

Междисциплинарный курс МДК 02.01
Техника и технология ручной дуговой сварки
(наплавки, резки) покрытыми электродами



АТОМНЫЕ
ШКОЛЫ СВАРКИ

Тема № 1.1

Технология ручной дуговой сварки плавящимся электродом.
Общие принципы.

Модуль №6

Техника сварки стыковых соединений трубопровода

МДК 02.01 «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами»

Тема № 1.1 «Технология ручной дуговой сварки плавящимся электродом. Общие принципы.»

Модуль №6 «Техника сварки стыковых соединений трубопровода»

Учебная цель:

1. Познакомиться с техникой сварки стыковых соединений трубопровода в различных пространственных положениях.

Формируемые компетенции: ПК 2.1, ПК 2.2, ПК 2.3

Формируемые общие компетенции: ОК 1, ОК 2, ОК 3, ОК 4, ОК 5, ОК 6

Задачи:

- Формирование у обучающихся навыков выполнения стыковых соединений трубопровода согласно требованиям нормативной документации;
- Формирование навыков работы с нормативными документами по сварке;
- Способствовать становлению умения оценивать результаты сварки на наличие дефектов сварных швов;
- Показать значимость биомеханики тела при сварке для качественного выполнения сварных швов;

Материально-техническое обеспечение для проведения лекции: компьютер с необходимым программным обеспечением, проектор.

Информационное обеспечение: презентация, методическое пособие и рабочая тетрадь из комплекта УМК АШС по данной теме.

Время – 2 часа

Используемая литература:

1. Овчинников, В.В. Контроль качества сварных соединений. Москва: Издательский центр «Академия 2017.
2. Овчинников, В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений Москва: Издательский центр «Академия 2018.

План проведения занятия:

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | Введение | 4 |
| 2. | ПОДГОТОВКА И СБОРКА СОЕДИНЕНИЯ | 4 |
| 2.1. | Область применения соединения С17 | 4 |
| 2.2. | Конструктивные элементы и размеры соединения С17 | 5 |
| 3. | СВАРКА СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДА | 6 |
| 3.1. | Сварка стыковых швов в горизонтальном положении соединений трубопровода..... | 6 |
| 3.1.1. | Сварка корневого прохода | 6 |
| 3.1.2. | Сварка второго валика..... | 8 |
| 3.1.3. | Заполнение разделки кромок | 9 |
| 3.2. | Сварка стыковых швов в вертикальном положении | 9 |
| 3.2.1. | Сварка корневого прохода | 11 |
| 3.2.2. | Заполнение разделки кромок | 12 |
| 3.2.3. | Сварка облицовочного слоя | 12 |
| 3.3. | Биомеханика тела в сварке..... | 13 |
| 4. | ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 14 |

1. ВВЕДЕНИЕ

В данной лекции будет описана техника сварки только стыковых соединений трубопровода. Не затрагиваются вопросы, связанные со сваркой фланцевых соединений, ответвлений, тройников и т.д.

2. ПОДГОТОВКА И СБОРКА СОЕДИНЕНИЯ

Стыковые соединения трубопроводов, а также конструктивные элементы подготовленных кромок и сварных швов представлены в ГОСТ 16037-80 «СОЕДИНЕНИЯ СВАРНЫЕ СТАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ, КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И РАЗМЕРЫ»

Соединения трубопроводов, в отличие от соединений пластин, представлены только 3 типами соединений:

1. Стыковые соединения. Насчитывается около 19 различных видов стыковых соединений см. Рис. 1а.
2. Нахлесточные соединения. Насчитывается всего 3 вида данного соединения, см. Рис. 1б
3. Угловые соединения. Насчитывается 10 видов см. Рис. 1в.

