

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
«Добрянский гуманитарно-технологический техникум им. П.И.Сюзева»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ПМ 02 «ВЫПОЛНЕНИЕ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ (НАПЛАВКА,
РЕЗКА) ПЛАВЯЩИМСЯ ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ»**

для профессии

15.01.05 Сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки))

г.Добрянка, 2024 г.

Рассмотрено
на заседании П(Ц)К Дисциплины профессионального
цикла
Протокол № 1 от «04» сентября 2024 г.

Председатель П(Ц)К Дисциплины профессионального
цикла


Катаева Е.И.

ОДОБРЕНО
методическим советом ГБПОУ ДГТТ им.
П.И. Сюзева
Протокол № 1 от «04» сентября 2024 г.

Методист


О.Ю. Харламова

Заведующий структурного подразделения

М.К. Рыbkова

Составитель: Алехина Оксана Васильевна, преподаватель ГБПОУ «Добрянский гуманитарно-технологический техникум им. П.И. Сюзева»

Рецензенты:

Внешние:

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
Практическая работа №1	5
Практическая работа №2	8
Практическая работа №3	9
Практическая работа №4	12
Практическая работа №5	13
Практическая работа №6	19
Практическая работа №7	22
Практическая работа №8	23
Практическая работа №9	23
Практическая работа №10	24
Практическая работа №11	24
Практическая работа №12	26
Практическая работа №13	30
Практическая работа №14	38
Практическая работа №15	42
Практическая работа №16	43
Практическая работа №17	45
Практическая работа №18	46
Практическая работа №19	48
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	49

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Методические рекомендации по выполнению практических работ по МДК 02.01. «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавка, резка) плавящимся покрытым электродом» для обучающихся профессии 15.01.05 сварщик (ручной и частично механизированной сварки (наплавки)) разработаны в соответствии с ФГОС среднего профессионального образования и рабочей программой дисциплины.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

уметь:

- Выполнять сварку различных деталей и конструкций во всех пространственных положениях сварного шва;
- Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой сварки различных деталей из цветных металлов и сплавов;
- Выполнять сварку различных деталей и конструкций из цветных металлов и сплавов во всех пространственных положениях сварного шва;
- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой сваркой деталей из цветных металлов и сплавов;
- Проверять работоспособность и исправность сварочного оборудования для ручной дуговой наплавки плавящимся покрытым электродом;
- Настраивать сварочное оборудование для ручной дуговой наплавки плавящимся покрытым электродом;
- Владеть техникой дуговой резки металла;

знать:

- Технику и технологию ручной дуговой сварки (наплавки, резки) различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва
- Технику и технологию ручной дуговой наплавки плавящимся покрытым электродом различных деталей и конструкций в пространственных положениях сварного шва
- Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных соединений, выполняемых ручной дуговой наплавкой плавящимся покрытым электродом, и обозначение их на чертежах
- Основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой наплавкой, резкой плавящимся покрытым электродом
- Наплавочные материалы для ручной дуговой наплавки плавящимся покрытым электродом
- Причины возникновения дефектов сварных швов, способы их предупреждения и исправления при ручной дуговой наплавке плавящимся покрытым электродом
- Основы дуговой резки

Критерии оценки практических работ

Оценка «5» ставится в том случае, если:

- обучающийся полностью соблюдал правила выполнения практической работы, работа выполнялась самостоятельно, рационально организовывал рабочее место, не было нарушений правил техники безопасности, санитарии и гигиены; задание выполнено в полном объёме и в установленное время.

Оценка «4» ставится в том случае, если:

- работа выполнялась самостоятельно, допущены незначительные ошибки, которые исправлялись самостоятельно, на выполнение работы затрачено времени, больше установленного по норме на 10%.

Оценка «3» ставится в том случае, если:

- самостоятельность в работе была низкой, допущены нарушения в организации рабочего места; отдельные задания выполнялись неправильно, но ошибки исправлялись после замечания преподавателя, допущены незначительные нарушения правил техники безопасности, на выполнение работы затрачено времени, больше установленного по норме на 25%.

Оценка «2» ставится в том случае, если:

- отсутствовала самостоятельность в работе, допущены грубые нарушения правил техники безопасности, которые повторялись после замечаний преподавателя, неправильно выполнялись

многие виды работ, ошибки повторялись после замечания преподавателя, на выполнение работы затрачено времени против нормы больше чем на 25%.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Параметры режима ручной дуговой сварки и выбор режима сварки.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучение и закрепление теоретического материала по теме «Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами», необходимого для формирования ПК 2.1. Выполнять ручную дуговую сварку различных деталей из углеродистых и конструкционных сталей во всех пространственных положениях сварного шва.

ЗАДАЧИ РАБОТЫ:

-изучить технологию ручной дуговой сварки;
-научиться выбирать параметры режимов ручной дуговой сварки;
-изучить влияние основных параметров режима и пространственного положения при сварке на формирование сварного шва.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ: ПК, мультимедийный проектор, раздаточный материал.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.

Ответить на 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?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Режимы ручной дуговой сварки

Режимы дуговой сварки представляют собой совокупность контролируемых параметров, определяющих условия сварочного процесса. Правильно выбранные и поддерживаемые на протяжении всего процесса сварки параметры являются залогом качественного сварного соединения. Условно параметры можно разделить на основные и дополнительные.

Основные параметры режима дуговой сварки: диаметр электрода, величина, род и полярность тока, напряжение на дуге, 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.

Диаметр электрода

Какой диаметр электрода выбрать зависит от толщины свариваемого металла, положения в котором будет выполняться сварка, типа соединения, размера детали и химического состава металла. Во время сварки во всех положениях кроме нижнего жидкого металла скапывает вниз. Поэтому для сварки в вертикальном, горизонтальном и потолочном положении независимо от толщины металла нельзя использовать электроды диаметром свыше 4 мм. Электроды толстого диаметра формируют большую каплю жидкого металла с которой сила поверхностного натяжения не справляется. Для корня шва при многослойной сварке используют электроды диаметром 3-4 мм, следующие слои можно выполнять электродами большего диаметра.

Таблица 1 Выбор диаметра стержня электрода по толщине свариваемого металла

Толщина S свариваемого металла, мм	до 1,5	2	3	4-5	6-8	9-12	13-15	16-	
20 св. 20									
Диаметр d стержня электрода, мм	1; 1,6	2	3	3-4	4; 5	4; 5	5	5; 6	6; 8
Сила тока									

Опытные сварщики силу тока определяют экспериментальным путем, ориентируясь на устойчивость горения дуги. Для тех, кто еще не имеет достаточного опыта, разработаны следующие расчетные формулы: Для наиболее распространенных диаметров электрода (3 -6 мм)

$$I = (20 + 6dэ) dэ$$

где $I_{св}$ — сила тока.

Для электродов диаметром менее 3 мм ток подбирают по формуле:

$$I_{св} = 30dэ$$

Силу тока устанавливают после выбора электрода в зависимости от его диаметра. Для расчета силы сварочного тока при сварке в нижнем положении также существует формула: где I — сила тока, А;

где K — коэффициент пропорциональности, который при сварке углеродистых и низколегированных сталей в нижнем положении равен 35-60 А/мм для толщины металла 5-30 мм.

При сварке горизонтальных, вертикальных и потолочных швов независимо от толщины свариваемого металла применяют электроды диаметром $dэ < 4$ мм. Тип и марка электрода выбираются в зависимости от марки и механических свойств (σ_b , σ_t , KCV,) свариваемого металла, назначения и условий работы конструкции (табл.1.2). Сила сварочного тока I выбирается в зависимости от диаметра стержня электрода $dэ$ и положения сварного шва в пространстве. При сварке в нижнем положении

При сварке горизонтальных и вертикальных швов сила тока уменьшается на 10-15, а потолочных — на 15-20%.

Чрезмерно большой сварочный ток приводит к перегреву и разбрызгиванию электродного металла, ухудшению формирования шва, а при сварке тонкостенных заготовок — к прожогу стенок.

Сварка на малых токах сопровождается неустойчивым горением дуги, непроваром, малой производительностью.

Род тока и полярность

Род тока и полярность выбирают в зависимости от марки свариваемого металла, его толщины, марки электрода, назначения конструкции. Сварка на постоянном токе обратной полярности применяется для тонкостенных заготовок и высоколегированных сталей с целью исключения их перегрева. Сварку углеродистых сталей обычно выполняют на переменном токе.

Тип и марка электрода

Прежде всего необходимо выбирать электроды, обеспечивающие однородность химического состава основного металла и металлического стержня электрода. Также тип и марку выбирают в зависимости от пространственного положения шва, необходимой плотности шва, температуры окружающей среды, прочности изделия и условий эксплуатации конструкции. При помощи электрода можно придавать шву необходимые свойства.

Напряжение на дуге

Напряжение на дуге сварщик может регулировать, изменяя длину сварочной дуги. В зависимости от длины дуги при ручной дуговой сварке напряжение находится в диапазоне 16-40 V. Согласно технологии сварки, напряжение стоит удерживать в значении 16-20 V. Для этого сварку принято выполнять короткой дугой размером 0,5 -1 толщины диаметра электрода. Это значение может меняться в зависимости от марки электрода и положения шва в пространстве.

Скорость сварки

Скорость сварки выбирает сварщик в зависимости от свойств основного металла, характеристик электрода, положения шва и т. д. Скорость сварки должна быть такой чтобы жидкий металл сварочной ванны немного поднимался над поверхностью основного металла с плавным переходом к нему без подрезов и наплывов. Для предотвращения перегрева металла высоколегированные стали сваривают с большей скоростью.

Предварительный подогрев

Предварительный подогрев и последующая термическая обработка Предварительный подогрев основного металла и последующая обработка используются для сварки сталей склонных к образованию закалочных структур — средне- и высокоуглеродистые стали. Для сварки чугуна, цветных металлов и их сплавов. Температура и способ выполнения подогрева и обработки зависит от толщины основного металла, химического состава и размера конструкции.

Температура окружающей среды

Все стали можно разделить на четыре группы согласно степени их свариваемости. Стали II, III и IV группы нельзя сваривать при температуре ниже -5 °С.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЯ НА ПРАКТИЧЕСКУЮ РАБОТУ:

Задание 1. (1 вариант). Необходимо выполнить ручную дуговую сварку пластин из стали марки Ст 3, толщиной 2 мм, протяженность сварного шва 600мм. Подберите сварочные материалы, режимы сварки и объясните технику сварки шва в нижнем положении, чтобы исключить возможность возникновения сварочных деформаций.

Результаты работы занесите в таблицу:

№п/п	Задание	Вариант ответа
1	Дайте характеристику стали (охарактеризуйте свариваемость данной стали)	
2	Способ разделки кромок	
3	Марка электрода	
4	Количество слоев	
5	Диаметр электрода	
6	Сила сварочного тока	
7	Род и полярность тока	
8	Предложите технику сварки шва	

Задание 2. (2 вариант) Необходимо выполнить ручную дуговую сварку пластин из стали марки Ст 0, толщиной 4 мм, протяженность сварного шва 400мм. Подберите сварочные материалы, режимы сварки и объясните технику сварки шва в вертикальном положении, чтобы исключить возможность возникновения сварочных деформаций.

Результаты работы занесите в таблицу:

№п/п	Задание	Вариант ответа
1	Дайте характеристику стали (охарактеризуйте свариваемость данной стали)	
2	Способ разделки кромок	
3	Марка электрода	
4	Количество слоев	
5	Диаметр электрода	
6	Сила сварочного тока	
7	Род и полярность тока	
8	Предложите технику сварки шва	

Задание 3. (3 вариант) Необходимо выполнить ручную дуговую сварку пластин из стали марки Ст 2 кп, толщиной 6 мм, протяженность сварного шва 500мм. Подберите сварочные материалы, режимы сварки и объясните технику сварки шва в горизонтальном положении, результаты работы занесите в таблицу:

№п/п	Задание	Вариант ответа
1	Дайте характеристику стали (охарактеризуйте свариваемость данной стали)	
2	Способ разделки кромок	
3	Марка электрода	

4	Количество слоев	
5	Диаметр электрода	
6	Сила сварочного тока	
7	Род и полярность тока	
8	Предложите технику сварки шва	

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Правила и приемы колебательных движений электрода.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучение и закрепление теоретического материала по теме «Колебательные движения электродов».

ЗАДАЧИ РАБОТЫ:

- изучить способы колебательных движений электродов;
- произвести анализ электродов с тонким и толстым покрытием

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ: Методические указания по выполнению практической работы, учебник, конспект.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ.

1. Изучить перемещение электрода.
2. Зарисовать схему перемещения электрода.
3. Описать колебательное движение электрод
4. Ответить на контрольные вопросы

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Скорость перемещение электрода не должна быть большой, так как металл электрода не успевает сплавиться с основным металлом и получается не провар. При малой скорости перемещения возможно перегрев и пережог металла, шов получается широкий, толстый, производительность сварки низкая.

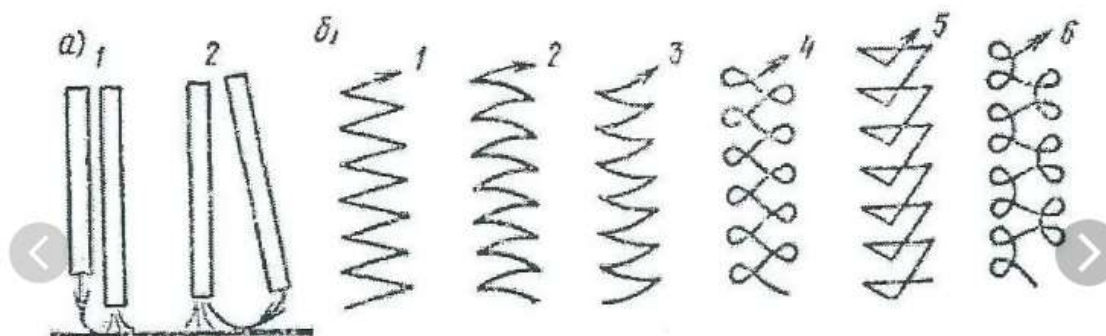


Рис. 13.4. Манипуляции электродом

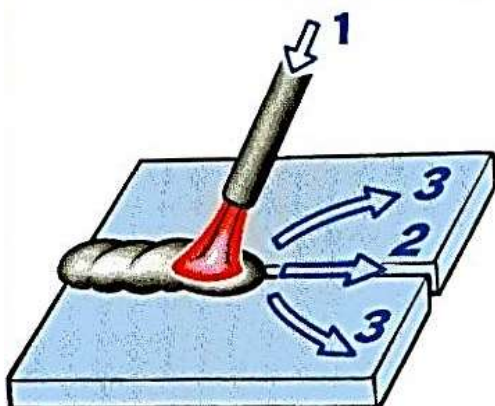
a — зажигание дуги; *б* — схемы движения конца электрода; 1, 2 и 3 — часто применяющиеся движения; 4, 6 — для проплавления кромок, 5 — для проплавления середины шва

Поперечные колебательные движения применяют для получения уширенного валика.

