

государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение  
«Златоустовский индустриальный колледж им.П.П.Аносова»

СОГЛАСОВАНО  
Зам.директора по УР

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ГБПОУ «ЗлатИК  
им.П.П.Аносова»

\_\_\_\_\_ В.В.Сидоров  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ПРОГРАММА ПО КУРСУ  
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА (НАПЛАВКА) НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ В  
ЗАЩИТНОМ ГАЗЕ (РАД) ПРОСТЫХ ДЕТАЛЕЙ НЕОТВЕТСТВЕННЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ»**

---

(наименование программы)

---

(наименование присваиваемой квалификации)

## 1. Цель реализации программы

Цель: слушатели, имеющие наличие родственных квалификаций по профессии «Сварщик».

Область распространения РАД в соответствии с данной трудовой функцией:

- сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с ручной подачей присадочного материала: сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем);
- сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала;
- сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным порошковым материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе;
- сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе с добавлением восстановительного газа; сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным порошковым материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе с добавлением восстановительного газа;
- сварка дуговая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе

## 2. Требование к результатам обучения

В результате освоения программы слушатель должен приобрести следующими профессиональными компетенциями:

- проверка оснащённости сварочного поста РАД
- проверка работоспособности и исправности оборудования поста РАД
- проверка наличия заземления сварочного поста РАД
- подготовка и проверка сварочных материалов для РАД
- настройка оборудования РАД для выполнения сварки
- выполнение предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева металла
- выполнение РАД простых деталей неотчетственных конструкций
- контроль с применением измерительного инструмента сваренных РАД деталей на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке.

Выпуск должен обладать следующими знаниями и умениями:

- проверять работоспособность и исправность оборудования для РАД
- настраивать сварочное оборудование для РАД
- выбирать пространственное положение сварного шва для РАД
- владеть техникой предварительного, сопутствующего (межслойного) подогрева металла в соответствии с требованиями производственно-технологической документации по сварке
- владеть техникой РАД простых деталей неотчетственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва
- контролировать с применением измерительного инструмента сваренные РАД детали на соответствие геометрических размеров требованиям конструкторской и производственно-технологической документации по сварке
- пользоваться конструкторской, производственно-технологической и нормативной документацией для выполнения данной трудовой функции
- знать, основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых РАД, и обозначение их на чертежах
- знать, основные группы и марки материалов, свариваемых РАД
- знать, сварочные (наплавочные) материалы для РАД
- знать, устройство сварочного и вспомогательного оборудования для РАД, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения. Основные типы и устройства для возбуждения и стабилизации сварочной дуги (сварочные осцилляторы)
- знать, правила эксплуатации газовых баллонов
- знать, технику и технологию РАД для сварки простых деталей неотчетственных конструкций в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва
- знать, выбор режима подогрева и порядок проведения работ по предварительному, сопутствующему (межслойному) подогреву металла

- знать, причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций в свариваемых (наплавляемых) изделиях

- знать, причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления

### 3. Содержание программы

#### УЧЕБНЫЙ ПЛАН

наименование должности: Сварщик ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитном газе

трудовая функция: «Ручная дуговая сварка (наплавка) неплавящимся электродом в защитном газе (РАД) простых деталей неотчетственных конструкций» (2 уровень квалификации)

Код: А/04.2

Цель: повышение квалификации

Категория слушателей: слушатели, имеющие наличие родственных квалификаций по профессии «Сварщик»

Срок обучения – 72 часа

Форма обучения- с отрывом, с частичным отрывом от работы, с использованием дистанционных образовательных технологий.

№ п/п	Наименование разделов и дисциплин	Всего	В том числе		Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	
<b>1.</b>	<b>Теоретическое обучение</b>	<b>12</b>	<b>68</b>	<b>12</b>	
<b>2.</b>	<b>Специальный (профессиональный) курс</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	
2.1.	Оборудование и технология работ по ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе	12	8	4	зачет
<b>2.</b>	<b>Практическое обучение</b>	<b>56</b>	<b>-</b>	<b>56</b>	
2.1.	Учебная практика	56	-	56	д/зачет
	<b>Квалификационный экзамен</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	
<b>Итого</b>		<b>72</b>	<b>8</b>	<b>60</b>	

#### Учебно-тематический план

№ п/п	Наименование разделов и дисциплин	Всего	В том числе		Форма контроля
			Лекции	Практические занятия	
<b>1.</b>	<b>Теоретическое обучение</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	
<b>1.</b>	<b>Специальный (профессиональный) курс</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	
1.1.	Оборудование и технология работ по ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе	12	10	2	зачет
1	Устройство сварочного и вспомогательного оборудования поста для (РАД)	2	2		
2	Группы и марки материалов для РАД	2	2		
3	Выбор параметров режима сварки	2	2		
4	Техника и технология сварки простых деталей неотчетственных конструкции в различных положениях	4	4		
5	Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций	2		2	
<b>2.</b>	<b>Практическое обучение</b>	<b>56</b>	<b>-</b>	<b>56</b>	
2.1.	Учебная практика	56	-	56	д/зачет
1	Ознакомление с основным и	4		4	