| Стыковые соединения | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------|-----------------------|---|---|---|------------|------------|--------------|------------|--|
| Тип соединения | Форма подготовленных кромок | Характер сварного шва | Форма поперечного сечения | | Толщина стенки и минимальный наружный диаметр трубы, мм, для способов сварки | | | | | Условное обозначение сварного соединения |
| | | | подготовленных кромок | сварного шва | ЭП | ЭН | Р | Ф | Г | |
| Стыковое соединение труб с трубой или с арматурой  | Без скоса кромок | Односторонний |  |  | 2-5 25 | 2-3 10 | 2-5 25 | 4-6 133 | 1-3 150 | C2 |
| | | |  |  | 2-4 25 | | | | | C4 |
| | | |  |  | 2-3 25 | | | | | C5 |
| | | | Со скосом |  |  | 1-20 25 | — | 1-20 25 | — | — |
| а) | | | | | | | | | | |
| Нахлесточные соединения | | | | | | | | | | |
| Нахлесточное соединение промежуточного штуцера для вилки с трубой  Нахлесточное соединение труб с разницей одного конца трубы  | Без скоса кромок | Односторонний |  |  | 2-5 14 | 2-3 10 | 2-5 22 | 1-5 6-130 | — | Н1 |
| | | |  |  | 1-20 14 | — | 1-20 25 | | | 1.6-7 14-150 |
| б) | | | | | | | | | | |
| Угловые соединения | | | | | | | | | | |
| Угловое соединение отрезка с трубой равных размеров  | Без скоса кромок | Односторонний |  |  | 2-4 14 | — | 2-4 25 | — | — | У16 |
| | | |  |  | — | — | — | | | — |
| в) | | | | | | | | | | |

Рис. 1 – Примеры различных типов соединений по ГОСТ 16037-80. а – стыковые соединения; б – нахлесточные соединения; в – угловые соединения.

В данном материале будут рассматриваться стыковые соединения С17. Рассмотрим их область применения, конструктивные элементы, а также размеры подготовленных кромок и сварного шва.

2.1. Область применения соединения С17

Начнем с области применения стыковых соединений С17. Это один из самых распространённых видов стыковых соединений трубопроводов. Однако важно рассмотреть, для каких диаметров и толщин стенки труб применяется данное соединения. Для этого обратимся к таблице 1 ГОСТа 16037-80 см. Рис. 2.

| Тип соединения | Форма подготовленных кромок | Характер сварного шва | Форма поперечного сечения | | Толщина стенки и минимальный наружный диаметр трубы, мм, для способов сварки | | | | | Условное обозначение сварного соединения |
|---|-----------------------------|---|---|---|--|------------|------------|------------|---------------|--|
| | | | подготовленных кромок | сварного шва | ЗП | ЗН | Р | Ф | Г | |
| Стыковое соединение трубы с трубой или с арматурой  | Без скоса кромок | Односторонний |  |  | 2-5 25 | 2-3 10 | 2-5 25 | 4-6 133 | 1-3 150 | C2 |
| | | Односторонний на съемной подкладке |  |  | 2-4 25 | | | | | C4 |
| | | Односторонний на остающейся цилиндрической подкладке |  |  | 2-3 25 | | | | | C5 |
| | Со скосом одной кромки | Односторонний |  |  | 3-20 25 | — | 3-20 25 | — | — | C8 |
| | | Односторонний на остающейся цилиндрической подкладке |  |  | 2-20 25 | — | 2-20 25 | — | — | C10 |
| | Односторонний |  |  | 3-20 25 | 3-20 14 | 3-20 25 | — | — | 3-7 14-150 | C17 |

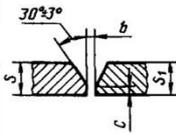
Рис. 2 – Таблица 1 ГОСТ 16037-80.

Как видно из данной таблицы, соединение С17, выполненное плавящимся покрытым электродом, применяется при толщине стенки трубы от 3 до 20 мм и минимальном наружном диаметре 25 мм. Спектр применения данного соединения весьма обширен. Для трубопроводов с большей толщиной стенки необходимо применять другие стыковые соединения. А для сварки малых толщин (до 5 мм) применяется соединение С2 – стыковое соединение без разделки кромок.

2.2. Конструктивные элементы и размеры соединения С17

Перед тем как перейти к описанию техники выполнения стыковых швов, необходимо ознакомиться с требованиями, предъявляемыми к конструктивным элементам подготовленных кромок, а также к размерам выполненных сварных швов. В этом нам поможет вышеупомянутый ГОСТ 16037-80. Требования, предъявляемые к соединению С17, необходимо смотреть в Таблице 7 см. Рис. 3.

