



государственное автономное профессиональное  
образовательное учреждение Самарской области  
«Самарский колледж сервиса производственного  
оборудования имени Героя Российской Федерации  
Е.В. Золотухина»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ  
МДК.02.01.Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки)  
покрытыми электродами**

программа подготовки квалифицированных рабочих и служащих  
среднего профессионального образования  
по профессии  
15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

Самара, 2020 год

Разработчик(и):  
Шарамков С.Ю., преподаватель ГАПОУ СКСПО.

В методических рекомендациях содержатся рекомендации по выполнению практических занятий по *МДК.02.01. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами* для профессии *15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))*, изложены требования к порядку выполнения лабораторно-практических занятий, содержанию, структуре. Методические рекомендации предназначены для обучающихся очной формы обучения.

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации предназначены для проведения лабораторно-практических занятий по **МДК.02.01.Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами** по профессии **15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))**.

Методические рекомендации по выполнению лабораторно-практических занятий разработаны на основе рабочей программы **ПМ.02 Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом** по профессии **15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))**.

Содержание лабораторно-практических занятий позволяет освоить:

- практические приемы;
- методы и способы решения задач;
- практическое применение дисциплины;
- практические приемы решения проблемных вопросов;

При освоении профессии по программе подготовки квалифицированных рабочих и служащих **15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))** по **ПМ 02 Ручная дуговая сварка (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом** на проведение лабораторно-практических занятий отводится 52 часа.

Ожидаемый результат от использования данных методических рекомендаций в образовательном процессе - овладение обучающимися знаниями и умениями, предусмотренными ППКРС по *МДК.02.01.Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами*.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

### **знать:**

- основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом, и обозначение их на чертежах;
- основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом;
- сварочные (наплавочные) материалы для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва;
- основы дуговой резки;
- причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой сварке (наплавке, резке) плавящимся покрытым электродом.

### **уметь:**

- проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой сварки (наплавки, резки) плавящимся покрытым электродом;
- выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;
- владеть техникой дуговой резки металла.

В методических рекомендациях по выполнению лабораторно-практических занятий содержится инструкция с четким алгоритмом хода работы. Каждое лабораторно-практическое занятие включает краткий теоретический материал, примеры и набор заданий. Методические рекомендации (указания) могут быть использованы для самостоятельной работы студентов, то есть для самостоятельного выполнения студентами практических работ. Лабораторно - практические работы необходимо выполнять в специальных тетрадях с указанием номера, темы, целей работы.

### **Перечень лабораторно-практических занятий**

Практическое занятие №1 Параметры режима ручной дуговой сварки и выбор режима сварки.

Практическое занятие №2 Подсчет расхода сварочных материалов при ручной дуговой сварки.

Практическое занятие №3 Оценка свариваемости сталей. Формула углеродного эквивалента

Практическое занятие №4 Влияние легирующих элементов на свариваемость сталей. Изучение характеристик сварочных материалов

Практическое занятие №5 Особенности сварки цветных металлов и их сплавов

Практическое занятие №6 Отработка навыков зажигания дуги и поддержания её горения

Практическое занятие №7 Отработка навыков техники сварки в нижнем положении стыковых швов

Практическое занятие №8 Отработка навыков техники сварки в нижнем положении угловых швов

Практическое занятие №9 Отработка навыков техники сварки в вертикальном положении стыковых швов

Практическое занятие № 10 Отработка навыков техники сварки в вертикальном положении угловых швов

Практическое занятие № 11 Отработка навыков техники сварки в горизонтальном положении стыковых швов

Практическое занятие № 12 Отработка навыков техники сварки в горизонтальном положении угловых швов

Практическое занятие № 13 Отработка навыков техники сварки в потолочном положении стыковых швов

Практическое занятие № 14 Отработка навыков техники сварки в потолочном положении угловых швов

### **Критерии оценивания практических занятий**

Оценка	Критерии			
	Полнота выполненного задания	Самостоятельность при выполнении задания	Вычисления	Оформление
5	Обучающийся полностью справился с заданием, глубокое и полное овладение содержанием учебного	Задание выполнено обучающимся полностью самостоятельно	Все расчеты и вычисления произведены правильно	Оформление практической работы выполнено в соответствии с требованиями. соответствует требованиям. Использована

	материала умеет практически применять теоретические знания			профессиональная терминология.
4	Обучающийся справился с заданием, осознанно применяет теоретические знания на практике, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа имеют отдельные неточности.	Задание выполнено обучающимся самостоятельно. В затруднительных моментах воспользовался устной консультацией с преподавателем для уточнения правильности своих действий.	Имеются ошибки в расчетах и вычислениях	Оформление практической работы в основном соответствует требованиям. Наблюдаются некоторые затруднения при подборе слов, терминов и использовании профессиональной терминологии при оформлении
3	Задание выполнено не полностью, обнаруживает знание и понимание основных положений учебного материала, но излагает его неполно, непоследовательно допускает неточности, в применении теоретических знаний при ответе на практико-ориентированные вопросы; не умеет доказательно обосновать собственные суждения.	Задание выполнено обучающимся с помощью дополнительного источника информации.	Допущены грубые ошибки в вычислениях	Допущено множество ошибок в оформлении практической работы что затрудняет ее чтение. Наблюдаются затруднения при подборе слов, терминов и использовании профессиональной терминологии при выполнении практической работы
2	Задание не выполнено обучающийся имеет разрозненные, бессистемные знания, допускает ошибки в	Задание с помощью дополнительного источника информации не выполнено.	Отсутствуют вычисления	Ошибки в оформлении практической работы невозможным ее чтение. Профессиональная терминология

определении базовых понятий, искажает их смысл; не может практически применять теоретические знания.			отсутствует
--	--	--	-------------

## Практическая работа №1

**Тема: Параметры режима ручной дуговой сварки и выбор режима сварки**

**Цель:** Научиться выбирать режим сварки

Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь выбирать режим ручной дуговой сварки.
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

**Оборудование и материалы**

- пост для сварки на переменном и постоянном токе.
- пластины из низкоуглеродистой стали;
- электроды марок АНО-4 или УОНИ 13/45;  $d_{\text{э}}=4$  мм.
- таблицы, плакаты

**Справочная литература:**

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.205-207

**Порядок выполнения работы**

1. Выбрать диаметр электрода
2. Определить величину сварочного тока по формуле.
3. Определить напряжение на дуге по формуле
4. Выбрать тип и марку электрода.
5. Полученные данные занести в табл.

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

**Контрольные вопросы:**

1. Что понимаем под режимом ручной дуговой сварки?
2. Какие показатели ручной дуговой сварки относятся к основным?
3. Какие показатели ручной дуговой сварки относятся к дополнительным?
4. Как выбирается диаметр электрода?
5. Каким диаметром электрода выполняется первый (коренной) шов?
6. Каким диаметром электрода выполняются нижние, вертикальные, горизонтальные, потолочные швы?
7. По какой формуле выбирается сила сварочного тока?
8. Что влияет на величину коэффициента К?
9. Что происходит с выбором тока для вертикального, горизонтального и потолочного швов?
10. Что происходит с шириной шва при уменьшении диаметра электрода?

