

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 №4

Техника выполнения стыковых сварных соединений

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 №4 «Техника выполнения стыковых сварных соединений»

Учебная цель:

- Познакомиться с с техникой сварки стыковых соединений с разделкой кромок 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 согласно требованиям нормативной документации;
- Формирование навыков работы с нормативными документами по сварке;
- Способствовать становлению умения оценивать результаты сварки на наличие дефектов 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. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ	4
2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СВАРКИ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ.....	4
3. ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗЛИЧНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ.....	5
3.1. Особенности сварки стыковых соединений в нижнем пространственном положении сварного шва	5
3.2. Особенности сварки стыковых соединений в вертикальном пространственном положении сварного шва	6
3.3. Особенности сварки стыковых соединений в горизонтальном пространственном положении сварного шва	12
3.4. Особенности сварки стыковых соединений в потолочном пространственном положении сварного шва	18
4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	21

1. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Сварное соединение — неразъемное соединение деталей посредством сформированного сварного шва.

По взаимному расположению деталей сварные соединения подразделяются на следующие группы:

1. Соединения стыковые
2. Соединения нахлесточные
3. Соединения тавровые
4. Соединения угловые

Каждые из этих групп соединений имеют сходства и отличия друг от друга по технике сварки. Например, угловые соединения У4 по ГОСТ 5264-80 конструктивно очень сильно напоминают стыковые соединения С17 по ГОСТ 5264-80, как показано на Рис. 1. Или тавровые соединения со скосом одной или двух кромок схожи с аналогичными стыковыми соединениями.

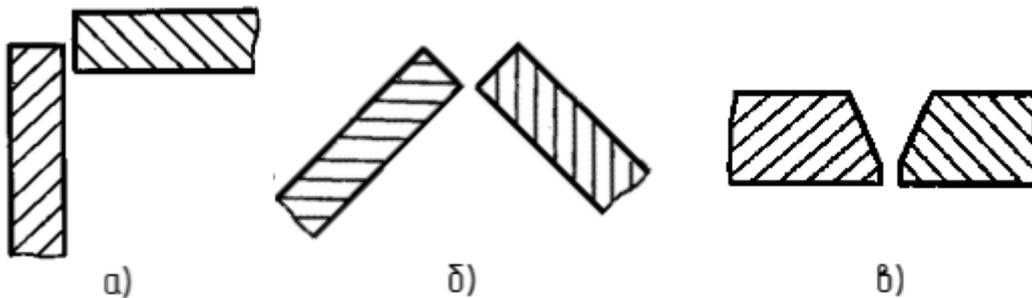


Рис. 1 – Угловые и стыковые швы по ГОСТ 5264-80: а) – угловой шов У4; б) – угловой шов У4 модифицированный; в) – стыковое соединение С17.

2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ СВАРКИ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Группа стыковых соединений весьма разнообразна. Насчитывается более 30 разновидностей стыковых соединений, отличающихся друг от друга формой подготовленных кромок и характером сварного шва (см. Рис. 2). В целом их можно разделить на 2 категории: стыковые соединения с подкладками и стыковые соединения с зазором. Последние считаются более сложными в исполнении, поэтому уделим им особое внимание.

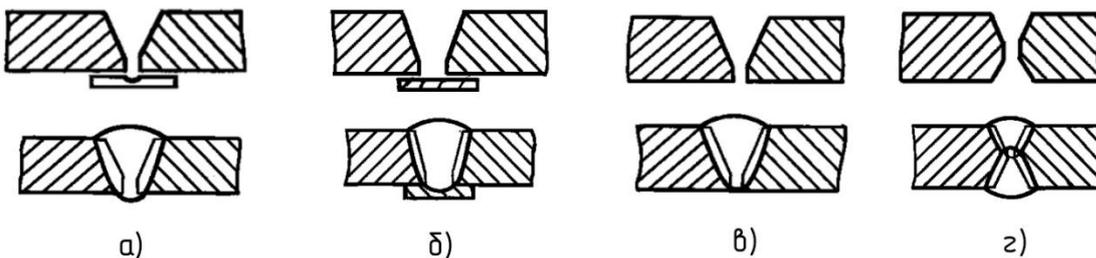


Рис. 2 – Стыковые соединения по ГОСТ 5264-80: а) – с отступающей подкладкой; б) – с остающейся подкладкой; в) – односторонние с зазором; г) – двусторонние с зазором.

Основная сложность в сварке стыковых соединений с зазором состоит в том, что сварщику необходимо обеспечить полное сплавление кромок корня шва, при этом не допустив прожогов и превышение выпуклости и вогнутости обратного валика.

В случае сварки двусторонних стыковых соединений, где предусмотрена выборка обратной стороны корня шва с выполнением подварочного шва, при сварке необходимо уделять большое внимание процессу формирования профиля корневого шва. Необходимо обеспечить плоский или даже слегка вогнутый профиль корня шва со стороны разделки кромок. Это возможно обеспечить, используя колебательные движения торца электрода с выходом на скос кромок и задержкой на них (см. рекомендации ниже). Обратная сторона корня шва подвергается обработке УШМ до чистого металла или дуговой

строжке и выполнению подварочного шва согласно требованиям технической документации (см. Рис. 3).

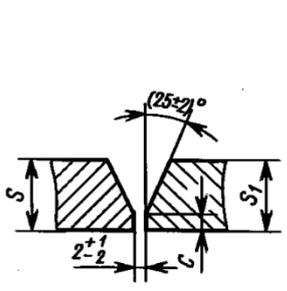
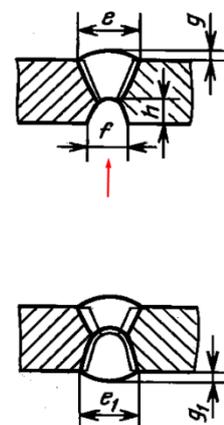
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$s = s_1$	c +2 -1	h +2 -1	f +2 -1	e		e_1 ± 2	$g = g_1$	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва					Номин.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.
С45			От 8 до 11	4	6	12	14	± 2	18	0,5	+1,5 -0,5
			Св. 11 до 14				16				
			Св. 14 до 17				20				
			Св. 17 до 20	7	9	14	24	± 3	20	0,5	+2,0 -0,5
			Св. 20 до 24				27				
			Св. 24 до 28				30				
			Св. 28 до 32	10	12	16	34	± 3	22	0,5	+2,0 -0,5
			Св. 32 до 36				36				
			Св. 36 до 40				38				

Рис. 3 – Стыковое соединение С45 по ГОСТ 5264-80

3. ОСОБЕННОСТИ СВАРКИ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОЛОЖЕНИЯХ

3.1. Особенности сварки стыковых соединений в нижнем пространственном положении сварного шва

Сварка стыковых соединений с зазором в нижнем положении сварного шва считается одной из самых легких в освоении и выполнении. Однако это не совсем так. Необходимо учесть, что в нижнем положении сложнее обеспечить необходимое качество корня шва из-за сложности контроля проплава. Дело в том, что шлак, который образуется при плавлении электрода, в совокупности с небольшой силой сварочного тока, может попадать в головную часть сварочной ванны и даже немного ее опережать. Это может приводить к возникновению непроваров, пор и вынужденных остановок.

Рекомендации по сварке корневых проходов стыковых соединений с зазором в нижнем положении сварного шва:

1. Сварку корневых проходов, как правило, выполняют электродами диаметром 2.5 или 3.0 мм.
2. Угол наклона электрода необходимо выдерживать близким к $90^\circ \pm 10^\circ$. В этом случае часть жидкого шлака будет через зазор стекать на обратную сторону шва и защищать его от воздействия атмосферы.
3. Если зазор недостаточен или происходит его стягивание, сварку рекомендуется производить углом назад. Это позволит «отгонять» шлак в хвостовую часть сварочной ванны и избежать зашлаковки.
4. Изменение угла наклона электрода позволяет несколько уменьшить (при $60^\circ - 50^\circ$) или увеличить (при 90°) проплавление.
5. В случае достаточно большого зазора при стандартных параметрах режима сварки происходит чрезмерное проплавление кромок. В этом случае необходимо расположить электрод на сварочной ванне, исключив прямое воздействие сварочной дуги на кромки, и сварка ведется на максимально короткой дуге. В этом случае плавление кромок происходит за счет теплового воздействия расплавленного металла сварочной ванны, которую необходимо «тащить» или «толкать».