Таблица 7

| Размеры, мм | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|-----------------------|-----------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|--------------|
| Условное обозначение сварного соединения | Конструктивные элементы и размеры | | Способ сварки | $s = s_1$ | b | | c | | e | | g | |
| | подготовленных кромок свариваемых деталей | сварного шва | | | Номин. | Пред. откл. |
| C17 |  |  | ЗП; ЗН; Р; Г | 3 | 1,0 | +0,5 | 0,5 | +0,5 | 7 | +2 | 1,5 | +1,5 -1,0 |
| | | | | 4 | 1,5 | | | | 8 | | | |
| | | | | 5 | | | | | 9 | | | |
| | | | | 6 | | | | | 11 | | | |
| | | | | 7 | | | | | 12 | | | |
| | | | | 8 | | | | | 13 | | | |
| | | | | ЗП; ЗН; Р | | | | | 10 | | | |
| | | | 12 | | 18 | | | | | | | |
| | | | 14 | | 21 | | | | | | | |
| | | | 16 | | 23 | | | | | | | |
| | | | 18 | | 26 | | | | | | | |
| | | | 18 | | 28 | | | | | | | |
| | | | 20 | | 28 | | | | | | | |

Примечание. При способе сварки ЗН зазор $b = 0^{+0,5}$.

Рис. 3 – Таблица 7 ГОСТ 16037-80.

Для примера разберем требования, которые следует применять при сварке плавящимся покрытым электродом труб с толщиной стенки 8,0 мм:

- Внимательно изучив требования ГОСТа, можно обнаружить, что угол разделки кромок для соединения С17 по ГОСТ 16037-80 отличается от одноименного соединения ГОСТа 5264-80 на 5 градусов в большую сторону. Из этого следует, что и сварный шов будет иметь большую ширину.
- Зазор необходимо выставлять в пределах от 1,0 до 3,0 мм;
- Величина притупления варьируется в диапазоне от 0,5 до 1,5 мм;

- Ширину шва необходимо обеспечить в пределах от 13,0 до 16,0 мм;
- А высоту шва от 0,5 до 3,0 мм;
- В данном стандарте не регламентируется величина обратного валика корня шва. Данное требование необходимо смотреть в технологических картах.

Как видно из требований выше, подготовленные под сварку соединения должны иметь скос кромки около 30° и небольшое притупление кромки до 1,5 мм. Зазор при сварке труб плавящимся покрытым электродом обязателен.

Сборка соединения производится на прихватках, а прихватки подготавливаются аналогично описанной техники в Лекции №1 – «Техника начала, возобновления и окончания сварных швов» в п. 2.2 - «Начало сварки при выполнении корневых проходов стыковых соединений».

3. СВАРКА СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДА

3.1. Сварка стыковых швов в горизонтальном положении соединений трубопровода.

Согласно «ГОСТ Р ИСО 6947— 2017 Сварка и родственные процессы. ПОЛОЖЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ» горизонтальное положение стыкового шва для соединений трубопровода показано на Рис. 4. Следует понимать, что ось трубы ориентирована вертикально, а сварочный шов расположен в горизонтальной плоскости.

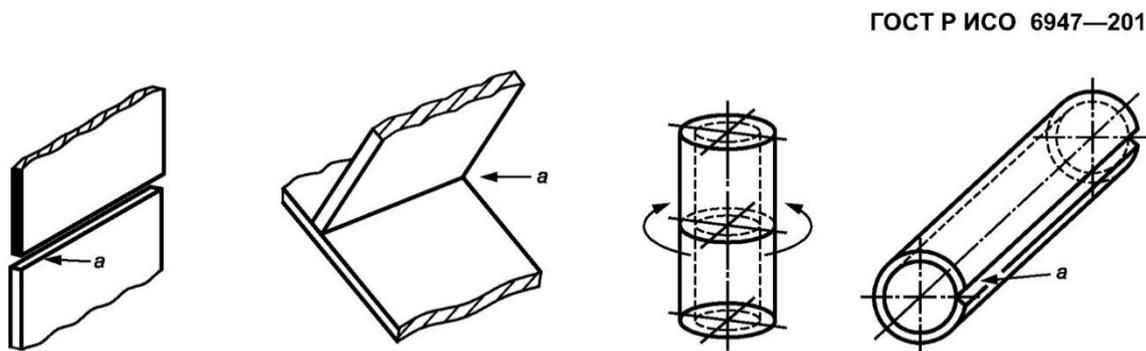


Рис. 4 – РС – положение горизонтальное. а – стрелка указывает положение при сварке.