	вспомогательным оборудованием сварочного поста (РАД). Техника безопасности и охрана труда при выполнении электрогазосварочных работ. Противопожарная безопасность.				
2	<i>Сварка низколегированных сталей</i>	24		24	
2.1	Наплавка валиков на пластину в нижнем положении.	4		4	
2.2	Наплавка валиков на пластину в вертикальном положении.	4		4	
2.3	Наплавка валиков на пластину в горизонтальном положении.	4		4	
2.4	Сварка стыкового соединения в нижнем и вертикальном положении.	4		4	
2.5	Сварка таврового соединения в нижнем и вертикальном положении.	4		4	
2.6	Сварка углового соединения в нижнем и вертикальном положении.	4		4	
3	<i>Сварка легированных сталей</i>	12		12	
3.1.	Сварка стали марки 12Х18Н10Т стыкового и таврового, углового соединения в нижнем положении.	4		4	
3.2	Сварка стали марки 12Х18Н10Т стыкового и таврового, углового соединения вертикальном положении.	4		4	
3.3.	Сварка стали марки 12Х18Н10Т Элементов трубопровода	4		4	
4	<i>Сварка цветных металлов</i>	16		16	
4.1	Сварка алюминия	8		8	
4.2	Сварка латуни	4		4	
4.3	Сварка меди	4		4	
	<b>Квалификационный экзамен</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	
	<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>10</b>	<b>62</b>	

### Учебная программа

повышения квалификации

«Ручная дуговая сварка (наплавка) неплавящимся электродом в защитном газе (РАД) простых деталей неответственных конструкций второй разряд»

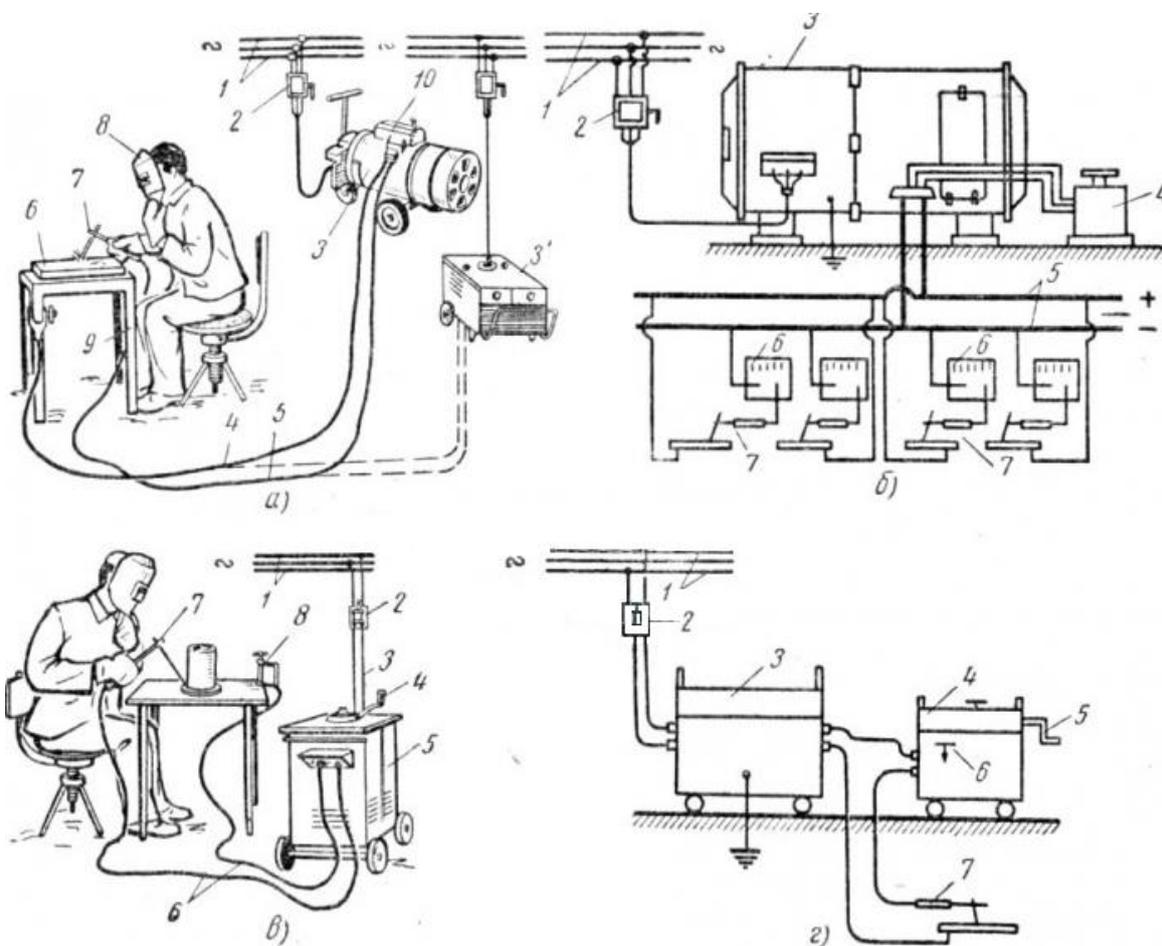
**Теоретическое обучение**

**Специальный курс**

**Оборудование и технология работ по ручной дуговой сварке (наплавке) неплавящимся электродом в защитном газе**

Устройство сварочного и вспомогательного оборудования поста для РАД

Сварочный пост для ручной дуговой сварки традиционно оборудуется всеми устройствами, инструментами и материалами, которые могут потребоваться во время сваривания. Обязательно наличие сварочного аппарата, который включает в себя источник питания, аппаратуру для пуска, провода для осуществления сварки, держатели электродов. Кроме этого, правильно должно быть оборудовано и само рабочее место сварщика.