6. При сварке возвратно-поступательными движениями, продвигаясь вперед по кромкам и воздействуя на них открытой дугой, необходимо совершать возвратные движения на сварочный валик с шагом приблизительно 5 – 10 мм, тем самым давая время расплавленному металлу начать процесс кристаллизации. Затем, продвигаясь электродом вперед, наплавляем следующую «порцию» металла.
7. Сварка корневого шва колебательными движениями электрода применяется при чрезмерном проплавлении кромок соединения. В этом случае «охлаждение» сварочной ванны происходит при отводе электрода из зазора поочередно на одну из кромок. Важным этапом при использовании этой техники является момент прехода электрода от одной кромки к другой через зазор. Переход необходимо осуществлять плавно на короткой дуге, при этом, обязательно необходимо фиксировать проплавление обеих кромок соединения. Высота подъема на кромки не должна превышать диаметра электрода. Угол наклона электрода при сварке выдерживать близким к $90^\circ \pm 10^\circ$.

Необходимо понимать, что сварка - это не статичный процесс. Внешние условия постоянно меняются в процессе сварки: температура металла, величина зазора и притупления, угол наклона электрода и т.д. Поэтому в процессе сварки необходимо вносить корректировки: менять угол наклона электрода в зависимости от степени проплавления кромок или на определенном этапе применить колебательные или возвратно-поступательные движения электрода. Поэтому важно освоить описанные выше способы сварки корневых проходов.

3.2. Особенности сварки стыковых соединений в вертикальном пространственном положении сварного шва

Сварка вертикальных швов ведется только на короткой дуге. Сварочный ток рекомендуется в основном минимальный или средний, позволяющий вести непрерывную сварку без отрыва дуги без подтеков металла шва. Угол наклона электрода к вертикальной плоскости составляет 80° - 90° , что способствует более прямому воздействию сварочной дуги на изделие и создает легкость в управлении сварочным процессом (Рис. 4). При сварке электродом под углом 45° - 60° создается «kozyрек» (неравномерное расплавление покрытия), что может мешать управлению сварочным процессом. Необходимо выполнять колебательные движения электродом на ширину валика в 2-4 диаметра электрода с покрытием.

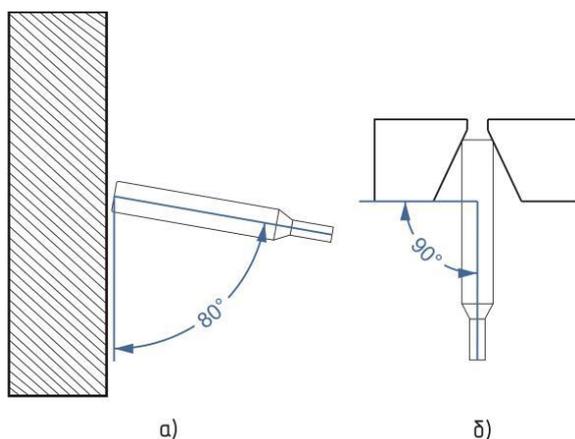


Рис. 4 – Углы наклона электрода при сварке в вертикальном положении сварного шва.

Наплавка, как правило, производится с применением «лестницаобразных» колебательных движений торца электрода и выполняется «углом вперед».

По мере наполнения сварочной ванны электродным металлом необходимо с каждым переходом из точки 1 в точку 2 и обратно в точку 3 (см. Рис. 5) производить подъем, задерживаясь в местах перехода. Задержка по времени должна быть такой, чтобы заполнить кратер электродным металлом и плавно вернуться на противоположную сторону не позднее, чем закристаллизуется там металл шва. Это способствует формированию «нормального» валика без подрезов и с плавным переходом к основному металлу и минимальными перепадами между чешуйками. Поэтому очень важен момент перехода. Ушел раньше - получил подрез и «выпуклый» валик. Передержал - наплыв и грубая чешуйка.

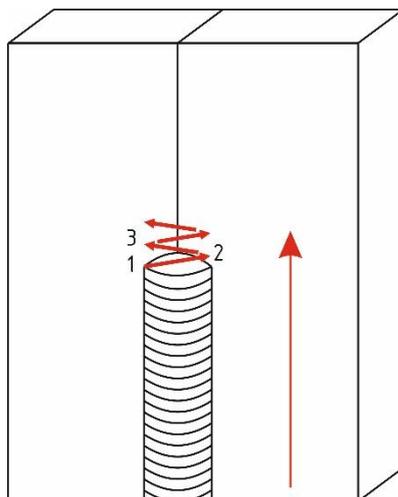


Рис. 5 - Колебательные движения электрода

Многие сварщики при сварке вертикальных швов применяют манипулирование электродом «дугой назад», что приводит к чрезмерной выпуклости шва. Это объясняется тем, что большая часть жидкого металла шва стекает в центр сварочной ванны, т.к. в центре шва более высокая температура, чем на краях валика.

В зависимости от толщины металла, притупления кромок и величины зазора рекомендуется применять три способа сварки корневого валика:

1. Сварка «треугольником» (Рис. 6) позволяет получить хорошее проплавление при малом зазоре (2 мм и меньше) и максимальном притуплении кромки (от 1 до 2 мм). В процессе сварки жидкая ванна должна находиться под углом, т.е. точка «а» (перемычка жидкого металла в зазоре между кромками) выше линии «б» (кристаллизирующейся чешуйки), что позволяет жидкому шлаку стекать вниз, закрывая кристаллизирующийся валик, и не мешать проплавлению кромок в зазоре. По окончании электрода кратер следует оставить под углом. Это необходимо для нормального зажигания нового электрода. Сварочная ванна под углом достигается следующим образом: в начале сварки набирается полочка, затем, поднимаясь сварочной дугой по стенке к зазору, проплащаем притупление кромок в зазоре, затем спускаемся по правой стенке, после чего переходим к левой кромке, формируя сварной шов.

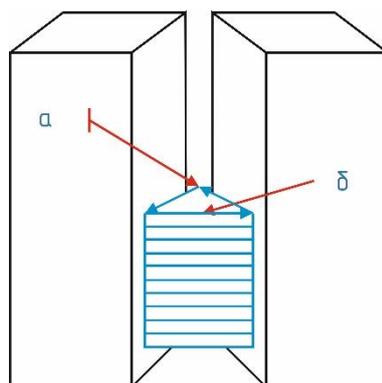


Рис. 6 – Сварка корневого шва в разделке кромок треугольником

2. Сварка «елочкой» (Рис. 7) при притуплении кромок и зазоре от 2 до 3 мм позволяет получить хорошее проплавление. Сечение валика средней полноты (меньше, чем при сварке «треугольником») дает возможность сформировать нормальный валик. Техника сварки вертикальных швов следующая: от зазора по одной из кромок (как бы прижавшись электродом к кромке) спуститься по ней, подавая электрод на себя на небольшое расстояние 5-7 мм, затем с небольшим постоянным подъемом и подачей электрода от себя вернуться в зазор; проплавить притупление (при необходимости сделать задержку) и спуститься по другой стороне, выполняя те же движения, не допуская подтеков, подрезов, наблюдая за формированием валика и

поддерживая точку «а» выше линии «б». Диаметр электрода 2.5 – 3 мм., сварочный ток для V-образной разделки - 60...90 А, для X-образной разделки диаметр электрода 3 мм. - сварочный ток 90...100 А.

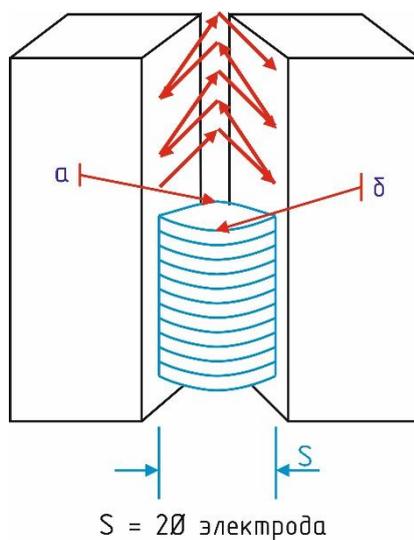


Рис. 7 – Движения электрода «ёлочкой»

3. Сварка вертикальных швов методом «лестница» (Рис. 8) применяется при максимальном зазоре более 2 мм и минимальном притуплении кромок (или без притупления), что обеспечивает хорошее проплавление, формирование обратного валика. Переход от кромки к кромке производится по прямой с постоянным минимальным подъёмом. Сварка ведётся короткой дугой, но без опирания на «козырёк» покрытия. Задержка на кромках - максимальная, переход - более быстрый, но плавный; сечение валика малое («лёгкий» валик). Диаметр электрода 3 мм. Сварочный ток минимальный 80 А ± 5 А - для V-образной разделки кромок и средний 90-100 А для X-образной. Сварочный процесс вести непрерывно (исключение - замена электрода и сварка тонкого металла).