Если вы успешно освоили технику сварки стыковых соединений пластин, то сварка трубопроводов не должна составить для вас проблем, так как она отличается от сварки стыковых соединений пластин только необходимостью изменять угол наклона электрода относительно направления сварки по мере выполнения сварного шва. А при сварке труб больших диаметров данное отличие и вовсе становится незаметным.

В остальных аспектах сварка стыкового соединения трубопровода схожа (если не полностью повторяет) со сваркой стыковых соединений пластин в соответствующих пространственных положениях.

3.1.1. Сварка корневого прохода

Как правило корневые проходы выполняются электродами небольшого диаметра 2,5 – 3,0 мм. Величина сварочного тока в большей степени зависит от величины выставленного зазора и притупления, чем от толщины свариваемого металла. Однако необходимо иметь в виду, что сварка производится с повышенной скоростью, чтобы сварочная ванна застывала быстрее. В этом случае уменьшается вероятность появления, характерного для этого положения дефекта - подреза обратной стороны корня шва (см Рис. 5). Также необходимо следить за сплавлением кромок и формой поперечного сечения профиля корня шва, так как валик должен совпадать с плоскостью поверхности.

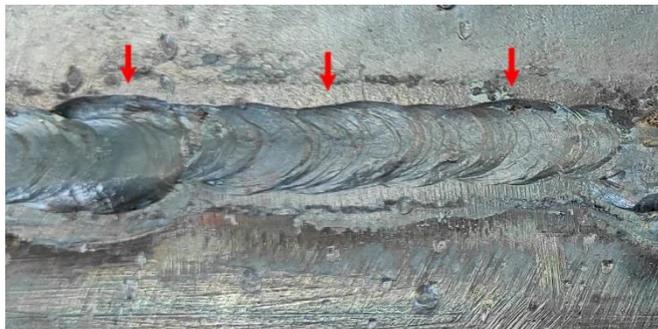


Рис. 5 - Подрез корня шва, выполненного в горизонтальном положении

Углы наклона электрода, как и при сварке стыковых соединений пластин, поддерживаются в диапазоне от 80° до 90° в вертикальной плоскости и около 80° относительно направления сварки. Сварка ведется преимущественно «углом назад», как показано на Рис. 6.

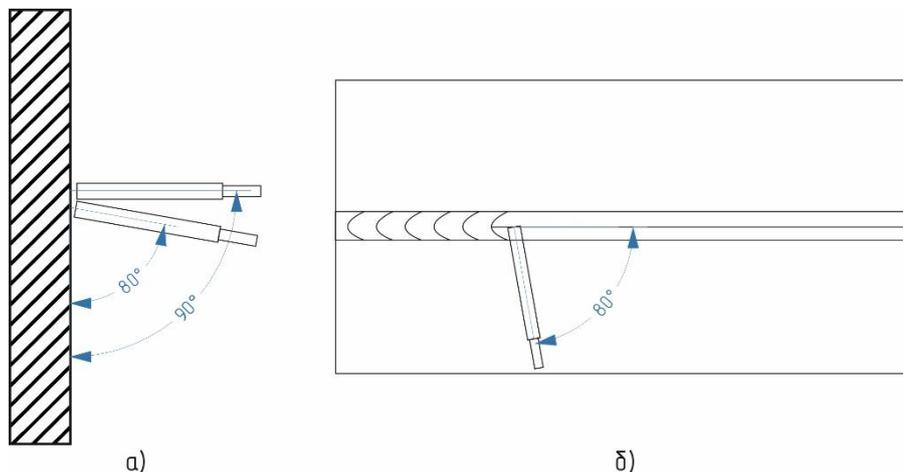


Рис. 6 - Положения электрода при сварке в горизонтальном положении: а) – относительно вертикальной плоскости детали; б) – относительно направления сварки

3.1.2. Сварка второго валика

При сварке нефтепроводов и газопроводов второй проход после корневого называют «горячим проходом». Его выполняют по еще неостывшему корневому шву с перерывом не более 5 минут, предварительно обработав абразивным инструментом корневой валик. Выполняют горячий проход для выплавки шлака из раскрытых карманов, удаления дефектных мест корневого шва, равномерного распределения водорода по сечению сварного шва, отжига закалочной структуры корневого шва, а также для получения ровной подложки для наложения последующих слоев шва электродами с основным покрытием. Так как в атомной отрасли для всех категорийных швов оборудования применяются наиболее высокие требования к качеству, то, в зависимости от технологии изготовления, корень шва, как правило, может выполняться аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом. Должна обеспечиваться ровная бездефектная поверхность всех валиков, при необходимости, выполняется послойная зачистка до чистого металла.