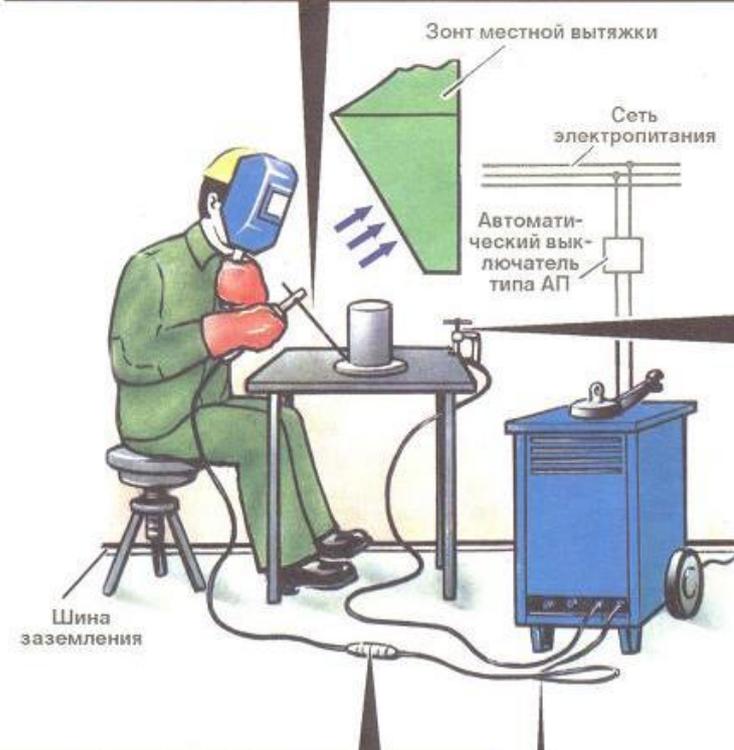
Сварочные посты для ручной сварки:

*а* — постоянным током от однопостового сварочного преобразователя или сварочного выпрямителя, *б* — то же, от многопостового преобразователя, *в* — переменным током от однокорпусного сварочного трансформатора, *г* — то же, от трансформатора с отдельным регулятором (дресселем)

Сварочные посты бывают как стационарными, так и передвижными (то есть такими которые можно перевозить на разные площадки).

Особенность работы на стационарном посту заключается в том, что к рабочему месту сварщика подаются конструкции, которые необходимо сварить. Сварщик, выполняя работы, перемещается от шва ко шву, при этом вся аппаратура находится на одном месте.

Отметим, что допускается передвижения сварщика в пределах длины кабеля, используемого при сварке. Обычно это не больше 30-40 метров. Сразу оговоримся, что более длинные провода обычно не используются, так как это приводит к значительному падению напряжения в цепи. А это сказывается на всем сварочном процессе.



**СВАРОЧНЫЙ КАБЕЛЬ**  
марок ПРГ, ПРГД, КРПП, КРПГ

Сварочный ток, А	Сечение провода, мм <sup>2</sup>
100	10
200	25
300	35
400	50
500	70



Группы и марки материалов для РАД

Группы типичных марок основных материалов  
(справочные данные по РД 03-495-02)

Группа материалов	Марки материалов
M01 (W01)	<p style="text-align: center;"><b>Углеродистые и низколегированные конструкционные стали перлитного класса с минимальным пределом текучести до 360 МПа (до K54)</b></p> <p>Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс, Ст3Гсп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, 08, 08Т, 08ГТ, 10, 15, 15Г, 18, 18Г, 20, 20Г, 25, 15К, 16К, 18К, 20К, 22К, 15Л, 20Л, 25Л, 20ЮЧ, А, В, 09Г2, 10Г2, 14Г2, Е32, Д32, 16ГМЮЧ, 12ГС, 12ГСБ, 12Г2С, 13ГС, 13ГС-У, 15ГС, 16ГС, 17ГС, 17Г1С, 17Г1С-У, 20ГСЛ, 20ГМЛ, 08ГБЮ, 09Г2С, 09Г2СА, 09Г2С-Ш, 10Г2С, 10Г2С1, 10Г2С1Д, 14ХГС, 09Г2СЮЧ, 09ХГ2СЮЧ, 09ХГ2НАБЧ, 07ГФБ-У, 15ХСНД, 14ГНМА, 16ГНМА, 10ГН2МФА, 10ГН2МФАЛ, 15ГНМФА, судостроительные стали категорий А32, Д32, Е32, трубные стали класса прочности К50, К52, К54.</p>