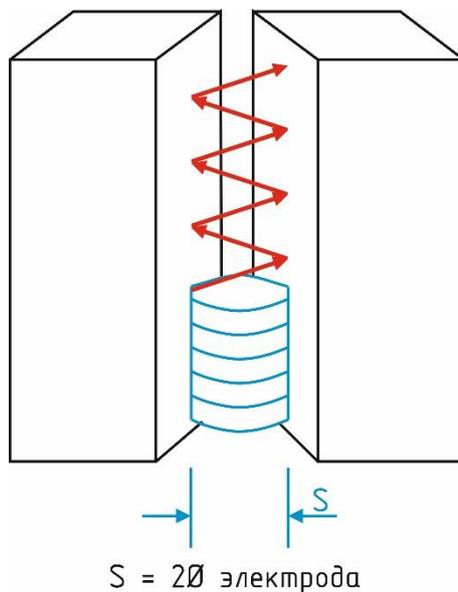


Рис. 8 – Сварка техникой «лестница»

Возобновление сварки в корневом проходе. Для того, чтобы обеспечить плавное сплавление обратной стороны корня шва необходимо выполнить утонение сварного шва с помощью УШМ, как показано на Рис. 9 (а, б) позиция А.

В случае, если сварка производится в один проход, а сварной шов в дальнейшем не подлежит механической обработке, возобновление сварке следует произвести способом изображённым на Рис.

9а. Необходимо зажечь электрод ближе к кромке и немного выше зоны Б. Быстро переместить электрод к зоне Б и «петлеобразным» движением электрода выполнить сплавление чешуек шва. Далее перемещая электрод от кромки к кромке, сплавляя их, постепенно замедлять скорость подъема до нормальной. В момент, когда торец электрода достигнет точки А, необходимо немного задержать его в этом положении для того, чтобы расплавленный металл смог заполнить до необходимой высоты обратную сторону корня шва. Однако не стоит долго задерживаться в точке А, иначе с обратной стороны может наплавиться избыточное количество металла. Данный способ позволяет снизить вероятность возникновения стартовых пор, т.к. место розжига электрода в процессе подъема будет переплавлено сварочной дугой

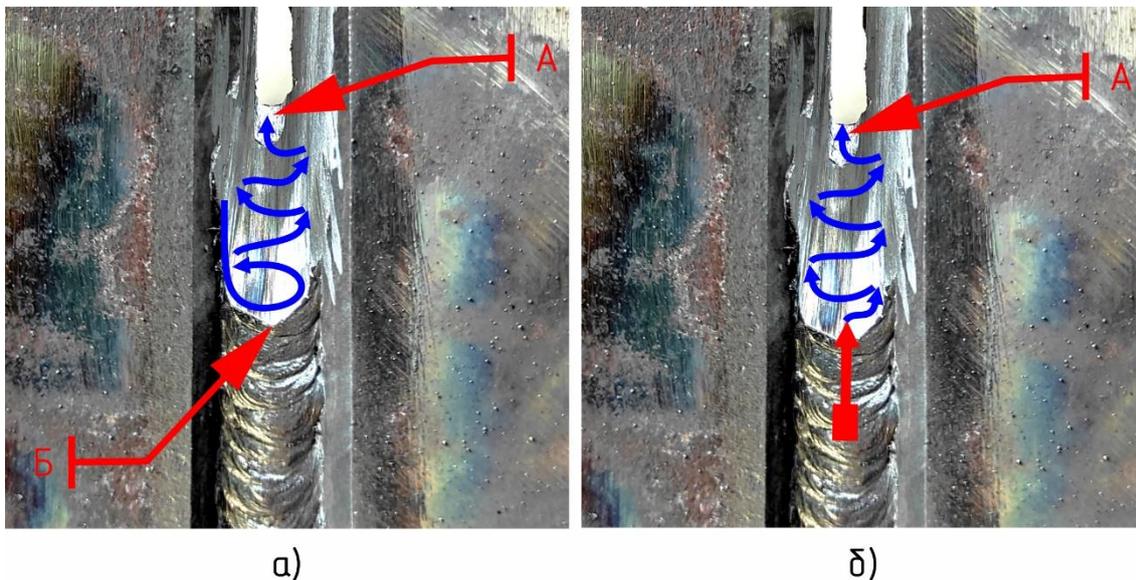


Рис. 9 – Техника возобновления корневого шва в вертикальном положении: а) при сварке в один проход; б) при сварке в несколько проходов.

При выполнении же многопроходного шва возобновление происходит ниже зоны Б (см. Рис. 9б), т.к. в этом случае перед выполнением заполняющего слоя образовавшийся наплыв и стартовые поры, если таковые имеются, подлежат удалению механическим способом с помощью УШМ. До границы зоны Б можно вести электрод без колебательных движений, а далее техника идентична описанной выше.

Заполнение разделки кромок. После окончания сварки корневого прохода, необходимо удалить образовавшиеся наплывы, поры, шлаковые карманы и др. дефекты. Если валик получился чрезмерно выпуклым с лицевой стороны, то его следует обточить до ровной поверхности, иначе возможно образование шлаковых включений и несплавлений в местах примыкания шва к разделке кромок (см. Рис. 10).

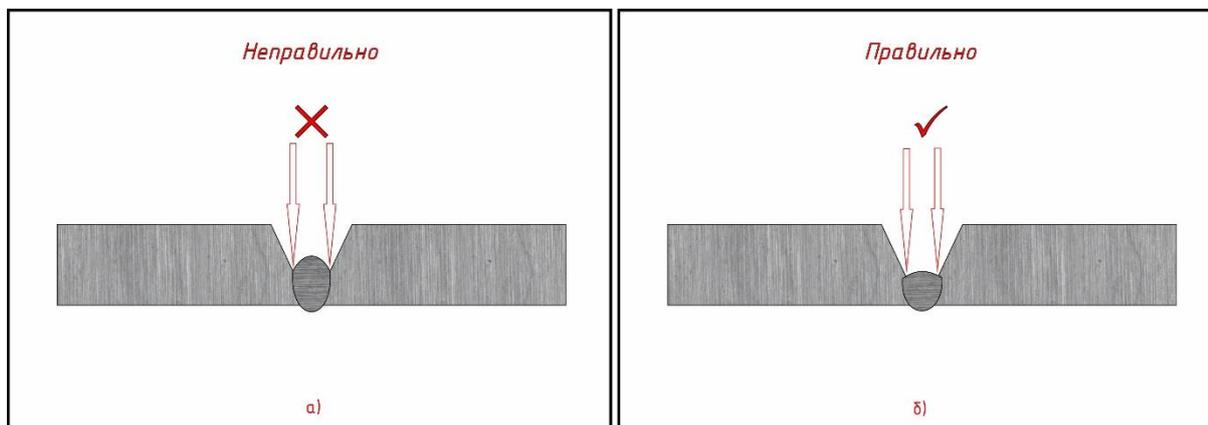


Рис. 10 – Чрезмерная выпуклость лицевой стороны корня шва.

В зависимости от толщины металла сварка может производиться в один или несколько слоёв, выполненных как в один, так и в несколько проходов (см. Рис. 11) в зависимости от толщины металла.