Сварка изделий АЭС выполняется только электродами с основным покрытием, для вертикальных швов направлением только снизу-вверх. В этом случае все последующие валики после корневого проводятся на большем токе, оптимальном для данной марки электрода, для обеспечения надёжного сплавления и отсутствия дефектов формы шва. В этом случае, при сварке второго и последующих валиков допускается использование большего диаметра электрода

Сварка в нижнем и горизонтальном положении производится «углом назад». При сварке необходимо обращать внимание на форму и размер сварочной ванны. Необходимо стремиться к плоской поверхности сварного шва и обеспечить сплавление обеих кромок без шлаковых карманов (см. Рис. 7). Это обеспечивается подбором силы сварочного тока, скорости сварки и угла наклона электрода.



Рис. 7 – Фотография второго прохода, выполненного в горизонтальном положении сварного шва. Труба 114X8,0 мм.

3.1.3. Заполнение разделки кромок

Заполнение разделки кромок по технике выполнения практически ничем не отличается от аналогичной операции при сварке пластин в горизонтальном положении, с которым подробно можно ознакомиться в лекции №4.

Но стоит обратить внимание на то, что сварка проводится по замкнутому контуру, а значит, когда будет завершаться сварка прохода, то сварочный валик «встретит» своё начало. В этом случае, для того, чтобы уменьшить количество «замков» (начала и окончания сварки), следует не останавливать сварку, а наоборот плавно начинать сварку следующего прохода. Сварка в таком случае будет выполняться как бы по спирали. Эта особенность замкнутых швов наиболее широко используется при сварке труб с большой толщиной стенки.

Внимание! Необходимо избегать совпадения «замков» в одном месте между слоями. Начало и возобновления сварки должны быть смещены относительно друг друга не менее, чем на 50 мм.

3.2. Сварка стыковых швов в вертикальном положении

Согласно «ГОСТ Р ИСО 6947— 2017 Сварка и родственные процессы. ПОЛОЖЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ» вертикальное положение стыкового шва для соединений трубопровода показано на Рис. 8. Ось трубы ориентирована горизонтально. Существует несколько способов сварки таких швов:

- На спуск. Когда сварка производится сверху вниз. Для этого следует применять электроды с целлюлозным покрытием;
- На подъем. В этом случае сварка производится снизу вверх и применяются электроды с основным покрытием.

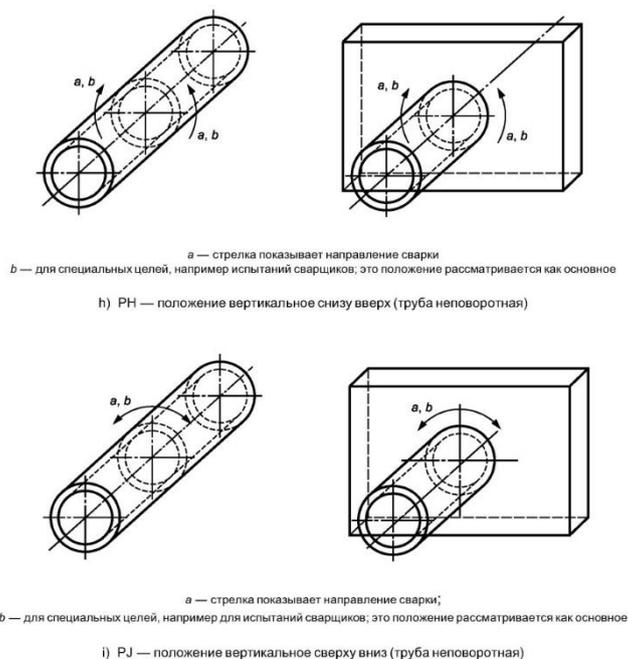


Рис. 8 - положение вертикальное. *a* – стрелка указывает положение при сварке.