M02 (W02)	<b>Низколегированные теплоустойчивые хромомолибденовые и хромомолибденованадиевые стали перлитного класса минимальным пределом текучести свыше 360 МПа до 500 МПа (K55-K60)</b>
	12МХ, 12ХМ, 15ХМ, 20ХМ, 20ХМА, 20ХМЛ, 10Х2М, 10Х2М-ВД, 20Х2МА, 1Х2М1, 12Х2М1, 10Х2М1А, 10Х2М1А-А, 10Х2М1А-ВД, 10Х2М1А-Ш, 12Х1МФ, 15Х1М1Ф, 20ХМФЛ, 15Х1М1ФЛ, 12Х2МФСР, 12Х2МФБ, 12Х2МФА, 15Х2МФА, 15Х2МФА-А.
M03 (W03)	<b>Низколегированные конструкционные стали перлитного класса с минимальным пределом текучести свыше 360 МПа до 500 МПа (K55-K60)</b> <b>Низколегированные конструкционные стали перлитного класса с пределом текучести свыше 500 МПа (свыше K60)</b>
	13Г1С-У, 13Г1СБ-У, 13Г2АФ, 14Г2АФ, 15Г2АФД, 16Г2АФ, 18Г2АФ, 09ГБЮ, 09Г2ФБ, 10Г2Ф, 10Г2ФБ, 10Г2СФБ, 10Г2ФБЮ, 09Г2БТ, 10Г2БТ, 15Г2СФ, 12Г2СМФ, 12Г2СБ, 12Г2СБ-У, 12ГН2МФАЮ, Д40, Е40, 10ХСНД, 10ХН1М, 12ХН2, 12ХН3А, 10Х2ГНМ, 10Х2ГНМА-А, 30ХМА, 15Х2НМФА, 15Х2НМФА-А, 18Х2МФА, 25Х2МФА, 12Х2Н4А, 18Х3МВ, 20Х3МВФ, 25Х3МФА, 15Х3НМФА, 15Х3НМФА-А, 20ХНЗЛ, 38ХНЗМФА, Х-60, Х-65, Х-70, судостроительные стали категорий А36, D36, Е36, А40, D40, Е40, трубные стали класса прочности K55-K60, Х60, Х65, Х70.
M04 (W04)	<b>Высоколегированные стали мартенситного, мартенситно-ферритного классов с содержанием хрома от 10% до 18%</b> <b>Высоколегированные (высокохромистые) стали ферритного класса с содержанием хрома от 12% до 30%</b>
	20Х13, 08Х14МФ, 20Х17Н2, 12Х13, 12Х11В2МФ (1Х12В2МФ), 08Х13, 08Х17Т, 15Х25, 15Х25Т, 15Х28, 05Х12Н2М, 06Х12НЗДЛ, 07Х16Н4Б.
M05 (W05)	<b>Легированные стали мартенситного класса с содержанием хрома от 4% до 10%</b>
	15Х5, 15Х5М, 15Х5М-У, 15Х5ВФ, Х8, 12Х8, 12Х8ВФ, Х9М, 20Х5МЛ, 20Х5ВЛ, 20Х5ТЛ, 20Х8ВЛ
M06	<b>Чугуны</b>
	СЧ 12-28, СЧ 15-32, СЧ 18-36, СЧ 21-40, СЧ 24-44, СЧ 28-48, КЧ 38-8, КЧ 35-10, КЧ 37-12, КЧ 45-6, КЧ 50-4, ВЧ 60-2, ВЧ 38-17, ЧН1МЩ, ЧН2Х
M07	<b>Арматурные стали железобетонных конструкций</b>
	18Г2С, 10ГТ, 35ГС, 25Г2С, 32Г2Рпс, 80С, 20ХГ2Ц, 23Х2Г2Т, 22Х2Г2АЮ, 22Х2Г2Р, 20Х2Г2СР, 27ГС, 20ГС, 28С, Ст 5пс, Ст5сп, 25Г2С, 35ГС
M11 (W11)	<b>Высоколегированные стали аустенитно-ферритного и аустенитного классов</b>
	12Х21Н5Т, 07Х16Н6, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т, 08Х18Г8Н2Т 10Х21Н6М2Л, 07Х13АГ20, 07Х13Н4АГ20, 10Х14П4Н4Т, 03Х17Н14М3, 08Х17Н13М2Т, 10Х17Н13М3Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х17Н15М3Т, 12Х18Н9Т, 03Х16Н9М2, 08Х16Н9М2, 08Х16Н11М3, 08Х18Н9, 09Х19Н9, 10Х18Н9, 12Х18Н9, 04Х18Н10, 08Х18Н10, 06Х18Н10Т, 08Х18Н10Т, 12Х18Н10Т, 02Х18Н11, 03Х18Н11, 12Х18Н12Т, 08Х18Н12Б, 03Х19АГ3Н10Т, 03Х20Н16АГ6, 03Х21Н21М4ГБ, 10Х18Н9ТЛ, 10Х18Н12М3Л, 10Х18Н12М3ТЛ, 10Х18Н9Л, 20Х18Н9ТЛ, 12Х18Н9ТЛ, 12Х18Н12М3ТЛ
M21 (W21)	<b>Чистый алюминий и алюминиево-марганцевые сплавы</b>
	АД0, АД00, АД1, А99, А85, А5, А6, А7, А8, АМц
M22 (W22)	<b>Нетермоупрочняемые алюминиево-магниевые сплавы</b>
	АМг1, АМг2, АМг3, АМг4, АМг5, АМг6
M23 (W23)	<b>Термоупрочняемые алюминиевые сплавы</b>
	Д20, АВ, АД31
M31	<b>Медь</b>
	М1, М2, М3, М1р, М2р, М3р
M32	<b>Медноцинковые сплавы</b>
	Л63, Л68, ЛС59-1, Л062-1, ЛЖМц59-1-1
M33	<b>Медно-никелевые сплавы</b>