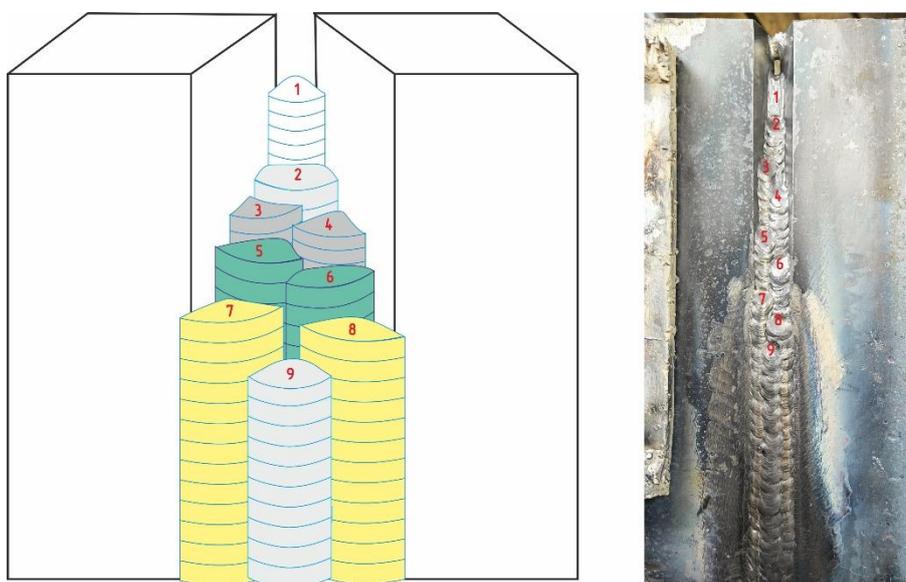


Рис. 11 – Многослойная сварка стыкового соединения в вертикальном положении

Второй проход, как правило, выполняется электродом того же диаметра, что и при выполнении корневого прохода, но на более высоком токе способом «лестница».

При выполнении сварки металла большой толщины применяется многослойная многопроходная сварка. В этом случае, третий и последующий проход целесообразно производить электродом диаметром 4 мм для более высокой производительности сварочных работ. Сварка производится колебательными движениями торца электрода способом «лестница» (описание см. выше) с обязательной задержкой в крайних точках для получения нормального или даже вогнутого профиля сварных швов. После выполнения каждого прохода/слоя необходимо производить зачистку сварных швов в местах возобновления сварки и в сплавлении между проходами и скосом кромок.

Предпоследний сварочный слой необходимо выполнить таким образом, чтобы лицевой край скоса кромок остался неоплавленным, и профиль сварного слоя находился ниже уровня поверхности сварного соединения (проход 5, 6 см. Рис. 12). Это позволит получить равномерную ширину облицовочного слоя и необходимую величину усиления сварного шва согласно требованиям нормативных документов.

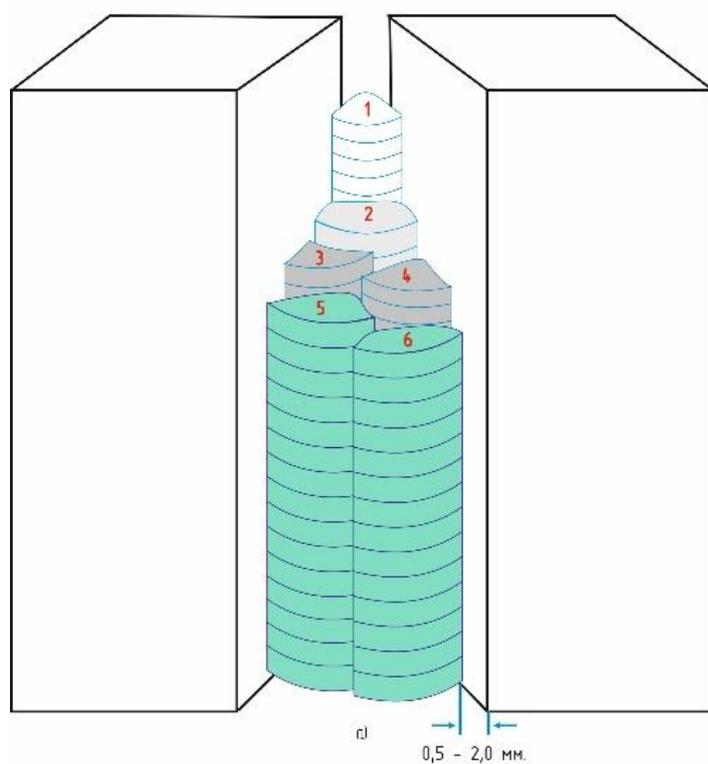


Рис. 12 - Пример формирования профиля шва перед облицовочным проходом: а) – схематическое изображение; б) – профиль шва; в) – вид сверху.

Сварка облицовочного слоя. Облицовочный многопроходной слой выполняется по следующей схеме (см. Рис. 13):

1. Необходимо выполнить проход №7, при этом необходимо сплавиться с основным металлом на расстоянии 1 – 2 мм от края разделки кромок;
2. Выполнить проход №8. Если ширина шва позволяет, то обязательно выполнять сплавление с валиком №7. На этом этапе важно получить вогнутый (1-2 мм) профиль шва (см. Рис. 13 г.);
3. Выполнить проход №9. Данный валик является особенно ответственным, т.к. необходимо тщательно выполнить сплавление валиков без западаний.



Рис. 13 – Порядок выполнения облицовочного многопроходного слоя

Особенности сварки облицовочного многопроходного шва:

- сварка облицовочного слоя ведётся на меньшем токе, а скорость сварки выше, чем при выполнении заполняющих слоёв;
- амплитуда колебательных движений торца электрода, как правило, не превышает двух диаметров электрода;
- остановки в крайних точках сварочного валика обязательны, однако они менее продолжительны, чем при сварке заполняющих слоёв или при выполнении облицовки в один проход.

3.3. Особенности сварки стыковых соединений в горизонтальном пространственном положении сварного шва

Сварка в горизонтальном положении сварного шва считается одной из наиболее сложных в исполнении. Под действием гравитации расплавленный металл сварочной ванны стремится вниз вдоль поверхности пластин перпендикулярно направлению сварки. Это приводит к образованию несимметричной формы профиля сварного шва и смещению вершины шва в нижнюю часть относительно линии соединения. Характерными дефектами сварных швов в этом случае выступают наплывы, натеки и подрезы (в том числе и обратной стороны корня шва) (см. Рис. 14).

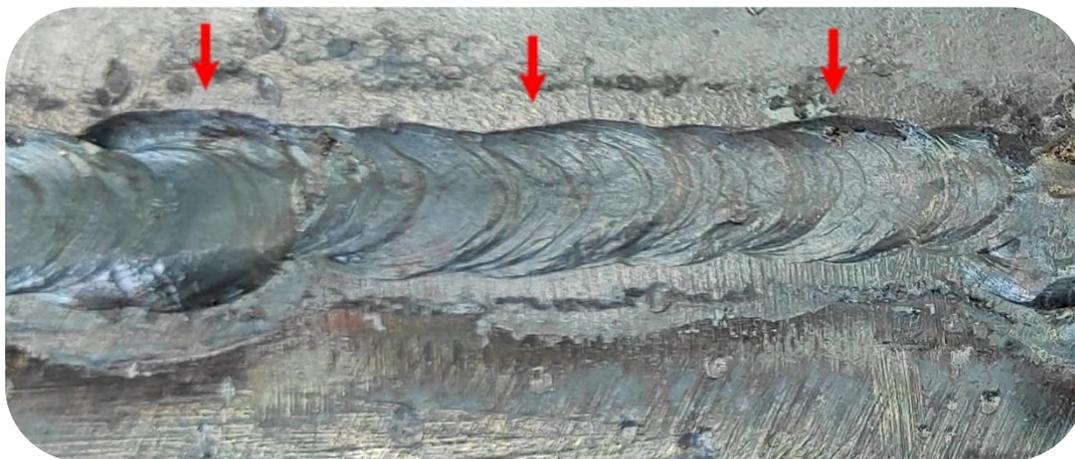


Рис. 14 – Подрез корня шва выполненного в горизонтальном положении

Одним из способов предупреждения возникновения данных дефектов является сварка узкими валиками – ширина валика не превышает 1 – 2 диаметра электрода с покрытием. Это достигается определенной скоростью сварки, а подбор силы сварочного тока позволит избежать подреза в верхней части шва. Угол наклона электрода относительно вертикальной плоскости составляет $80^\circ - 90^\circ$, сварка ведется «углом назад» (см. Рис. 15).