В этой лекции разберем подробнее сварку на подъем (положение PH). Сварка этих швов по праву считается самой сложной в освоении и требует приобретения особых навыков и знаний. Потому как, если внимательно изучить характер выполнения швов в таком положении, можно обнаружить, что сварка производится сразу в трех пространственных положениях (см. Рис. 9):

1. Потолочное. Соответствует положениям электрода 1 – 3 .
2. Вертикальное. Соответствует положениям электрода 4 – 8 .
3. Нижнее. Соответствует положениям электрода 9 – 11.

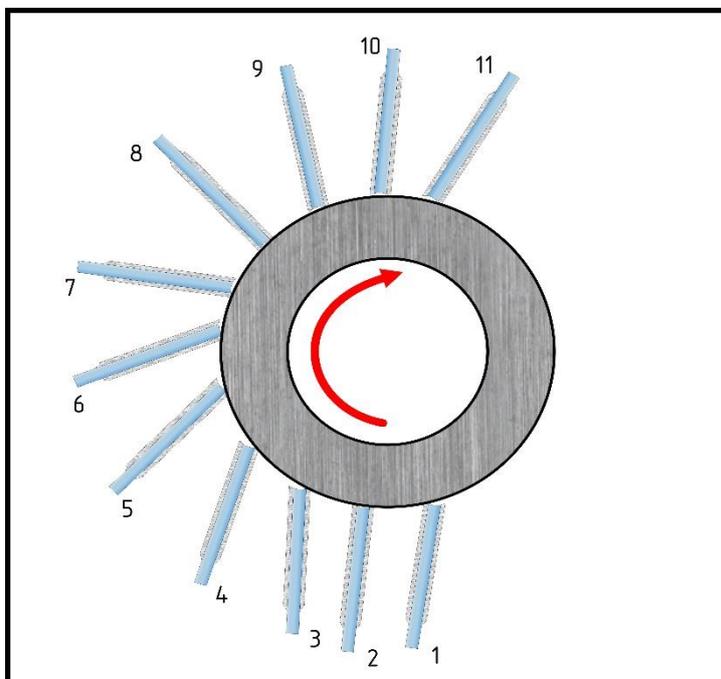


Рис. 9 – Изменение угла наклона электрода при сварке.

При этом сложность сварки резко увеличивается на малых диаметрах труб, где в процессе использования одного электрода можно пройти сразу все эти положения, и у сварщика может не быть возможности даже изменить силу сварочного тока, если не использовать выносной пульт регулировки. И наоборот – сварка больших диаметров разбивается на крупные участки различных пространственных положений, и сварщик имеет возможность подбирать сварочный ток для каждого положения.

Общие рекомендации по технике сварки стыкового соединения трубопровода в вертикальном положении (см. Рис. 9):

- Сварка производится только короткой дугой;
- Сварку потолочного участка шва (поз. 1-2) производят «углом назад»;
- В позиции 3, сварка «углом назад» плавно переходит на сварку «углом вперед»;
- В позиции 8 происходит очередное изменение техники сварки на сварку «углом назад».

Необходимо плавно довести угол наклона электрода до 90° и плавно по мере перемещения к позиции 9 переходить на сварку «углом назад»;

- Необходимо стремиться к плоской поверхности валиков по всей длине шва. Это существенно сократит время на шлифовку выпуклости поверхности шва перед очередным сварочным слоем. Это достигается подбором оптимальной поступательной скорости перемещения и колебательных движений торца электрода;

- При выполнении колебательных движений не стоит долго задерживаться в центре разделки кромок. Лучше задерживайтесь на кромках, а середину разделки проходите с равномерной скоростью.

После того, как была выполнена сварка слоя шва половины стыкового шва, необходимо приступить к сварке противоположной стороны по той же самой схеме, что была описана выше. **Однако стоит помнить, что не следует совмещать начало и остановку одного слоя. Сделайте небольшой заход (20-30 мм) на противоположную сторону, чтобы избежать появления таких дефектов, как поры и включения шлака.**

3.2.1. Сварка корневого прохода

Корневой проход по праву считается самым ответственным и сложным этапом сварки любого стыкового соединения. Если после сварки корня шва будут выявлены недопустимые дефекты, такие как непровар или прожог, то исправление этих дефектов потребует больших производственных (временных и материальных) затрат. Поэтому перед сваркой ответственных конструкций сварщики выполняют несколько тренировочных соединений.