## Практическая работа №2

**Тема:** Подсчет расхода сварочных материалов при ручной дуговой сварки.

**Цель:** Научиться рассчитывать расход сварочных материалов при ручной дуговой сварки.  
Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь рассчитывать расход сварочных материалов при ручной дуговой сварки.
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

### Оборудование и материалы

- таблицы, плакаты
- пост для сварки на переменном и постоянном токе.
- пластины из низкоуглеродистой стали;
- электроды марок АНО-4 или УОНИ 13/45;  $d_{\text{э}}=4$  мм.

### Справочная литература:

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 5 стр.114-124

### Порядок выполнения работы

Расчитать площадь поперечного сечения сварного шва

$$F_1 = (6 \dots 8) \cdot d_{\text{э}}, \text{мм}^2. \quad (5.8)$$

Расчитать массу наплавленного металла  $M_{\text{нм}}$  для ручной дуговой сварки

$$M_{\text{нм}} = F_{\text{шв}} \cdot l_{\text{шв}} \cdot \rho, \text{Г} \quad (5.11)$$

где  $F_{\text{шв}}$ – площадь поперечного сечения шва при однопроходной сварке (или одного слоя валика при многослойном шве),  $\text{см}^2$ ;  $l_{\text{шв}}$ – длина шва, см;  $\rho$ – плотность наплавленного металла (для стали 08Х18Н10Т  $\rho = 7,9 \text{ г/см}^3$ ).

Расчитать расход электродов  $G_{\text{э}}$  для ручной дуговой сварки

$$G_{\text{э}} = M_{\text{нм}} \cdot k_{\text{э}}, \text{КГ} \quad (5.12)$$

где  $k_{\text{э}}$  – коэффициент, учитывающий расход электродов на 1 кг наплавленного металла (1,4...1,7, для электродов УОНИ-13/45  $k_{\text{э}} = 1,5$

### Контрольные вопросы

- 1.Какие параметры необходимы для расчета расхода сварочных материалов при ручной дуговой сварки?
- 2.От чего зависит расход сварочных материалов?
- 3.Как уменьшить расход сварочных материалов при ручной дуговой сварки?

## Практическая работа №3

**Тема:** Оценка свариваемости сталей. Формула углеродного эквивалента

**Цель:** приобрести навыки определения группы свариваемости углеродистых и легированных сталей.

Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы приобретете навыки определения группы свариваемости углеродистых и легированных сталей.
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

### Оборудование и материалы

- таблицы, плакаты

### Справочная литература:

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.205-207

### Порядок выполнения работы

- 1.Записать марку стали (согласно карточки-задания)

2. Записать количественное содержание основных легирующих элементов в указанной марке стали (из карточки-задания или найти в Интернете – «марочник сталей», справочнике)
3. Выбрать и записать формулу для определения эквивалента углерода (по максимально близкому количеству легирующих добавок содержащихся в стали данной марки с указанными в формуле). Можно использовать формулу из конспекта урока.
4. Рассчитать величину  $C_{экв}$  в % по выбранной формуле, подставив величины содержания углерода и легирующих элементов. (точность расчётов – до сотых долей процента) и толщины металла.
4. Сравнить полученное значение  $C_{экв}$  со значениями в таблице и определить к какой группе сталей по свариваемости относится данная марка стали, и какой вид термообработки требуется.

#### **Контрольные вопросы**

1. Какое влияние оказывает повышение содержания углерода на свойства железоуглеродистых сплавов?
2. Какие химические элементы в металле сварного шва в наибольшей степени снижают пластические свойства?
3. Как влияет высокое содержание серы и фосфора на свариваемость сталей?
4. Для чего в сталь вводят легирующие элементы?

### **Практическая работа №4**

#### **Тема: Влияние легирующих элементов на свариваемость сталей. Изучение характеристик сварочных материалов**

**Цель:** Научиться определять влияние легирующих элементов на свариваемость сталей  
Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь определять влияние
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

#### **Оборудование и материалы**

- пост для сварки на переменном и постоянном токе.
- пластины из низкоуглеродистой стали;
- электроды марок АНО-4 или УОНИ 13/45;  $d_{э}=4$  мм.
- таблицы, плакаты

#### **Справочная литература:**

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.205-207  
Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка Глава 19 стр.212-220

#### **Порядок выполнения работы**

1. Изучить влияние легирующих элементов на структуру и свойства легированных сталей.
2. Рассмотреть классификацию легированных сталей.
3. Изучить и зарисовать микроструктуры легированных сталей.
4. Вписать химический состав каждой стали и объяснить принцип маркировки.
5. Определить к какому классу по структуре и назначению принадлежит заданные стали, для каких изделий применяются, какими свойствами должны обладать.
6. Выписать типичные режимы термической обработки для каждой стали и получаемые значения механических свойств.
7. Рассмотреть особенности термической обработки каждой стали.
8. Выполнить сварку листов из легированных сталей с учетом всех требований

Все данные по режиму сварки внести в таблицу.

Номер варианта	Диаметр электрода $D$ , мм	Сварочный ток $I_{св}$ , А	Сварочное напряжение $U_1$ , В	Тип электрода	Скорость сварки $V_{св}$ , м/ч

### Контрольные вопросы

1. Что обозначают буквы и цифры в маркировке легированных сталей и сплавов?
2. Для чего в сталь добавляют легирующие элементы?
3. Какие основные легированные стали используют в сварных конструкциях?
4. Какие основные дефекты возникают при сварке легированных сталей?
5. Какие металлургические и технологические приемы используют для предотвращения образования дефектов при сварке легированных сталей?

### Практическая работа №5

#### Тема: Особенности сварки цветных металлов и их сплавов

**Цель:** Научиться выполнять сварку пластин из цветных металлов и их сплавов  
Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь выполнять сварку пластин из цветных металлов и их сплавов.
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

#### Оборудование и материалы

1. Сварочный пост постоянного тока с электроизмерительными приборами.
2. Пластины из А1 (100X 100X8 мм).
3. Электроды ОЗА- 1, АФ 4аКр или другие.
4. Специальная струбцина

#### Справочная литература:

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 18 стр.399-427

#### Порядок выполнения работы

1. Собрать пластины в специальной струбцине, прихватить их по торцам и взвесить.
2. Определить массу металлического стержня электрода.
3. Подобрать диаметр электрода по толщине свариваемого металла и силу тока по диаметру электрода.
4. Наплавить валик поперек стыка длиной 60—80 мм, фиксируя режим и время сварки.
5. Охладить пробу, высушить, очистить от шлака. Взвесить пробу с наплавленным валиком, определить массу огарка.
6. Изменяя силу сварочного тока в сторону увеличения и уменьшения, наплавить еще два валика, руководствуясь вышеприведенными пунктами.

#### Контрольные вопросы

1. Факторы, затрудняющие сварку А1 и его сплавов.
2. Особенности технологии ручной сварки меди угольным и металлическим электродами.
3. Особенности аргонодуговой сварки титана и его сплавов неплавящимся электродом; почему она производится на постоянном токе?
4. Операции, составляющие процесс подготовки А1 к сварке.
5. Почему при сварке деформируемых сплавов А1, упрочненных термической обработкой, прочность в зоне термического влияния уменьшается?