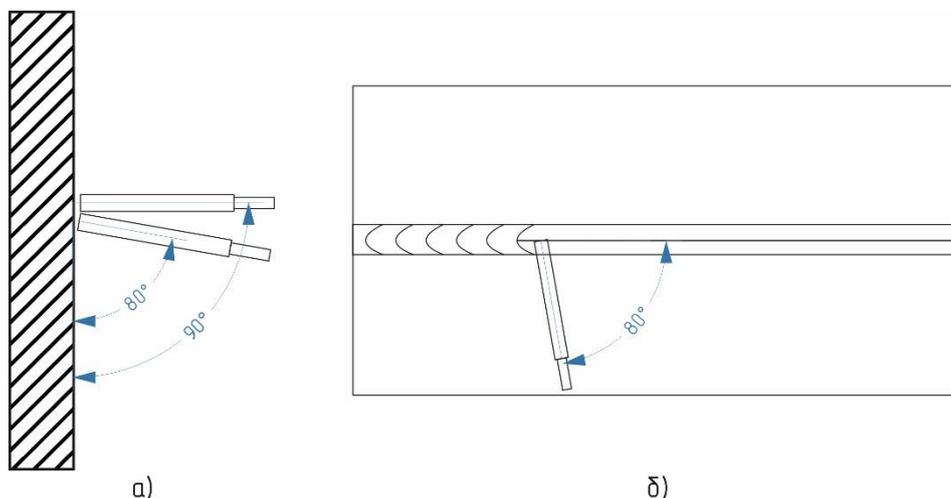


Рис. 15 – Положения электрода при сварке в горизонтальном положении: а) – относительно вертикальной плоскости детали; б) – относительно направления сварки

Ширина и высота валика сварного шва в этом случае достигается за счёт скорости сварки, колебательных движений торца электрода и силы сварочного тока.

При сварке стыковых соединений в горизонтальном положении корневого валика выполняется без поперечных колебательных движений короткой дугой. Угол наклона электрода необходимо выдерживать $80^\circ \pm 5^\circ$ в зависимости от проплавления верхней кромки разделки. Угол наклона электрода по отношению к направлению сварки в той же зависимости. Шлак частично стекает вниз, а часть в зазор, что и позволяет варить под прямым углом.

В зависимости от проплавления в зазор, необходимо выдерживать сварку «углом вперед», если необходимо уменьшить проплавление, и «углом назад», если необходимо большее проплавление корня шва. Сварочный ток минимальный или средний.

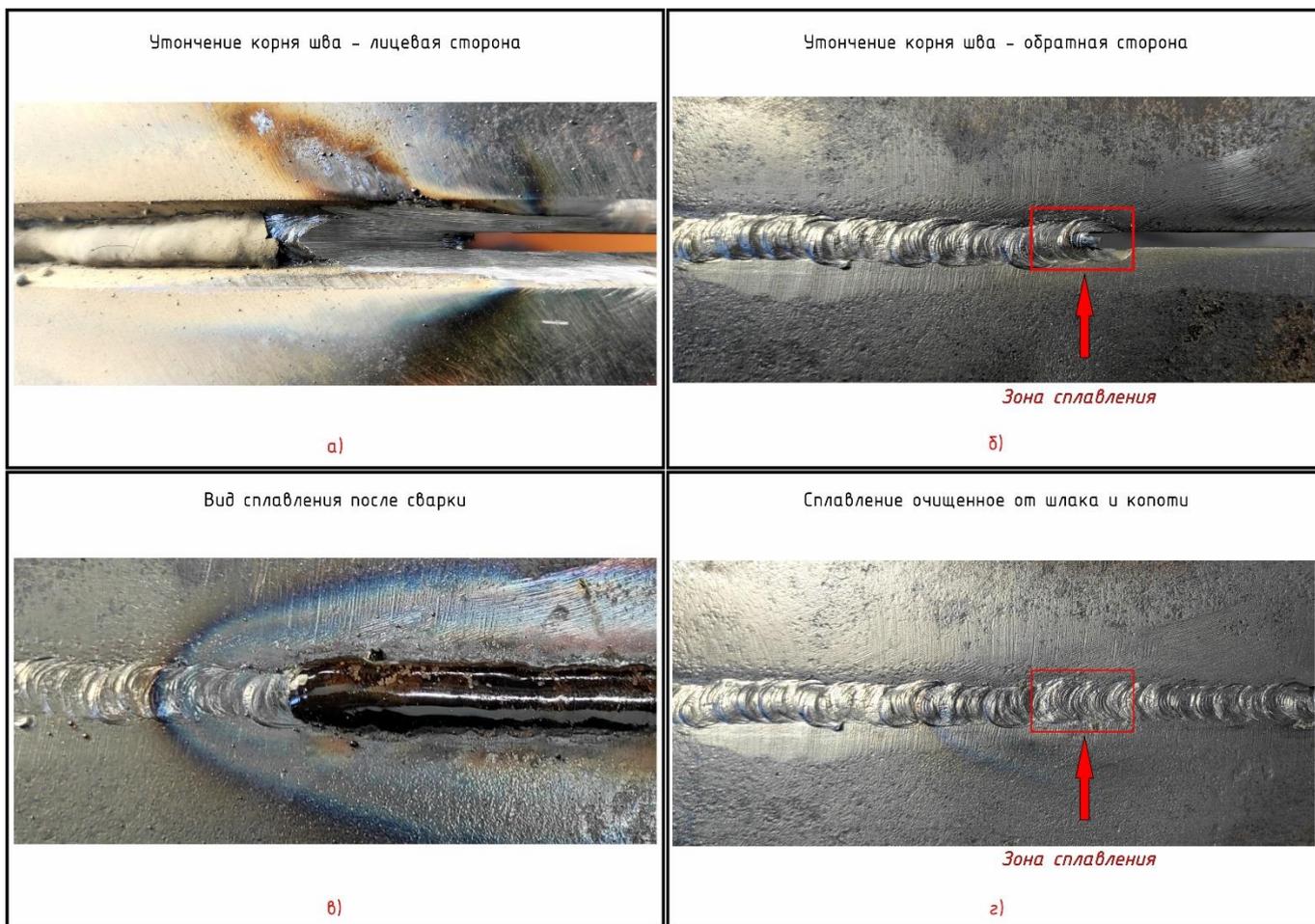


Рис. 16 – Утонение и сплавление валиков корня шва.

При замене электрода необходимо следовать рекомендациям, описанным в предыдущей лекции. Зажигание на застывшем кратере горизонтальных швов производить после их подготовки под сварку. Соединение чешуек в таком случае получается ровным или с минимальным перепадом. За время движения по утонению сварного шва (см. Рис. 16) к месту сплавления необходимо добиться законченного формирования сварочной ванны: отсутствие шлака в головной части ванны, ширина ванны достаточная для сплавления кромок, устойчивое горение сварочной дуги. Скорость сварки выдерживать такой, чтобы формировался правильный валик без подрезов в верхней части и без наплывов в нижней его части.

После выполнения корневого прохода, необходимо произвести подготовку сварного шва: удалить с помощью УШМ наплывы, натеки, шлаковые корманы, выровнять поверхность сварного шва. В случае обнаружения внутренних дефектов во время подготовки шва, их необходимо удалить до «чистого» металла.

Второй слой, как правило, выполняют также в один проход, но на более высоком токе. В этом случае можно использовать электрод большего диаметра. Сварка 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. 17). Это обеспечивается подбором силы сварочного тока и скорости сварки, а также углом наклона электрода.

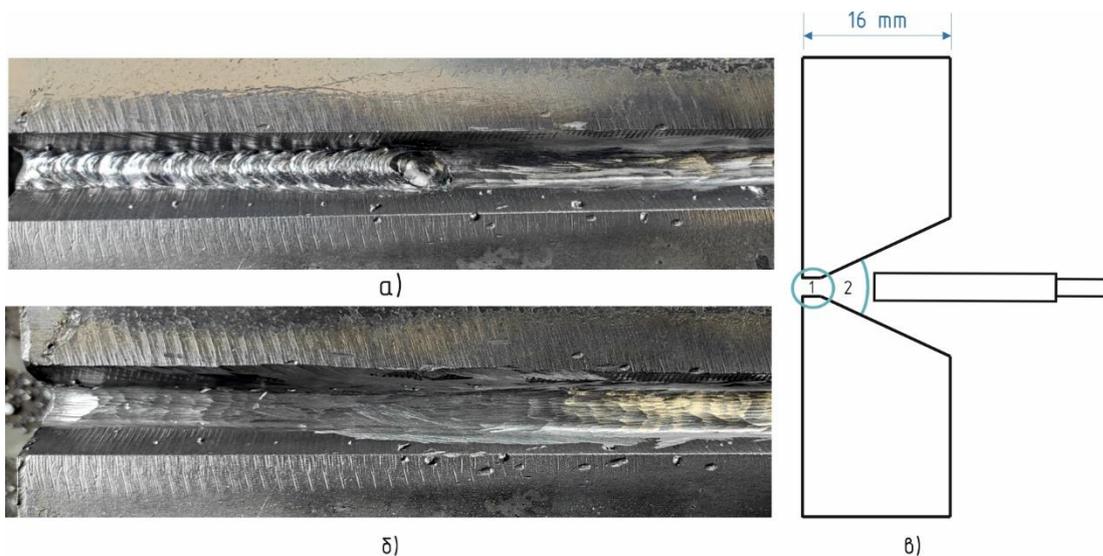


Рис. 17 - Профиль проходов 1-2

Третий проход необходимо выполнить с усилением. Усиление валика будет играть роль «подпорки» при выполнении 4-го прохода. При сварке третьего валика необходимо выдерживать угол наклона электрода около 30° относительно нормали (см. Рис. 18), сварка как и прежде ведется «углом назад». Следует обращать внимание на образование наплыва или натека на нижнюю кромку.

