходные материалы плазмотронов. При толщине обрабатываемого металла до 10 мм одного комплекта расходных материалов бывает достаточно для одной рабочей смены – восьми часов работы. Сопла и катоды плазмотронов, как правило, изнашиваются с одинаковой интенсивностью, поэтому их замену можно организовать одновременно.

Несвоевременная замена расходников может оказать большое влияние на качество реза: например, при нарушении геометрии сопла может возникнуть эффект косого реза, или на поверхности реза будут возникать волны. Износ катода выражается в постепенном выгорании гафниевой вставки, выработка которой в объёме более 2 мм способствует пригоранию катода и перегреванию плазматрона. Таким образом, несвоевременная замена изношенных расходных материалов влечёт за собой более скорый износ и остальных комплектующих плазмотронов.



Рис. -конструкция плазматрона (схема)

Для защиты плазматрона от брызг расплавленного металла и металлической пыли в процессе работы, на него надевают специальный кожух, который необходимо время от времени снимать и очищать от загрязнений. Отказ от использования защитного кожуха приводит к риску негативного влияния вышеуказанных загрязнений на качество работы плазматрона и даже к его поломке. Кроме очистки кожуха, время от времени стоит чистить и сам плазматрон.

**Электродуговые плазматроны** оснащены как минимум одним анодом и катодом, подключёнными к источнику питания плазматрона постоянного тока. В качестве хладагента таких устройств используется вода, которая циркулирует в охлаждающих каналах.

Существуют следующие разновидности электродуговых плазматронов

- Плазматроны с прямой дугой
- Плазматроны с косвенной дугой (плазматроны косвенного действия)
- Плазматроны с использованием электролитического электрода
- Плазматроны с вращающимися электродами
- Плазматроны с вращающейся дугой

#### Ход работы:

1. Ознакомиться с плазменным оборудованием
2. Изучить принцип работы плазматрона
3. Ответить на вопросы, занести результаты в рабочую тетрадь.

#### Контрольные вопросы:

1. В чем заключается особенность оборудования для плазменной сварки?
2. Как осуществляется подготовка к работе плазматрона?
3. Какие вспомогательные устройства используют при плазменной сварке?



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7( 4 часа)

**Тема:** Настройка плазматрона и определение возможных неисправностей оборудования

**Цель работы** – Познакомиться с настройкой плазматрона , регулированием режимов сварки и определения неисправностей

### Теоретические основы

Дуговой плазматрон постоянного тока состоит из следующих основных узлов: одного (катода) или двух (катода и анода) электродов, разрядной камеры и узла подачи плазмообразующего вещества; разрядная камера может быть совмещена с электродами — так называемыми плазматронами с полым катодом. (Реже используются дуговые плазматроны, работающие на переменном напряжении; при частоте этого напряжения » 105 Гц - их относят к ВЧ плазматронам.) Существуют дуговые плазматроны с осевым и коаксиальным расположением электродов, с тороидальными электродами, с двусторонним истечением плазмы, с расходуемыми электродами (рис. 1) и т.д. Отверстие разрядной камеры, через которое истекает плазма, называется соплом плазматрона (в некоторых типах дуговых плазматронов границей сопла является кольцевой или тороидальный анод). Различают две группы дуговых плазматронов — для создания внешней плазменной дуги (обычно называется плазменной дугой) и плазменной струи. В плазматронах 1-й группы дуговой разряд горит между катодом плазматрона и обрабатываемым телом, служащим анодом. Эти плазматроны могут иметь как только катод, так и второй электрод вспомогательный анод, маломощный разряд на который с катода (кратковременный или постоянно горящий) «поджигает» основную дугу. В плазматронах 2-й группы плазма, создаваемая в разряде между катодом и анодом, истекает из разрядной камеры в виде узкой длинной струи.

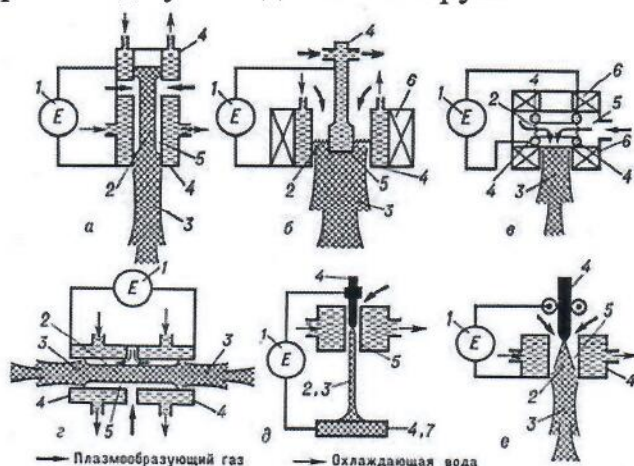


Рис. 1. Схема дуговых плазматронов: а — осевой; б — коаксиальный; в с тороидальными электродами; г — двустороннего истечения; д — с внешней плазменной дугой; е — с расходуемыми электродами (эрозионный); 1 — источник электропитания; 2 — разряд; 3 — плазменная струя; 4 — электрод; 5 — разрядная камера; 6 — соленоид; 7 — обрабатываемое тело.