## Практическое занятие №6

### Тема: Обработка навыков зажигания дуги и поддержания её горения

**Цель урока:** Научится зажигать дугу и поддерживать её горение.

Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь технике **зажигания дуги и поддержания её горения**
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

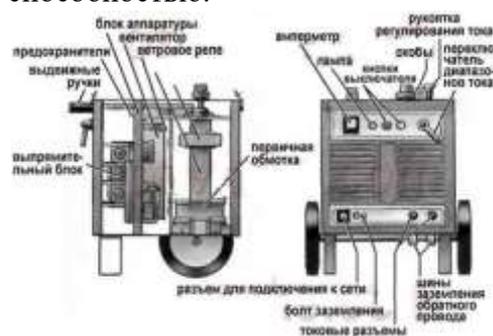
### Оборудование и материалы

- оборудование сварочного поста
- электроды ОЗА- 1, АФ 4аКр или другие.

### Теоретический материал

Вводный инструктаж. В комплект сварочного оборудования для электродуговой сварки обычно выходит специальный выпрямитель. Он предназначен для преобразования переменного тока в постоянный, который, в свою очередь, необходим для создания и питания сварочной дуги. Устройство сварочных выпрямителей.

Свою работу такие аппараты для преобразования тока осуществляют за счет применения в их конструкции специальных полупроводниковых элементов, которые бывают либо кремниевыми, либо селеновыми. Наибольшую популярность завоевали именно селеновые элементы, ведь они стоят дешевле и обладают хорошей перегрузочной способностью.



Чаще всего в состав выпрямителя для электродуговой сваривания входят силовой трансформатор, блок выпрямительный, аппаратура – защиты, пуска и регулировки, измерений.

Эта схема работает по следующему принципу: трансформатор преобразует ток электросети, а также отвечает за согласование значений напряжений – сети и выходного.

Отметим, что традиционно в выпрямителях (рис1) использующихся для одного поста, применяются трансформаторы трехфазные, так как другие типы могут привести к пульсированию напряжения, выходящего из выпрямителя. Применяемые в выпрямителях регуляторы тока нужны, чтобы иметь возможность устанавливать необходимое значение тока, а также регулировать режимы сваривания металлоизделий.

Заметим, что обычно выпрямительный блок делается по мостовой схеме на три фазы, что обеспечивает равномерную нагрузку. Также это позволяет добиваться достаточно хороших технических и экономических показателей. Разновидности выпрямителей для сварочных работ. Эти выпрямители классифицируются по разным показателям: начиная от сферы применения и заканчивая конструкционными особенностями.

Так, в зависимости от области использования бывают бытовые, полупрофессиональные и профессиональные выпрямители, которые различаются рабочим напряжением. Конструкционные особенности силовой части этих устройств определяют такие виды:

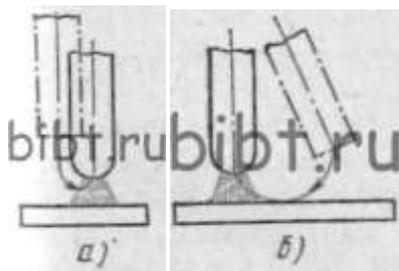
- тиристорные устройства; оборудование с дросселем насыщения;
- инверторные; регулируются трансформатором; с транзисторным регулированием.

Разные типы выпрямительных устройств могут быть применены при разных способах сварки. Так, к примеру, для сваривания в среде защитных газов, а также под флюсом, сварщики выбирают выпрямители, имеющие жесткие внешние характеристики. В этих преобразователях могут применяться различные способы регулировки напряжения. Так, используют:

- витковую; магнитную; фазовую; импульсную.

Ручная дуговая сварка, обычно, осуществляется с использованием выпрямителей, имеющих падающие внешние характеристики. Эти характеристики формируются двумя способами, а именно:

1. Повышение сопротивления трансформаторов – часто встречается в выпрямителях, трансформаторы которых имеют магнитный шнур, подвижную либо разнесенную обмотку.
2. Использование обратной связи по току – этот способ встречается в таких типах выпрямителей, как тиристорный, инверторный, транзисторный. Кроме того, существуют выпрямители универсального типа, т.е. они формируют жесткие и падающие внешние характеристики.



### Условия зажигания и горения дуги.

Дугу возбуждают двумя способами: касанием либо чирканьем, сущность которых показана на рис. 6б.

Рис.2. Схема зажигания дугового разряда прямым касанием (а) и чирканьем (б)

При коротком замыкании происходит соприкосновение торца электрода с изделием. Поскольку торец электрода имеет неровную поверхность, контакт происходит не по

всей плоскости торца электрода (рис. 3).

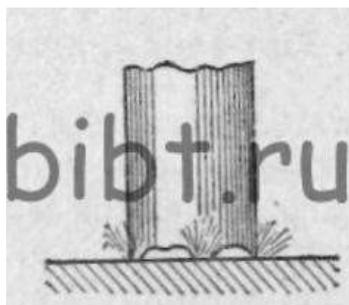


Рис. 3. Контакт торца электрода с изделием в момент короткого замыкания

В точках контакта плотность тока достигает весьма больших величин и под действием выделившейся теплоты в этих точках металл мгновенно расплавляется. В момент отвода электрода от изделия зона расплавленного металла (жидкий мостик) растягивается, сечение уменьшается, а температура металла увеличивается, происходит быстрое испарение (взрыв металла). В этот момент разрядный промежуток заполняется

нагретыми ионизированными частицами паров металла, электродного покрытия и воздуха - возникает сварочная дуга. Процесс возникновения дуги длится всего доли секунды.

Ионизация газов в дуговом промежутке в начальный момент возникает в результате термоэлектронной эмиссии с поверхности катода, вследствие нарушения структуры в результате резкого перегрева и расплавления металла и электродного покрытия.

Увеличение плотности электронного потока происходит также за счет окислов и образовавшихся поверхностных слоев расплавившихся флюсов или электродных покрытий, снижающих работу выхода электронов. В момент разрыва мостика жидкого металла напряжение на дуге возрастает, что способствует развитию автоэлектронной эмиссии. Увеличение напряжения на дуговом промежутке повышает плотность тока эмиссии, электроны накапливают кинетическую энергию для неупругих столкновений с атомами металла и переводят их в ионизированное состояние, увеличивая тем самым число электронов и, следовательно, проводимость дугового промежутка. В результате ток увеличивается, а напряжение падает. Это происходит до определенного предела, а затем начинается устойчивое состояние дугового разряда - горение дуги. Показ упражнений.

Текущий инструктаж.

### Справочная литература:

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки

Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка

### Порядок выполнения работы

Подготовка рабочего места.

Зажигание дуги двумя способами. Поддержание горения дуги до полного сгорания электрода.  
Сдача работы.