Поперечные движения замедляют остывание наплавляемого металла, облегчают выход газов и шлаков и способствуют наилучшему сплавлению основного и электродного металла и получению высококачественного шва. Образующийся в конце наплавки валика кратер необходимо тщательно заварить. Поперечные колебательные движения конца электрода определяются формой разделки, размерами и положением шва, свойствами свариваемого материала, навыком сварщика. Техника выполнения зависит от вида и пространственного положения шва. Нижние швы наиболее удобны для выполнения, так как расплавленный металл электрода под действием силы тяжести стекает в кратер и

не вытекает из сварочной ванны, а газы и шлак выходят на поверхность металла. Поэтому по возможности следует вести сварку в нижнем положении.

МАНИПУЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДОМ



ЭЛЕКТРОД ПЕРЕМЕЩАЮТ В ТРЕХ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ:

1. ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ - вдоль оси электрода. Обеспечивает подачу электрода, постоянство длины дуги и скорости плавления
2. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ - вдоль оси шва. Обеспечивает необходимую скорость сварки и качественное формирование шва
3. КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ - поперек оси шва для прогрева кромок. Этими движениями за один проход получают шов шириной до 4-х диаметров электрода, а без них - 1,5 диаметра. Поперечные движения можно исключить при сварке тонких листов или при прохождении первого (корневого) шва многослойной сварки

ВИДЫ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ (ПОПЕРЕЧНЫХ) ДВИЖЕНИЙ КОНЦА ЭЛЕКТРОДА

<p>Прямые по ломаной линии (зигзагообразные)</p> <p>шаг 2-3 мм</p> <p>Применяют для получения наплавочных валиков при сварке стык без скоса кромок в нижнем положении и если нет вероятности прожечь деталь</p>	<p>Полумесяцем вперед</p> <p>Для стыковых швов со скосом кромок и для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемых в любом положении электродами диаметром до 4 мм</p>	<p>Полумесяцем назад</p> <p>Для сварки в нижнем положении, а также для вертикальных и потолочных швов с выпуклой наружной поверхностью</p>
<p>Треугольником</p> <p>Для угловых швов с катетом более 6 мм и стыковых швов со скосом кромок в любом пространственном положении. Дает хороший провар корня шва</p>	<p>Треугольником с задержкой электрода в корне шва</p> <p>Для сварки толстенных конструкций с гарантированным проплавлением корневого участка шва</p>	<p>Петлеобразные</p> <p>Для усиленного прогрева кромок шва, особенно при сварке высоколегированных сталей. Электрод задерживают на краях, чтобы не было прожога в центре шва или вытекания металла при сварке вертикальных швов</p>

Контрольные вопросы:

1. Что такое поперечные колебательные движения?
2. Какая должна быть скорость перемещения электрода?
3. Что такое сварочная ванна?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Оценка свариваемости сталей. Формула углеродного эквивалента.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: научиться определять свариваемость для различных групп сталей в зависимости от химического состава.

ЗАДАЧИ РАБОТЫ:

- Знать основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом;

- Научиться выбирать материалы для сварки различных сталей

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ: компьютер, электронное пособие, учебная и справочная литература, раздаточный материал.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.
2. Изучите методику расчета эквивалента углерода для различных марки сталей при определении свариваемости.

Порядок выполнения расчёта:

3. Записать марку стали (согласно карточки-задания)
4. Записать количественное содержание основных легирующих элементов в указанной марке стали (из карточки-задания или найти в Интернете – «марочник сталей», справочнике)
5. 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.
6. Рассчитать величину $C_{экр}$ в % по выбранной формуле, подставив величины содержания углерода и легирующих элементов. (точность расчётов – до сотых долей процента) и толщины металла.
7. Сравнить полученное значение $C_{экр}$ со значениями в таблице определить к какой группе сталей по свариваемости относится данная марка стали, и какой вид термообработки требуется.
8. Составить отчет.
9. Ответить на контрольные вопросы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Свариваемость - свойство металла или сочетания металлов образовывать при установленной технологии сварки соединение, отвечающее требованиям, обусловленным конструкцией и эксплуатацией изделия.

Под свариваемостью понимается способность стали данного химического состава давать при сварке тем или иным способом высококачественное сварное соединение без трещин, пор и прочих дефектов.

Свариваемость не является неизменным свойством металла, подобно физическим свойствам его. Наряду с технологическими характеристиками металла свариваемость его определяется способом и режимом сварки, составом присадочного металла, сварочного флюса, электродного покрытия, защитного газа, а также конструкцией сварного узла и условиями эксплуатации изделия. Различают физическую и технологическую свариваемость.

Физическая свариваемость предполагает способность металлов образовывать в результате сварки каким-либо способом монолитные соединения с химической связью. Большинство металлов и сплавов обладают хорошей физической свариваемостью.

Технологическая свариваемость представляет собой технико-экономический показатель и характеризует возможность получения сварного соединения требуемого качества, удовлетворяющего требованиям надежности конструкции при эксплуатации и наименьшей стоимости при изготовлении. Технологическая свариваемость зависит как от свойств основного металла, так и от состава, наплавляемого (присадочного, электродного) металла, способа и режима сварки, используемых флюсов, покрытий, защитных газов, конструкции сварного узла и условий эксплуатации изделия.

При оценке свариваемости роль химического состава стали является преобладающей. По этому показателю в первом приближении проводят оценку свариваемости.

При оценке влияния химического состава на *свариваемость сталей*, кроме содержания углерода, учитывается также содержание других легирующих элементов, повышающих склонность стали к закалке. Это достигается путем пересчета содержания каждого легирующего элемента стали в эквиваленте по действию на ее закаливаемость с использованием переводных коэффициентов,

определенных экспериментально. Суммарное содержание в стали углерода и пересчитанных эквивалентных ему количеств легирующих элементов называется углеродным эквивалентом. Для его расчета существует ряд формул, составленных по различным методикам, которые позволяют оценить влияние химического состава низколегированных сталей на их свариваемость:

или
Свариваемость сталей оценивается по четырехклассной системе:

- ХС – хорошая свариваемость;
- УС – удовлетворительная свариваемость;
- ОС – ограниченная свариваемость;
- ПС – плохая свариваемость.

Существует целый ряд методик оценки свариваемости. Одна из них: оценка свариваемости по эквиваленту углерода.

Определение свариваемости стали с учетом ее химического состава определяется по формуле:

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + (Cr + Mo + V) / 10 \quad (1)$$

где С, Мп, Ni, Cr, Мо, V - %-ое содержание компонентов в стали.

С учетом толщины металла поправка к эквиваленту углерода рассчитывается по формуле:

$$N = 0,005 \cdot S \cdot C_{\text{э}} \quad (2)$$

- где N – поправка к эквиваленту углерода;
- S – толщина свариваемого металла;
- Cэ – эквивалент углерода;
- 0,005 – коэффициент толщины.

Полный эквивалент углерода рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{эkv}} = C_{\text{э}}(1 + 0,005 \cdot S) \quad (3)$$

Стали, у которых Cэ = 0,2...0,45%, хорошо свариваются, не требуют предварительного подогрева и последующей термообработки.

Предварительный подогрев в случае необходимости может определяться по формуле:

$$T_{\text{под}} = 350 \times \sqrt{(C_{\text{э}} - 0,25)} \quad (4)$$

Таблица 1 – Химический состав сталей

Марка стали	ГОСТ	Содержание элементов, %							
		Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Другие элементы		
Ст3пс	380-94		0,14-0,22	0,05-0,17	0,40-0,85	<0.3	<0.3	<0.3	
09Г2	19281-89		<0.12	0,17-0,38	1,40-1,80	<0.3	<0.3	<0.3	
14Г2	19281-89		0,12-0,18	0,17-0,37	1,20-1,60	<0.3	<0.3	<0.3	
17ГС	19281-89		0,14-0,20	0,40-0,60	1,0-1,40	<0.3	<0.3	<0.3	
09Г2С	19281-89		<0,12	0,50-0,80	1,30-1,70	<0.3	<0.3	<0.3	
10ХСНД	19281-89		<0,12	0,80-1,10	0,50-0,80	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	
10ХНДП	19281-89		<0,12	0,17-0,37	0,30-0,60	0,5-0,8	0,3-0,6	0,3-0,5	Фосфор 0,070- 0,012

Контрольные вопросы:

1. Как оценивается свариваемость по эквиваленту углерода?
2. Оцените свариваемость заданных сталей.
3. Чему равно предельное содержание эквивалента углерода для хорошо свариваемых сталей?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Влияние легирующих элементов на свариваемость сталей.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Научиться определять свариваемость для различных групп сталей в зависимости от химического состава.

ЗАДАЧИ РАБОТЫ:

- Знать основные группы и марки материалов, свариваемых ручной дуговой сваркой (наплавкой, резкой) плавящимся покрытым электродом;

- Научиться выбирать материалы для сварки различных сталей

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ: компьютер, электронное пособие, учебная и справочная литература, раздаточный материал.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

При **сварке** металлов, имеющих различные легирующие элементы (Молибден, Кремний, Хром и др.) могут возникать различные проблемы, влияющие непосредственно на качество полученного сварного соединения (трещины, поры, непровары и т.д.). Для того, чтобы избежать трудностей и проблем, необходимо очень хорошо знать, как влияет тот или иной легирующий элемент на свариваемость изделия.

Знание влияния легирующих элементов на свариваемость различных сталей способствует лучшему пониманию процессов сварки.

Углерод: Один из самых значительных химических элементов в сталях. Содержание углерода в сталях влияет на прочность, закаливаемость, вязкость, свариваемость. У низкоуглеродистых сталей (углерода менее 0,25%) свариваемость практически не ухудшается. При увеличении содержания углерода свариваемость резко ухудшается, так как в зонах ЗТВ (зонах термического влияния) возникает большое количество закалочных структур, которые вызывают трещины. При высоком содержании углерода в присадочном материале увеличивается вероятность образования пор.

Марганец: Марганец является хорошим раскислителем. Electroды или проволоку необходимо применять при сварке в среде CO₂. При содержании марганца в металле до 0,8 %, процесс сварки не усложняется. При увеличении содержания стали в металле (1,8%-2,5%) появляется опасность возникновения ХТ (холодных трещин), т.к. марганец способствует появлению хрупких структур (закалочных). При повышенном содержании марганца (11-16%) во время сварки происходит интенсивное выгорание данного вещества. Следовательно, необходимо применять специальные меры, например, использовать сварочные материалы с большим содержанием марганца.

Кремний: Так же, как и марганец является хорошим раскислителем. При малом количестве кремний (до 0,03%) на свариваемость не влияет. При содержании кремния 0,8-1,5% свариваемость ухудшается из-за повышенной жидкотекучести кремнистой стали и образования тугоплавких оксидов кремния. При повышенном содержании кремния, из-за увеличенной жидкотекучести особенно опасно появление горячих трещин.

Хром: Содержание хрома в сталях способствует увеличению коррозионной стойкости. Но, при сварке сталей образуются карбиды хрома, которые увеличивают твердость в ЗТВ (зоне термического влияния). Также образуются тугоплавкие окислы, которые затрудняют процесс сварки, а значит ухудшают свариваемость.

Никель: Содержание никеля в сталях способствует увеличению ударной вязкости, которая особенно важна при работе сталей при низких температурах. Также никель способствует увеличению пластичности, прочности стали и измельчению зерна. При этом свариваемость стали не ухудшается. Но, из-за высокой цены данного легирующего элемента, применение ограничено экономическими соображениями.

Молибден: Содержание молибдена в сталях увеличивает несущую способность при высоких температурах и ударных нагрузках, измельчает зерно. С другой стороны, молибден способствует образованию трещин в ЗТВ и наплавленном металле шва. Во время сварке окисляется и выгорает. Следовательно, необходимо использовать специальные меры.

Вольфрам: Содержание вольфрама в сталях резко увеличивает твердость стали и ее работоспособность при высоких температурах (краснотойкость). С другой стороны, вольфрам затрудняет процесс сварки и активно окисляется.

Ванадий: Содержание ванадия в сталях резко увеличивает закаливаемость стали. Из-за закаливаемости, а также из-за окисления ванадия и его выгорания, ухудшается свариваемость сталей.

Титан: Использование титана как легирующий элемент обусловлено его высокой коррозионной стойкостью.

Ниобий: Использование ниобия, аналогично титану, обусловлено его высокой коррозионной стойкостью. При сварке сталей ниобий способствует образованию горячих трещин.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.
2. Изученный материал систематизируйте в форме таблицы.
3. Изучить свойства и применение легированных сталей и расшифровать; марки сталей.

Легирующий компонент	Влияние ЛК на свариваемость

1	45Х	10	20ХНР	19	15ХА
2	45Г	11	40ХН	20	ШХ15
3	18ХГТ	12	30ХГСА	21	10Г2А
4	40ХГТР	13	18Х2М4ВА	22	12ХН3А
5	40ХС	14	20ХН4ФА	23	18Х2Н4ВА
6	20ХМ	15	38ХН3МФА	24	50ХФА
7	30ХЗМФ	16		25	40ХНМА
8	40ХФА	17		26	30ХГСА
9	20Н2М	18			

2. Результаты занести в таблицу.

№ п/п	Марка сплава	Расшифровка марки сплава	Свойства (классификация по свариваемости)	Применение
		-		

3. Сделать вывод.

Ответить на вопросы:

- Какая сталь называется легированной?
- Классификация сталей по содержанию легирующих элементов.
- Влияние легирующих элементов на свойства стали

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами
Особенности сварки цветных металлов и их сплавов.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

1. Цель работы: Закрепление теоретических знаний по теме.
2. Формирование практических навыков техники сварки в нижнем положении стыковых швов
3. Формирование общей (профессиональной) компетенции: осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

СТУДЕНТ ДОЛЖЕН ЗНАТЬ:

- устройство сварочного и вспомогательного оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением, назначение и условия работы контрольно-измерительных приборов, правила их эксплуатации и область применения;

СТУДЕНТ ДОЛЖЕН УМЕТЬ:

- проверять работоспособность и исправность оборудования для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением;

- настраивать сварочное оборудование для частично механизированной сварки (наплавки) плавлением.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Нижние швы являются наиболее удобными для сварки, так как в этом случае капли электродного металла под действием собственного веса легко переходят в сварочную ванну и жидкий металл не вытекает из нее. Кроме того, наблюдение за сваркой при нижнем положении шва более удобно.



Рис.1 типы разделки кромок стыковых швов.

При выполнении стыковых швов сварку ведут в четырех направлениях: слева направо, справа налево, на себя, от себя.

Наклон сварочной горелки $15^\circ - 25^\circ$ от вертикали, и электрод в процессе сварки лежит в одной плоскости с металлом.

Техника манипулирования горелкой. Во время сварки сварщик сообщает сварочной горелке движение в трех направлениях.

Первое движение - поступательное по направлению оси электрода, для поддержания необходимой длины дуги L_d , которая должна быть 1,5-4мм.

Второе движение - вдоль оси валика для образования сварного шва. Скорость движения горелки зависит от величины тока, диаметра сварочной проволоки, типа и пространственного положения, в котором выполняется шов. Правильно выбранная скорость перемещения горелки вдоль оси шва обеспечивает требуемую форму и качество сварного шва. При большой скорости перемещения

горелки основной металл не успевает проплавляться, вследствие чего образуется непровар. Недостаточная скорость перемещения горелкой приводит к перегреву и прожогу (сквозное проплавление) металла, а также снижает качество и производительность сварки. Правильно выбранная скорость продольного движения вдоль оси шва позволяет получить его ширину не более 6мм при толщине металла 4-6мм

Сварной шов, образованный в результате первого и второго движения электрода, называют ниточным. Его применяют при сварке металла небольшой толщины, при наплавочных работах и подварке подрезов.