Размер третьего валика необходимо обеспечить таким, чтобы расстояние между его поверхностью и верхней кромкой оставалось не менее диаметра электрода с обмазкой, иначе сварка четвертого прохода будет сопряжена с риском образования шлаковых включений или межваликового несплавления.

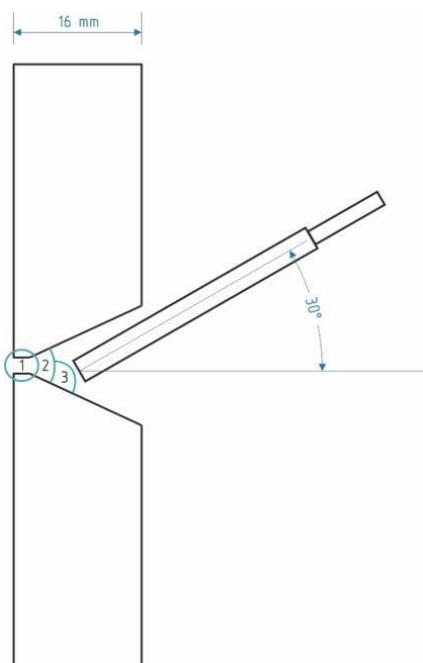


Рис. 18 – Профиль валика сварного шва и угол наклона электрода №3

Четвертый проход выполняется без манипулирования торцом электрода, если расстояние между поверхностью третьего валика примерно равно диаметру электрода с покрытием и применять колебательные движения, если это расстояние больше. При сварке необходимо следить, чтобы каждый последующий валик перекрывал предыдущий на величину около 50%, как при наплавке. Край сварочной ванны необходимо соединить с вершиной предыдущего валика. При сварке без колебательных движений это условие выполняется подбором силы сварочного тока и скорости сварки,

а в качестве ориентира можно использовать край валика №3, принимая его за центр валика №4. Угол наклона электрода указан на Рис. 19.

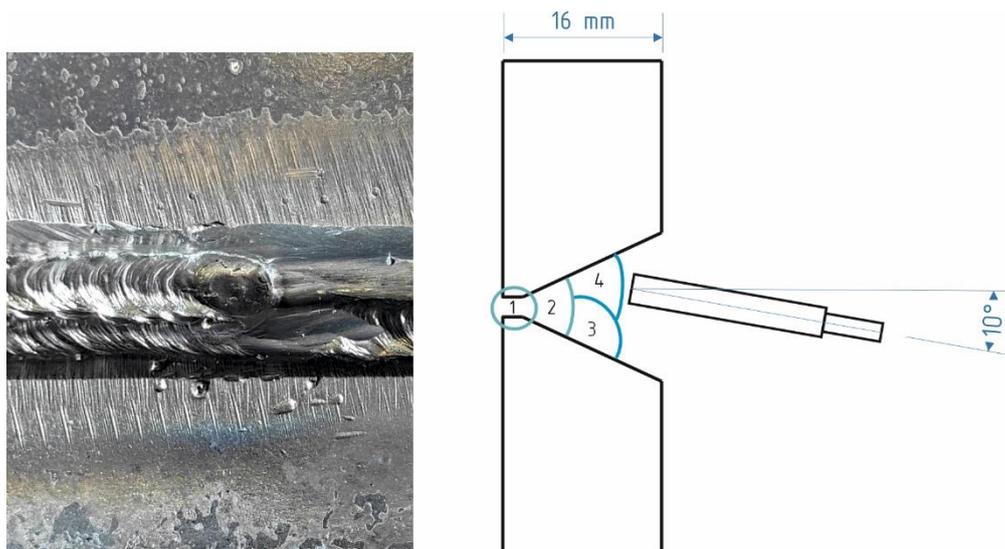


Рис. 19 – Сварка горизонтальных швов, проходы 1-4

При выполнении прохода, который будет завершать слой (в нашем примере это валик №4 Рис. 19) необходимо стремиться получить правильный профиль сварного шва. Если же профиль шва будет выполнен с усилением, то при сварке следующих слоев могут образовываться несплавления в получившемся углублении (см. Рис. 20). В этом случае необходимо с помощью УШМ удалить часть усиления сварного шва до нормального уровня.

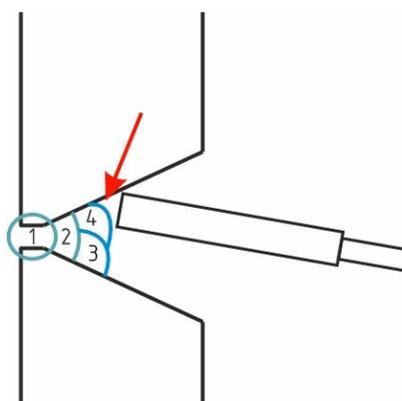


Рис. 20 - неправильная форма шва 4 прохода

Далее разделка кромок заполняется по технологии, описанной выше (сварка валиков №3 и №4) вне зависимости от толщины свариваемых деталей. Необходимо не забывать, что при обнаружении наплыва или подозрении на образование наплыва или межваликового несплавления, необходимо проводить зачистку сварных швов с помощью УШМ.



Рис. 21 – Проходы №5,6,7

Остановки и возобновления производятся по технологии, описанной в предыдущей лекции.

Последний - облицовочный слой необходимо выполнять узкими валиками, особое внимание уделять сплавлению швов. Необходимо стремиться получить равномерную, ровную, выпуклую наплавленную поверхность. Величина выпуклости определяется согласно ГОСТ 5264-80 (см. Рис. 22), по номеру шва и толщине металла в общем случае не превышает 2,5 мм.

Таблица 21

Размеры, мм

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$s = s_1$	e		g		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	
С17			От 3 до 5	8	±2	<u>0,5</u>	+1,5 -0,5	
			Св. 5 до 8	12				
			Св. 8 до 11	16				
			Св. 11 до 14	19	±3		<u>0,5</u>	
			<u>Св. 14 до 17</u>	22				
			Св. 17 до 20	26				
			Св. 20 до 24	30				
			Св. 24 до 28	34				
			Св. 28 до 32	38				
			Св. 32 до 36	42	±4		<u>0,5</u>	+2,0 <u>-0,5</u>
			Св. 36 до 40	47				
			Св. 40 до 44	52				
			Св. 44 до 48	54				
			Св. 48 до 52	56				
Св. 52 до 56	60							

Рис. 22 – Стыковое соединение С17 по ГОСТ 5264-80

Последний валик облицовочного слоя необходимо выполнять на меньшем (10% - 15%) значении сварочного тока чем предыдущие проходы. Особое внимание следует уделить заполняемости подреза в верхней части сварочной ванны. Не перемещать электрод слишком быстро или выполнять сварку на длинной дуге. Сварка «углом вперед» позволяе получить меньшую высоту выпуклости сварного шва, а также уменьшить вероятность образования подрезов и наплывов.