### Практическая работа №7

**Тема: Отработка навыков техники сварки в нижнем положении стыковых швов**

**Цель:** Освоить работы по технике выполнения стыковых швов в нижнем положении  
Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь технике выполнения стыковых швов в нижнем положении
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

#### **Оборудование и материалы**

- оборудование сварочного поста
- пластины из н. у. стали для выполнения работы
- Электроды МР-3  $d=3\text{мм}$
- слесарный инструмент
- контрольный инструмент

#### **Справочная литература:**

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.207-216

Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка Глава 13 стр.148-153

#### **Порядок выполнения работы**

- 1.Подготовить металл к сварке
- 2.Выбрать силу сварочного тока и установить на аппарате
- 3.Произведите сборку пластин с учетом всех требований
- 4.Выполните сварку соединения однопроходным швом
- 5.Для получения уширенного валика выполните поперечные колебательные движения.
- 6.Следите за скоростью, не допускайте отклонения от оси зазора, выполните концовку шва с заваркой кратера
- 7.Наденьте прозрачные очки и обейте шлаковую корку, произведите зачистку поверхности шва стальной щеткой
- 8.Осмотрите выполненный шов и отметьте возможные дефекты
- 9.Нормально выполненный шов должен быть мелкочешуйчатым, иметь равномерную ширину и высоту, без резких переходов к основному металлу без подрезов основного металла

#### **Контрольные вопросы**

1. Что такое однопроходный стыковой шов?
2. В каких случаях находят применение однопроходные стыковые швы?
3. Как можно регулировать глубину провара кромок в стыковых соединениях без разделки кромок?
4. От чего зависит величина зазора кромок в стыковых соединениях?
5. Какую ширину имеют узкие стыковые швы?
6. Какую ширину имеют стыковые швы с поперечными колебательными движениями?

### Практическая работа №8

**Тема: Отработка навыков техники сварки в нижнем положении угловых швов**

**Цель:** Освоить работы по технике выполнения угловых швов в нижнем положении  
Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь технике выполнения угловых швов в нижнем положении
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

### **Оборудование и материалы**

- оборудование сварочного поста
- пластины из н. у. стали для выполнения работы
- Электроды МР-3 d=3мм
- слесарный инструмент
- контрольный инструмент

### **Справочная литература:**

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.207-216

Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка Глава 13стр.148-153

### **Порядок выполнения работы**

- 1.Подготовить металл к сварке
- 2.Выбрать силу сварочного тока и установить на аппарате
- 3.Произведите сборку пластин с учетом всех требований
- 4.Выполните сварку соединения однопроходным швом
- 5.Для получения уширенного валика выполните поперечные колебательные движения.
- 6.Следите за скоростью, не допускайте отклонения от оси зазора, выполните концевку шва с заваркой кратера
- 7.Наденьте прозрачные очки и обейте шлаковую корку, произведите зачистку поверхности шва стальной щеткой
- 8.Осмотрите выполненный шов и отметьте возможные дефекты
- 9.Нормально выполненный шов должен быть мелкочешуйчатым, иметь равномерную ширину и высоту, без резких переходов к основному металлу без подрезов основного металла

### **Контрольные вопросы**

- 1.Что такое угловой однопроходный шов?
- 2.В каких случаях находят применение однопроходные угловые швы?
- 3.Как можно регулировать глубину провара кромок в угловых соединениях без разделки кромок?
- 4.От чего зависит величина зазора кромок в угловых соединениях?
- 5.Какую ширину имеют узкие угловые швы?
- 6.Какую ширину имеют угловые швы с поперечными колебательными движениями?

## **Практическая работа №9**

**Тема: Отработка навыков техники сварки в вертикальном положении стыковых швов**

**Цель:** Освоить работы по технике выполнения стыковых швов в вертикальном положении  
Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь технике выполнения стыковых швов в вертикальном положении
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

### **Оборудование и материалы**

- оборудование сварочного поста
- пластины из н. у. стали для выполнения работы
- Электроды МР-3 d=3мм
- слесарный инструмент
- контрольный инструмент

### **Справочная литература:**

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.207-216

Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка Глава 13стр.148-153

### **Порядок выполнения работы**

- 1.Подготовьте металл к сварке

2. Выберите марку электрода для вертикальной сварки н.у. сталей
3. Определите диаметр электрода с учетом вертикальной сварки
4. Выберите силу сварочного тока и установите на аппарате с учетом вертикального положения шва
5. Произведите сборку пластин с учетом всех требований
6. Выполните сварку соединения однопроходным швом в вертикальном положении. Положение электрода при возбуждении дуги - перпендикулярно к плоскости пластин. Установите короткую дугу и быстро переведите её в нижнюю точку стыка пластин, электрод наклоните и установите его под углом 45- 50° к вертикали. При появлении капли расплавленного металла отведите дугу немного вверх или в сторону от капли, давая ей возможность затвердеть. Тем самым вы образуете нижний слой- полочку, который будет удерживать следующие капли жидкого металла, стремящиеся стекать вниз с торца электрода. Наклонив электрод, начинайте поступательное движение его вверх в направлении сварки.
7. Для получения уширенного валика выполните поперечные колебательные движения, амплитуда должна быть небольшой, траектория колебаний -«полумесяцем», выпуклостью назад, в сторону образующегося шва.
8. Следите за скоростью, не допускайте отклонения от оси зазора, выполните концовку шва с заваркой кратера
9. Наденьте прозрачные очки и обейте шлаковую корку, произведите зачистку поверхности шва стальной щеткой
10. Осмотрите выполненный шов и отметьте возможные дефекты
11. Нормально выполненный шов должен быть мелкочешуйчатым, иметь равномерную ширину и высоту, без резких переходов к основному металлу без подрезов основного металла

#### **Контрольные вопросы**

1. В каком направлении выполняются вертикальные стыковые швы?
2. В какой точке стыкового соединения возбуждается дуга при ведении сварки снизу вверх?
3. В каком случае производительность сварки будет выше (в направлении сверху вниз или наоборот)?

### **Практическая работа №10**

**Тема: Отработка навыков техники сварки в вертикальном положении угловых швов**

**Цель:** Освоить работы по технике выполнения угловых швов в вертикальном положении  
Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь технике выполнения угловых швов в вертикальном положении
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

#### **Оборудование и материалы**

- оборудование сварочного поста
- пластины из н. у. стали для выполнения работы
- Электроды МР-3 d=3мм
- слесарный инструмент
- контрольный инструмент

#### **Справочная литература:**

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.207-216  
Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка Глава 13 стр.148-153

#### **Порядок выполнения работы**

1. Подготовьте металл к сварке

2. Выберите марку электрода для вертикальной сварки н.у. сталей
3. Определите диаметр электрода с учетом вертикальной сварки
4. Выберите силу сварочного тока и установите на аппарате с учетом вертикального положения шва
5. Произведите сборку пластин с учетом всех требований
6. Выполните сварку соединения однопроходным швом в вертикальном положении. Положение электрода при возбуждении дуги - перпендикулярно к плоскости пластин. Установите короткую дугу и быстро переведите её в нижнюю точку стыка пластин, электрод наклоните и установите его под углом 45- 50° к вертикали. При появлении капли расплавленного металла отведите дугу немного вверх или в сторону от капли, давая ей возможность затвердеть. Тем самым вы образуете нижний слой- полочку, который будет удерживать следующие капли жидкого металла, стремящиеся стекать вниз с торца электрода. Наклонив электрод, начинайте поступательное движение его вверх в направлении сварки.
7. Для получения уширенного валика выполните поперечные колебательные движения, амплитуда должна быть небольшой, траектория колебаний -«полумесяцем», выпуклостью назад, в сторону образующегося шва.
8. Следите за скоростью, не допускайте отклонения от оси зазора, выполните концовку шва с заваркой кратера
9. Наденьте прозрачные очки и обейте шлаковую корку, произведите зачистку поверхности шва стальной щеткой
10. Осмотрите выполненный шов и отметьте возможные дефекты
11. Нормально выполненный шов должен быть мелкочешуйчатым, иметь равномерную ширину и высоту, без резких переходов к основному металлу без подрезов основного металла

### **Контрольные вопросы**

1. В каком направлении выполняются вертикальные угловые швы?
2. В какой точке углового соединения возбуждается дуга при ведении сварки снизу вверх?
3. В каком случае производительность сварки будет выше (в направлении сверху вниз или наоборот)?