Стабилизация разряда в дуговых плазматронах осуществляется магнитным полем, потоками газа и стенками разрядной камеры и сопла. Один из распространённых способов магнитной стабилизации плазменноструйных плазматронов с анодом в форме

кольца или тора, коаксиального катода, состоит в создании (с помощью соленоида) перпендикулярного плоскости анода сильного магнитного поля, которое вынуждает токовый канал дуги непрерывно вращаться, обегая анод. Поэтому перемещаются по кругу анодные и катодные пятна дуги, что предотвращает расплавление электродов (или их интенсивную эрозию, если они выполнены из тугоплавких материалов).

К числу способов газовой стабилизации, теплоизоляции и сжатия дуги относится так называемая «закрутка» — газ подаётся в разрядную камеру по спиральным каналам, в результате чего образуется газовый вихрь, обдувающий столб дуги и генерируемую плазменную струю: слой более холодного газа под действием центробежных сил располагается у стенок камеры, предохраняя их от контакта с дугой. В случаях, когда не требуется сильного сжатия потока плазмы (например, в некоторых плазматронах с плазменной дугой, используемых для плавки металла), стабилизирующий газовый поток не закручивают, направляя параллельно столбу дуги, и не обжимают соплом (катод располагают на самом срезе сопла). Очень часто стабилизирующий газ одновременно является и плазмообразующим веществом. Применяют также стабилизацию и сжатие дуги потоком воды (с «закруткой» или без неё).

Плазма дуговых плазматронов неизбежно содержит частицы вещества электродов вследствие их эрозии. Когда этот процесс по технологическим соображениям полезен, его интенсифицируют (плазматрон с расходуемыми электродами); в других случаях, напротив, минимизируют, изготавливая электроды из тугоплавких материалов (вольфрам, молибден, спец. сплавы) и (или) охлаждая их водой, что, кроме того, увеличивает срок службы электродов. Более «чистую» плазму дают ВЧ плазматроны (см. ниже).

Плазматроны с плазменной струёй обычно используют при термической обработке металлов, для нанесения покрытий, получения порошков с частицами сферической формы, в плазмохимической технологии и пр.; плазматроны с внешней дугой служат для обработки электропроводных материалов; плазматроны с расходуемыми электродами применяют при работе на агрессивных плазмообразующих средах (воздухе, воде и др.) и при необходимости генерации металлической, углеродной и т.д. плазмы из материала электродов (например, при карботермическом восстановлении руд).

Мощность дуговых плазматронов 10<sup>2</sup>—10<sup>7</sup> Вт; температура струи на срезе сопла 3000—25000 К; скорость истечения струи 1—104 м/сек; промышленное КПД 50—90%; ресурс работы (определяется эрозией электродов) достигает несколько сотен ч, в качестве плазмообразующих веществ используют воздух, N<sub>2</sub>, Ar, H<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, жидкие и твёрдые углеводороды, металлы, пластмассы.

Высокочастотный плазматрон включает: электромагнитную катушку-индуктор или электроды, подключенные к источнику высокочастотной энергии, разрядную камеру, узел ввода плазмообразующего вещества. Различают индукционные, ёмкостные, факельные плазматроны, плазматроны на коронном разряде и с короной высокочастотной, а также сверхвысокочастотные (СВЧ) плазматроны (рис. 2).

Наибольшее распространение в технике получили индукционные ВЧ плазматроны, в которых плазмообразующий газ нагревается вихревыми токами. Т. к. индукционный высокочастотный разряд является безэлектродным, эти плазматроны используют для нагрева активных газов (O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, воздуха и др.), паров агрессивных веществ (хлоридов, фторидов и др.), а также инертных газов, если к плазменной струе предъявляются