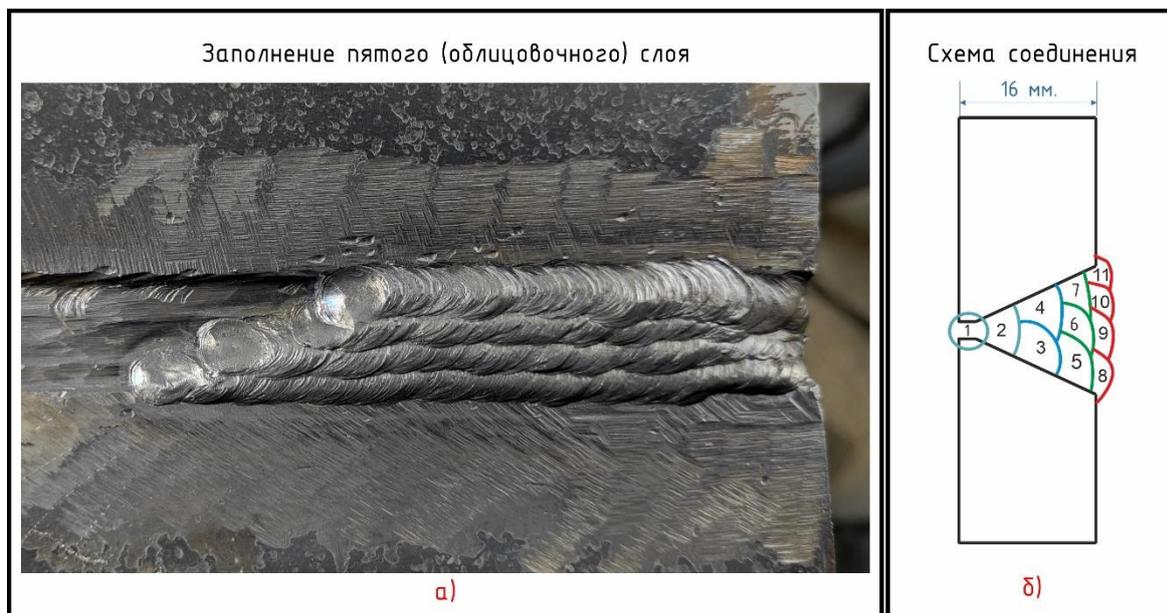


Рис. 23 - Проходы №8,9,10,11. Облицовочный слой

3.4. Особенности сварки стыковых соединений в потолочном пространственном положении сварного шва

Сварка потолочных швов является одной из самых сложных задач, стоящих перед сварщиком. Сварка в этом положении осложняется тем, что приходится выполнять формирование сварного шва в стесненном и неудобном положении, затрудненностью визуального контроля сварочной ванны, наличием падающих искр и расплавленного металла на сварщика и т.д.

Сварку стыковых соединений в потолочном положении можно проводить как от себя, так и на себя. В первом случае сварщику доступна большая область контроля сварочной ванны с более выгодного ракурса, однако в этом случае трудно обеспечить статичное положение тела сварщика, т.к. в этом случае происходит быстрое утомление мышц, а также возможно получение ожогов рук, если искры попадают в складки защитной одежды. Сварка на себя более предпочтительна. При таком способе сварки появляется возможность занять более удобное положение возле изделия, однако ухудшается видимость, а вследствие этого и контроль сварочной ванны, т.к. большая часть сварочной ванны загорается электродом. В этом случае можно производить манипулирование электродом с целью контроля сплавления кромок соединения и межваликового сплавления.

Сварка корневых проходов. Сварка корневых проходов является самым сложным и ответственным участком сварного шва, а сварка корня шва в потолочном положении, наверное, один из самых сложных в освоении навыков.

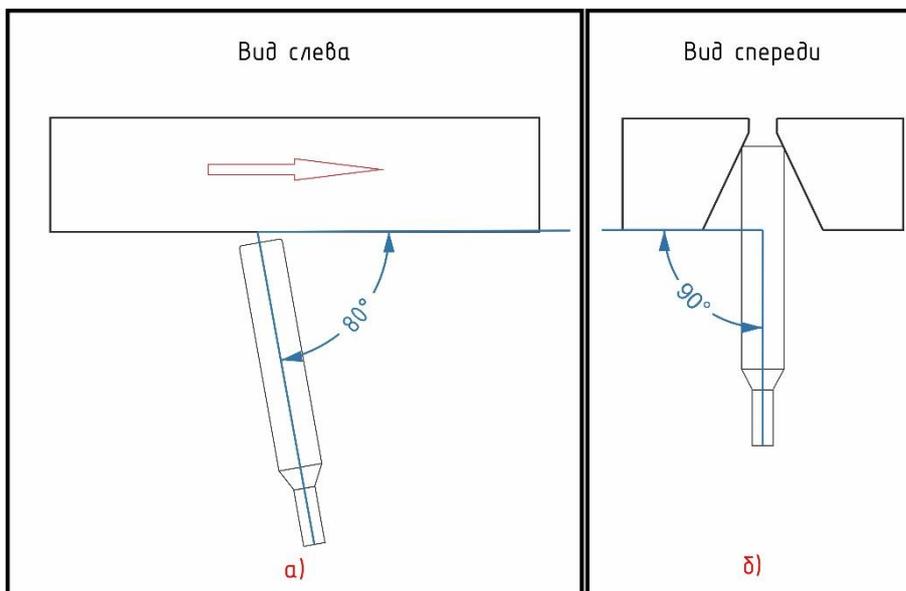


Рис. 24 Положение электрода при сварке корневых проходов

Для корневых проходов в потолочном положении характерны следующие дефекты: непровары, утяжина корня шва, подрез корня шва. Наиболее сложной задачей для начинающего сварщика является получение нормальной выпуклости усиления сварного шва, т.к. в большинстве случаев будет получаться вогнутость, а в худшем случае непровары или прожоги.

Корневой валик, в зависимости от величины притупления и зазора, рекомендуется сваривать без колебательных движений электродом диаметром 2,5 – 3,0 мм. Сварочный ток подбирается в зависимости от диаметра электрода, притупления и величины зазора и по величине близок к минимально рекомендуемым значениям для данного диаметра электрода. Например, для выполнения стыкового соединения С17, толщина металла 10мм, притупление кромок 2мм, зазор 3-4 мм, электроды УОНИ 13/55, Ø 2,5 мм оптимальным значением силы сварочного тока будет 65-68 А. Однако стоит помнить, что изменение любого параметра конструктивных элементов подготовленных кромок повлечет за собой изменение этой величины.

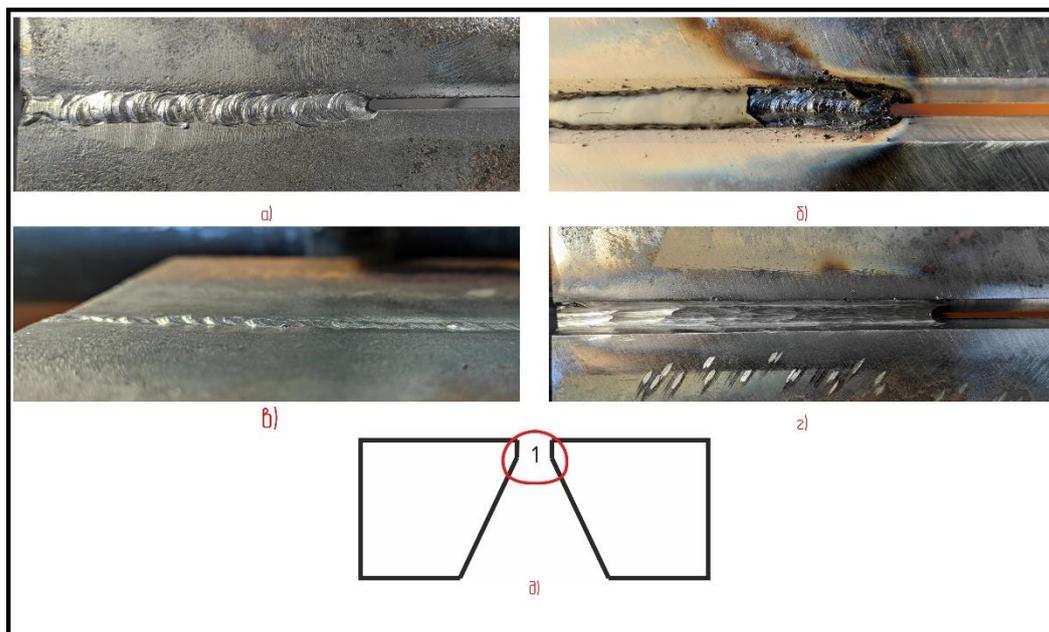


Рис. 25 – Фотографии корня стыкового шва в положении РЕ: а) Обратная сторона; б) Лицевая сторона; в) Обратная сторона, вид сбоку; г) Лицевая сторона, подготовка поверхности под за-
полняющий слой; д) Схематическое изображение.