Третье движение - колебание сварочной горелкой поперек шва для образования уширенного валика, который применяют чаще, чем ниточный. Для образования уширенного валика горелке сообщают поперечные колебательные движения чаще всего с постоянной частотой и амплитудой, совмещенные с поступательным движением горелки вдоль оси подготовленного под сварку соединения и оси горелки. На рис. 2 показаны поперечные колебания, описываемые концом горелки. В процессе колебания горелки середину пути проходят быстро, задерживая горелку по краям. Такое изменение скорости колебания горелки обеспечивает лучший провар по краям. Ширина валика не должна быть более 3-4 диаметров сварочной проволоки, что соответствует ГОСТ и технологии сварки. При выполнении более широких валиков в результате охлаждения сварного шва возможно образование дефектов.

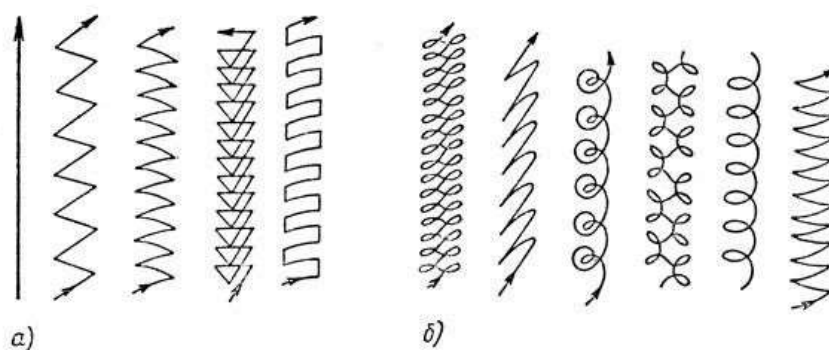


Рис. 2. Техника манипулирования горелкой при выполнении ниточного валика (а) и уширенных валиков (б)

Поперечные движения по ломаной линии часто применяют для получения наплавочных валиков, при сварке листов встык без скоса кромок в нижнем положении и в тех случаях, когда нет возможности прожога свариваемой детали.

Движения полумесяцем, обращенным концами к наплавленному шву, применяют для стыковых швов со скосом кромок и для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемыми в любом пространственном положении. Движения треугольником выполняют при сварке угловых швов с катетами шва более 6 мм и стыковых со скосом кромок в любом пространственном положении. В этом случае достигается хороший провар корня и удовлетворительное формирование шва.

Петлеобразные движения применяют в случаях, требующих большого прогрева металла по краям шва, главным образом при сварке листов из высоколегированных сталей. Обычно сварку выполняют вертикально расположенной горелкой или при ее наклоне относительно шва, углом вперед или назад (рис. 3). При сварке углом назад обеспечивается более полный провар и меньшая ширина шва.

ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА ЭЛЕКТРОДА И ИЗДЕЛИЯ

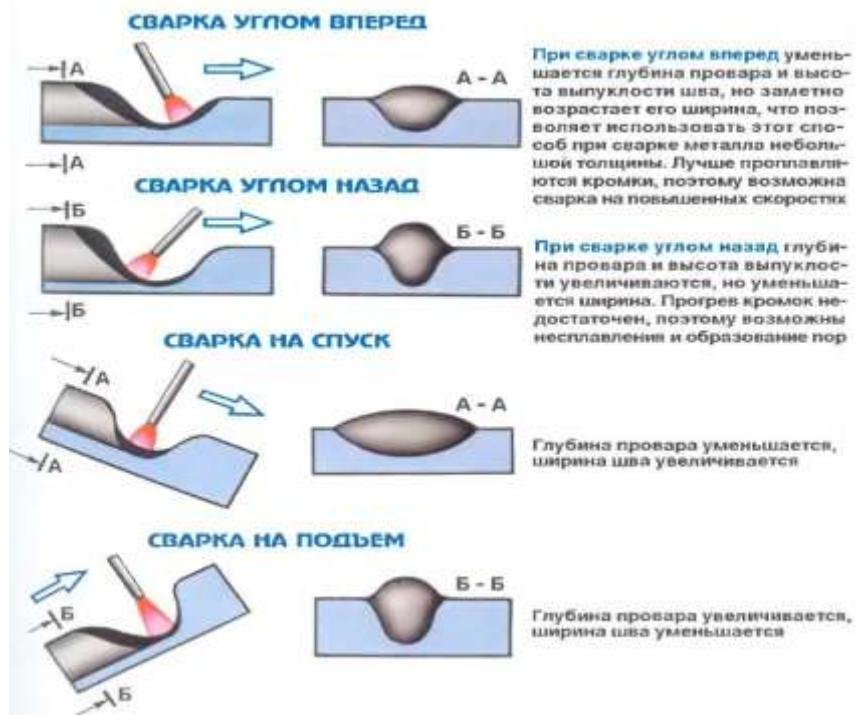


Рис.3 Положение сварочной горелки при сварке: а - вертикальное, б - углом вперед, в - углом назад (стрелкой показано направление сварки), г - выполнение первого слоя при сварке стыкового соединения, имеющего разделку кромок

Величина поперечного колебания сварочной горелки позволяет существенно изменять глубину провара и ширину шва.

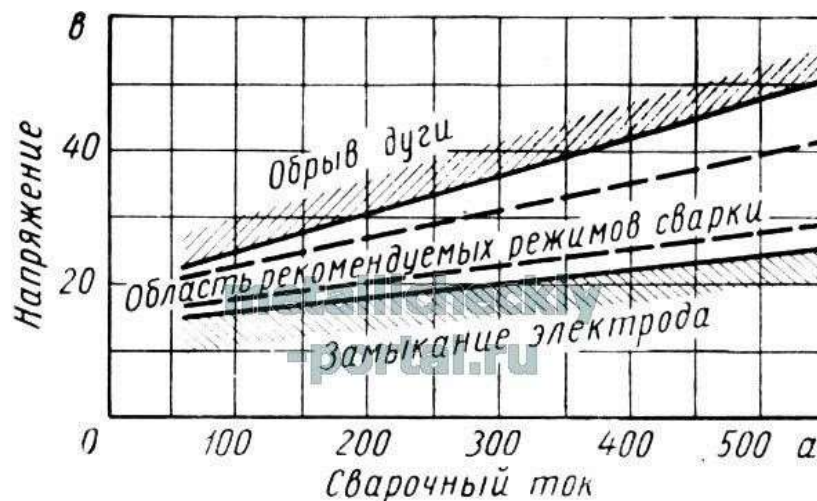
При полуавтоматической сварке в защитных газах на качество сварных соединений существенное влияние оказывает техника сварки. От расстояния, угла наклона и характера движений горелки относительно свариваемых деталей зависят надежность газовой защиты зоны сварки от воздуха, скорость охлаждения металла, форма шва, условия удаления газовых пузырей и неметаллических включений из сварочной ванны и т. д.

Рекомендации по основным элементам техники сварки малоуглеродистых и низколегированных сталей в углекислом газе на постоянном токе обратной полярности:

Вытеснение воздуха из зоны сварки. Перед началом сварки необходимо включить газ, отрегулировать его расход, выждать 20-30 сек. для полного вытеснения воздуха из шлангов и обдуть место сварки газом (заполнить разделку шва углекислым газом). Несоблюдение этих правил часто приводит к появлению пор в начале шва.

Зажигание дуги и ее длина. Зажигание дуги при сварке в углекислом газе на токах свыше 200 а не представляет затруднений. Перед зажиганием дуги необходимо следить, чтобы вылет электрода из горелки не превышал 40-45 мм. Зажигание дуги при большем вылете электрода может привести к плохому формированию начала шва и появлению в нем пор.

Как правило, сварку в углекислом газе следует производить на возможно более короткой дуге. При сварке на токах 200-500 А длина дуги должна находиться в пределах 1,5-4,0 мм. При увеличении длины дуги ее горение становится беспокойным, увеличиваются разбрызгивание жидкого металла и угар легирующих элементов. При сварке следует стремиться к быстрому перемещению горелки. При движении горелки катодное пятно должно находиться не на поверхности сварочной ванны, а по возможности на основном металле или границе сварочной ванны с основным металлом. Расположение и длительная задержка активного пятна дуги на сварочной ванне увеличивают разбрызгивание и могут привести к образованию пор в швах.



Область устойчивого горения дуги в углекислом газе при сварке от генераторов с падающей вольтамперной характеристикой.

Практически длина дуги оценивается по ее напряжению, величина которого выбирается в зависимости от сварочного тока (следует учитывать, что при использовании источников питания с жесткой характеристикой напряжение дуги остается постоянным, а ее длина изменяется в зависимости от величины тока). При сварке в углекислом газе соотношение между током и напряжением дуги можно выбирать по графику, представленному на рисунке справа.

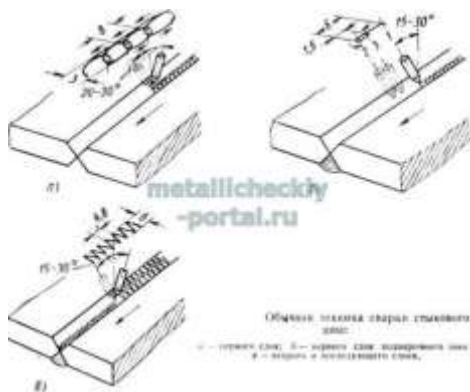
Сварка на повышенном напряжении обеспечивает получение более широких швов с меньшей глубиной проплавления и лучшим внешним видом.

Расстояние от сопла горелки до металла. В практике сварки в углекислом газе и инертных газах расстояние от сопла горелки до изделия обычно выдерживается в пределах 15-25 мм. Приближение горелки к изделию увеличивает ее забрызгивание, а чрезмерное удаление приводит к ослаблению газовой защиты зоны сварки и некоторому снижению устойчивости горения дуги. При сварке глубоких и узких разделок можно применять удлиненные наконечники (токосъемники), выступающие из сопла горелки на 5-10 мм. В этом случае расстояние от наконечника до места сварки целесообразно выдерживать в пределах 20-30 мм.

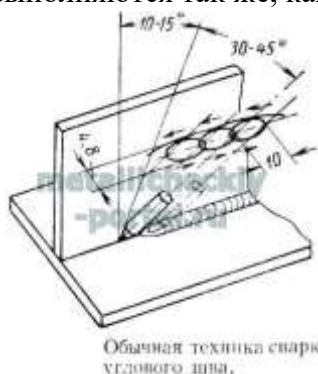
Наклон и манипулирование горелкой. Манипулирование горелкой при сварке в защитных газах несколько напоминает технику газовой сварки (правый и левый метод). Как правило, при полуавтоматической сварке каждый сварщик имеет свои специфические приемы манипулирования горелкой. Тем не менее для сварки в защитных газах отработаны определенные приемы манипулирования горелкой (техника сварки) при выполнении стыковых и угловых швов в нижнем положении.

Сварка малоуглеродистых сталей производится двумя способами: «нормальной» или «обычной» техникой и техникой «захлестывания».

При обычной технике сварки стыковых швов угол наклона горелки относительно вертикальной оси (перпендикулярной поверхности изделия) принимается равным 15-30°. Чаще всего сварка производится углом вперед, но в некоторых случаях электрод наклоняется в противоположную сторону (такое положение горелки показано на фигурах пунктиром).



При сварке первого слоя применяется петлеобразное передвижение горелки, а при сварке всех последующих слоев передвижение горелки змейкой (рисунок выше). Для достижения более глубокого провара первый слой подварочного шва выполняют с наклоном горелки назад без поперечных колебаний. Все последующие слои подварочного шва выполняются так же, как и основного.



При использовании некоторых электродных проволок обычная техника сварки в защитных газах не обеспечивает получения плотных швов, выполненных на кипящих и полураскисленных сталях. Количество пор при сварке этими проволоками тех же сталей может быть уменьшено путем применения сварки «захлестыванием». Этот способ сварки характеризуется наклоном горелки назад и ее быстрым возвратно-поступательным перемещением вдоль оси шва. Сварка стыковых и угловых швов методом захлестывания иллюстрируется на рисунке ниже. Предполагается, что уменьшение количества пор при сварке захлестыванием достигается за счет лучшего перемешивания и замедленного охлаждения металла сварочной ванны при колебаниях горелки вдоль шва, способствующих более полному удалению газов. Применение сварки захлестыванием позволяет получать швы с допустимой пористостью при сварке большинства малоуглеродистых сталей.



Сварка в углекислом газе спокойной и кипящей малоуглеродистой стали марки Ст. 3 проволокой Св-08ГС может производиться как обычной техникой, так и техникой сварки «захлестыванием». В обоих случаях обеспечивается удовлетворительная плотность швов.

Прекращение сварки. При прекращении сварки рекомендуется заполнить металлом кратер и не отводить горелку от зоны сварки до тех пор, пока полностью не застынет металл сварочной

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомьтесь с теоретическим материалом.
2. Выполните задание по карточке:

А) выберите разделку кромок,

Б) укажите ширину и высоту валика сварного шва;

В) выберите способы манипулирования электродом при выполнении сварного шва, зарисуйте все выбранные вами способы.

3. Рассчитайте скорость сварки.
4. Заполните таблицу.
5. Составьте отчет

Таблица1

Исходные данные			Тип разделки кромок	Эскиз сварного шва	Эскизы техники манипулирования электродом	Скорость сварки, м/ч
Толщина металла, мм	Длина сварного шва, мм	Время сварки, мин				
3	300	2,5				
6	400	6				
10	400	8,5				

Содержание отчета

Отчет должен содержать:

1. Тему и цель работы.
2. Описание каждого способа техники сварки.
3. Ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Укажите какой толщины металл можно сваривать без разделки кромок?
2. Укажите с какой толщины металла необходимо производить разделку кромок под сварку при стыковом соединении, выполняемом механизированной сваркой в защитных газах?
3. Поясните, при каком способе сварки глубина провара увеличится, а ширина шва уменьшится?
4. Поясните, от чего зависит ширина валика стыкового шва?
5. Поясните, при каком наклоне электрода будет лучшее проплавление сварного шва?
6. Поясните, какое движение сварочной горелкой предпочтительнее при сварке толстого металла?
7. Поясните, как правильно завершать процесс сварки?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Составление технологической карты на сборочно-сварочные работы

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: отработать практические навыки составления технологической карты.

ХОД РАБОТЫ:

Изучить теоретический материал.