высокие требования по чистоте. С помощью индукционных плазматронов получают тонкодисперсные и особо чистые порошковые материалы на основе нитридов, боридов, карбидов и др. химических соединений. В плазмохимических процессах объём разрядной камеры таких плазматронов может быть совмещен с реакционной зоной. Мощность плазматрона достигает 1 МВт, температура в центре разрядной камеры и на начальном участке плазменной струи  $\sim 10^4$  К, скорость истечения плазмы 0—103 м/сек, частоты — от нескольких десятков тыс. Гц до десятков МГц, промышленное кпд 50—80%, ресурс работы до 3000 ч. В СВЧ плазматроне рабочие частоты составляют тысячи и десятки тыс. МГц; в качестве питающих их генераторов применяются магнетроны. ВЧ плазматроны всех типов, кроме индукционных, применяются (70-е гг. 20 в.) главным образом в лабораторной практике. В ВЧ плазматроне, как и в дуговых, часто используют газовую «закрутку», изолирующую разряд от стенок камеры. Это позволяет изготавливать камеры ВЧ плазматрона из материалов с низкой термостойкостью (например, из обычного или органического стекла).

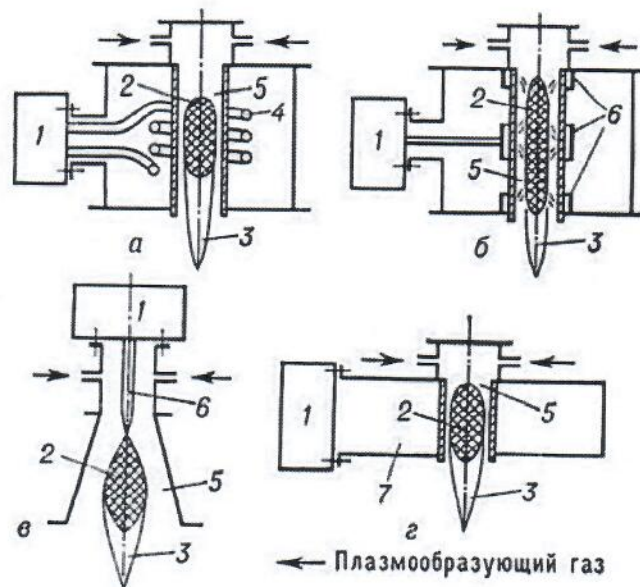


Рис. 2. Схемы высокочастотных плазматронов: а — индукционный; б ёмкостный; в — факельный; г — сверхвысокочастотный; 1 — источник электропитания; 2 — разряд; 3 — плазменная струя; 4 — индуктор; 5 — разрядная камера; 6 — электрод; 7 — волновод

Для пуска плазматрона, т. е. возбуждения в нём разряда, применяют: замыкание электродов, поджиг вспомогательного дугового разряда, высоковольтный пробой межэлектродного промежутка, инжекцию в разрядную камеру плазмы и др. способы. Основные тенденции развития плазматронов: разработка специализированных плазматронов и плазменных реакторов для металлургической, химической промышленности, повышение мощности в одном агрегате до 1 — 10 МВт, увеличение ресурса работы и т.д.

Плазменная горелка, ручной дуговой плазматрон для нанесения покрытий, резки, сварки, наплавки и др. процессов плазменной обработки. По принципу действия различают две группы плазменных горелок: для работы плазменной дугой и для работы плазменной струей. При механизированной обработке плазменная горелка закрепляется на специальной установке; для нанесения покрытий и наплавки она обычно оснащается

устройством для подачи распыляемого или наплавляемого материала (в виде порошка или проволоки). Такая плазменная горелка называется плазменной головкой. Мощность плазменной горелки достигает 100 кВт, плазмообразующими газами служат Ar, He, N<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, воздух и их смеси. Для зажигания дугового разряда в начале работы необходимо замкнуть зазор между катодом и анодом плазменной горелки (плазменная струя) или между катодом и обрабатываемым металлом (плазменная дуга) или иным образом возбудить разряд.

### ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ АППАРАТА И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ.

1. К работам по поиску и устранению неисправностей аппарата допускаются лица, имеющие квалификацию, указанную во введении руководства.
2. В период действия гарантийных обязательств производителя разрешается проведение следующих работ владельцем аппарата вне сервисного центра :
  - диагностика и определение неисправности по нижеизложенной методике;
  - регулировочные работы по согласованию с изготовителем;
  - ремонт (замена) некоторых деталей по согласованию с изготовителем.