Если не предусмотрена подварка обратной стороны корня шва и необходимо формирование обратного валика, то при сварке корневого прохода необходимо обеспечить его качественного формирование.

Участок шва в потолочном положении (поз. 1 – 3). Качественный шов наиболее сложно обеспечить в потолочном участке шва. Для этого необходимо плотно прижимать электрод к притуплению кромок, поддерживая им сварочную ванну и за счет давления дуги «выталкивать» расплавленный металл на обратную сторону соединения. В этом случае профиль шва может получиться сильно выпуклый, что потребует серьезной последующей обработки.

Вертикальный участок шва (поз. 4 – 8). При сварке данного участка следует быть осторожным. Если увлечься «продавливанием» шва в потолочном положении, то на 3 – 4 участке (см. Рис. 9) неожиданно для сварщика может образоваться излишнее проплавление корня шва или даже прожог. Особенно стремительно это может происходить на трубах малого диаметра, когда у сварщика нет возможности изменить сварочный ток при замене электрода. На этом участке необходимо ослабить нажим на электрод, изменить угол наклона электрода для сварки «углом вперед». Уменьшить значение силы сварочного тока на 10 – 15%. Сварка производится с применением одной из техник, описанных в лекции №4 для сварки корневых проходов вертикальных швов.

Если замечаете, что скорость подъема шва заметно снизилась, это означает что на обратную сторону корня шва попадает слишком много расплавленного металла и там формируется дефект - излишнее проплавление корня шва. В этом случае необходимо прекратить сварку.

Важно следить, чтобы скорость сварки оставалась постоянной и в то же время не появлялось излишнее проплавление и/или чрезмерная выпуклость шва. Необходимо тщательно следить за углом наклона электрода, длиной дуги и применять колебательные движения от кромки к кромке, чтобы дать возможность кристаллизоваться части сварочной ванны, которая будет служить подпоркой для следующей «чешуйки» шва.

Участок шва в нижнем положении (поз. 9 – 11). Сварка верхнего участка трубы производится в нижнем пространственном положении и обычно не вызывает особых трудностей. Необходимо увеличить сварочный ток на 10 – 20% и обратить внимание на величину зазора. Она может быть

меньше в результате сварочных деформаций и усадки шва. В этом случае необходимо будет увеличить силу сварочного тока.



Рис. 10 – Фотография корневого прохода

3.2.2. Заполнение разделки кромок

Заполнение разделки кромок происходит приемами, детально разобранными в лекции №4. Как и в сварке пластин может применяться как многопроходная сварка слоя шва, так и сварка - один проход - один слой.

Особое внимание следует уделить процессу заполняемости уровня кромок. Он может отличаться в зависимости от участка сварного шва. На потолочном и вертикальном участках могут получаться более выпуклые швы, а значит разделка будет заполняться неравномерно, даже с учетом по-слойной шлифовки абразивным инструментом.



Рис. 11 – Фотография заполняющего прохода

Последний заполняющий слой, как и в случае сварки пластин, необходимо выполнить так, чтобы глубина незаполненной разделки кромок была не более 2-3 мм. А при обработке абразивным диском необходимо сохранить четкие контуры разделки кромок, а также удалить брызги расплавленного металла в околошовной зоне, если таковые имеются.

3.2.3. Сварка облицовочного слоя

В зависимости от толщины стенки, облицовочный слой может выполняться в один или несколько проходов. Вот тут и пригодятся края разделки кромок, что остались не расплавленными на предыдущем этапе. Они служат ориентиром при выполнении облицовочного слоя, задают нам ширину шва и направление сварки.

Если по каким-то причинам не удалось оставить не оплавленными края разделки кромок, то необходимо нанести небольшие параллельные углубления отрезным диском по краю шва вдоль разделки кромок. Эти канавки будут выполнять ту же роль, что и разделка кромок – показывать ширину шва и направление сварки.



Рис. 12 – Фотография стыкового соединения, выполненного в вертикальном положении. 1 – заполняющий слой №1; 2 – заполняющий слой №2; 3 – облицовочный слой

Сварочный ток следует установить меньше, чем при выполнении заполняющих проходов. Как правило, облицовку можно выполнять полностью на одном значении сварочного тока для всех участков шва.