Составить технологическую карту.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Карта технологического процесса сварки

Эскизы соединения

Конструкция	Конструктивные элементы шва	Порядок сварки
	 <p style="text-align: center;">1-2 - проходы</p>	 <p style="text-align: center;">1-4 - номера операций</p>

ИО	Ф.И.Иванов	Организация	ООО"Ивановсварка"	Клеймо
Способ сварки	РАД(141) +МП (1 35)		Основной материал (марка)	Ст20, М01
Наименование (шифр) НТД	ПБ-03-273-99, РД 03-495-02, СНиП 3.05.05-84; СНиП 3.03.01-87, ГОСТ 16037			
Тип шва	СШ		Типоразмер, мм	
Тип соединения по НТД	С17, ГОСТ16037-80		Диаметр	48
Положение шва	Н45		Толщина	4
Вид соединения	ос, бп			
Сварочные материалы (марка, стандарт, ТУ)			Способ сборки и требования прихваткам	4 прихватки
			длинной 25-30 мм высотой 2.5 мм	
Св-08Г2С ГОСТ2246, аргон высшего сорта ГОСТ10157, двуокись углерода высш. сорта ГОСТ 8050			Сварочное оборудование	ESAB

Технологические параметры сварки

Номер валика (шва)	Способ сварки	Диаметр электрода или проволоки, мм	Род и полярность тока	Сварочный ток, А	Напряжени е, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Расход защитного газа, л/мин

1	РАД	2.0	постоянный, прямая	60-90	10-12	-	-	8-10
2	МП	1.2	постоянный, обратн.	80-120	18-20	-	-	10-14
Дополнительные параметры технологии сварки:					Дополнительные параметры режима сварки:			
Вольфрамовый электрод			СВИ-1 , d 3.0 мм		Ширина валика прохода, мм	усиление до 20		
			<i>(марка, диаметр)</i>					
Флюс	—				Толщина валика прохода, мм	2-3		
Защитный газ	Аргон высш. сорта ГОСТ10157, двуокись углерода высш. с. ГОСТ8050				Вылет электрода, мм	не более 15		
Способ защиты обратной стороны шва	—				Расстояние сопла горелки от изделия, мм	6-8		
					Амплитуда колебаний, мм	—		
Режим предварительного подогрева	—				Частота колебаний, мин ⁻¹	—		
Режим сопутствующего подогрева	—				Значение параметров импульсного режима:			
Температура при сварке	—				Ток импульса, А	—		
					Длительность импульса, с	—		
Режим термообработки	—				Ток паузы, А	—		
					Длительность паузы, с	—		

Дополнительные технологические требования по сварке:

1. Сборку выполнять самостоятельно. Предъявить контролеру.
2. Сварку выполнить в два полуоборота снизу в четыре прохода.
3. Замаркировать стоп-точки в первом и последнем проходе.
4. Клеймо сварщика разместить на расстоянии 20-25 мм от края сварного шва.

Контроля качества	Наименование (шифр) НТД	Объем контроля (% , кол. образцов)
-------------------	-------------------------	------------------------------------

1.Визуальный и измерительный.	РД 03-606-03; СНиП 3.05.05-84; СНиП 3.03.01-87, ГОСТ 7512, СНиП 3.05.05-84; СНиП 3.03.01-87,	100%
2.Визуальный и измерительный.		100%
3.Радиографический.		
4.Радиографический.		
5.Ультразвуковой.		
6.Капиллярный.	ГОСТ 6996	4 образца
7.Магнитопорошковый.		
8.Исследование макроструктуры.		
9.Испытание на статический изгиб (сплющивание).		
10.Испытания на излом.		
9.Другие испытания		

Разработал:

XX.XX.XXXX. Утвердил:

XX.XX.XXXX.

Инженер Петров П.П. _____

(должность, ф.и.о.)

(подпись)

Главный сварщик Федоров Ф.Ф _____

(должность, ф.и.о.)

(подпись)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Техника сварки стыковых швов в нижнем положении

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: отработка практических навыков сварки на тренажёре виртуальной сварки.

ХОД РАБОТЫ:

Изучить теоретический материал.

Выполнить сварочный шов на тренажёре под руководством преподавателя.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Сварку швов нужно стремиться выполнять в нижнем положении, где создаются наиболее благоприятные условия для получения швов хорошего качества.

Это объясняется тем, что расплавленный металл электрода переносится в ванну в направлении силы тяжести, поверхность сварочной ванны занимает горизонтальное положение. Кроме того, в нижнем положении рабочему удобнее выполнять сварку, легче наблюдать за процессом.

Качество сварного стыкового соединения без скоса кромок обусловлено правильным выбором диаметра электрода и тока. Стыковые соединения с У-образной разделкой кромок в зависимости от толщины металла сваривают однослойными или многослойными швами. На рис. 44 показано место возбуждения дуги и движения торца электрода при сварке за один проход соединения с V-образной разделкой кромок (на ответственных изделиях дуга возбуждается только на кромках). На скосах кромок движение дуги замедляют для получения необходимого провара, а в корне шва ускоряют, чтобы избежать прожога. У изделий, где доступ для сварки возможен с двух сторон, с обратной стороны накладывают подварочный шов, предварительно очистив корень шва от наплывов металла, грата и шлака.

Сварка швов с X-образной разделкой не отличается от сварки V-образной разделкой кромок. Для получения качественного шва при многослойной сварке толщина нижележащего слоя не должна

превышать 4—5 мм. В этом случае хорошо проплавляется и отжигается металл нижележащего слоя. Площадь поперечного сечения F наплавляемого слоя обычно увязывается с диаметром применяемого электрода.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Техника сварки стыковых швов в вертикальном и горизонтальном положении

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: отработка практических навыков сварки на тренажёре виртуальной сварки.

ХОД РАБОТЫ:

Изучить теоретический материал.

Выполнить сварочный шов на тренажёре под руководством преподавателя.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Расплавленный металл электрода при сварке вертикальных швов переносится в ванну в направлении, перпендикулярном силе тяжести. Поэтому качественный шов можно получить только при сварочной ванне небольшого объема. Вертикальные швы завариваются более короткой дугой, тогда вследствие действия сил поверхностного натяжения между расплавленным металлом ванны и каплей электродного металла возникает взаимное притяжение. При переходе металла электрода в сварочную ванну количество жидкого металла в ней увеличивается и под действием силы тяжести металл может вытечь. Во избежание этого электрод необходимо быстро отвести вверх или в сторону, чтобы металл затвердел. Сварка вертикальных швов, как правило, выполняется снизу-вверх. Образовавшийся в начале сварки кратер будет удерживать капли расплавленного металла. Электрод может быть наклонен вверх или вниз. При наклоне электрода вниз рабочему легче наблюдать за процессом сварки. Сварка сверху вниз обычно применяется для тонколистового металла. Дуга в этом случае возбуждается при перпендикулярном положении электрода к свариваемой поверхности, а после образования капли металла электрод отклоняется вниз, удерживая короткой дугой расплавленный металл от стекания.

Горизонтальные швы сваривать труднее, чем вертикальные. Чтобы расплавленный металл не мог стечь, кромки на нижнем листе не скашиваются. С этой же целью сварка начинается на кромке нижнего листа, затем проваривается корень разделки, а после этого дуга переносится на кромку верхнего листа.

Для сварки вертикальных и горизонтальных швов ток уменьшается на 10—20% по сравнению со сваркой в нижнем положении.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Техника сварки угловых швов в нижнем положении.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: отработка практических навыков сварки на тренажёре виртуальной сварки.

ХОД РАБОТЫ:

Изучить теоретический материал.

Выполнить сварочный шов на тренажёре под руководством преподавателя.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Сварку швов нужно стремиться выполнять в нижнем положении, где создаются наиболее благоприятные условия для получения швов хорошего качества.

Это объясняется тем, что расплавленный металл электрода переносится в ванну в направлении силы тяжести, поверхность сварочной ванны занимает горизонтальное положение. Кроме того, в нижнем положении рабочему удобнее выполнять сварку, легче наблюдать за процессом.

Качество сварного стыкового соединения без скоса кромок обусловлено правильным выбором диаметра электрода и тока. Стыковые соединения с У-образной разделкой кромок в зависимости от толщины металла сваривают однослойными или многослойными швами. На рис. 44 показано место

возбуждения дуги и движения торца электрода при сварке за один проход соединения с V-образной разделкой кромок (на ответственных изделиях дуга возбуждается только на кромках). На скосах кромок движение дуги замедляют для получения необходимого провара, а в корне шва ускоряют, чтобы избежать прожога. У изделий, где доступ для сварки возможен с двух сторон, с обратной стороны накладывают подварочный шов, предварительно очистив корень шва от наплывов металла, грата и шлака.

Сварка швов с X-образной разделкой не отличается от сварки собразной разделкой кромок. Для получения качественного шва при многослойной сварке толщина нижележащего слоя не должна превышать 4—5 мм. В этом случае хорошо проплавляется и отжигается металл нижележащего слоя. Площадь поперечного сечения F наплавляемого слоя обычно увязывается с диаметром применяемого электрода.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Техника сварки угловых швов в вертикальном и горизонтальном положении

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: отработка практических навыков сварки на тренажёре виртуальной сварки.

ХОД РАБОТЫ:

Изучить теоретический материал.

Выполнить сварочный шов на тренажёре под руководством преподавателя.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Расплавленный металл электрода при сварке вертикальных швов переносится в ванну в направлении, перпендикулярном силе тяжести. Поэтому качественный шов можно получить только при сварочной ванне небольшого объема. Вертикальные швы завариваются более короткой дугой, тогда вследствие действия сил поверхностного натяжения между расплавленным металлом ванны и каплей электродного металла возникает взаимное притяжение. При переходе металла электрода в сварочную ванну количество жидкого металла в ней увеличивается и под действием силы тяжести металл может вытечь. Во избежание этого электрод необходимо быстро отвести вверх или в сторону, чтобы металл затвердел. На рис. 49 представлены положения электрода в отдельные моменты сварки вертикального шва. Сварка вертикальных швов, как правило, выполняется снизу-вверх. Образовавшийся в начале сварки кратер будет удерживать капли расплавленного металла. Электрод может быть наклонен вверх или вниз. При наклоне электрода вниз рабочему легче наблюдать за процессом сварки. Сварка сверху вниз обычно применяется для тонколистового металла. Дуга в этом случае возбуждается при перпендикулярном положении электрода к свариваемой поверхности, а после образования капли металла электрод отклоняется вниз, удерживая короткой дугой расплавленный металл от стекания.

Горизонтальные швы сваривать труднее, чем вертикальные. Чтобы расплавленный металл не мог стечь, кромки на нижнем листе не скашиваются. С этой же целью сварка начинается на кромке нижнего листа, затем проваривается корень разделки, а после этого дуга переносится на кромку верхнего листа.

Для сварки вертикальных и горизонтальных швов ток уменьшается на 10—20% по сравнению со сваркой в нижнем положении.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема 1.1. Технология ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Выбор режимов сварки в различных пространственных положениях.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучение процесса электроннолучевой сварки, принципа её действия и областей применения.

ХОД РАБОТЫ:

Изучить теоретический материал.

Описать особенности сварки в различных пространственных положениях.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ:

Сварку швов нужно стремиться выполнять в нижнем положении, где создаются наиболее благоприятные условия для получения швов хорошего качества.

Это объясняется тем, что расплавленный металл электрода переносится в ванну в направлении силы тяжести, поверхность сварочной ванны занимает горизонтальное положение. Кроме того, в нижнем положении рабочему удобнее выполнять сварку, легче наблюдать за процессом.

Качество сварного стыкового соединения без скоса кромок обусловлено правильным выбором диаметра электрода и тока. Стыковые соединения с У-образной разделкой кромок в зависимости от толщины металла сваривают однослойными или многослойными швами. На рис. 44 показано место возбуждения дуги и движения торца электрода при сварке за один проход соединения с V-образной разделкой кромок (на ответственных изделиях дуга возбуждается только на кромках). На скосах кромок движение дуги замедляют для получения необходимого провара, а в корне шва ускоряют, чтобы избежать прожога. У изделий, где доступ для сварки возможен с двух сторон, с обратной стороны накладывают подварочный шов, предварительно очистив корень шва от наплывов металла, грата и шлака.

Сварка швов с X-образной разделкой не отличается от сварки сообразной разделкой кромок. Для получения качественного шва при многослойной сварке толщина нижележащего слоя не должна превышать 4—5 мм. В этом случае хорошо проплавляется и отжигается металл нижележащего слоя. Площадь поперечного сечения F наплавляемого слоя обычно увязывается с диаметром применяемого электрода.

Расплавленный металл электрода при сварке вертикальных швов переносится в ванну в направлении, перпендикулярном силе тяжести. Поэтому качественный шов можно получить только при сварочной ванне небольшого объема. Вертикальные швы завариваются более короткой дугой, тогда вследствие действия сил поверхностного натяжения между расплавленным металлом ванны и каплей электродного металла возникает взаимное притяжение. При переходе металла электрода в сварочную ванну количество жидкого металла в ней увеличивается и под действием силы тяжести металл может вытечь. Во избежание этого электрод необходимо быстро отвести вверх или в сторону, чтобы металл затвердел. На рис. 49 представлены положения электрода в отдельные моменты сварки вертикального шва. Сварка вертикальных швов, как правило, выполняется снизу-вверх. Образовавшийся в начале сварки кратер будет удерживать капли расплавленного металла. Электрод может быть наклонен вверх или вниз. При наклоне электрода вниз рабочему легче наблюдать за процессом сварки. Сварка сверху вниз обычно применяется для тонколистового металла. Дуга в этом случае возбуждается при перпендикулярном положении электрода к свариваемой поверхности, а после образования капли металла электрод отклоняется вниз, удерживая короткой дугой расплавленный металл от стекания.

Горизонтальные швы сваривать труднее, чем вертикальные. Чтобы расплавленный металл не мог стечь, кромки на нижнем листе не скашиваются. С этой же целью сварка начинается на кромке нижнего листа, затем проваривается корень разделки, а после этого дуга переносится на кромку верхнего листа.

Для сварки вертикальных и горизонтальных швов ток уменьшается на 10—20% по сравнению со сваркой в нижнем положении.

Потолочные швы выполняются труднее всех других, так как расплавленный металл постоянно стремится вытечь из сварочной ванны. Это обстоятельство требует от сварщика поддержания возможно короткой дуги в течение всего процесса сварки. Этапы переноса капли с электрода в сварочную ванну при потолочной сварке показаны на рис. 53. Наклон электрода к направлению сварки должен составлять 10—15° (0,17—0,25 рад). Рекомендуется применять электроды с тугоплавким покрытием. Расплавляясь несколько позже, чем электродный стержень, покрытие образует на конце электрода чехол, который обеспечивает более направленный перенос металла, облегчая тем самым

процесс сварки. При сварке потолочных швов ток уменьшается на 20—25% по сравнению со сваркой в нижнем положении.

Сварка тонколистового металла. Сварку металла толщиной 1,5—3 мм следует вести на постоянном токе обратной полярности. На переменном токе сварка возможна только с применением осцилляторов. Сварка выполняется с периодическими замыканиями дуги через расплавленные капли электродного металла. Основной металл проплавляется на всю глубину и даже немного протекает на обратную сторону.

Сварка швов различной протяженности и толщины. По протяженности швы делятся на короткие (до 300 мм), средней длины (300—1000 мм) и длинные (более 1000 мм). Короткие швы сваривают от начала до конца в одном направлении. Швы средней длины сваривают участками (1—6) от середины к концам шва или обратноступенчатым способом (рис. 54). Длину участков подбирают таким образом, чтобы каждый из них можно было сварить целым числом электродов. Для сварки длинных швов также применяют обратноступенчатый способ, который дает возможность хорошо проплавить начальные участки швов и уменьшить коробление изделия.