Перечень возможных неисправностей плазмотрона приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Описание неисправности	Возможные причины	Указания по устранению
1	2	3
1. При работе ИП при нажатии клавиши на ручке резака загорается лампочка «КЗ» или во время резки происходит обрыв режущей дуги.	1.1. Короткое замыкание между катодом и соплом из-за малого зазора между катодом и соплом, попадания частиц расплавленного металла в зазор между катодом и соплом, слабой затяжки катода или наличия влаги в зазоре между катодом и соплом.	Отключить питание ИП, дать воздуху выйти из КШ и выкрутить плазмотрон из ручки. Разобрать плазмотрон (см.п.5.3.5.) Проверить состояние поверхностей катода и сопла, при необходимости зачистить, подтянуть катод ключом плазмотрона, проверить величину зазора (должен быть $0,8 \pm 0,2$ мм). При наличии влаги в КШ вывернуть плазмотрон из ручки и продуть воздухом под давлением 5...6 Атм., слить конденсат из ресивера компрессора.
2. Обгорание или пробой мундштука плазмотрона.	2.1. Касания мундштука о разрезаемый металл.	Не допускать касаний мундштука о разрезаемый металл, применять упор плазмотрона при резке плоских листов. Поврежденный мундштук заменить.
3. Обгорание текстолитового корпуса плазмотрона, быстрая выработка катода и сопла, перегрев их	3.1. Недостаточное давление или расход воздуха через плазмотрон.	Выставить необходимое давление воздуха (5-6 Атм. по манометру на ИП), расход воздуха от компрессора должен быть не менее 300 л/мин.
	3.2. Слабая затяжка катода.	Разобрать плазмотрон (см.п.5.3.5.) и

поверхностей (фиолетово-синий цвет).		ключем плазматрона подтянуть катод, не допускать слабой затяжки катода.
4. Оплавление гайки, перегрев кожуха	4.1. Плазматрон не до конца завернут в ручку резака. Происходит потеря воздуха по резьбе катододержателя.	Проверить состояние резьбы на плазматроне и в ручке, завернуть плазматрон до упора в ручку резака.

#### **Ход работы:**

4. Познакомиться с настройками плазматрона
5. Изучить принцип регулирования режимов сварки
6. Ответить на вопросы, занести результаты в рабочую тетрадь.

#### **Контрольные вопросы:**

4. В чем заключается особенность оборудования для плазменной сварки?
5. Какие вспомогательные устройства используют при плазменной сварке?
6. Как происходит настройка плазматрона и установка режимов сварки?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8( 6 часов)

**Тема:** Расчеты и подбор режимов сварки покрытым электродом

**Цель работы** – освоить методику подбора режимов сварки дуговой сварки покрытым электродом

### Теоретические основы

Ручная дуговая сварка (РДС) относится к термическому классу. Источником тепла служит электрическая дуга, возникающая между электродом и свариваемым изделием при протекании постоянного или переменного тока.

При ручной дуговой сварке на стабильность горения дуги, качество наплавки или сварного шва, на производительность про-цесса влияет ряд факторов, важнейшие из которых:

- 1) правильный подбор и расчет основных параметров сварки;
- 2) правильный выбор источника питания (переменного, постоянного тока);
- 3) технологические свойства электродов.

Для питания сварочной дуги применяют источники переменного и постоянного тока. Источниками питания дуги переменного тока при ручной дуговой сварке являются сварочные трансформаторы с увеличенным магнитным рассеянием и подвижными обмотками типа ТС, ТСК, ТД, схе-ма которых показана на рис. 1.

Сердечник трансформатора 1 стержневого типа, катушки первичной обмотки 2 неподвижны, а катушки вторичной обмотки 3 перемещаются вверх и вниз вручную с помощью винта и рукоятки, расположенной на крышке кожуха трансформатора.

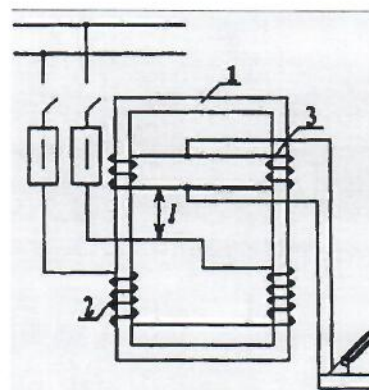


Рис. 1 Конструктивная схема сварочного трансформатора

Сварочный ток регулируется изменением расстояния между первичной и вторичной обмотками. При сближении обмоток магнитный поток рассеяния (часть основного магнитного потока, частично замыкающегося по воздушному зазору между обмотками) и индуктивное сопротивление уменьшаются, а сварочный ток увеличивается. Минимальный сварочный ток соответствует наибольшему расстоянию между обмотками.

Режим сварки один из основных элементов технологического процесса, который определяет качество и производительность сварки. При РДС основными параметрами режима являются диаметр электрода  $D_э$  в мм, сварочный ток  $I_{св}$  в амперах, напряжение

на дуге  $U_d$  в вольтах и скорость сварки  $V_{св}$  в м/ч.

Определение режима сварки начинают с выбора диаметра электрода, его типа и марки. Диаметр электрода  $D_э$  выбирается в зависимости от толщины свариваемого металла  $S$  (табл. 1) при сварке стыковых соединений и от катета шва  $h$  (табл. 2) при сварке угловых и тавровых соединений.