Технику сварки можно посмотреть в лекции №4 в соответствующих разделах.

3.3. Биомеханика тела при сварке

Анализ механики движений человека помогает выстроить правильное взаимодействие между выполняющим движение, используемым оборудованием и окружающей средой. Правильное понимание процесса движения отдельных частей тела (руки, кисти и т.д.) или корпуса сварщика во время выполнения сварочных работ является залогом успешного выполнения сварных швов.

Если технику выполнения сварных швов можно найти на всевозможных ресурсах и учебных пособиях, то информацию о том, какую позу выбрать в процессе сварки, как выполнять перемещения электрода в процессе сварки найти крайне сложно.

Давайте разберем это на примере сварки неповоротного стыка трубы в вертикальном положении сварного шва (ось трубы в горизонтальном положении) в направлении снизу-вверх.



Рис. 13 – Положение тела сварщика при сварке: 1-2 – потолочного участка трубы; 3-4 – вертикального участка трубы; 5-6 – участка трубы в нижнем положении.

На Рис. 13 представлены фотографии процесса сварки корневого прохода стыкового шва трубы в вертикальном положении снизу-вверх. Присмотревшись подробнее, можно отметить общую характерную особенность для всех участков трубы – фиксация корпуса тела сварщика свободной рукой. Дополнительная (третья) точка фиксации тела сварщика в пространстве очень важный элемент сварки,

особенно, при выполнении потолочных швов, так как в этот момент сварщик находится в крайне неудобном, неестественном положении тела (см. Рис. 13 поз. 1-3). В этот момент большое количество мышц напряжено, и особенной нагрузке подвергается позвоночник и мышцы спины. Поэтому очень важно на этом этапе снять бóльшую часть нагрузки с позвоночника с помощью свободной руки. Это не только снизит напряжение, а значит и утомляемость мышц, но и позволит плавно перемещаться во время сварки.

Обратите внимание! Поступательное движение электрода по разделке кромок выполняется не рабочей рукой, а корпусом тела. Рука, держащая в этот момент электрододержатель, отвечает за соблюдение и изменение требуемого угла наклона электрода и длины дуги при переходе из потолочного положения сварки на вертикальное. При этом, локоть необходимо держать опущенным и прижатым к телу.

Также стоит отметить, что при выполнении сварочных работ в согнутом положении тела широко расставленные ноги помогут вам лучше сохранять устойчивость в процессе сварки.

Во время сварки вертикального участка (см. Рис. 13 поз. 3-4) шва корпус тела и ноги необходимо полностью выпрямить. В этот момент рабочая рука уже принимает участие в подъеме электрода по разделке кромок, а свободная рука выполняет поддерживающую функцию и предотвращает покачивания тела, а также снимает нагрузку, связанную с поддержанием равновесия тела в пространстве.

При сварке участка шва в нижнем положении (см. Рис. 13 поз. 5) необходимо облокотиться на свободную руку. Это позволит изменить проекцию центра тяжести тела и занять более устойчивую позицию, а значит позволит сварщику сосредоточиться на процессе сварки, а не на поддержании статического положения тела в пространстве.

Если зона сварки находится высоко, то для обеспечения необходимого угла наклона электрода придется поднять локоть рабочей руки (см. Рис. 13 поз. 5). Однако сварка в таком положении довольно утомительна, поэтому при большой протяженности сварных швов может привести к усталости мышц плечевого пояса, что в свою очередь может сказаться на качестве сварки.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сварка труб является квинтэссенцией всех навыков сварки и одной из самых сложных в освоении трудовых функций сварщика. Однако если вами были успешны освоены предшествующие этапы – сварка пластин в нижнем, вертикальном и потолочном положении, то сварка труб не должна стать серьезной проблемой.

Необходимо тщательно следить за углом наклона электрода, ведь он в процессе сварки будет меняться по мере перемещения по окружности трубы. Стоит также подробнее изучить требования к швам, предъявляемые нормативными документами. Как правило, требования к геометрическим размерам сварного шва (высота и ширина шва) элементов трубопровода имеют большие допуски, чем при сварке пластин, а значит в каких-то моментах могут быть даже более простыми.