## **Практическая работа №11**

**Тема: Отработка навыков техники сварки в горизонтальном положении стыковых швов**

**Цель:** Освоить работы по технике выполнения стыковых швов в горизонтальном положении

Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь технике выполнения стыковых швов в горизонтальном положении
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

### **Оборудование и материалы**

- оборудование сварочного поста
- пластины из н. у. стали для выполнения работы
- Электроды МР-3 d=3мм
- слесарный инструмент
- контрольный инструмент

### **Справочная литература:**

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.207-216  
Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка Глава 13 стр.148-153

### **Порядок выполнения работы**

1. Подготовить металл к сварке

2. Выбрать марку электрода для горизонтальной сварки н.у. сталей
3. Определите диаметр электрода с учетом горизонтальной сварки
4. Выбрать силу сварочного тока и установить на аппарате с учетом горизонтального положения шва
5. Произведите сборку пластин с учетом всех требований
6. Выполните сварку соединения однопроходным швом в горизонтальном положении
7. Для получения уширенного валика выполните поперечные колебательные движения, амплитуда должна быть небольшой, траектория колебаний
8. Следите за скоростью, не допускайте отклонения от оси зазора, выполните концовку шва с заваркой кратера
9. Наденьте прозрачные очки и обейте шлаковую корку, произведите зачистку поверхности шва стальной щеткой
11. Осмотрите выполненный шов и отметьте возможные дефекты
12. Нормально выполненный шов должен быть мелкочешуйчатым, иметь равномерную ширину и высоту, без резких переходов к основному металлу без подрезов основного металла

### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью при сварке горизонтальных стыковых швов сварочный ток уменьшают на 10-15%?
2. Какой диаметр электродов обычно используют при выполнении горизонтальных стыковых швов швов?

## **Практическая работа №12**

**Тема: Отработка навыков техники сварки в горизонтальном положении угловых швов**

**Цель:** Освоить работы по технике выполнения угловых швов в горизонтальном положении

Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь технике выполнения угловых швов в горизонтальном положении.
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

### **Оборудование и материалы**

- оборудование сварочного поста
- пластины из н. у. стали для выполнения работы
- Электроды МР-3 d=3мм
- слесарный инструмент
- контрольный инструмент

### **Справочная литература:**

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.207-216  
Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка Глава 13 стр.148-153

### **Порядок выполнения работы**

1. Подготовить металл к сварке
2. Выбрать марку электрода для горизонтальной сварки н.у. сталей
3. Определите диаметр электрода с учетом горизонтальной сварки
4. Выбрать силу сварочного тока и установить на аппарате с учетом горизонтального положения шва
5. Произведите сборку пластин с учетом всех требований
6. Выполните сварку соединения однопроходным швом в горизонтальном положении
7. Для получения уширенного валика выполните поперечные колебательные движения, амплитуда должна быть небольшой, траектория колебаний

8. Следите за скоростью, не допускайте отклонения от оси зазора, выполните концевку шва с заваркой кратера
9. Наденьте прозрачные очки и обейте шлаковую корку, произведите зачистку поверхности шва стальной щеткой
11. Осмотрите выполненный шов и отметьте возможные дефекты
12. Нормально выполненный шов должен быть мелкочешуйчатым, иметь равномерную ширину и высоту, без резких переходов к основному металлу без подрезов основного металла

#### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью при сварке горизонтальных угловых швов сварочный ток уменьшают на 10-15%?
2. Какой диаметр электродов обычно используют при выполнении горизонтальных угловых швов?

### **Практическая работа №13**

**Тема: Отработка навыков техники сварки в потолочном положении стыковых швов**

**Цель:** Освоить работы по технике выполнения стыковых швов в потолочном положении  
Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь технике выполнения стыковых швов в потолочном положении
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

#### **Оборудование и материалы**

- оборудование сварочного поста
- пластины из н. у. стали для выполнения работы
- Электроды МР-3  $d=3$ мм
- слесарный инструмент
- контрольный инструмент

#### **Справочная литература:**

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.207-216  
Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка Глава 13 стр.148-153

#### **Порядок выполнения работы**

1. Подготовьте металл к сварке
2. Выберите марку электрода для потолочной сварки н.у. сталей
3. Определите диаметр электрода с учетом потолочного положения шва
4. Выберите силу сварочного тока и установите на аппарате с учетом потолочного положения шва
5. Произведите сборку пластин с учетом всех требований
6. Выполните сварку соединения однопроходным швом в потолочном положении. Шов должен находиться в горизонтальном положении и над сварщиком. Допускается отклонение в горизонтальной плоскости  $10^\circ$  При РДС в потолочном положении плавящимся электродом вы должны сообщать электроду движение в 2-х направлениях- поступательное по направлению оси электрода и перемещение вдоль оси валика для образования шва. Сварку вести короткой дугой. Отступив от края сборки на 5- 10 мм возбудите сварочную дугу на одной из пластин и не обрывая дуги, плавно переместите торец электрода к самому краю сборки в место стыка пластин. В этой точке установите электрод в плоскости перпендикулярной плоскости пластин, под углом  $10- 20^\circ$  в сторону направления сварки, начните сварку. Ведите электрод строго по стыку кромок с предельно короткой дугой. Не делайте поперечных колебаний электродом. При смене электрода отступите от кратера на 5- 10 мм. Затем переведите дугу в кратер предыдущего валика. Далее ведите электрод по несваренным кромок.

8. Следите за скоростью, не допускайте отклонения от оси зазора, выполните концевку шва с заваркой кратера
9. Наденьте прозрачные очки и обейте шлаковую корку, произведите зачистку поверхности шва стальной щеткой
10. Осмотрите выполненный шов и отметьте возможные дефекты
11. Нормально выполненный шов должен быть мелкочешуйчатым, иметь равномерную ширину и высоту, без резких переходов к основному металлу без подрезов основного металла.

#### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью при сварке потолочных стыковых швов сварочный ток уменьшают на 10-15%?
2. Какой диаметр электродов обычно используют при выполнении потолочных стыковых швов?