**1 Значения диаметра электрода в зависимости от толщины свариваемых деталей**

Толщина деталей $S$ , мм	1,5 ... 2	3	4 ... 8	9 ... 12	13 ... 15	16 ... 20
Диаметр электрода $D_э$ , мм	1,6 ... 2	3	4	4-5	5	5 ... 6

**2 Значения диаметра электрода в зависимости от катета шва**

Катет шва $h$ , мм	3	4 ... 5	6 ... 9
Диаметр электрода $D_э$ , мм	3	4	5

Марку электрода выбирают в зависимости от химического состава свариваемого металла. Покрытие электрода со шлакообразующей основой на базе карбонатов кальция или магния и плавикового шпата называется основным. Основные покрытия пригодны для сварки углеродистых, и легированных сталей. Наиболее известные марки электродов этой группы – УОНИИ-13/45, АНО-7, АНО-8. Наплавленный ими металл обладает высокой ударной вязкостью при отрицательных температурах.

Покрытие со шлакообразующей основой на базе рутила ( $TiO_2$ ) называют рутиловым, которое является наиболее распространенным в нашей стране. Широко используют электроды марок МР-3, ОЗС-4, АНО-4 из-за высоких механических свойств швов и хороших сварочно-технологических характеристик.

При выборе типа электрода следует руководствоваться ГОСТ 9467–75. В нем предусмотрено девять типов электродов: Э38, Э42, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60. Их применяют для сварки углеродистых и низколегированных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа. Для сварки легированных сталей с временным сопротивлением свыше 600 МПа используют электроды Э70, Э150. В обозначение типа электрода буквы Э (электрод) и цифра, показывающая минимальное временное сопротивление разрыву металла шва или наплавленного металла в кгс/мм<sup>2</sup>. Буква А после цифрового обозначения электродов указывает на повышенные пластичность и вязкость металла шва.

Тип электрода выбирают таким образом, чтобы прочность металла шва и прочность основного металла были примерно равны. Например, если у основного металла  $\sigma_B = 480$

МПа, то следует выбирать электрод типа Э50 или Э50А.

Сварочный ток в зависимости от диаметра электрода определяют по формуле

$$I_{св} = k D_э, \text{ А}, \quad (1)$$

где  $D_э$  – диаметр электрода, мм;  $k$  – коэффициент, зависящий от диаметра электрода и типа покрытия.

### 3 Значения опытного коэффициента в зависимости от диаметр электрода

Диаметр электрода $D_э$ , мм	2	3	4	5	6
Опытный коэффициент, $k$	25...30	30...45	35...50	40...55	45...60

При сварке вертикальных швов сварочный ток уменьшается на 10 %, потолочных – на 20 % против расчетного.

Напряжение на дуге определяют по формуле

$$U_d = \alpha + \beta L_d, \quad (2)$$

где  $\alpha$  – падение напряжения на электроде ( $\alpha = 10 \dots 12$  В – для стальных электродов,  $\alpha = 35 \dots 38$  В – для угольных электродов);

$\beta = 2$  В/мм – падение напряжения на 1 мм дуги;  $L_d$  – длина дуги,  $L_d = 0,5(D + 2)$ , мм. Для наиболее широко применяемых электродов в среднем  $U_d$  составляет 25 ... 28 В.

Расплавление металла электрода характеризуется коэффициентом расплавления  $\alpha_p$ , который показывает, какая масса металла электрода при силе тока в один ампер расплавится за один час горения дуги:

$$\alpha_p = \frac{G_p}{I_{св} t}, \text{ г/А} \cdot \text{ч}, \quad (3)$$

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

Не весь расплавленный металл электрода переносится в шов. Часть его теряется на разбрызгивание, испарение и угар. Поэтому производительность процесса сварки определяют, исходя из коэффициента наплавки  $\alpha_1$ , который меньше коэффициента расплавления на величину потерь электродного металла,



$$\alpha_H = \frac{G}{I_{\text{св}} V}, \text{ г/А} \cdot \text{ч} \quad (4)$$

где  $G_H$  – вес наплавленного металла, г.  
Коэффициент потерь

$$\psi = \frac{G_p - G_H}{G_p} \cdot 100\% \quad (5)$$

Значения рассмотренных коэффициентов зависят от марок электродов, рода и полярности тока и составляют  $\alpha_p = 7 \dots 13 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$ ;  
 $\alpha_H = 6 \dots 12,5 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$ ;  $\psi = 5 \dots 25 \%$ .