Выполнять сварку корневого прохода необходимо на максимально короткой дуге с постоянным поступательным движением. В процессе сварки необходимо добиться того, чтобы сварочная дуга горела с обратной стороны. Это можно фиксировать через зазор, т.к. через него будет проникать яркий

свет, а также характерному глухому, шипящему звуку. Скорость сварки необходимо подбирать такой, чтобы обеспечить как формирование обратного валика, так и отсутствие чрезмерной выпуклости с лицевой стороны шва (см. Рис. 25 а,б,в). В противном случае чрезмерную выпуклость необходимо будет удалить с помощью УШМ (см. Рис. 25 г), иначе при выполнении заполняющих проходов велика вероятность образования шлаковых включений и межвалякового несплавления.

Выполнение заполняющих проходов. В отличие от сварки в горизонтальном положении, выполнение заполняющих проходов в потолочном положении сварного шва рекомендуется производить с манипулированием торца электрода. Однако необходимо следить чтобы профиль сварного шва формировался вогнутым или номальным. Допускается небольшая выпуклость без образования шлаковых карманов.

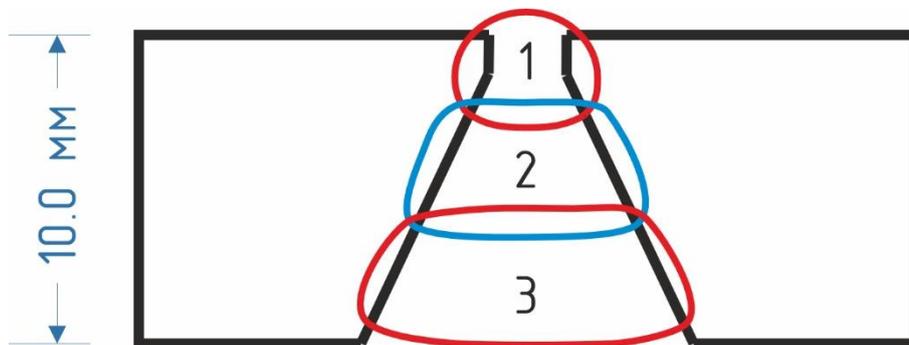


Рис. 26 – Заполняющие слои №2 и №3

Проходы за №2 и №3 (см. Рис. 26) следует выполнять с «лестницеобразными» колебательными движениями электрода, выполняя задержки у скоса кромок. Данный прием позволяет получить нормальный или даже вогнутый профиль сварного шва, требующего минимальной обработки перед выполнением последующих слоёв.

Если толщина свариваемых пластин достаточно велика (более 10 мм.), то последующие слои необходимо выполнять в несколько проходов (см. Рис. 28а), т.к. размеры сварочной ванны будут уже слишком велики для формирования шва необходимого профиля в один проход. Сварку можно выполнять без колебательных движений, как при наплавке.

После завершения каждого слоя необходимо выполнять обработку сварного шва с помощью УШМ: зачищать места возобновления сварки, выравнивать профиль чрезмерно выпуклых проходов и контролировать наличие шлаковых корманов возле разделки кромок.

Сварка облицовочного слоя. Предпоследний слой – проходы №4 и №5 (Рис. 28), необходимо выполнить с таким расчетом, чтобы осталось небольшое незаполнение разделки кромок (до 2 мм). В этом случае грани разделки кромок будут служить ориентиром при выполнении облицовочного слоя, чтобы сформировать ширину шва требуемого нормативными документами размера.

При сварке пластин небольшой толщины (до 10 мм.), облицовочный слой следует выполнять в один проход, используя колебательные движения торца электрода с задержкой в краях. Сварку вести углом вперед, т.к. такой способ сварки обеспечивает менее выпуклую форму профиля сварного шва, а также уменьшает вероятность образования подрезов.

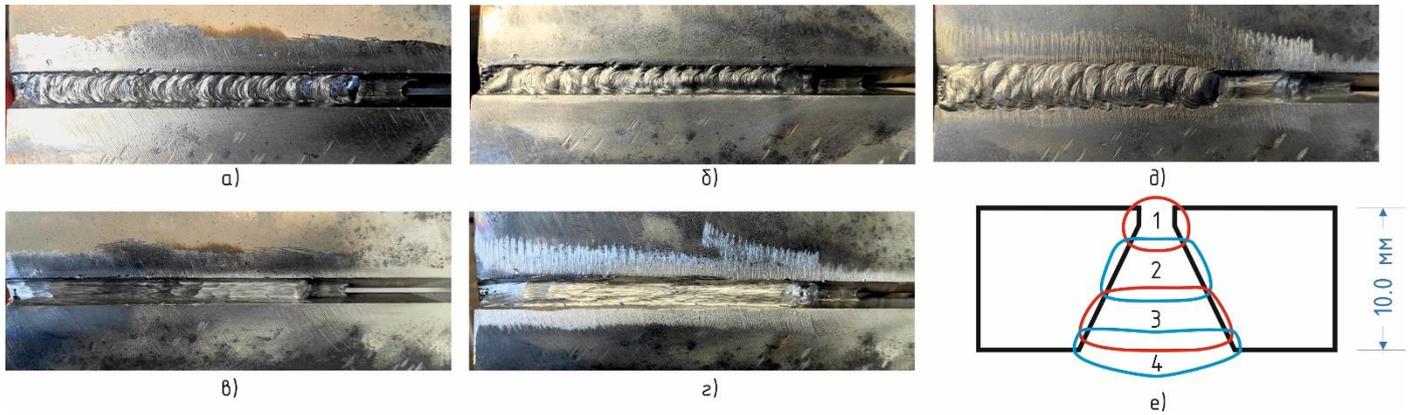


Рис. 27 – Заполнение и облицовка: а) Слой №2; б) Слой №3; в) Подготовка слоя №2; г) Подготовка слоя №3; д) облицовочный слой №4; е) Схематическое изображение соединения.

При сварке облицовочного слоя в несколько проходов (см. Рис. 28) проходы №6, 7, и 8, в зависимости от ширины шва выполняются с колебательными движениями торца электрода или без них. При выполнении прохода №8 (Рис. 28) необходимо добиться такой ширины валика шва, чтобы сплавить вершины валиков №6 и №7 с плавным межваликовым сплавлением без западаний.

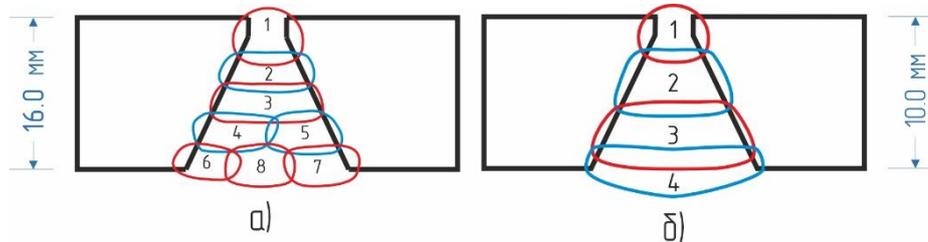


Рис. 28 - Очередность выполнения сварочных проходов: а) Для пластин толщиной 16мм.; б) для пластин толщиной 10 мм.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сварка стыковых соединений является одним из наиболее сложных и ответственных навыков сварщика. На передний план выходит умение контролировать форму сварочного шва, т.к. для заполнения разделки требуются швы с плоским или даже вогнутым профилем. А умение выполнить качественное одностороннее стыковое соединение с полным проплавлением корня шва считается наивысшей ступенью мастерства в сварочном деле.

Сварка под рентгенографический контроль требует очень тщательной подготовки сварного соединения: формирование необходимого притупления и зазора, выполнение качественных прихваток и их подготовку перед сваркой. Но и во время сварки необходимо выполнять послойную подготовку сварного шва: очистка от шлака, удаление стартовых пор и включений, наплывов и шлаковых карманов.

Не стоит торопиться и сокращать время на выполнение сварного соединения за счет сокращения времени на подготовку металла к сварке или игнорирование операций по подготовке сварного шва к следующим проходам. Невыполнение этого правила может привести к возникновению недопустимых дефектов и к повышенным затратам времени и материалов на их устранение.