### **Практическая работа №14**

**Тема: Отработка навыков техники сварки в потолочном положении угловых швов**

**Цель:** Освоить работы по технике выполнения угловых швов в потолочном положении  
Уважаемый обучающийся!

- 1) в результате выполнения этой работы вы научитесь технике выполнения угловых швов в потолочном положении
- 2) выполнение этой работы обязательно для допуска к экзамену

#### **Оборудование и материалы**

- оборудование сварочного поста
- пластины из н. у. стали для выполнения работы
- Электроды МР-3  $d=3\text{мм}$
- слесарный инструмент
- контрольный инструмент

#### **Справочная литература:**

Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением Глава 8 стр.207-216  
Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка Глава 13 стр.148-153

#### **Порядок выполнения работы**

1. Подготовьте металл к сварке
2. Выберите марку электрода для потолочной сварки н.у. сталей
3. Определите диаметр электрода с учетом потолочного положения шва
4. Выберите силу сварочного тока и установите на аппарате с учетом потолочного положения шва
5. Произведите сборку пластин с учетом всех требований
6. Выполните сварку соединения однопроходным швом в потолочном положении. Шов должен находиться в горизонтальном положении и над сварщиком. Допускается отклонение в горизонтальной плоскости  $10^\circ$  При РДС в потолочном положении плавящимся электродом вы должны сообщать электроду движение в 2-х направлениях- поступательное по направлению оси электрода и перемещение вдоль оси валика для образования шва. Сварку вести короткой дугой. Отступив от края сборки на 5- 10 мм возбудите сварочную дугу на одной из пластин и не обрывая дуги, плавно переместите торец электрода к самому краю сборки в место стыка пластин. В этой точке установите электрод в плоскости перпендикулярной плоскости пластин, под углом 10- 20° в сторону направления сварки, начните сварку. Ведите электрод строго по стыку кромок с предельно короткой дугой. Не делайте поперечных колебаний электродом. При смене электрода отступите от кратера на 5- 10 мм. Затем переведите дугу в кратер предыдущего валика. Далее ведите электрод по несваренным кромок.

8. Следите за скоростью, не допускайте отклонения от оси зазора, выполните концевку шва с заваркой кратера
9. Наденьте прозрачные очки и обейте шлаковую корку, произведите зачистку поверхности шва стальной щеткой
10. Осмотрите выполненный шов и отметьте возможные дефекты
11. Нормально выполненный шов должен быть мелкочешуйчатым, иметь равномерную ширину и высоту, без резких переходов к основному металлу без подрезов основного металла.

### **Контрольные вопросы**

1. С какой целью при сварке потолочных угловых швов сварочный ток уменьшают на 10-15%?
2. Какой диаметр электродов обычно используют при выполнении потолочных угловых швов?

## **Лабораторная работа № 1**

### **Тема: Изучение особенностей дуговой наплавки плавящимся электродом**

**Цель:** Изучить особенности коэффициента наплавки для выполнения работ

покрытыми электродами

### **Оборудование и материалы:**

Справочные таблицы по маркам электродов, образцы пластин с плоскостной наплавкой, образцы цилиндрической формы, набор ВИК 1 для измерительного контроля.

### **Теоретический материал для изучения:**

Наплавка электродами с покрытием является наиболее универсальным методом, может осуществляться во всех пространственных положениях. Применяется как в промышленной отрасли, так и в бытовой сфере.

Популярность данного способа обусловлена несколькими причинами: простота, удобство, гибкость, отсутствие необходимости в специальном оснащении.

Основные недостатки: низкая производительность, тяжелые условия для исполнителя, нестабильность качества полученного слоя, большое проплавление основного материала.

Наплавление требует от исполнителя наличия определенных навыков. Необходимо при минимальном токе оплавить оба компонента.

С помощью определения состава металла подбирается тип электрода, а толщина и форма заготовок влияет на диаметр сварочного стержня. Если толщина наплавленного материала составляет менее 1,5 мм. — то диаметр прутка должен быть 3 мм. При толщине более 1,5 мм. — 4-6 мм.

Коэффициент наплавки – показатель производительности сварочного процесса

Коэффициент наплавки (КН) стержней для сварки – по-настоящему важная величина. Ее в обязательном порядке учитывают при составлении техпроцесса на выполнение конкретного вида сварных мероприятий.

Содержание

КН и производительность сварки – прямая связь

КН и толщина покрытия электродов

Коэффициент расплавления электродов – связь с КН

КН и производительность сварки – прямая связь

Стержни для ручной сварки делают по опробованной методике из особой проволоки. На ней обязательно имеется специальное покрытие. На последнее возлагается несколько важных задач:

- формирование определенных условий в сварочной ванне;
- предохранение стержней от вредного влияния на них окружающей атмосферы;
- увеличение числа ионов, нужных для осуществления операции.

Объем металлического расплава, идущего на создание шва за заданный временной отрезок, описывает коэффициент наплавки. Он, по сути, демонстрирует нам производительность любого сварочного мероприятия.

Изделия с покрытием средней толщины годятся для любого положения. Показатель наплавки для таких электродов находится на уровне 8–9 г/А\*ч. Коэффициент наплавки стержней с повышенной толщиной специального покрытия равняется уже 16–18 г/А\*ч. Они очень производительные. Но при сварке использовать их допускается только в нижнем положении.

**Существуют специальные таблицы**, в которых даются величины рассмотренных нами коэффициентов для разных вариантов сварки (полуавтоматической и ручной). На практике коэффициент наплавки и КР (их номинальные величины) устанавливаются специалистом экспериментально при осуществлении тех или иных сварочных мероприятий. При этом сварщик принимает во внимание показатель потерь металла, который варьируется в пределах 3–30%.

В зависимости от условий работы и принятой системы легирования получаемого наплавляемого металла наплавочные электроды (электроды для наплавки) условно разделяются на 6 следующих групп (для примера ниже написаны марки/типы электродов (типы металла), ссылки на все эти марки есть дальше, на этой странице):

1-я группа электродов, обеспечивает получение низколегированного, низкоуглеродистого наплавленного металла со свойствами высокой стойкости к ударным нагрузкам в условиях трения. (ОЗН-300М /11ГЗС, ОЗН-400М /15Г4С, НР-70 /Э-30Г2ХМ, ЦНИИН-4 /Э-65Х25Г13Н3)

2-я группа электродов, обеспечивает получение низколегированного среднеуглеродистого наплавленного металла со свойствами высокой стойкости к ударным нагрузкам в условиях трения при нормальных и повышенных температурах эксплуатации (до 600-650 гр С). (ЭН-60М /Э-70Х3СМТ, ЦН-14, 13КН/ЛИВТ /Э-80Х4С, ОЗШ-3 /Э-37Х9С2, ОЗИ-3 /Э-90Х4М4ВФ)

3-я группа электродов, обеспечивает получение легированного или высоколегированного углеродистого наплавленного металла со свойствами высокой стойкости к ударным нагрузкам в условиях абразивного трения. (ОЗН-6 /90Х4Г2С3Р, ОЗН-7 /75Х5Г4С3РФ, ВСН-6 /Э-110Х14В13Ф2, Т-590 /Э-320Х25С2ГР)

4- группа электродов, обеспечивает получение высоколегированного углеродистого наплавленного металла со свойствами высокой стойкости к большим давлениям и высоким температурам эксплуатации (до 650-850 гр С). (ОЗШ-6 /10Х33Н11М3СГ, УОНИ-13/Н1-БК /Э-09Х31Н8АМ2, ОЗИ-5 /Э-10К18В11М10Х3СФ)

5-я группа электродов, обеспечивает получение аустенитного высоколегированного наплавленного металла со свойствами высокой стойкости к условиям эрозионно-коррозионного изнашивания и трения при повышенных температурах эксплуатации (до 570-600 гр С). (ЦН-6Л /Э-08Х17Н8С6Г)

6-я группа электродов, обеспечивает получение высоколегированного дисперсноупрочняемого наплавленного металла со свойствами высокой стойкости к тяжелым температурно-деформационным условиям (до 950-1100 гр С). (ОЗШ-6 /10Х33Н11М3СГ, ОЗШ-8 /11Х31Н11ГСМ3ЮФ) — источник:

<https://weldelec.com/naznachenie-elektrodiv/naplavki/>

### **Порядок выполнения работы**

Поверхность детали нужно очистить от различного рода загрязнений.