Скорость сварки определяют из выражения

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_H}{\gamma F_{\text{нм}}}, \text{ м/ч}, \quad (6)$$

где  $V_{\text{св}}$  – скорость сварки, м/ч;  $\alpha_H$  – коэффициент наплавки, г/А · ч;  $\gamma$  – плотность металла, г/мм<sup>3</sup> (для стали  $\gamma = 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ г/мм}^3$ );

$F_{\text{нм}}$  – площадь сечения наплавленного металла шва, представляющая сумму элементарных геометрических фигур, составляющих сечение шва, мм<sup>2</sup>. Приблизительно площадь поперечного сечения шва считается равной площади равностороннего треугольника с углом раскрытия кромок 60°.

#### Порядок выполнения работы

- 1 Изучить оборудование сварочного поста.
- 2 Изучить устройство и принцип работы источника питания электрической дуги.
- 3 Рассчитать режим ручной дуговой сварки. Для расчета параметров РДС исходные данные взять в табл. 5, согласно номера варианта, заданного преподавателем.
  - а) Выбрать диаметр электрода (табл. 1 и 2).
  - б) Определить величину сварочного тока по формуле (1) и табл. 3.
  - в) Определить напряжение на дуге по формуле (2).
  - г) Выбрать тип и марку электрода.
  - д) Полученные данные занести в табл. 4.

#### 4 Результаты расчета параметров ручной дуговой сварки

Номер варианта	Диаметр электрода $D_э$ , мм	Сварочный ток $I_{\text{св}}$ , А	Сварочное напряжение $U_d$ , В	Тип электрода	Скорость сварки $V_{\text{св}}$ , м/ч

- 5 Рассчитать коэффициенты расплавления, наплавки и потерь по формулам (3) – (5).
- 6 Определить скорость сварки по формуле (6).

### **Содержание отчета**

- 1 Название и цель работы, описание оборудования сварочного поста.
- 2 Схема источника питания и описание основных его узлов.
- 3 Расчет параметров режима ручной дуговой сварки, табл. 4.
- 4 Расчет технологических коэффициентов электродных покрытий.

### **Контрольные вопросы**

- 1 Устройство и принцип работы сварочного трансформатора.
- 2 Электрическая дуга и ее свойства.
- 3 Сварочные электроды.
- 4 Основные параметры режима ручной дуговой сварки.

## **СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**

*МДК.02.02. Технология газовой сварки*

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1( 4 часа)

**Тема:** Свойства кислорода и горючих газов

**Цель работы** – уметь определять свойства горючих газов, хранение и транспортировку баллонов

### Теоретические основы

Баллон-это металлическая емкость для хранения и транспортировки газов в сжатом, растворенном и сжиженном состоянии.

**СЖАТЫЕ ГАЗЫ** находятся в баллоне в газообразном состоянии при повышенном давлении и нормальной температуре. К таким газам относятся: азот, аргон, кислород, сжатый воздух, водород, метан и др.

**СЖИЖЕННЫЕ ГАЗЫ** находятся в баллоне при повышенном давлении и нормальной температуре в жидком состоянии в равновесии со своим паром (газом). К таким сжиженным газам относятся: хлор, аммиак, бутан, пропан, углекислый газ, различные фреоны и др.

**РАСТВОРЕННЫМИ ГАЗАМИ** называются газы, находящиеся в баллонах в растворенном состоянии. Представителем растворенных газов является ацетилен.

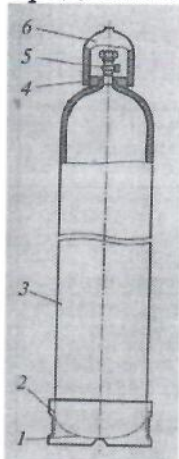
### Ход работы

- 1 Название и цель практической работы
- 2 Изучить свойства горючих газов
- 3 Определить правила хранения и транспортировки газовых баллонов
- 4 Ответить на вопросы и оформить практическую работу в рабочую тетрадь

### Контрольные вопросы

1. Выберите правильный ответ:  
Для газовой сварки кислород поставляют в цельнотянутых баллонах, изготовленных :
  - А. Из углеродистых и легированных сталей
  - Б. Низкоуглеродистых и низколегированных сталей
  - В. Стали, соответствующей ГОСТ 950-80
2. Высота кислородного баллона для газовой сварки:
  - А. 1500 мм
  - Б. 1390 мм
  - В. 1470 мм
3. Толщина стенки кислородного баллона :
  - А. 9 мм
  - Б. 10 мм
  - В. 8 мм
  - Г.