	МНЖ5-1, БС-3с , МНЖМц30-1-1, НЖМц28-2.5-1.5
М34	<b>Бронзы</b>
	БрХ1, БрКМц3-1, БрАМц9-2, БрАЖНМц9-4-4-1, БрАНЖ7-4-2, БрАЖ9-4, БрАМцЖН8-10-3-2, БрАЖМц10-3-1.5, БрОФ6.5-0.15, АНМцЖ8.5-4-4-1.5, БрАЖНМц7-2.5-1.5-9, БрОЦ8-4, БрОФ8-0.3, БрОЦ10-2.
М41	<b>Титан и титановые сплавы</b>
	ВТI-0, ВТI-00, ПТ-IM, ВТ-6, ВТ-16, ВТ-28, ПТЗВ, ПТ-7М, ОТ4-0, ВТ20, ВТ5-1, ОТ4-1, АТ2, ОТ4, ВТ4, ВТ3-1, ВТ-5, ВТ-8, ВТ-14
М51	<b>Никель и никелевые сплавы</b>
	ХН77ТЮ, ХН70ВМТЮ, ХН67ВМТЮ, ХН65МВ, ХН65МВУ, ХН78Т, ХН63МБ, Н70МФ-ВИ, ХН60МЮВТ, ХН75МВТЮ, ХН65ВЮТ, Х20Н80, Х15Н60
М61	<b>Полиэтилен(РЕ)</b>
	ПЭ80, ПЭ100
М62	<b>Сшитый полиэтилен(РЕ)</b>
	Сшитый полиэтилен (РЕ-Х)
М63	<b>Поливинилхлорид (PVC)</b>
	Поливинилхлорид (PVC)
М64	<b>Полипропилен (PP)</b>
	Полипропилен (PP)
М00	<b>Материалы, не вошедшие в обозначенные выше группы</b>

#### Выбор параметров режима сварки

Режимы ручной дуговой сварки представляют собой совокупность контролируемых сварщиком параметров, определяющих условия сварочного процесса. Правильный выбор и поддержание на протяжении всего сварочного процесса этих параметров является залогом качественного сварного соединения.

Эти параметры можно условно разделить на основные и дополнительные.

Основные параметры режима дуговой сварки:

- диаметр электрода
- величина, род и полярность тока (прямая или обратная)
- напряжение дуги
- скорость сварки
- число проходов

Дополнительные параметры: величина вылета электрода, состав и толщина покрытия электрода, положение электрода, положение изделия при сварке, форма подготовленных кромок и качество их зачистки.

Подбор диаметра электрода и выбор сварочного тока.

При работе ручной дуговой сваркой важнейшим параметром является сила сварочного тока. Сварочный ток определяет качество сварочного шва и производительность сварки в целом.

Как правило рекомендации по выбору силы сварочного тока приведены в инструкции пользователя, которая поставляется в комплекте со сварочным аппаратом. Если такой инструкции нет, то силу сварочного тока можно выбрать в зависимости от диаметра электрода. Большинство производителей электродов размещают информацию о величинах сварочного тока на упаковках с электродами.

Диаметр электрода подбирают в зависимости от толщины свариваемого металла. Однако помните, что при увеличении диаметра электрода растет ширина сварочного шва и уменьшается глубина провара – то есть качество сварки ухудшается. Кроме того, уровень сварочного тока зависит от расположения сварочного шва в пространстве. При сварке швов в потолочном или вертикальном положении рекомендуется диаметр электродов не меньше 4 мм и понижение силы сварочного тока на 10-20 %, относительно стандартных показателей тока при работе в горизонтальном положении.

<b>Примерное соотношение толщины металла, диаметра электрода и сварочного тока</b>								
Толщина металла, мм	0,5	1-2	3	4-5	6-8	9-12	13-15	16
Диаметр электрода, мм	1	1,5-2	3	3-4	4	4-5	5	6-8
Сварочный ток, А	10-20	30-45	65-100	100-160	120-200	150-200	160-250	200-350

Род и полярность тока. Род тока и его полярность устанавливаются в зависимости от вида свариваемого металла и его толщины. При сварке постоянным током обратной полярности на электроде выделяется больше теплоты. Исходя из этого обратная полярность применяется при сварке тонких деталей с целью предотвращения прожога и при сварке легированных сталей во избежание их перегрева. При сварке углеродистых сталей применяют переменный ток исходя из учета экономичности процесса.