Для наложения длинных швов большой толщины используют способ сварки «горкой» или «каскадом». При сварке «горкой» (рис. 55) на участке длиной 200—300 мм накладывают первый слой шва в середине. Затем, отступив на 200—300 мм от его начала, заваривают этот отрезок до начала первого слоя, перекрывают первый слой и заканчивают сварку на расстоянии 200—300 мм от конца первого слоя. В таком же порядке располагают все последующие слои до достижения одним из них расчетной толщины шва. После этого подваривают уже более короткие отрезки на участках, не имеющих еще расчетной толщины шва. При сварке «каскадом» отрезок первого слоя длиной 200—300 мм накладывается в конце шва. После этого сварка выполняется в последовательности, аналогичной сварке «горкой».

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12

Тема 1.2. Дуговая наплавка металлов

Общая характеристика процесса наплавки.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить технику и технологию ручной дуговой наплавки плавящимся покрытым электродом.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ: Раздаточный материал, образцы деталей.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.
2. Ответьте на контрольные вопросы.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Одной из важных отраслей современной сварочной техники является наплавка.

Наплавкой называется процесс нанесения слоя расплавленного металла на поверхность металлического изделия.

Наплавкой на изделия образуют поверхностный слой (или слои) с особыми свойствами:

- износостойкость,
- кислотоупорность,
- жаростойкость,
- антифрикционность и др.

Износостойкость – способность материала сопротивляться поверхностному разрушению под действием внешнего трения.

Коррозионная стойкость – способность материала сопротивляться действию агрессивных кислотных, щелочных сред.

Жаростойкость – это способность материала сопротивляться окислению в газовой среде при высокой температуре.

Жаропрочность – это способность материала сохранять свои свойства при высоких температурах.

Хладостойкость – способность материала сохранять пластические свойства при отрицательных температурах.

Антифрикционность – способность материала прирабатываться к другому материалу. (способность материала обеспечивать низкий коэффициент трения скольжения и тем самым низкие потери на трение и малую скорость изнашивания сопряженной детали).

Наплавку используют как в ремонтном деле, так и при изготовлении новых деталей.

Наплавленный металл связан с основным металлом весьма прочно и образует одно целое с изделием. Толщина слоя **от 0,5 до 10 мм** и более. Это один из наиболее распространенных способов повышения износостойкости и восстановления деталей и конструкций.

Наплавка позволяет создавать биметаллические изделия, у которых высокая прочность и низкая стоимость сочетаются с большой долговечностью в условиях эксплуатации.

Многочисленное повторное восстановление изношенных деталей во много раз уменьшает расход металла для изготовления запасных частей оборудования.

Из-за износа деталей ежегодные убытки в промышленности всех стран мира составляют многие миллиарды долларов, поскольку при остановках оборудования (связанных с его ремонтом) выпуск продукции на предприятии снижается.

В процессе эксплуатации изделия подвергаются следующим видам износа:

1. **Износ «металл по металлу»** – при трении качения и скольжения деталей относительно друг друга с недостаточным количеством смазки или совсем без нее.

2. **Ударный износ** – происходит при ударных и сжимающих нагрузках, которые приводят к смятию, сжатию и растрескиванию рабочей поверхности.

3. **Совместный ударно-абразивный износ** – происходит при воздействии ударных нагрузок и режущего действия скользящих по инструменту твердых частиц, что приводит к выкрашиванию, растрескиванию и стачиванию рабочих поверхностей.

4. **Интенсивный абразивный износ** – происходит в результате воздействия сыпучих материалов, приводящего к стачиванию и эрозии рабочей поверхности. Его разновидностью является износ типа «металл по земле», встречающийся у оборудования, используемого при землеройных работах. Также разновидностью его можно считать эрозионный износ при воздействии на рабочую поверхность запыленного газового потока.

5. **Коррозионный износ** – происходит в результате коррозионного воздействия окружающей среды, а также вследствие окисления при повышенных температурах.

6. **Кавитационный износ** – имеет место в гидравлических системах.

На практике обычно реальный износ является результатом комбинированного воздействия нескольких указанных выше видов износа, причем почти всегда один из них превалирует.

Путем наплавки на рабочей поверхности изделия получаем сплав, обладающий комплексом свойств - износостойкостью, кислотоупорностью, жаростойкостью и т.д. *Масса наплавленного металла не превышает нескольких процентов от массы изделия.* При ремонте восстанавливаются первоначальные размеры и свойства поверхности деталей.

Увеличение стойкости важно, если от нее зависит работа того или иного агрегата, а его замена связана с простоем.

Для противостояния износу рабочие поверхности необходимо упрочнять. Один из наиболее эффективных способов упрочнения – электродуговая наплавка. Это недорогой метод продления срока службы металлических изделий нанесением на их поверхность защитного слоя. Он применяется не только для ремонта изношенных элементов конструкции, но и для придания особых свойств поверхностям новых изделий перед вводом их в эксплуатацию.

Помимо увеличения срока эксплуатации изделий, метод наплавки имеет и другие достоинства:

- Сокращается количество запасных частей эксплуатируемого оборудования.
- Увеличивается эффективность эксплуатации оборудования в связи с сокращением времени его простоя.
- Основная часть (основа) детали может быть выполнена из дешевой низколегированной стали.
- Снижаются расходы на обслуживание оборудования.

Применяется:

- дуговая,
- плазменно-дуговая,
- вибродуговая,
- импульсно-дуговая,
- электрошлаковая,
- индукционная,
- газовая наплавка.

Наибольший объем наплавочных работ выполняется электрической сварочной дугой.

При наплавке в отличие от сварки в процессе участвует небольшое количество основного металла в связи с небольшой глубиной проплавления; поэтому внутренние напряжения и деформации изделия, склонность к образованию трещин незначительны.

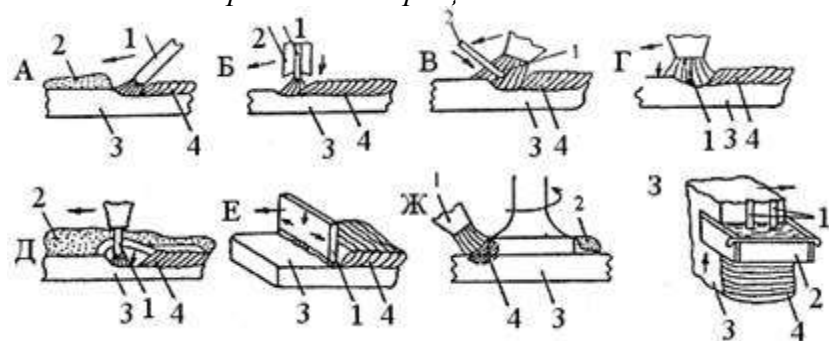


Рис. 1. Основные способы наплавки плавлением:

А — угольным электродом (1), расплавлением сыпучего наплавочного сплава (2);

Б — покрытым электродом (1) или легирующим покрытием (2);

В — неплавящимся вольфрамовым электродом (1) в инертных газах с задействованием присадочного прутка (2);

Г — плавящимся электродом (1) в защитном газе;

Д — сварка плавящейся проволокой (1) под флюсом (2);

Е — лентой плавящейся (1) в защитном газе (под флюсом);

Ж — струей плазмотрона (1) с наложенным или спеченным из порошков наплавочного материала (2);

З — плавящимся электродом (1) с перемещаемым медным ползуном (2), наплавляемая деталь (3); наплавленный слой (4)

Заданные свойства наплавленного слоя получают введением в его состав легирующих элементов. Способы легирования различны: за счет взаимодействия металла и шлака, поглощения элементов из окружающей газовой среды, введения в сварочную ванну металлических добавок. Чаще всего применяют последний способ, как наиболее надежный и обеспечивающий нужный состав наплавленного слоя.

Особенно важно при наплавке получить однородность химического состава наплавленного металла, а, следовательно, его свойств на всей поверхности наплавляемой детали.

Дуговая наплавка в отличие от сварки развивалась гораздо медленнее. Ручная износостойкая наплавка открытой дугой известна с 20-х годов прошлого столетия, но ее промышленное применение ограничивалось коренными ее недостатками: низкой производительностью, высококвалифицированной рабочей силой, тяжелыми условиями труда, непостоянным качеством наплавленного металла, обилием различных дефектов.

Для наплавки наибольшее применение получила дуговая наплавка плавящимся электродом.

Требования к качеству наплавленного металла строже чем к сварным швам. Наплавленный металл по свойствам должен существенно отличаться от основного металла. Часто в нем недопустимы поры, трещины и иные пороки, поэтому требования к нему строже, чем к сварным швам.

Автоматическая наплавка свободна от перечисленных недостатков и способствовала успешному ее внедрению.

Механизированная наплавка — это непрерывность процесса, которая достигается использованием электродной проволоки или ленты в виде больших мотков; в подводе тока к электроду

на минимальное расстояние от дуги, что позволяет применять токи большой силы без нагрева электрода; в применении различных способов защиты расплавленного металла от вредного воздействия воздуха.

Оптимальный состав наплавленного металла должен быть выбран с учетом особенностей его эксплуатации, а электродная проволока, флюс, термический режим наплавки – так, чтобы наплавленный металл обладал необходимым химическим составом и физическими свойствами.

Процессы наплавки применяются при ремонте и восстановлении первоначальных размеров и свойств изделий, изготовлении новых изделий с целью обеспечения надлежащих свойств конкретных поверхностей. При восстановлении наплавку обычно выполняют тем же металлом, из которого изготовлено изделие, однако это не всегда целесообразно. Иногда необходимо получить металл, отличающийся от металла детали, так как условия эксплуатации поверхностных слоев могут значительно отличаться от условий эксплуатации всего изделия. Изготовление изделия целиком из металла, который обеспечивает эксплуатационную надежность работы его поверхностей не экономно. Целесообразно изготавливать изделие из более дешевого, но достаточно работоспособного металла и только на поверхностях, работающих в особых условиях, иметь по толщине необходимый слой другого материала (применять биметалл). Это может быть достигнуто: поверхностным упрочнением (поверхностная закалка, электроискровая и другие виды обработки); нанесением тонких поверхностных слоев значительной толщины на поверхность (на низкоуглеродистую сталь нанесением бронзы, коррозионностойкой стали и др.)

Для успешного развития наплавки промышленностью выпускается:

- углеродистая, легированная стальная проволока **56** марок,
- специальная наплавочная проволока **28** марок,
- различные флюсы,
- специальные наплавочные электроды.

Развитие наплавки направлено в первую очередь на полную механизацию трудоемких наплавочных работ за счет автоматической и полуавтоматической наплавки. Разрабатываются новые технологии.

Восстановление изношенных поверхностей и наплавка слоев с особыми свойствами

Восстановление изношенных элементов оборудования, а также изготовление новых деталей с прочным поверхностным слоем часто разделяют на три основных этапа:

1. **Наплавка на поверхность изделия промежуточного слоя** – для снижения содержания углерода и легирующих элементов в поверхностных слоях основного металла (применяется не всегда).

2. **Восстановление первоначальных размеров изношенного изделия (достройка)** – с использованием пластичных трещиностойких материалов, позволяющих наплавлять неограниченное число слоев. Если изделие эксплуатируется не в экстремальных условиях, этот этап наплавки становится завершающим. Если предполагается дальнейшая наплавка износостойкого материала, достройка выполняется до размеров, меньших первоначальным на толщину конечного слоя.

3. **Наплавка слоев с особыми свойствами** – для придания специальных свойств рабочим поверхностям изделия с целью увеличения срока его службы. Применяется как для реставрации изношенных, так и для изготовления новых деталей. Обычно осуществляется в один – два, реже в три и более слоя.

Износостойкая наплавка обычно осуществляется на изделия из:

- Углеродистых и низколегированных сталей
- Марганцовистых аустенитных сталей.

Рекомендации по наплавке на такие стали прямо противоположны:

• *При наплавке на углеродистые и низколегированные стали*, как правило, нужен предварительный нагрев изделия и медленное охлаждение. Иногда после наплавки применяется термообработка. Параметры этих процессов зависят от содержания углерода и легирующих элементов в металле основы и наплавляемого материала, габаритов изделия.

• *Наплавка на марганцовистые аустенитные стали*, наоборот, должна производиться без предварительного подогрева и последующей термообработки. Нагрев изделия при наплавке должен быть минимальным; если его температура превысит **260 °С**, изделие может стать хрупким.

Углеродистые и низколегированные стали магнитны, а марганцовистые аустенитные немагнитны, поэтому их можно легко отличить с помощью магнита.

Контрольные вопросы:

1. В чем основное отличие процесса наплавки от сварки?
2. Износостойкостью называется
3. Коррозионной стойкостью называется
4. Жаропрочностью называется
5. Жаростойкостью называется
6. Антифрикционностью называется
7. Хладостойкостью называется
8. Толщина наплавленного слоя должна быть
9. Ударный износ – происходит при
10. Износ «металл по металлу» – происходит при
11. Интенсивный абразивный износ – происходит в результате
12. Коррозионный износ – происходит в результате
13. Совместный ударно-абразивный износ – происходит при
14. Кавитационный износ – имеет место
15. Основная часть (основа) детали может быть выполнена из
16. Применяются следующие виды наплавки:
 1.
 2.
 3.
 4.
 5.
 6.
 7.
17. Процессы наплавки применяются при
18. Наплавка на поверхность изделия промежуточного слоя выполняется для ...
19. Если предполагается дальнейшая наплавка износостойкого материала, доработка выполняется до размеров,
20. Наплавка слоев с особыми свойствами выполняется для
21. При наплавке на углеродистые и низколегированные стали, как правило, нужен ...

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13

Тема 1.2. Дуговая наплавка металлов

Электроды для дуговой наплавки.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить материалы для ручной дуговой наплавки плавящимся покрытым электродом.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ: Раздаточный материал, образцы деталей.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.
2. Выполните технологическую задачу.

ЗАДАЧА: Необходимо выполнить восстановление автосцепки покрытыми электродами, для этого предложено 10 типов электродов для наплавки.

Определите:

- А. Примерный химический состав наплавленного металла,
- Б. Выберите марку электрода,
- В. Применение электрода каждого типа, результаты занесите в таблицу.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Электроды для наплавки

Электроды наплавочные применяются при одной из разновидностей электродуговой наплавки - износостойкой наплавке штучными покрытыми электродами.

Электродуговая наплавка - это один из наиболее распространенных и эффективных способов противостояния износу с помощью упрочнения поверхности. Это недорогой, экономически выгодный метод продлить срок эксплуатации металлических деталей путем нанесения на них защитного слоя.

Несомненным достоинством ручной электродуговой наплавки штучными электродами является возможность наплавить практически любой состав. Помимо этого, наплавка производится при помощи относительно несложного и недорогого сварочного оборудования.

Электродуговая наплавка имеет и ряд других достоинств:

- Сокращение количества запасных и расходных частей рабочего оборудования;
- Увеличение эксплуатационной эффективности оборудования из-за сокращения сроков простоя;
- Возможность выполнения основы требуемой детали из недорогой низколегированной стали;
- Снижение расходов на обслуживание рабочего оборудования.

Наиболее распространенными являются наплавочные электроды **T-590** и электроды **T-620**.

Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавки. Типы электродов.

Технические условия по ГОСТ

Типы металлических покрытых электродов для ручной дуговой наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами устанавливаются **ГОСТ 10051-75**.