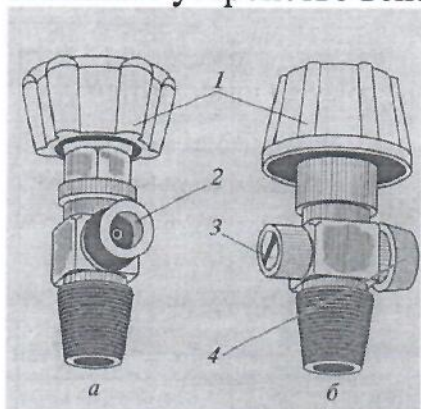
4. Вместимость кислородного баллона, рассчитанного на давление 15 МПа:
- А. 40 дм<sup>3</sup>
  - Б. 44 дм<sup>3</sup>
  - В. 39 дм<sup>3</sup>
5. Запишите название устройства по позициям газового баллона представленного на рисунке 1



- |   |       |
|---|-------|
| 1 | _____ |
| 2 | _____ |
| 3 | _____ |
| 4 | _____ |
| 5 | _____ |
| 6 | _____ |

Рисунок 1

6. Из какого материала изготавливаются вентиля кислородного баллона?
7. Запишите из какого материала изготавливают вентиля ацетиленовых баллонов?
8. Запишите устройство вентиля представленных на рисунке 2.

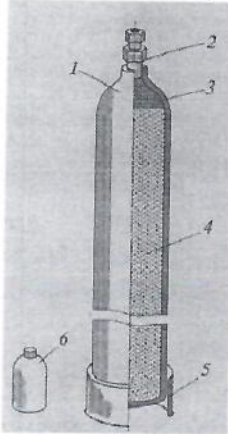


- |   |       |
|---|-------|
| 1 | _____ |
| 2 | _____ |
| 3 | _____ |
| 4 | _____ |

Рисунок 2

9. Запишите конструктивные особенности ацетиленового баллона:
1. Материал
  2. Высота
  3. Диаметр
  4. Толщина стенки
  5. Вместимость
  6. Рабочее давление
  7. Цвет окраски
  8. Состояние газа в баллоне
  9. Заполняют пористой массой из \_\_\_\_\_

10. Запишите название позиций, представленных на рисунке 3



- 1 \_\_\_\_\_
- 2 \_\_\_\_\_
- 3 \_\_\_\_\_
- 4 \_\_\_\_\_
- 5 \_\_\_\_\_
- 6 \_\_\_\_\_

Рисунок 3

11. Какой инструмент необходимо использовать для открывания вентиля ацетиленового баллона?

12. какова высота пропанового баллона?

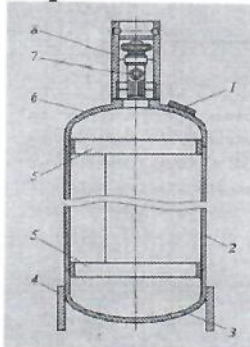
- А. 1000 мм
- Б. 960 мм
- В. 1390 мм

13. Чему равен диаметр пропанового баллона?

- А. 300 мм
- Б. 219 мм
- В. 305 мм

14. В какой цвет окрашивается пропановый баллон?

15. Определите позиции баллона представленного на рисунке 4



- 1 \_\_\_\_\_
- 2 \_\_\_\_\_
- 3 \_\_\_\_\_
- 4 \_\_\_\_\_
- 5 \_\_\_\_\_
- 6 \_\_\_\_\_
- 7 \_\_\_\_\_
- 8 \_\_\_\_\_

Рисунок 4

16. В каком состоянии находится технический процесс пропан в баллоне?

17. Как часто производят освидетельствование баллонов?

18. Какой баллон взрывоопасен при попадении на штуцер баллона жира и масла?

19. Как правильно устанавливают баллоны на рабочем месте?

20. Как транспортируют газовые баллоны?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2( 4 часа)

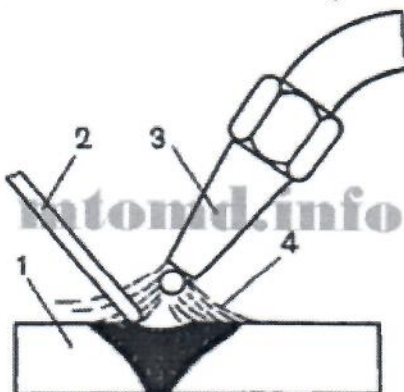
**Тема:** Газовое пламя

**Цель работы:** закрепить материал по данной теме.

### Теоретические основы

Газовая сварка — сварка плавлением, при которой нагрев кромок соединяемых частей деталей производится пламенем газов, сжигаемых на выходе из горелки для газовой сварки. При газовой сварке заготовки 1 и присадочный материал 2 в виде прутка или проволоки расплавляют высокотемпературным пламенем 4 газовой горелки 3 (рисунок 1).