У большинства современных сварочных аппаратов, путем выпрямления переменного тока, на выходе образуется постоянный сварочный ток. При использовании постоянного тока возможны два варианта подключения электрода и детали:

<b>Постоянный ток</b>	
<b>Прямая полярность</b>	<b>Обратная полярность</b>
Деталь подсоединяется к зажиму «+», а электрод к зажиму «-»	Деталь подключается к «-», а электрод – к «+»
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сварка с глубоким проплавлением основного металла</li> <li>• Сварка низко- и среднеуглеродистых и низколегированных сталей толщиной 5 мм и более электродами с фтористо-кальциевым покрытием: УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 и др.</li> <li>• Сварка чугуна</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сварка с повышенной скоростью плавления электродов</li> <li>• Сварка низколегированных и низкоуглеродистых сталей (типа 16Г2АФ), средне- и высоколегированных сталей и сплавов</li> <li>• Сварка тонкостенных листовых конструкций</li> </ul>

Напряжение дуги. Как только сила сварочного тока определена, следует рассчитать длину сварочной дуги. Расстояние между концом электрода и поверхностью свариваемого изделия и определяет длину сварочной дуги. Стабильное поддержание длины сварочной дуги очень важно при сварке, это сильно влияет на качество свариваемого шва. Лучше всего использовать короткую дугу, длина которой не превышает диаметр электрода, но это достаточно сложно осуществить даже при наличии у сварщика большого опыта. Поэтому оптимальной длиной дуги принято считать размер, который находится между минимальным значением короткой дуги и максимальным значением (превышает диаметр электрода на 1-2 мм)

<b>Примерное соотношение диаметра электрода и длины дуги</b>								
Диаметр электрода, мм	1	1,5-2	3	3-4	4	4-5	5	6-8
Длина дуги, мм	0,6	2,5	3,5	4	4,5	5	5,5	6,5

Скорость сварки. Выбор скорости сварки зависит от толщины свариваемого изделия и от толщины сварочного шва. Подбирать скорость сварки необходимо так, чтобы сварочная ванна заполнялась жидким металлом от электрода и возвышалась над поверхностью кромок с плавным переходом к основному металлу изделия без наплывов и подрезов. Желательно поддерживать скорость продвижения так, чтобы ширина сварочного шва превосходила в 1,5-2 раза диаметр электрода.

Если слишком медленно перемещать электрод, то вдоль стыка образуется достаточно большое количество жидкого металла, который растекается перед сварочной дугой и препятствует её воздействию на свариваемые кромок – то есть результатом будет непровар и некачественно сформированный шов.

Неоправданно быстрое перемещение электрода тоже может вызывать непровар из-за недостаточного количества тепла в рабочей зоне. А это чревато деформацией швов после охлаждения, вплоть до трещин.

Наиболее простой способ подбора скорости сварки ориентирован на приблизительно среднее значение размеров сварочной ванны. В большинстве случаев сварочная ванна имеет размеры: ширина 8–15 мм, глубина до 6 мм, длина 10–30 мм. Важно следить, чтобы сварочная

ванна равномерно заполнялась плавленным металлом, т.к. глубина проплавления почти не изменяется.

### Техника и технология сварки простых деталей неотчетственных конструкции в различных положениях

Сварка горизонтальных швов – это одновременно и простая, и сложная технологическая операция. Ведь кроме нижних швов, которые варятся относительно легко, существуют еще и верхние (потолочные) швы, которые может заварить только опытный специалист.

Причем, и в первом, и во втором случае процесс формирования шва осложняет гравитация. Из нижнего шва металл вытекает по направлению к нижней кромке, а пузырьки восстановленного водорода поднимаются от дна к поверхности, вспенивая наплавку. Из верхнего шва металл просто капает, иногда прямо на сварщика, а газообразные аэрозоли пронизывают валик наплавки по направлению снизу вверх.

Сварка в горизонтальном положении шва проводится на «короткой» дуге, «средними» или слабосильными токами. Причем, особое внимание уделяют расположению электрода, как относительно плоскости стыкуемых деталей, так и относительно центральной оси формируемого валика.

Техника горизонтальной сварки:

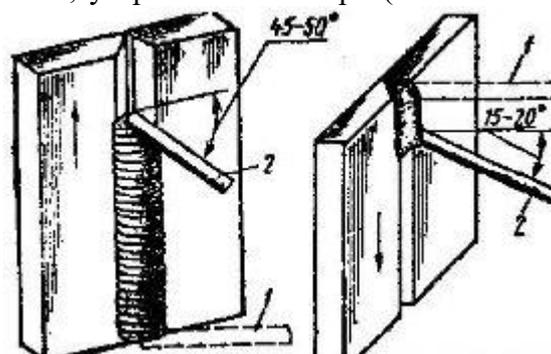
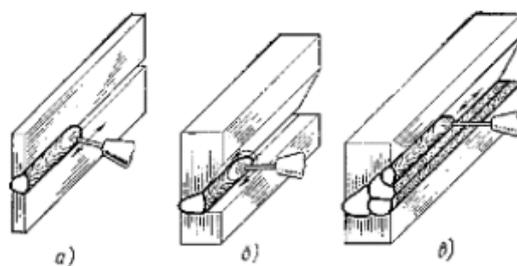
- Первый валик сварочного шва формируется на короткой дуге. Пята электрода перемещается вдоль линии стыка, без колебаний в поперечной плоскости. Угол наклона оси электрода к оси валика – 80 градусов. Такой угол гарантирует проплавление стыка на максимальную глубину и выход большей части шлака на поверхность наплавки. Причем если вы расположите электрод «углом вперед», то глубина наплавки увеличится, а если «углом назад», то она, соответственно, уменьшится.
- Второй валик шва формируют при средних значениях сварочного тока, перемещая электрод «углом вперед» без поперечных колебаний, только вдоль линии стыка. Ширина раздела, разумеется, увеличится, поэтому второй валик варят электродом большего диаметра.
- Третий валик шва укладывают между верхней плоскостью второго и границами кромки раздела. Причем если второй валик получился с выступом, то третьим слоем заполняют «лодочку» между предыдущим валиком и стенками раздела. Ну а если второй валик вышел нормальным, залив всю плоскость раздела, то третий слой формируют в два прохода, укладывая валики вдоль левой и правой кромок.
- Пространство между соседними валиками третьего слоя заполняют четвертой наплавкой. Причем, если это расстояние равно диаметру электрода, то четвертый валик формируют в один проход, ну а если предыдущие слои наплавки отстоят друг от друга на более значительном расстоянии, то стык между валиками заполняют с помощью поперечных и продольных перемещений электрода.
- Следующие слои формируются по тому же принципу, что и третий валик.

При этом, для предотвращения вытекания наплавки из шва под нижнюю кромку стоит подложить пластину из тугоплавкого материала, например – асбеста. А при выходе на верхнюю границу раздела стоит удвоить внимание и старание – большинство дефектов шва «формируется» именно в этот момент.

Дуговая сварка вертикальных швов реализуется совсем не так, как предыдущая (горизонтальная) технология. Ведь извечный «враг» сварщиков – сила гравитации – вмешивается в процесс формирования шва совершенно иным образом: расплавленные присадочные и основные металлы стекают вниз, вдоль линии шва, газообразные аэрозоли, устремляются вверх (в том же направлении).

Техника вертикальной сварки:

- Во-первых, необходимо понимать, что расплавленный металл стекает вниз, провоцируя появление наплывов. Поэтому валики горизонтальных швов должны быть тонкими. А в процессе их формирования следует избегать поперечных смещений электрода.



- Во-вторых, сварка в вертикальном положении шва предполагает формирование валика, габариты которого сопоставимы с диаметром электрода. Разумеется, допускается и двукратное превышение (когда валик больше диаметра электрода даже с учетом габаритов покрытия), но не более.
- В-третьих, сила сварочного тока должна быть максимальной, но при выборе конкретных значений необходимо нивелировать риск «подрезов» основного металла чересчур сильной дугой. Поэтому сила тока, все же, не должна доходить до максимума.
- В-четвертых, угол наклона электрода (по направлению к плоскости заготовки) должен равняться, как минимум, 80 градусам. При меньших значениях появляется эффект «козырька» препятствующего плавлению основного металла. Таким образом, регулируя угол наклона можно влиять на температуры и глубину плавления в зоне сварочной ванны. Оси валиков (стыковочных швов) и электродов должна быть параллельны друг другу.
- В-пятых, ширина шва регулируется скоростью наплавки и траекторией перемещения пята электрода. Совершая возвратно-поступательные движения вверх-вниз, можно повлиять на ширину наплавки. Но в этом случае необходимо выдерживать 80-градусный наклон «углом вперед».
- В-шестых, валики укладываются в вертикальный раздел «полочками». То есть, каждый последующий слой опирается на предыдущую наплавку.

#### Причины возникновения и меры предупреждения внутренних напряжений и деформаций

Деформации в сварных конструкциях являются результатом наличия внутренних напряжений, которые могут вызываться различными причинами. К неизбежным причинам, способствующим возникновению напряжений и деформаций, относятся такие, без которых процесс обработки происходит не может - неравномерный нагрев, кристаллизационная усадка швов, структурные изменения металла шва и околошовной зоны и т. д.

К сопутствующим причинам, способствующим возникновению напряжений и деформаций, относятся неправильные решенная конструкции сварных узлов (близкое расположение швов, их частое пересечение, неправильно выбранный тип соединения и т. п.), применение устаревшей техники и технологии сварки (неверно выбраны способы наложения слоев и диаметр электрода, не соблюдаются режимы сварки и т. д.), низкая квалификация сварщика, нарушение геометрических размеров сварных швов и т. п.

Кристаллизационная усадка металла шва вызывается тем, что при охлаждении металл шва уменьшается в объеме, но поскольку одновременно шов имеет жесткую связь с относительно холодным основным металлом, его усадка вызывает появление внутренних напряжений.

Кристаллизационная усадка незакрепленного (свободного) образца приведет лишь к его укорочению. Если же усадка будет иметь место в условиях жесткого закрепления свариваемых деталей или в условиях неравномерного (неодинакового) нагрева, то в этом случае в конструкции после остывания образуются внутренние напряжения, вызывающие ее деформацию. В процессе снижения температуры в жестко закрепленной детали будут возникать силы растяжения, стремящиеся ее разорвать.

Предотвращение сварочных напряжений и деформаций является сложной задачей. Мероприятия по снижению их могут осуществляться на разных стадиях создания сварных конструкций: до сварки - на стадии проектирования самой конструкции и разработки технологического процесса ее изготовления, во время выполнения сварки соединений и после выполнения сварочных работ.

На первой стадии очень много в этом вопросе зависит от выбора Наиболее рациональных конструктивных и технологических решений. В процессе конструирования сварных конструкций необходимо стремиться к уменьшению расчетных количеств наплавляемого электродного и расплавляемого основного металлов и соответственно снижению тепловложения при сварке за счет уменьшения сечений сварных швов и их количества в конструкции, не допускать в конструкциях чрезмерных скоплений и пересечений сварных швов, особенно на участках с максимальным воздействием прикладываемых нагрузок; использовать симметричное расположение сварных соединений относительно общего центра тяжести изделия с целью взаимного уравновешивания возникающих изгибающих моментов; рационально выбирать тип сварных соединений, отдавая предпочтение стыковым соединениям.

## Практическое обучение

### Инструктаж по технике безопасности и ознакомление с производством

Инструктаж по безопасности труда и пожарной безопасности на предприятии.

Ознакомление с рабочим местом и организацией труда.

Инструктаж по безопасности труда на рабочем месте.

Ознакомление с профессиональным стандартом и программой производственного обучения.

### Освоение работ

Область распространения РАД в соответствии с данной трудовой функцией:

- сварочные процессы, выполняемые сварщиком вручную и с ручной подачей присадочного материала: сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем);
- сварка дуговая вольфрамовым электродом в инертном газе без присадочного материала;
- сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным порошковым материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе;
- сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным сплошным материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе с добавлением восстановительного газа; сварка дуговая вольфрамовым электродом с присадочным порошковым материалом (проволокой или стержнем) в инертном газе с добавлением восстановительного газа;
- сварка дуговая неплавящимся вольфрамовым электродом в активном газе.

Характеристики выполняемых работ:

- прихватка элементов конструкции РАД во всех пространственных положениях сварного шва, кроме потолочного;
- РАД в нижнем, вертикальном и горизонтальном пространственном положении сварного шва простых деталей из углеродистых и конструкционных сталей, цветных металлов и сплавов, предназначенных для работы под статическими нагрузками;
- наплавка простых деталей, изношенных простых инструментов из углеродистых и конструкционных сталей;
- устранение наружных дефектов зачисткой и сваркой (пор, шлаковых включений, подрезов, наплывов и т.д., кроме трещин).

Рекомендуемое наименование профессии: сварщик ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитном газе.

Наименование квалификационного сертификата, выдаваемого по данной трудовой функции: сварщик ручной дуговой сварки неплавящимся электродом в защитном газе, 2-й квалификационный уровень

Квалификационная практическая работа.

## 4. Материально-технические условия реализации программы

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>аудитория</i>	<i>лекции</i>	<i>компьютер, мультимедийный проектор, экран, доска, техническая документация;</i>
<i>компьютерный класс</i>	<i>практические и лабораторные занятия</i>	<i>компьютеры, спец.программы, подключение к сети Интернет</i>
<i>Учебно-производственные мастерские</i>	<i>Практические занятия</i>	

## 5. Учебно-методическое обеспечение программы

По каждой дисциплине программы необходимы:

- печатные раздаточные материалы для слушателей;
- учебные пособия, изданные по отдельным разделам программы;

- профильная литература;
- нормативные документы;
- электронные ресурсы и т.д.

## 6. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения программы осуществляется аттестационной комиссией в виде междисциплинарного экзамена в письменной форме на основе пятибалльной системы оценок по основным разделам программы.

Слушатель считается аттестованным, если имеет положительные оценки (3, 4 или 5) по всем разделам программы, выносимым на экзамен.

При успешном прохождении указанной итоговой аттестации слушателям выдается свидетельство о профессии рабочего, должности служащего.

## 7. Кадровые условия реализации программы

Данные педагогических работников, привлеченных для реализации программы

№ п/п	ФИО	Статус в экспертном сообществе Ворлдскиллс с указанием компетенции	Должность, наименование организации
<i>Ведущий преподаватель программы</i>			
1.	Борисов Алексей Сергеевич	Эксперт-мастер по компетенции «Сварочные технологии»	Преподаватель, ГБПОУ «Златоустовский индустриальный колледж им.П.П.Аносова»

### Материально-техническое оснащение рабочих мест преподавателя программы и слушателя программы

Материально-техническое оснащение рабочего места преподавателя программы:

Вид занятий	Наименование помещения	Наименование оборудования	Количество	Технические характеристики, другие комментарии (при необходимости)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Лекции	Аудитория	Компьютер / ВТ / Win8; проектор; МФУ	1	
Практические занятия	Компьютерный класс, полигон	Компьютер / ВТ / Win8; проектор; МФУ	1	
Лабораторные работы	Сварочная мастерская	Источник питания для процессов 111 SMAW, MMAW, 141 GTAW, TIG	1	
Тестирование	Компьютерный класс	Компьютер / ВТ / Win8; проектор; МФУ	1	

Материально-техническое оснащение рабочего места слушателя программы:

Вид занятий	Наименование помещения	Наименование оборудования	Количество	Технические характеристики, другие комментарии (при необходимости)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Лекции	Аудитория	Компьютер / ВТ / Win8	1	
Практические занятия	Компьютерный класс, полигон	Компьютер / ВТ / Win8	1	
Лабораторные работы	Лаборатория	Источник питания для процессов 111 SMAW, MMAW, 141 GTAW, TIG	1	
Тестирование	Компьютерный класс	Компьютер / ВТ / Win8	1	