ГОСТ 10051-75 не распространяется на электроды для наплавки поверхностных слоев из цветных металлов и их сплавов.

Технические условия на электроды для наплавки - по **ГОСТ 9466-75**.

Типы электродов для наплавки, твердость наплавленного металла - по **ГОСТ 1005175**

ГОСТ 10051-75 устанавливает **44 типа** покрытых металлических электродов для ручной дуговой наплавки (**таблица 1**).

Твердость наплавленного металла после наплавки, в зависимости от типа электродов, устанавливается без термической обработки и после термической обработки.

Типы электродов для наплавки по ГОСТ 10051-75

Таблица 1

Тип	Марка	Область применения
Э-10Г2 Э-11Г3 Э-12Г4 Э-15Г5 Э-30Г2ХМ	ОЗН-250У ОЗН-300У ОЗН-350У ОЗН-400У НР-70	Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок (осей, валов, автосцепок, железнодорожных крестовин, рельсов и др.)
Э-16Г2ХМ Э-35Г6 Э-30В8Х3 Э-35Х12В3СФ Э-90Х4М4ВФ	ОЗШ-1 ЦН-4 ЦШ-1 Ш-16 ОЗИ-3	Наплавка штампов для горячей штамповки
Э-37Х9С2 Э-70Х3СМТ Э-24Х12 Э-20Х13 Э-35Х12Г2С2 Э-100Х12М Э-120Х12Г2СФ Э-10М9Н8К8Х2СФ	ОЗШ-3 ЭН-60М ЦН-5 48Ж-1 НЖ-3 ЭН-Х12М Ш-1 ОЗШ-4	Наплавка штампов для холодной штамповки
Э-65Х11Н3 Э-65Х25Г13Н3	ОМГ-Н ЦНИИН-4	Наплавка изношенных деталей из высокомарганцовистых сталей типов Г13 и Г13Л

Э-80В18Х4Ф Э-90В10Х5Ф2 Э-105В6Х5М3Ф3 Э-10К15В7М5Х3СФ Э-10К18В11М10Х3СФ	ЦИ-1М ЦИ-2У И-1 ОЗИ-4 ОЗИ-5	Наплавка металлорежущего инструмента, а также штампов для горячей штамповки в тяжелых условиях (осадка, вытяжка, прошивка)
Э-95Х7Г5С Э-30Х5В2Г2СМ	12АН/ЛИВТ ТКЗ-Н	Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок с абразивным
Э-80Х4С Э-320Х23С2ГТР Э-320Х25С2ГР Э-350Х26Г2Р2СТ	13КН/ЛИВТ Т-620 Т-590 У-5	Наплавка деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания
Э-300Х28Н4С4 Э-225Х10Г10С Э-110Х14В13Ф2 Э-175Б8Х6СТ	ЦС-1 ЦН-11 ВСН-6 ЦН-16	Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания с ударными нагрузками
Э-08Х17Н8С6Г Э-08Х16Н9С5Г2М2ФТ Э-09Х31Н8АМ2 Э-13Х16Н8М5С5Г4Б Э-15Х15Н10С5М3Г Э-15Х28Н10С3ГТ Э-15Х28Н10С3М2ГТ Э-200Х29Н6Г2 Э-190К62Х29В5С2	ЦН-6М, ЦН-6Л ВПИ-1 УОНИ-13/Н1-БК ЦН-12М, ЦН-12Л ЦН-18 ЦН-19 ЦН-20 ЦН-3 ЦН-2	Наплавка уплотнительных поверхностей арматуры для котлов, трубопроводов и нефтеаппаратуры

Размеры электродов для наплавки

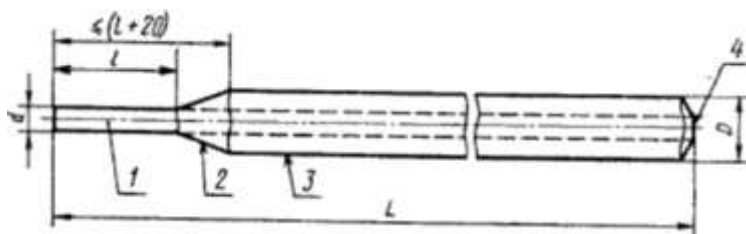


Рис.1. Эскиз электрода: 1 - стержень; 2 - участок перехода; 3 - покрытие; 4 - контактный торец без покрытия

Размеры электродов для наплавки (по ГОСТ 9466-75)

Таблица 2

мм

Номинальный диаметр электрода, определяемый диаметром стержня,	Номинальная длина электрода (пред. откл. ±3) со стержнем из сварочной проволоки		Длина зачищенного от покрытия конца (пред. откл. ±5)
	низкоуглеродистой или легированной	высоколегированной	
1,6	200 250	150 200 (250)	20
2,0	250 (300)	200 250 (300)	20
2,5	250 300 (350)	250 (300)	
3,0	300 350 (450)	300 350	
4,0	350 450	350 (450)	25
5,0 6,0 8,0	450	350 450	
10,0 12,0			

Примечания:

1. Размеры, указанные в скобках, применять не рекомендуется.
2. Допускается изготавливать электроды номинальным диаметром 3.15; 3.25; 6.3 и 12,5 мм.
3. По соглашению изготовителя и потребителя может быть установлена иная длина электродов.
4. По соглашению изготовителя и потребителя покрытие с конца электрода на длине допускается не зачищать. При этом оба торца электрода должны быть зачищены как контактные.

Классификация электродов для наплавки (по ГОСТ 9466-95)

Условное обозначение электродов для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами - **Н** (индекс в условном обозначении)

По толщине покрытия электроды для наплавки подразделяются:

- с тонким покрытием - **М** ($D/d < 1,20$)

- со средним покрытием - С ($1,20 < D/d < 1,45$)
- с толстым покрытием - Д ($1,45 < D/d < 1,80$)
- с особо толстым покрытием - Г ($D/d > 1,80$),

где: **D** - диаметр покрытия, **d** - диаметр электрода, определяемый диаметром стержня.

По виду электродного покрытия наплавочные электроды подразделяются:

- с кислым покрытием - А;
- с основным покрытием - Б;
- с целлюлозным покрытием - Ц;
- с рутиловым покрытием - Р;
- с покрытием смешанного вида - соответствующее двойное условное обозначение;
- с прочими видами покрытий - П.

При наличии в составе покрытия **железного порошка** в количестве более **20** % к обозначению вида покрытия электродов добавляется буква **Ж**.

По допустимым пространственным положениям наплавки электроды подразделяются:

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

По роду и полярности применяемого при наплавке тока, по номинальному напряжению холостого хода используемого источника питания сварочной дуги переменного тока частотой **50 Гц** электроды для наплавки подразделяются:

- Цифрой **0** - электроды для наплавки только на постоянном токе обратной полярности.

Индексы характеристик наплавленного металла (два индекса):

- первый - средняя твердость наплавленного металла:
- второй: - твердость наплавленного металла обеспечивается без термической обработки после наплавки,
- третий - после термической обработки

Пример условного обозначения электродов для наплавки (на этикетках, в маркировке коробок, пачек и ящиков):

Электроды типа Э-11ГЗ по ГОСТ 10051-75, марки ОЗН-300У, диаметром 4,0 мм, для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами Н, с толстым покрытием Д, обеспечивающие среднюю твердость 300НВ (HRC) 33; ~300HV) -

300/33, без термической обработки после наплавки - 1, с основным покрытием Б, для наплавки в нижнем положении 4 на постоянном токе обратной полярности (0): Э-11ГЗ-ОЗН-300У-4,0-НД
ГОСТ 9466-75, ГОСТ 10051-75

Е-300/33-1-Б40

В документации: Электроды ОЗН-300У-4,0 ГОСТ 9466-75.

Контроль качества

Для проверки сварочно-технологических свойств наплавочных электродов выполняется наплавка на один образец (пластина из Ст3 или стали, для наплавки которой предназначены электроды). Размер пластины - **120 x 80 x 20 мм** (отклонение длины и ширины +/- 5 мм, толщины +/- 2 мм).

Наплавка на образец выполняется в четыре слоя в нижнем положении. **Длина наплавки не менее 80 мм, ширина - не менее 8-мм** диаметров контролируемых электродов.

Для электродов, обеспечивающих среднюю твердость наплавленного **HR Co > 42** допускается наплавка в образцов в три или два слоя.

На наплавочных образцах, проверка сплошности наплавленного металла проверяется после снятия верхнего слоя на **1,5 - 3,0 мм**.

При средней твердости наплавленного металла **HRCо > 42** допускается зашлифовка поверхности наплавки без снятия верхнего слоя на **1,5 - 3,0 мм**.

Для проверки химического состава наплавленного металла выполняется 8-ми слойная наплавка на образец (размеры выше), площадь наплавки - не менее 80 x 40 мм.

Для электродов диаметром менее 5 мм толщина пластин не менее 4-х диаметров электрода.

Для электродов со средней твердостью наплавленного металла $HRC_{\alpha} > 42$ допускается наплавка в пять слоев.

Проверка твердости наплавленного металла производится на поверхности 8-ми слойной или 5-ти слойной наплавки, выполненной для проверки химического состава наплавленного металла.

Упаковка

Масса электродов в коробке или пачке не должна превышать:

- 3 кг - для электродов диаметром до 2,5 мм;
- 5 кг - для электродов диаметром 3,0 - 4,0 мм;
- 8 кг - диаметром более 4,0 мм.

	Тип электрода	Марка электрода	Примерный химический состав наплавленного металла	Применение электрода
1	Э-80В18Х4Ф			
2	Э-65Х11Н3			
3	Э-95Х7Г5С			
4	Э-10Г2			
5	Э-300Х28Н4С4			
6	Э-37Х9С2			
7	Э-90В10Х5Ф2			
8	Э-08Х17Н8С6Г			
9	Э- 10К18В11М10Х3СФ			
10	Э-320Х25С2ГР			

Эталон выполнения задания

	Тип электрода	Марка электрода	Примерный химический состав наплавленного металла	Применение электрода
1	Э-80В18Х4Ф	ЦИ-1М		Наплавка металлорежущего инструмента, а также штампов для горячей штамповки в тяжелых условиях (осадка, вытяжка, прошивки)
2	Э-65Х11Н3	ОМГ-Н		Наплавка изношенных деталей из высокомарганцовистых сталей типов Г13 и Г13Л
3	Э-95Х7Г5С	12АН/ЛИВТ		Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок с абразивным изнашиванием
4	Э-10Г2	ОЗН-250У		Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок (осей, валов, автосцепок, железнодорожных крестовин, рельсов и др.)
5	Э-300Х28Н4С4	ЦС-1		Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания с ударными нагрузками
6	Э-37Х9С2	ОЗШ-3		Наплавка штампов для холодной штамповки
7	Э-90В10Х5Ф2	ЦИ-2У		Наплавка металлорежущего инструмента, а также Штампов для горячей штамповки в тяжелых условиях (осадка, вытяжка, прошивки)
8	Э-08Х17Н8С6Г	ЦН-6М, ЦН- 6Л		Наплавка уплотнительных поверхностей арматуры Для котлов, трубопроводов и нефтеаппаратуры
9	Э-10К18В11М10Х3СФ	ОЗИ-5		Наплавка металлорежущего инструмента, а также Штампов для горячей штамповки в тяжелых условиях (осадка, вытяжка, прошивки)
10	Э-320Х25С2ГР	Т-590		Наплавка деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14

Тема 1.2. Дуговая наплавка металлов

Технологические особенности процесса наплавки плоских поверхностей.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить технику и технологию ручной дуговой наплавки различных деталей плавящимся покрытым электродом.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ: Раздаточный материал, образцы деталей.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.

2. Ответьте на **контрольные вопросы**.

1. Почему при наплавке поверхность основной детали должна расплавляться на малую глубину?

2. На каком токе выполняется дуговая наплавка покрытым электродом?

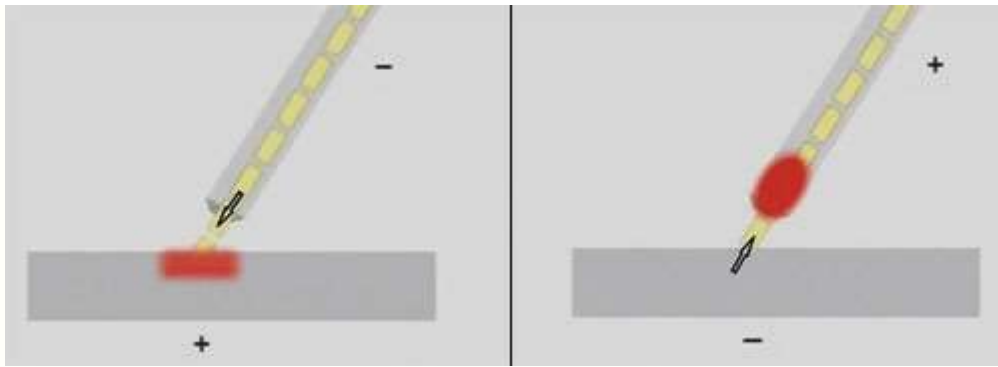
3. Как подготовить детали к наплавке?

4. Опишите 2 способа наплавки плоских поверхностей, и зарисуйте необходимые схемы наплавки.

5. В чем заключаются технологические особенности наплавки различных сталей?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Наплавка предусматривает нанесение расплавленного металла на оплавленную металлическую поверхность с последующей его кристаллизацией для создания слоя с заданными свойствами и геометрическими параметрами. Наплавку применяют для восстановления изношенных деталей, а также при изготовлении новых деталей с целью получения поверхностных слоев, обладающих повышенными твердостью, износостойкостью, жаропрочностью, кислотостойкостью или другими свойствами. Она позволяет значительно увеличить срок службы деталей и намного сократить расход, дефицитных материалов при их изготовлении. При большинстве методов наплавки, так же как и при сварке, образуется подвижная сварочная ванна. В головной части ванны основной металл расплавляется и перемешивается с электродным металлом, а в хвостовой части происходят кристаллизация расплава и образование металла шва. Наплавлять можно слои металла как одинаковые по составу, структуре и свойствам с металлом детали, так и значительно отличающиеся от них. Наплавляемый металл выбирают с учетом эксплуатационных требований и свариваемости. Наплавка может производиться на плоские, цилиндрические, конические, сферические и другие формы поверхности в один или несколько слоев. Толщина слоя наплавки может изменяться в широких пределах - от долей миллиметра до сантиметров. При наплавке поверхностных слоев с заданными свойствами, как правило, химический состав наплавленного металла существенно отличается от химического состава основного металла. Поэтому при наплавке должен выполняться ряд технологических требований. В первую очередь таким требованием является минимальное разбавление направленного слоя основным металлом, расплавляемым при наложении валиков. Поэтому в процессе наплавки необходимо получение наплавленного слоя с минимальным проплавлением основного металла, так как в противном случае возрастает доля основного металла в формировании наплавленного слоя. Это приводит к ненужному разбавлению наплавленного металла расплавляемым основным. Далее при наплавке необходимо обеспечение минимальной зоны термического влияния и минимальных напряжений и деформации. Это требование обеспечивается за счет уменьшения глубины проплавления регулированием параметров режима, погонной энергии, увеличением вылета электрода, применением широкой электродной ленты и другими технологическими приемами. Наплавка деталей из стали осуществляется, как правило, постоянным током обратной полярности (на электроде "плюс") в нижнем положении.