Рисунок 1 — Газовая сварка схема



Газовое пламя чаще всего образуется в результате сгорания (окисления) горючих газов технически чистым кислородом (чистота не ниже 98,5%). В качестве горючих газов используют ацетилен, водород, метан, пропан, пропанобутановую смесь, бензин, осветительный керосин.

### Ход работы

- 1 Название и цель практической работы
- 2 Изучить строение газового пламени
- 3 Правила настройки газового пламени
- 4 Ответить на вопросы и оформить практическую работу в рабочую тетрадь

### Ответить на вопросы и решить задачу

1. Запишите определения областей сварочного пламени

Ядро-\_\_\_\_\_.

Восстановительная зона-\_\_\_\_\_.

Факел-\_\_\_\_\_.

2. Из каких частей состоит сварочное пламя?

3. Какие три основных вида сварочного пламени вы знаете?

4. Запишите строение ацетиленового сварочного пламени.



- 1- \_\_\_\_\_  
 2- \_\_\_\_\_  
 3- \_\_\_\_\_

5. Под описанием изобразите схематично вид сварочного пламени и укажите его основные области.

**А-** Нормальное сварочное пламя образуется тогда, когда в горелке на один объем кислорода приходится один объем ацетилена. В нем ярко выражены все три зоны. Нормальным сварочным пламенем осуществляют сварку сталей всех марок, меди, бронзы и алюминия.

**Б-** Окислительное сварочное пламя получают при избытке кислорода, когда в горелку подают на один объем ацетилена более 1.3 объема кислорода. Окислительное пламя применяют при сварке латуни и пайке твердыми припоями.

**В-** Науглероживающее сварочное пламя получают при избытке ацетилена, когда в горелке на один объем ацетилена приходится не более 0.95 объема кислорода. Слегка науглероживающим пламенем сваривают чугун и осуществляют наплавку твердых сплавов.

6. Как газосварщик устанавливает вид сварочного пламени?

7. Решите задачу.

Найти минимальный и максимальный расход ацетилена,  $\text{дм}^3/\text{ч}$ , при сварке низкоуглеродистой стали толщиной 3 мм, если 1 мм низкоуглеродистой стали расплавляется при расходе ацетилена 100-130  $\text{дм}^3/\text{ч}$ .

Решение: \_\_\_\_\_

Ответ: \_\_\_\_\_



## Основная и дополнительная литература

### Основные источники:

1. Банов М.Д., Казаков Ю.В., Козулин М.Г. и др. Сварка и резка материалов. Уч. пособие для УНПО, Гриф Рекомендовано Экспертным советом по НПО Минобразованием России , ИЦ Академия, 2008г., 400 стр.
2. Герасименко А.И., Электрогазосварщик.-Изд.13-е,2013 -409 стр.
3. Маслов В.И.. Сварочные работы. - Москва: 2»Академия», 2009.
4. Куликов О.Н., Ролин Е.И. Охрана труда при производстве сварочных работ. Уч. пособие для УНПО, Гриф Допущено Минобразованием России , ИЦ Академия, 2008г., 176 стр.
5. Чернышов Г. Г., Полевой Г.В., Выборнов А.П. и др. Под ред. Г. Г. Чернышов. Справочник электрогазосварщика и газорезчика. Уч. пособие для УНПО, Гриф Допущено Минобразованием России , ИЦ Академия, 2008г., 400 стр.
6. Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением. – Москва: «Академия»,2010.
7. Чернышов Г. Г Сварка и резка металлов. Уч. пособие для УНПО, Гриф Рекомендовано Экспертным советом по профессиональному образованию Минобразования России , ИЦ Академия, 2008г., 496 стр.
8. Юхин Н.А. Под ред. О.И.Стеклова Газосварщик. Уч. пособие для УНПО, Гриф Допущено Минобрнауки России , ИЦ Академия, 2007г., 160 стр.
9. Электрическая дуговая сварка. Уч. пособие для УНПО, Гриф Допущено Экспертным советом по профессиональному образованию , ИЦ Академия, 2008г., 320 стр.

### Дополнительные источники:

10. Виноградов В.С, Юхин Н.А.Альбом. Гриф Допущено Министерством образования и науки Российской Федерации , ИЦ Академия, 2006г., 25 стр.
11. Методические пособия «Лабораторные работы. Сварка металлов». – Санкт - Петербург: Центр промышленного оборудования (ЦПО). -2008.

### Интернет-ресурсы:

12. [www.svarkov.ru](http://www.svarkov.ru)
13. [www.svarka.dukon.ru](http://www.svarka.dukon.ru)
14. [www.svarkainfo.ru](http://www.svarkainfo.ru)