Необходимость предварительного подогрева и последующей термообработки также зависит от марки используемых электродов. Наплавка изделий из стали осуществляется на постоянном токе обратной полярности. Данный метод подразумевает применение различных схем наплавочных швов. При работе с плоскими изделиями выделяют два основных вида:

использование узких валиков, каждый последующий валик должен перекрывать другой на 0,3-0,4 своей ширины;  
применение широких валиков, которые получаются при увеличенных поперечных движениях электрода.

Ещё одним видом является накладка узких валиков на некотором расстоянии друг от друга. Шлаковая корка удаляется после наложения нескольких валиков. Затем промежутки также заполняются валиками.

Наплавка изделий цилиндрической формы производится тремя способами:

валиками вдоль образующей цилиндра;

валиками по замкнутым окружностям;

по винтовой линии.

Наиболее популярными являются следующие марки:

ОЗН-6 используются для наплавки деталей оборудования различного назначения, эксплуатирующееся в условиях значительных ударных нагрузок и интенсивного изнашивания. Металл, наплавленный с помощью электродов данной марки, обладает повышенной стойкостью к образованию трещин.

Электроды ОЗИ-5 применяются для наплавления металлорежущего инструмента и штампов. Наплавленный металл обладает высокой стойкостью к смятию и истиранию при значительных ударных нагрузках.

Ручная дуговая наплавка также может проводиться угольными, графитовыми или вольфрамовыми электродами. Наплавление данными сварочными материалами имеет ограниченное применение, поэтому используется редко.

Вибродуговая наплавка выполняется путем вибрации электрода, амплитуда которой составляет 0,75-1,0 диаметра стержня. Процедура осуществляется на токе обратной полярности силой в 80-300 А. В моменты соприкосновения основного изделия и проволоки электрода происходит короткое замыкание, которое разогревает обе поверхности до температуры плавления. — источник: <https://weldelec.com/info/kak-pravilno-varit/naplavka/>

## Лабораторная работа № 2

**Тема: Изучение особенностей дуговой и воздушно-дуговой резки металлов**

**Цель работы** Изучить особенности дуговой и воздушно-дуговой резки и строжки металлов.

### **Материалы**

Пластины из малоуглеродистой и нержавеющей стали (200ХЮ0ХЮ мм).

Электроды: а) графитовые или угольные; б) толстопокрытые металлические ( $d = 5$  мм).

Воздух (подается от компрессора или баллона).

### **Оборудование, приспособления, инструмент**

Сварочный пост постоянного и переменного токов с электроизмерительными приборами.

Компрессор или баллон с сжатым воздухом.

Воздушно-дуговой резак типа РВД-1 или другие.

Секундомер.

Весы циферблатные с гирями.

Масштабная линейка.

Держатель.

### **Общие положения**

При дуговой резке расплавленный металл удаляется из зоны резки механическим воздействием сварочной дуги и под действием собственного веса. Этим методом можно резать низкоуглеродистые стали, легированные, цветные металлы и чугун.

Резку электрической дугой производят металлическим и угольным электродами. В практике широко применяют обычные толстопокрытые электроды типа Э42, Э46. Метод

резки металлов электрической дугой имеет и некоторые недостатки: низкую производительность процесса, недостаточную чистоту реза, науглероживание кромок, при резке угольным электродом, натеки на нижней кромке, большой расход основного металла.

Производительность процесса электродуговой резки определяется количеством (г) выплавленного металла в единицу времени

$$G_B = \alpha_B I_{CB} t, \quad (60) \text{ откуда}$$

$$\alpha_B = G_B / (I_{CB} t) \quad (61)$$

где  $G_B$  — количество металла, выплавленного за 1 ч, г;  $\alpha_B$  - коэффициент выплавки, г/(А·ч), Производительность зависит от силы тока и угла наклона электрода относительно поверхности обрабатываемого металла. Установлено, что наибольшая производительность будет при угле наклона  $10^\circ$  (рис. 34.1). При таком угле наклона повышается эффективная тепловая мощность дуги за счет уменьшения потерь тепла в окружающее пространство.

Воздушно-дуговая резка черных металлов наиболее производительна при использовании постоянного тока обратной полярности, а при резке цветных металлов - прямой полярности. При дуге прямой полярности под действием высокой температуры и других факторов на аноде плавление металла происходит интенсивно. При этом образуется чашеобразное углубление, по которому растекается расплавленный металл, удаление которого воздухом затруднено. Производительность реза падает. При резке на постоянном токе обратной полярности расплавленный металл образует форму конического выступа за счет движения потока электронов к аноду. Он более подвижен и течет и легко удаляется струей воздуха. Основным рабочим инструментом является резак. В зависимости от назначения и метода подачи воздуха применяют в основном два вида резаков: резак с обтекаемой подачей воздуха и с боковой подачей воздуха.

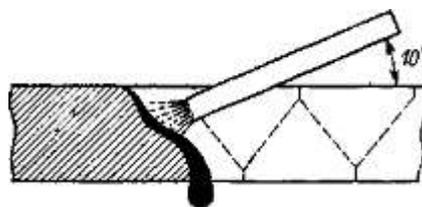


Рисунок 34.1-Схема дуговой резки металлическим электродом

Производительность воздушно-дуговой резки и строжки прямо пропорциональна силе тока, поэтому целесообразно применять мощные сварочные генераторы. Рекомендуемые значения силы тока в зависимости от диаметра электрода приведены ниже:

Диаметр электрода, мм	6	8	10	12
Сила тока, А	120—250	160—320	250—400	350—500

Питание резака сжатым воздухом осуществляется от цеховой сети под давлением 0,4 - 0,6 МПа или от сети индивидуального компрессора. Если давление больше, то обрывается дуга, а если меньше - слабо выдувается металл. Вылет электрода не должен превышать 100 мм. При работе электрод «обгорает» и периодически должен выдвигаться на ту же величину. Воздушный вентиль открывают до начала резки. Возбуждение дуги производится при поступлении воздуха. Выплавка металла начинается немедленно с появлением дуги, поэтому дугу надо возбуждать в намеченной точке реза. Во всех случаях строжки электрод устанавливается под углом  $35—40^\circ$  к поверхности металла. При использовании резаков с боковой подачей воздуха (рис. 34.2) отверстия для воздуха должны быть внизу по отношению к рабочему концу угольного электрода в призме резака.

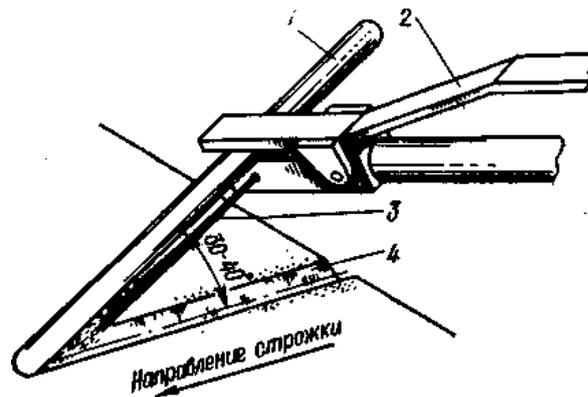


Рисунок 29.2-Схема дуговой строжки:  
1-электрод, 2-резак, 3-воздушная струя, 4-канавка

Движение резака производится по направлению конца электрода с постоянным касанием передней кромки расплавленной ванны. Скорость перемещения примерно 500—2000 мм/мин, а глубина канавки увеличивается с увеличением силы тока, угла между электродом и металлом и с уменьшением скорости движения электрода. При резке (рис. 34.3) электрод располагается под углом 45 - 60° по отношению к изделию. Если наклонить электрод в поперечном направлении к линии реза, то можно получить резку со скосом кромок. Особого внимания заслуживает резка этим способом нержавеющей стали толщиной до 15 мм.

Воздушно-дуговой поверхностной и разделительной резке могут подвергаться цветные металлы и их сплавы. Однако применение этого способа для разделения цветных металлов требует повышения погонной энергии ввиду более высокой теплоемкости и теплопроводности этих материалов. С помощью воздушно-дуговой резки можно удалять все дефекты в сварных швах, в стальном литье - газовые и усадочные раковины, шлаковые включения, земляные засоры, трещины, рыхлости и пористости.

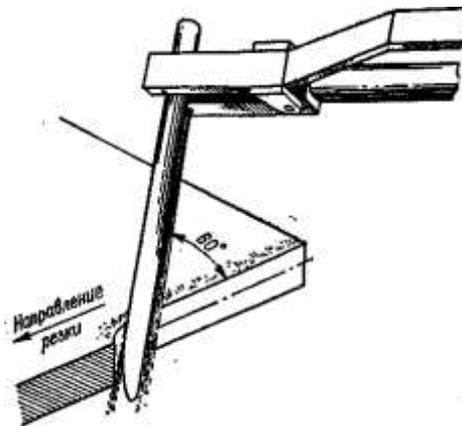


Рисунок 34.3-Схема разделительной воздушно-дуговой резки

### Порядок выполнения работы

**Опыт 1.** Определить производительность процесса и расход материалов при резке электрической дугой листовой низкоуглеродистой стали плавящимся и неплавящимся электродами.

Заточить графитовый или угольный электрод под углом 60—90° и закрепить его в держателе.

Зачистить и взвесить пластины и графитовые электроды с держателем.

Рассчитать массу стержня металлического электрода.

Подобрать силу тока для резки по диаметру электрода. Для всех случаев резки сила тока сохраняется.

Закрепить пластину струбциной к подставке (рис. 34.4).

Отметить мелом линии реза.

Произвести резку угольным электродом на длине 76 - 80 мм, отмечая силу тока, напряжение и время горения дуги.

8. Охладить пробу в воде и очистить от брызг и шлака.

9. Взвесить пластину и электрод с держателем. Количество выплавленного металла и части угольного электрода устанавливается как разность масс до и после резки.

10. Повторить опыт, выполняя резку толстопокрытыми электродами на этой же пластине.

11. Рассчитать производительность для обоих методов резки.

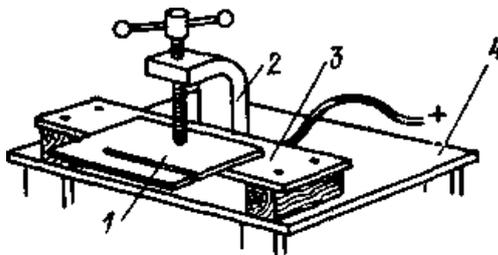


Рисунок 34.4-Размещение пластин для резки:

1-пластина, 2-струбцина, 3-подставка, 4-сварочный стол

Повторить опыт 1 при резке нержавеющей стали.

**Опыт 2.** Определить производительность, расход электродного материала при воздушно-дуговой резке металлов из низкоуглеродистой стали и стали марки 1X18H9T, руководствуясь указаниями опыта 1.

**Опыт 3.** Определить производительность воздушно-дуговой строжки низкоуглеродистой стали. Выплавить три канавки при различных наклонах электрода к обрабатываемой поверхности, руководствуясь указаниями опыта 1.

**Опыт 4.** Произвести резку и строжку низкоуглеродистой стали воздушно-дуговым способом на постоянном токе на прямой полярности и убедиться в непригодности этого способа (малая производительность, большой расход электроэнергии, неустойчивость процесса резки и строжки).

**Опыт 5.** Произвести воздушно-дуговую резку и строжку малоуглеродистой стали и стали марки 1X18H9T при питании дуги переменным током и наличии в цепи осциллятора, руководствуясь указаниями опыта 1. Данные всех измерений и результаты расчетов занести в форму 1.

### Содержание отчета

Методика постановки опытов, примеры расчетов.

Таблица записей и результатов расчетов.

Выводы и объяснения полученных результатов.

Форма 1. Результаты опытов

Вид резки	Результаты замеров								Результаты расчетов			
	Масса электрода, г		Масса пробы, г		Режим				Масса, г		Коэффициент выплавки, г/(А·ч)	Производительность процесса, кг/ч
	до резки	после резки	до резки	после резки	Род тока и полярность	Сила тока, А	Напряжение, В	Время горения дуги, с	расходovaných электродов	выплавленного металла		

### Контрольные вопросы

1. Сущность дуговой и воздушно-дуговой резки металлов и область их применения.
2. Почему при воздушно-дуговой резке металлов применяется постоянный ток обратной полярности?
3. От чего зависит производительность процесса дуговой резки?
4. Преимущества воздушно-дуговой резки и строжки металлов.
5. Техника воздушно-дуговой резки и строжки

### Список литературы:

#### Основные источники:

1. Специальные способы сварки и резки: уч. пособие для студентов учреждений СПО/М.Д. Банов, В.В. Масаков, Н.П. Плюснина. – М.; ИЦ «Академия», 2014 – 208 с.
2. Электрическая дуговая сварка: уч. пособие для студ. НПО /В.С. Виноградов. – М.: ИЦ «Академия», 2013 -208 с
3. Сварка и резка металлов: учеб. пособие для нач. проф. образования /М.Д. Банов, Ю.В. Казаков, М.Г. Козулин и др.; под ред. Ю.В. Казакова. – М.; ИЦ «Академия», 2013. - 400 с.
4. Технология электросварочных и газосварочных работ: учебник для нач. проф образования /В.В. Овчинников. – М.: ИЦ «Академия», 2013. – 320 с.
  1. Чернышов Г.Г. Технология электрической сварки плавлением; Москва издательский центр Академия 2015
  2. Виноградов В.С. электрическая дуговая сварка; Москва издательский центр Академия 2015
  3. Казаков Ю.В. Сварка и резка материалов; Москва издательский центр Академия 2014

#### Дополнительные источники:

- Маслов Б.Г. Сварочные работы. - М., ИЦ «Академия», 2014. - 240 с.
- Овчинников В.В. Технология электросварочных и газосварочных работ. Рабочая тетрадь. - М., ИЦ «Академия», 2012. - 80 с.
- Чебан В.А. Сварочные работы. - Ростов на Дону, Феникс, 2010. - 368 с.

#### 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.