Прямая (слева) и обратная (справа) полярности подключения электрода

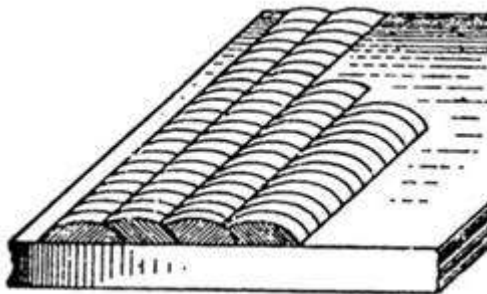
Детали из низкоуглеродистых и низколегированных сталей наплавляют обычно без предварительного нагрева.

Поверхность детали перед наплавкой очищается от масла, ржавчины и других загрязнений.

Нередко требуются предварительный подогрев и последующая термообработка с целью снятия внутренних напряжений. Более детальные требования к наплавке сообщаются в документации на применяемые наплавочные электроды. Например, для электрода ОЗИ-3 приводятся следующие технологические особенности: "Наплавку производят в один-четыре слоя с предварительным подогревом до температуры 300-600°C. После наплавки рекомендуется медленное охлаждение. Возможна наплавка ванным способом на повышенных режимах. Прокалка перед наплавкой: 350°C, 1 ч."

Применяются различные схемы расположения наплавочных швов. В случае плоских поверхностей различают два основных вида наплавки - использование узких валиков с перекрытием друг друга на 0,3-0,4 их ширины, и широких, полученных увеличенными поперечными движениями электрода относительно направления прохода. Расположение валиков с учетом их взаимного перекрытия характеризуется шагом наплавки (рис.1 рис.3).

Наплавка металла широкими поперечными движениями электрода представлена на рисунке 3.



Наплавка металла узкими валиками



Рисунок 2

Рисунок 1

Другой способ - укладка узких валиков на некотором расстоянии один от другого. При этом шлак удаляют после наложения нескольких валиков. После этого валики наплавляются и в промежутках.

Во избежание коробления деталей, наплавление рекомендуется проводить отдельными участками, "вразброс", а укладку каждого последующего валика начинать с противоположной стороны по отношению к предыдущему.

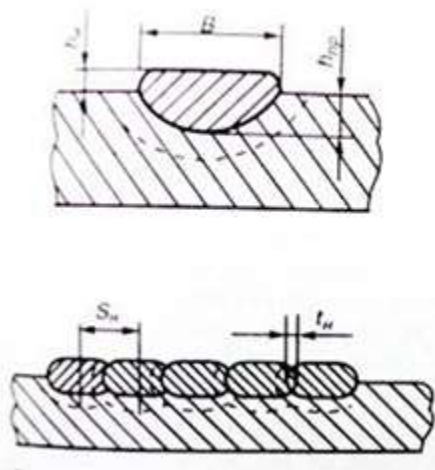


Рисунок 3 СХЕМА НАПЛАВКИ СЛОЕВ

Выбор технологических условий наплавки производят, исходя из особенностей материала наплавляемой детали. Наплавку деталей из низкоуглеродистых и низколегированных сталей обычно производят в условиях без нагрева изделий. Наплавка средне- и высокоуглеродистых, легированных и высоколегированных сталей часто выполняется с предварительным нагревом, а также с проведением последующей термообработки с целью снятия внутренних напряжений. Нередко такую термообработку (отжиг) выполняют после наплавки для снижения твердости перед последующей механической обработкой слоя. Для выполнения наплавки в основном применяют способы дуговой и электрошлаковой сварки. При выборе наиболее рационального способа и технологии наплавки следует учитывать условия эксплуатации наплавленного слоя и экономическую эффективность процесса.

При износостойкой наплавке применяют способы, различающиеся по рисунку нанесения валиков:

1. Сетчатая наплавка - способствует снижению погонной энергии и чувствительности к трещинам; при попадании грунта в узлы сетки повышается стойкость к абразивному изнашиванию;

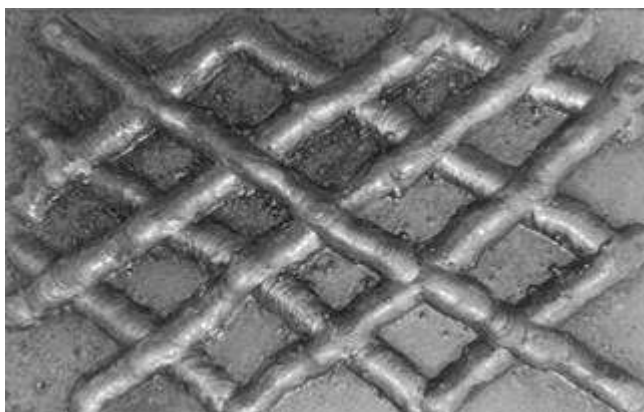


Рис.2.4 - Сетчатая наплавка

2. Полосчатая наплавка – равноценна сетчатой наплавке;



Рис.2.5- Полосчатая наплавка

3. Сплошная наплавка – имеет наибольшее распространение как при восстановлении изношенных деталей, так и при изготовлении новых с заданными свойствами поверхностных слоев;



Рис.2.6 - Сплошная наплавка

4. Линейчатая наплавка - сочетание разнообразных наплавочных материалов (твердых сплавов, коррозионностойкой, перлитной стали и др.) предотвращает образование трещин и отрыва наплавленного металла от основного;



Рис.2.7 - Линейчатая наплавка

5. Точечная наплавка - снижает вредное влияние на основной металл, сокращает потребление наплавочных материалов и повышает износостойкость покрытий; отличается трудоемкостью, поскольку наплавка не является непрерывной.

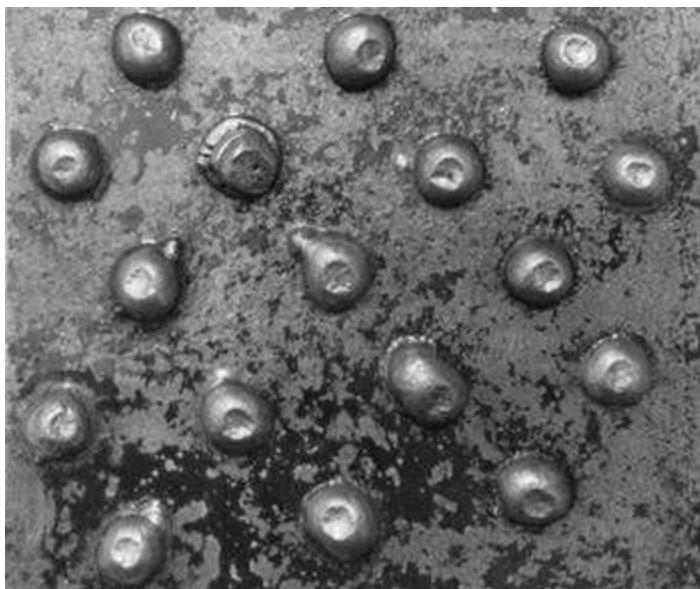


Рис.2.8 - Точечная наплавка

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15

Тема 1.2. Дуговая наплавка металлов

Влияние основных параметров режима наплавки на формирование валика

ЦЕЛИ РАБОТЫ:

Изучить технику и технологию ручной дуговой наплавки различных деталей плавящимся покрытым электродом.

Изучить причины возникновения дефектов при наплавке плавящимся покрытым.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ: Раздаточный материал, образцы деталей.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.

2. Ответьте на **контрольные вопросы**.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Правильный выбор параметров режимов наплавки обеспечивает качество наплавленного металла.

Ток наплавки, скорость наплавки и напряжение дуги оказывают существенное влияние на качество наплавки и процесс формирования наплавленного металла. Сварочный ток и скорость наплавки — это два технологических параметра, которые взаимосвязаны. Оптимальное их сочетание с правильно выбранным составом флюса позволяет получить качественные наплавки и требуемые физико-механические свойства наплавленного металла.

Сварочный ток. Если ток наплавки мал, то образуется узкий валик с неровными краями и непроварами, дуга горит неустойчиво и гаснет, а лента, замыкаясь на изделии, нагревается и рвется при выходе из токоподводящих губок.

Если же ток превышает оптимальное значение, то с увеличением тока ухудшается формирование валика.

При большом токе и большой скорости наплавки происходит забегание шлака впереди электродной ленты.

С увеличением сварочного тока увеличивается толщина наплавленного валика, а также растет глубина проплавления и производительность наплавки. С увеличением сварочного тока происходит выпучивание валика в средней его части, что обусловлено п имущественным горением дуги в середине ширины электродной ленты, в то время как при обычных режимах, при минимальном токе, валик становится двугорбый в; связи с большой задержкой дуги на концах электрода. Критерием соответствия сварочного тока выбранном электроду является линейная плотность тока, выражаемая отношением сварочного тока к ширине ленты.

Оптимальная линейная плотность тока находится в пределах 8—14 А/мм. Высокое

качество наплавленного металла возможно и на других токах, несколько больших либо меньших оптимальных. В работе для лент из углеродистых сталей определены критические значения тока, ниже которых валик по ширине резко уменьшается. Кромки валика становятся неровными, а плотность наплавленного металла ухудшается.

Между критическим током и шириной электрода существует пропорциональная зависимость. На практике сварочный ток изменяется в пределах **300—2000 А**.

Для лент **шириной 20—40 мм скорость наплавки** изменяется в пределах **0,15—0,55 см/с** и зависит от сварочного тока, размеров ленты, марки электродного материала, состава флюса, формы изделия и т. д. Оптимальная скорость наплавки позволяет достичь необходимой глубины проплавления основного металла и производительности процесса наплавки.

При малых скоростях наплавки формируется ровный валик со слабо заметными слоями кристаллизации. Слишком малая скорость приводит к уменьшению глубины проплавления и увеличению толщины наплавленного слоя, его поверхность получается грубой и неровной. С дальнейшим уменьшением скорости появляется опасность образования неоплавления и прорыва жидкого шлака и металла сварочной ванны, в результате чего в наплавленном металле образуются поры.

На средних скоростях наплавки валики имеют менее ровную поверхность и резко выраженную чешуйчатость, ширина валика становится меньше ширины ленты.

При наплавке на больших скоростях в наплавленном металле образуются несплошности, увеличивается неравномерность валика по высоте, дуга горит не устойчиво, в наплавленном металле образуются шлаковые включения, появляются отдельные провалы поверхности наплавленного металла несплавления.

За критическую скорость принимается *повышенная скорость наплавки, при которой валик еще сохраняет сплошность, но его высота становится неравномерной.*

На основании экспериментальных данных установлены критические значения скоростей наплавки, которые в первом приближении обратно пропорциональны ширине ленты. С увеличением ширины ленты критическая скорость наплавки уменьшается. Толщина наплавленного слоя также уменьшается при повышении скорости наплавки. I

Напряжение дуги оказывает существенное влияние на качество наплавленных валиков и, прежде всего, на вид поверхности наплавленного металла, мало влияет на производительность расплавления электрода и глубину проплавления основного металла. Оптимальное напряжение дуги зависит от материала электрода и типа флюса и определяется для коррозионностойких сплавов в пределах 26—32 В, износостойких 32—35 В, для восстановительных наплавки лентой из стали 08кп 28—31 В.

В случае применения легирующих флюсов слишком высокое напряжение дуги приводит к образованию подрезов. Для каждого флюса существуют весьма узкие пределы изменения напряжения дуги, позволяющие получить оптимальные результаты, на критической скорости слишком низкое напряжение затрудняет зажигание дуги, дуга становится неустойчивой, ширина валика резко уменьшается.

При больших колебаниях напряжения дуги валик по ширине сужается, толщина валика становится непостоянной по длине, а поверхность бугристой. Повышенное напряжение в сочетании с высокой скоростью наплавки приводит к образованию грубой и неравномерной поверхности наплавки, а дальнейшее повышение напряжения — к вытеканию сварочной ванны из шлаковой оболочки

Контрольные вопросы:

1. Как влияет сварочный ток на формирование валика при наплавке?
2. Как влияет напряжение дуги на формирование валика при наплавке?
3. Как влияет скорость сварки на формирование валика при наплавке?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16

Тема 1.2. Дуговая наплавка металлов

Технологические особенности процесса наплавки поверхностей вращения.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ:

Изучить технику и технологию ручной дуговой наплавки различных деталей плавящимся покрытым электродом.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ: Раздаточный материал, образцы деталей.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.
2. Ответьте на **контрольные вопросы**.
1. Составьте конспект по способам наплавки поверхностей вращения, зарисуйте схемы наплавки.
2. Как должен быть расположен электрод для наплавки?
3. Как подготовить детали к наплавке?
4. Опишите 2 способа наплавки плоских поверхностей, и зарисуйте необходимые схемы наплавки.
5. В чем заключаются технологические особенности наплавки различных сталей?

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Технология наплавки различных поверхностей предусматривает ряд приемов нанесения наплавленного слоя: ниточными валиками с перекрытием один другого на 0,3-0,4 их ширины, широкими валиками, полученными за счет поперечных к направлению оси валика колебаний электрода, электродными лентами и др. Расположение валиков с учетом их взаимного перекрытия характеризуется шагом наплавки (рис.1).

Рис.1 НАПЛАВКА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

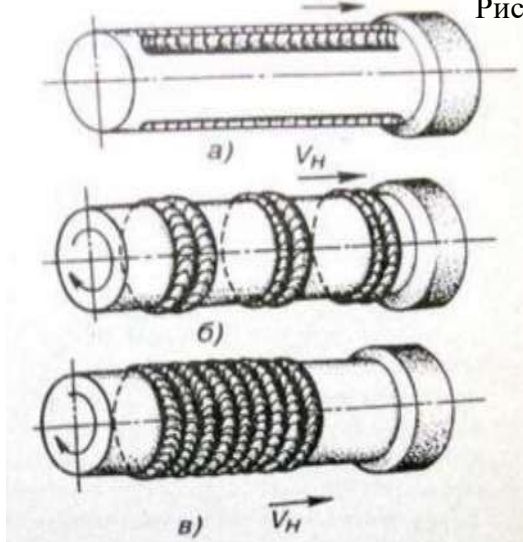


Рис.2 СМЕЩЕНИЕ ЭЛЕКТРОДА ПРИ НАПЛАВКЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

- а - наклонно расположенным электродом
- б - вертикально расположенным электродом

Наплавку криволинейных поверхностей тел вращения выполняют тремя способами (рис.1): наплавкой валиков вдоль образующей тела вращения, по окружностям и по винтовой линии. Наплавку по образующей выполняют отдельными валиками так же, как при наплавке плоских поверхностей. Наплавка по окружностям также выполняется отдельными валиками до полного замыкания начального и конечного участков их со смещением на определенный шаг вдоль образующей. При винтовой наплавке деталь вращается непрерывно, при этом источник нагрева перемещается вдоль оси тела со скоростью, при которой одному обороту детали соответствует смещение источника нагрева, равное шагу наплавки. Наплавку по винтовой линии целесообразно применять на деталях небольшого диаметра (менее 100 мм), величина шага (примерно 3—15 мм).

При наплавке тел вращения необходимо учитывать возможность стекания расплавленного металла в направлении вращения детали. В этом случае целесообразно источник нагрева смещать в сторону, противоположную направлению вращения, учитывая при этом длину сварочной ванны и диаметр изделия (рис.2).

Выбор технологических условий наплавки производят, исходя из особенностей материала наплавляемой детали. Наплавку деталей из низкоуглеродистых и низколегированных сталей обычно производят в условиях без нагрева изделий. Наплавка средне- и высокоуглеродистых, легированных и высоколегированных сталей часто выполняется с предварительным нагревом, а также с проведением

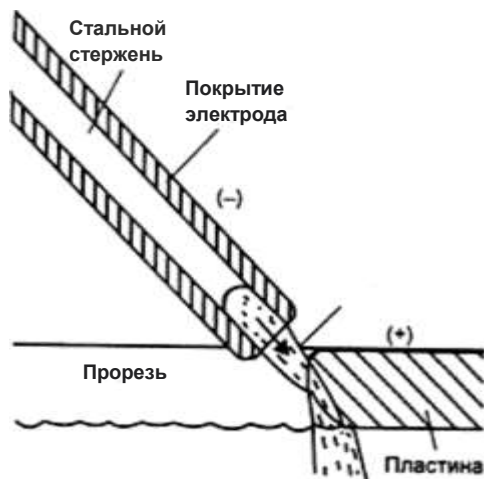


Рис. 1. Дуговая резка металла покрытым электродом

последующей термообработки с целью снятия внутренних напряжений.

Нередко такую термообработку (отжиг) выполняют после наплавки для снижения твердости перед последующей механической обработкой слоя. Для выполнения наплавки в основном применяют способы дуговой и электрошлаковой сварки. При выборе наиболее рационального способа и технологии наплавки следует учитывать условия эксплуатации наплавленного слоя и экономическую эффективность процесса.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17

Тема 1.3. Дуговая резка металлов

Технологические особенности дуговой резки

ЦЕЛИ РАБОТЫ:

Изучить основы дуговой резки.

Изучить причины возникновения дефектов при резке плавящимся покрытием.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ: Раздаточный материал, образцы деталей.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ:

1. Внимательно прочитайте основные сведения по теме.
2. Ответьте на **контрольные вопросы**.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Дуговая резка основана на использовании теплоты электрической дуги для расплавления металла по линии реза. Удаление расплавленного металла осуществляется под действием гравитационных сил и направленного движения газов, при этом применяются специальные электроды для резки, строжки (нарезание пазов) и прошивки отверстий для черных и цветных металлов и разделки трещин при подготовке под сварку. При строжке электрической дугой происходит расплавление и удаление металла вдоль линии по направлению движения.

Электроды для резки и строжки имеют специальное покрытие:

- покрытие изолированное, чтобы предотвратить переход дуги на боковую поверхность;
- создают сосредоточенную мощную дугу;
- стабилизируют дугу и предотвращают гашение дуги;
- создают дутье и выдувают с места реза расплавленный металл и шлак.

Все вышеуказанные критерии тщательно сбалансированы, чтобы позволить сварщику легко управлять процессом резки. Физическая сущность покрытия состоит в том, что материал покрытия плавится медленнее, чем стержень электрода, при этом на конце электрода образуется чаша глубиной 3-5 мм (рис. 1), а выгорающее изнутри покрытие электрода создает газовую струю, выдувающую расплавленный металл и шлак. Не токопроводящее покрытие гарантирует горение электрода в пределах узкого пространства, даже когда прожигаются дыры ограниченного диаметра или производится строжка узких и глубоких пазов.

Дуга и газовая струя от покрытия электрода

Электрическая дуга зажигается у начала реза, на верхней кромке и в процессе реза ее

перемещают вниз-вверх в плоскости реза, как при пилении ножовкой. Для увеличения нагрева металла движение вверх производят на длинной дуге. Движение вниз производят на короткой дуге, при этом облегчается вытекание и выдувание расплавленного металла.

Резку тонкого металла можно производить и методом, приведенным на рис. 2, при этом электрод располагается под углом 15° к поверхности металла. Электрод как бы проталкивается через металл. Движение напоминают движение ножовки.

Для строжки зажгите дугу и, удерживая электрод под углом 5° к поверхности материала, как бы проталкивайте электрод по верхнему слою металла. Обратите внимание, что угол между электродом и пластиной небольшой (5° или менее). Это облегчает удаление дополнительного металла, получаемого от плавления электрода. При необходимости получения глубоких пазов электродом совершаются возвратно-поступательные движения или строжка производится в несколько проходов. Направление строжки от себя.

Дуговая резка металла покрытым электродом производится на том же самом оборудовании, что и сварка, но сварочный ток при этом должен быть на 30-40% больше, чем при сварке. При больших значениях тока, когда тепловложение в основной металл превышает удаление тепла, зона расплавления металла становится большой и трудноконтролируемой.

Дуговая резка металла покрытым электродом не применяется для подготовки деталей под сварку, так как обычно дает грубый, неровный рез. В некоторых же случаях там, где недоступны другие средства для достижения данной цели или же, например, резка нержавеющей стали, дуговая резка покрытым электродом является единственно доступным способом выполнения работы.

Для прожигания отверстий для болтов и т. п., особенно в закаленных и нержавеющей сталях, используются те же принципы, что и при резке металлов. Для прожигания узких отверстий желательно использовать специальные электроды, предназначенные для резки и строжки металлов.

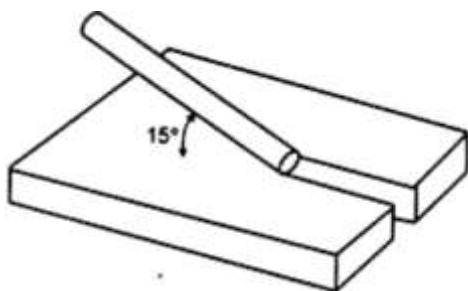


Рис. 2. Резка тонкого металла

Для прожигания отверстия зажечь и установить длинную дугу над точкой, находящейся в центре будущего отверстия. Концом электрода необходимо совершать циклические движения, пока поверхность металла не расплавится. Затем конец электрода с усилием проталкивается через металл. Окончательный размер и форму придают обрезкой кромок отверстия, полученного при проталкивании электрода через металл.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №18

Тема 1.3. Дуговая резка металлов

Режимы дуговой резки для металла разной толщины.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: отработка умений выбирать режимы кислородно – дуговой и воздушно – дуговой резки металла.

ПОРЯДОК И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ: изучение теории и решение поставленных заданий.

Задание 1. Внимательно ознакомьтесь с материалом теоретической части.

Задание 2. Выберите режим кислородно – дуговой резки стали толщиной 20 мм.

Задание 3. Выберите режим воздушно – дуговой резки стали толщиной 20 мм.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Кислородно-дуговая резка.

Режимы кислородно-дуговой резки низкоуглеродистой стали стальными электродами следующие:

Толщина стали, мм	10	20	30	40	50
Диаметр электрода, мм	4	4	5	5	5
Ток, а	160	180	220	240	260
Скорость резки, мм/мин	520	430	360	280	200
Расход кислорода, дм ³ /пог·м	100	160	250	330	400

metallicheskij-portal.ru

Кислородно-дуговую резку применяют при строительно-монтажных работах, ремонте и в других случаях, когда приходится выполнять короткие резы (до 500 мм), в сочетании с дуговой сваркой. Для перехода от сварки к резке сварщику не нужно менять электрододержатель, электрод и режим.

Может применяться как переменный, так и постоянный ток.

При механизированной кислородно-дуговой резке рациональнее применять угольные электроды, постоянный ток и резак соответствующей конструкции.

Воздушно-дуговая резка.

Воздушно-дуговая резка основана на расплавлении металла в месте реза теплом электрической дуги, горящей между угольным или графитизированным электродом и металлом, с непрерывным удалением жидкого металла струей сжатого воздуха. Этот способ применяют при разделительной и поверхностной резке.

Воздушно-дуговая резка угольным электродом может эффективно использоваться при обрезке прибылей литья, разделке кромок под сварку, удалении дефектных мест сварных швов, плен и неметаллических включений, особенно при обработке высоколегированных жаропрочных и нержавеющей сталей. Недостатком этого способа является науглероживание поверхностного слоя металла на кромках реза, высокий удельный расход электроэнергии, высокое напряжение холостого хода, создающее опасность при смене электрода, а также высокая стоимость источников питания постоянного тока.

Резаки для воздушно-дуговой резки по ГОСТ 10796-64 должны отвечать следующей характеристике:

Ток, а	300	500	750	1000	1500
Максимальный вес выплавляемого металла, кг/ч	9,5	16,5	22,5	28,0	40,0
Максимальное давление воздуха, кгс/см ²	6	6	6	8	8
Вес резака, кг	0,6	1,0	—	—	—

metallicheskij-portal.ru

Режимы воздушно-дуговой резки:

Толщина стали, мм	10	20	30	40	50
Диаметр электрода, мм	4	4	5	5	5
Ток, а	160	180	220	240	260
Скорость резки, мм/мин	520	430	360	280	200
Расход кислорода, дм ³ /пог·м	100	160	250	330	400

metallicheskij-portal.ru

Ток, а	300	500	750	1000	1500
Максимальный вес выплавляемого металла, кг/ч	9,5	16,5	22,5	28,0	40,0
Максимальное давление воздуха, кгс/см ²	6	6	6	8	8
Вес резака, кг	0,6	1,0	—	—	—

metallicheskij-portal.ru

Для механизированной воздушно-дуговой поверхностной резки применяется полуавтомат ПВД-2-67 конструкции ВНИИАвтогенмаша. Этим автоматом выполняются следующие операции: разделка листов под сварку; выплавление дефектных участков швов на плоской и цилиндрической или сферической поверхности; выплавка корня сварного шва с обратной стороны; снятие под сварку участков поверхности на листах из биметалла и др.

При работе этим автоматом отсутствуют недостатки, характерные для ручной поверхностной воздушно-дуговой резки; неустойчивость горения дуги, неравномерная скорость, изменение глубины и ширины канавки, различная степень науглероживания металла по длине реза и низкая производительность.

В качестве источников питания постоянным током рекомендуется использовать преобразователи и выпрямители повышенной мощности, допускающие применять ток до 400—500 а. При резке на переменном токе для повышения устойчивости горения дуги необходимо применять осциллятор.

При отсутствии осциллятора приходится работать на повышенном напряжении холостого хода, пользуясь последовательным соединением трансформаторов. Можно также работать на повышенной токовой нагрузке, применяя параллельное соединение двух однотипных сварочных трансформаторов. Последний способ обеспечивает лучшее качество кромок реза.

В качестве электродов применяют угли, выпускаемые, по ГОСТ 10720—64, диаметром 6; 8; 10 и 12 мм. Снаружи угли покрыты слоем меди толщиной 0,18—0,25 мм. Длина стержней 300 мм.

Воздушно-дуговым способом разрезают углеродистые и легированные стали, чугуны, латуни и трудноокисляемые сплавы толщиной 5—25 мм; вырезают дефектные участки сварных швов, срезают заклепки, пробивают отверстия, отрезают прибыли стального литья, выплавляют литейные пороки и пр.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины разрезаемого металла,

Толщина металла, мм	5	10	12	25
Диаметр электрода, мм	6	8—10	10—12	12

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность кислородно – дуговой резки?
2. Какое оборудование нужно дополнительно для выполнения резки?
3. В чем заключается сущность воздушно – дуговой резки?
4. Какое оборудование нужно дополнительно для выполнения резки?
5. Назовите области применения воздушно - дуговой и кислородно - дуговой резки.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №19

Тема 1.3. Дуговая резка металлов

Разбор инструкционных карт на выполнение дуговой резки.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: познакомиться с правилами выполнения разделительной и поверхностной дуговой резки

ПОРЯДОК И МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ: изучение теории и решение поставленных заданий.

1. Изучение теории и решение поставленных заданий.
2. Перечислите основные операции выполнения дуговой разделительной резки и опишите требования к их выполнению.
3. Перечислите основные операции по выполнению дуговой поверхностной резки и опишите требования к их выполнению.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Принцип дуговой резки металла состоит в расплавлении металла в месте разреза и удалении его за счет собственного веса, дуги и дополнительного потока воздуха (используется не всегда). Для ручной резки, которую применяют обычно для высоколегированных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов, используются электроды (угольные или со специальным покрытием). Качество среза не слишком высокое, кромки неровные, на поверхности остаются шлак и оплавленный металл. Обязательна последующая механическая обработка.

Как правило, оборудование для резки металла не отличается от того, которое применяется для дуговой сварки, так что подобные работы могут вестись параллельно, используя сварочные материалы и аппаратуру. Дуговая резка может вестись в различных пространственных положениях, что является большим плюсом в условиях монтажа и демонтажа металлических конструкций. Резка может быть, как разделительной, так и поверхностной. Последняя применяется для выплавления канавок в металле изделия, удаления различного рода дефектов литейных отливок и сварных швов.

Разделительная резка металла.

Для проведения дуговой разделительной резки изделие устанавливают в такое положение, которое гарантирует беспрепятственное вытекание расплавленного металла. Вертикальная резка проводится сверху вниз (иначе расплавленный металл будет засорять место разреза). Начинают разделительную резку обычно с кромки листа или с его середины (вначале потребуется проделать

отверстие). Электрод располагается перпендикулярно поверхности, если его диаметр больше толщины листа. В противном случае инструмент немного наклоняют.

Поверхностная дуговая резка.

Поверхностная резка требует наклона электрода к поверхности под углом не более 5°, и не менее 20°. Электрод перемещается, частично погружаясь в образовавшееся углубление. Для получения широких канавок выполняются поперечные колебания электрода. Глубина канавки будет зависеть от наклона стержня и скорости перемещения дуги. Если требуется глубокая полость, нужно выполнить несколько проходов. Если углубление должно быть круглым, следует возбудить дугу как можно большей длины, а стержень установить перпендикулярно поверхности.

Порядок и методика выполнения заданий:

1. Изучение теории и решение поставленных заданий.

2. Перечислите основные операции выполнения дуговой разделительной резки и опишите требования к их выполнению.

3. Перечислите основные операции по выполнению дуговой поверхностной резки и опишите требования к их выполнению.

Контрольные вопросы:

1. В чем заключается сущность дуговой резки металлов?

2. В чем отличие различных видов резки?

3. В чем отличие различных способов резки?

4. Какое оборудование применяют для дуговой резки?

5. В чем заключаются основные преимущества дуговой резки?

6. В чем заключаются основные недостатки дуговой резки?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами : учебник / А. А. Черепашин, Л. П. Андреева, Г. Р. Латыпова [и др.] ; под ред. Р. А. Латыпова. — Москва : КноРус, 2023. — 197 с. — ISBN 978-5-406-10404-0. — URL: <https://book.ru/book/944974> (дата обращения: 14.02.2024). — Текст : электронный..

2. Овчинников, В. В., Ручная дуговая сварка (наплавка, резка). : учебник / В. В. Овчинников. — Москва : КноРус, 2023. — 248 с. — ISBN 978-5-406-11851-1. — URL: <https://book.ru/book/949746> (дата обращения: 14.02.2024). — Текст : электронный. 4. Контроль качества сварных конструкций : учебное пособие / составители В. А. Соколов [и др.]. — Омск: ОмГТУ, 2022. — 213 с. — Текст: электронный // Лань: