

МДК 01.02 Технология производства сварных конструкций

Преподаватель Романенко А.И.

ТЕМА

**ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ
ТРУБОПРОВОДОВ**



Трубопровод — это инженерное сооружение, предназначенное для транспортировки жидких, газообразных и твердых (сыпучих) продуктов.



Основные марки сталей, применяемые в производстве труб

Марки сталей	Применение
<p>Углеродистые конструкционные стали качественные и обычного качества (10, 15, 20, 08, Ст3-6сп)</p>	<p>Трубопроводы котлов высокого давления, коллекторов, перегревателей, водопроводов, газопроводов и систем отопления</p>
<p>Легированные и низколегированные конструкционные стали, в том числе теплоустойчивые (10Г2, 09Г2С, 15ХМ, 15Х5М, 12Х1МФ, 15ГС, 17ГС, 12ГСБ)</p>	<p>Магистральные газопроводы, нефтепроводы и нефтепродуктопроводы, трубопроводы питательной воды котлов водоподготовки, транспортирующих обычные, сероводородосодержащие и коррозионно-активные среды.</p>
<p>Легированные нержавеющие коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные стали (08Х18Н10Т, 08Х18Н12Т, 03Х18Н11, 12Х18Н12Т, 12Х18Н10Т)</p>	<p>Трубопроводы, транспортирующие сильно коррозионно-активные и умеренно опасные среды и работающие при высоких температурах.</p>



Трубопроводы состоят из:

- прямых участков труб,
- деталей,
- запорно-регулирующей арматуры,
- контрольно-измерительных приборов,
- средств автоматики,
- опор и подвесок,
- крепежа,
- прокладок и уплотнений,



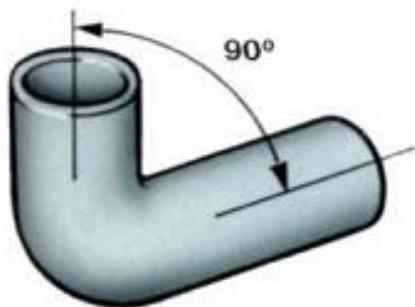
Детали трубопроводов — это соединительные детали, которые используют при строительстве трубопроводов различного назначения, необходимые при изгибах, наклонах, поворотах, изменении диаметра труб и в случае, когда трубопровод временно не используется.

Соединяются детали при монтаже трубопровода, как правило, сваркой встык.



ОТВОД (КОЛЕНО)

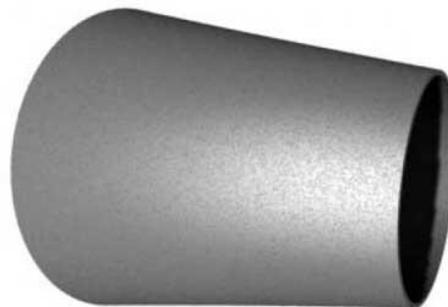
Отвод- трубный отрезок, который изгибают под углом 30, 45, 60, 90, 180 градусов, служащий для соединения трубы и плавного изменения направления потока.





ПЕРЕХОД

Переходы - специальные детали, предназначенные для соединения труб различных диаметров





ТРОЙНИК

Тройники — это детали трубопроводов, имеющие три отверстия. Использование тройника позволяет подключать к основной трубе несколько дополнительных ответвлений. Кроме того, с помощью тройников можно плавно изменять диаметр труб.





ФЛАНЕЦ

Фланец — плоская деталь трубопровода, предназначенная для монтажа отдельных его частей, а также для присоединения оборудования к трубопроводу.





ЗАГЛУШКА

Заглушка — деталь предназначенная для закрытия концевых отверстий в трубопроводах и изготовления ёмкостей.





КОМПЕНСАТОР

Компенсатор — устройство, позволяющее воспринимать и компенсировать перемещения, температурные деформации, вибрации, смещения.





Электроды для ручной электродуговой сварки трубопроводов

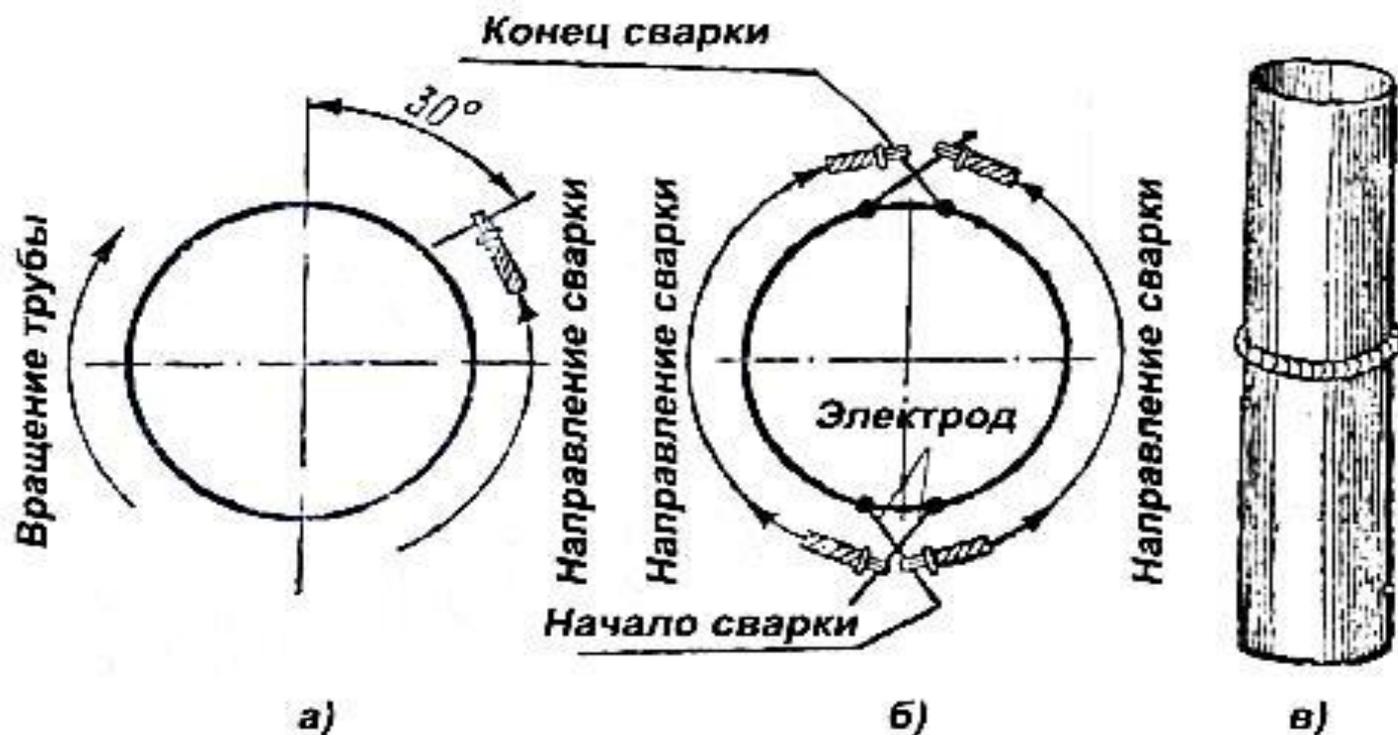
Вид покрытия	Применение	Преимущества (достоинства)
Рутилово-кислотное		Удаление шлаков при узкой стыковке элементов
Рутиловая	Создание угловых соединений и прихваток	Шов с привлекательным видом, хорошо удаляют шлаки, быстро зажигаются при вторичном использовании
Рутилово-основное	Получение корневых швов трубопроводов, имеющих средний и малый размер диаметра.	



Вид покрытия	Применение	Преимущества (достоинства)
рутилово-целлюлозное		Универсальное решение для сварки элементов с толстым покрытием
Целлюлозное	Кольцевые швы при соединении труб с большим диаметром.	
Основные	при любой стыковке, независимо от положения шва.	Наибольший эффект от использования таких электродов можно получить при соединении элементов с толстыми стенками и с плохими сварными свойствами

Общие сведения по сварке трубопроводов

При монтаже трубопроводов, сварные стыки между трубами в трубопроводе могут быть поворотными, неповоротными и горизонтальными, как показано на рисунке ниже.



Сварные стыки труб:
а) - поворотный, б) - неповоротный, в) - горизонтальный



Перед сборкой и сваркой необходимо проконтролировать следующие факторы:

- наличие сертификата на трубы,
- отсутствие эллипсности по диаметру трубы,
- отсутствие разностенности.

Допускаемая величина разностенности составляет не более 10% от толщины стенок, но не более 3мм.

Также необходимо обратить внимание на содержание различных химических элементов в составе трубы и определить, соответствуют ли эти значения требованиям, указанным в стандартах на эти трубы.



Работы по сварке трубопроводов допускается выполнять при температуре окружающего воздуха не ниже -20°C . Если температура будет ниже, то расплавленный металл начинает активно поглощать различные газы (в основном, кислород и водород). В результате этого образуются поры и другие дефекты в сварных швах. Всё это значительно уменьшает механические свойства труб и снижает их эксплуатационные показатели.



Также необходимо учесть тот момент, что содержащиеся в металле трубы легирующие элементы сильно влияют на свариваемость. Поэтому, **сварку труб, содержащих легирующие элементы, необходимо сваривать при температуре, не ниже -10°C** из-за того, что при сварке данные трубы склонны к образованию холодных закалочных трещин в сварных швах. Иногда эти трещины выходят за границу сварного шва в зону термического влияния.



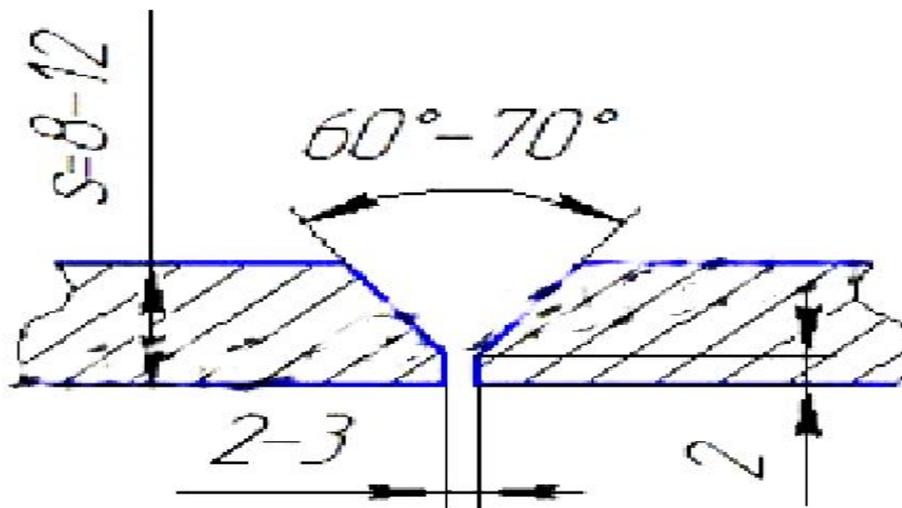
Подготовка труб к сварке

1. Очистка стыков труб

Очистку свариваемых труб рекомендуется выполнять следующим образом. Следы от масел, красок, лаков и других органических покрытий убирают при помощи бензина, или специального растворителя. От грязи и ржавчины кромки можно очистить стальными щётками или абразивными кругами.

2. Разделка кромок труб под сварку

При подготовке стыков труб под сварку необходимо проверить следующие показатели: перпендикулярность торца трубы к её продольной оси. Суммарный угол раскрытия стыка должен составлять $60-70^\circ$. Величина притупления $2-2,5\text{мм}$. Фаски с торцов труб можно снимать механической обработкой, газовой резкой или другими способами, которые позволяют получить нужную форму, размеры и качество поверхности обрабатываемых кромок.





3. Сборка труб под сварку

При сборке стыков труб необходимо совмещать их кромки так, чтобы поверхности стыков обеих труб совпадали, и ось трубопровода не была смещена. После сборки труб диаметром до 300мм, стыки скрепляют прихватками, длиной 50-80мм в 4-х местах. При сварке труб диаметром более 300мм прихватки располагают равномерно по окружности, и рекомендуемое расстояние между прихватками составляет 250-400мм.



СВАРКА ПОВОРОТНЫХ СТЫКОВ ТРУБ

Провар корня шва выполняют электродами, диаметром 2-4мм. Высота первого шва составляет, как правило, 3-4мм. Для выполнения второго и последующих слоёв выбирают электроды большего диаметра и при повышенной силе тока. Первый и второй слои шва можно выполнить несколькими способами, которые рассмотрены ниже.

Первый способ сварки поворотного стыка

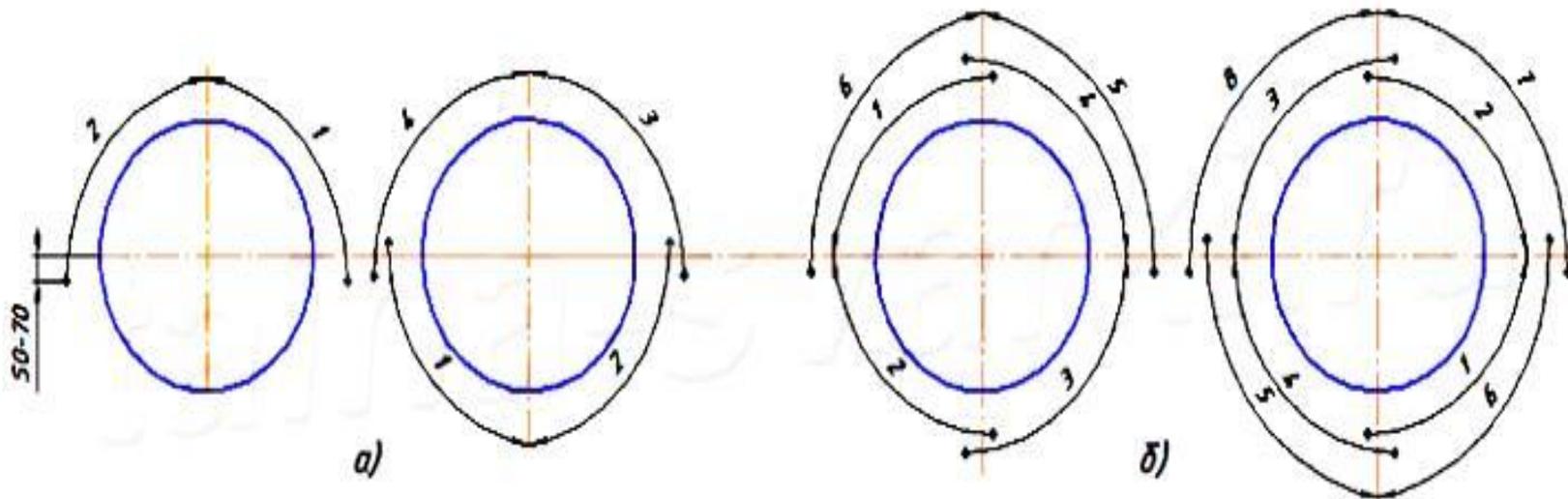


Схема сварки стыка труб. Первый способ сварки
а - первого слоя, б - второго слоя

Стык трубопровода условно разделяют на 4 примерно одинаковых участка. Сначала сваривают участки 1-2, затем трубу поворачивают на 180° и заваривают участки 3 и 4. После сварки первого слоя, трубу разворачивают ещё на 90° и выполняют сваривание участков 5 и 6. И потом, после поворота трубы ещё на 180° , выполняют сварку оставшихся участков 7 и 8.

Второй способ сварки поворотного стыка

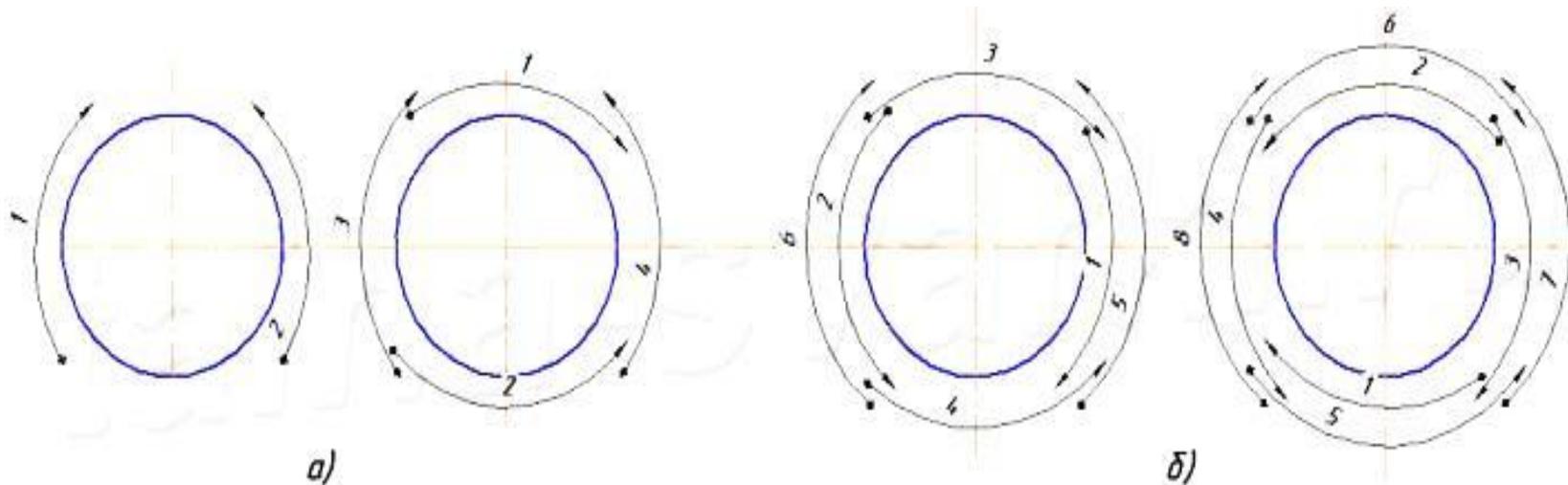


Схема сварки стыка труб. Второй способ сварки
а - первого слоя, б - второго слоя

Также, как и в первом способе, стык условно делят на 4 примерно равных участка. Сначала сваривают участки 1 и 2, потом поворачивают трубу на 90° и выполняют сварку участков 3 и 4. После того, как заварен первый слой шва, трубу поворачивают на 90° и сваривают участки 5 и 6, затем снова поворачивают трубу на 90° и сваривают участки 7 и 8.

Третий способ. Сварка труб большого диаметра

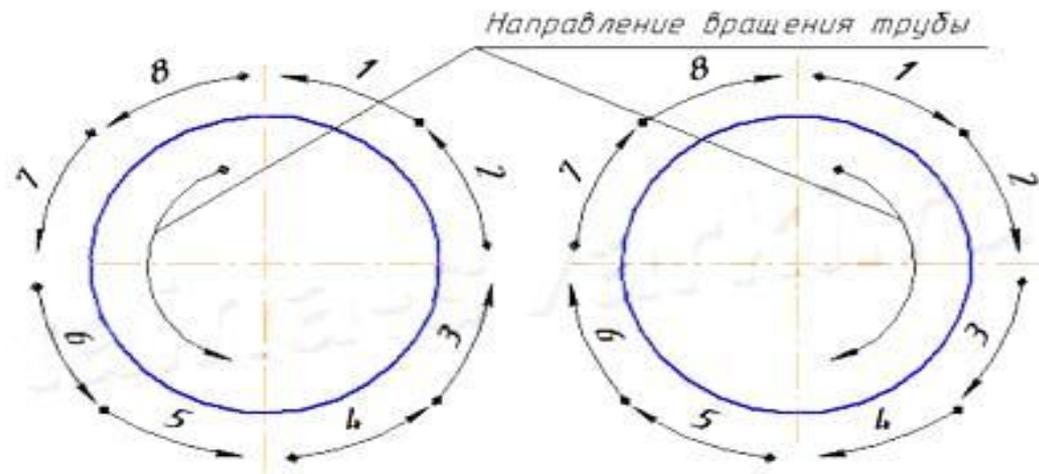


Схема сварки труб большого диаметра

Данный способ сварки применяют для сваривания труб большого диаметра, более 500мм. При таком способе стык разделяют на несколько участков и сварку выполняют обратно-ступенчатым способом. Рекомендуемая длина каждого участка шва составляет 150-300мм и зависит она от диаметра трубопровода.

Третий слой сварного шва, независимо от способа сваривания первых слоёв, выполняют в одном направлении при постоянном повороте трубы



Сварка поворотных стыков с диаметром трубы менее 200мм

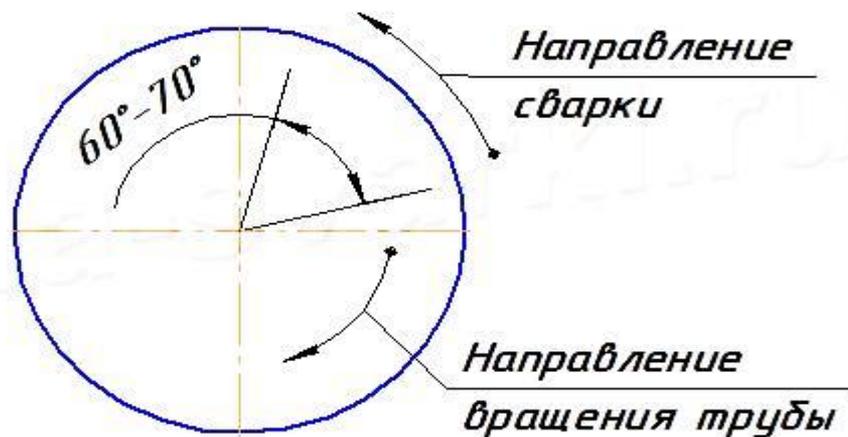


Схема сварки труб малого диаметра

Если диаметр соединяемого трубопровода не превышает 200мм, то стык можно не делить на участки, а сваривать его одним сплошным швом. При этом второй и третий слой выполняют аналогично первому, но каждый раз, при последующем слое, меняют направление сварки на противоположное. И во всех случаях необходимо перекрывать каждый предыдущий слой последующим на 10-15мм.



СВАРКА НЕПОВОРОТНЫХ СТЫКОВ ТРУБ

Сварка неповоротных стыков трубопроводов, при толщине стенки 12мм, происходит с выполнением трёх слоёв шва. Высота каждого слоя не превышает 4мм, а ширина валика равна 2-3 диаметрам сварочного электрода.

Стыки труб с диаметром более 300мм сваривают обратно-ступенчатым способом. Рекомендуемая длина каждого участка составляет 150-300мм.

Техника сварки неповоротного стыка

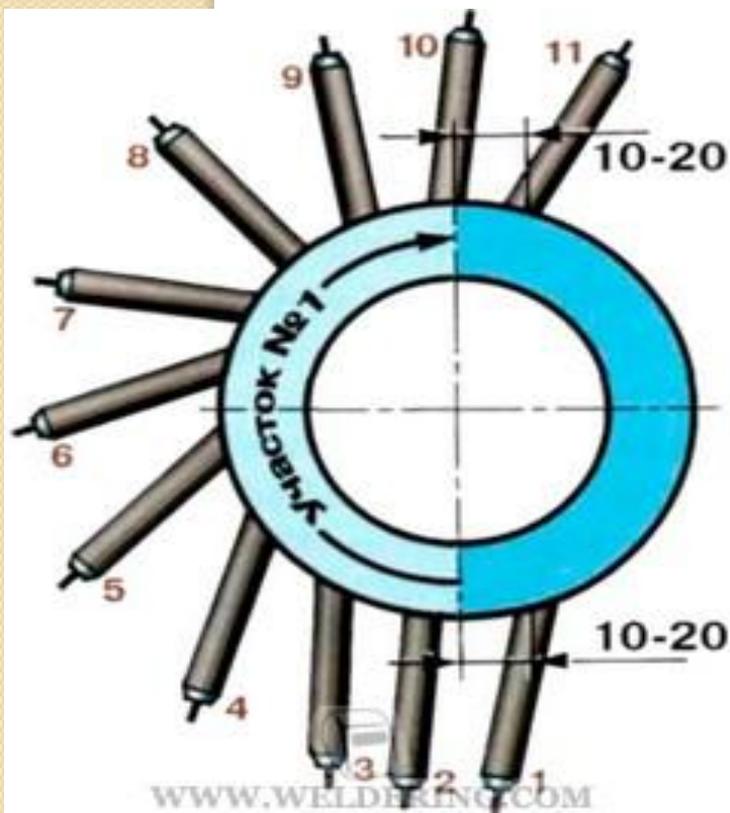
Сварной шов выполняется за два приема. Периметр стыка условно делится вертикальной осевой линией на два участка, каждый из которых имеет три характерных положения: потолочное (позиции 1-3); вертикальное (позиции 4-8); нижнее (позиции 9-11).

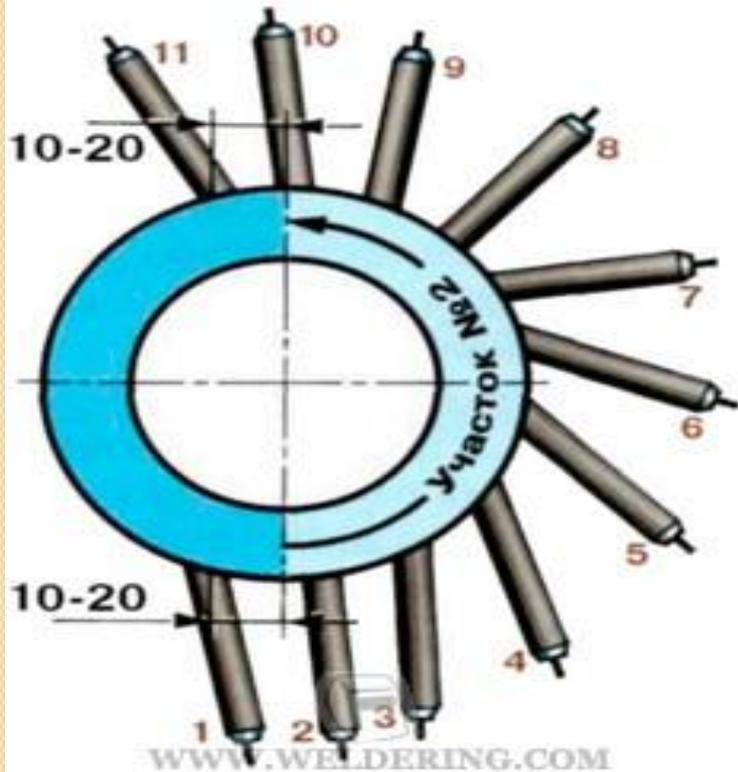
Каждый участок сваривается с потолочного положения. Сварка ведется только короткой дугой. Оканчивают шов в нижнем положении.

Сварку каждого из участков начинают со смещением на 10-20 мм от вертикальной осевой.

Участок перекрытия швов - «замковое» соединение - зависит от диаметра трубы и может быть от 20 до 40 мм. Чем больше диаметр трубы, тем длиннее «замок»

Начальный участок шва выполняют в потолочном положении «углом назад» (поз. 1,2). При переходе на вертикальное положение (поз. 3-7) сварка ведется «углом вперед». По достижении позиции 8 электрод ориентируют под прямым углом, а, перейдя в нижнее положение, сварку вновь ведут «углом назад».

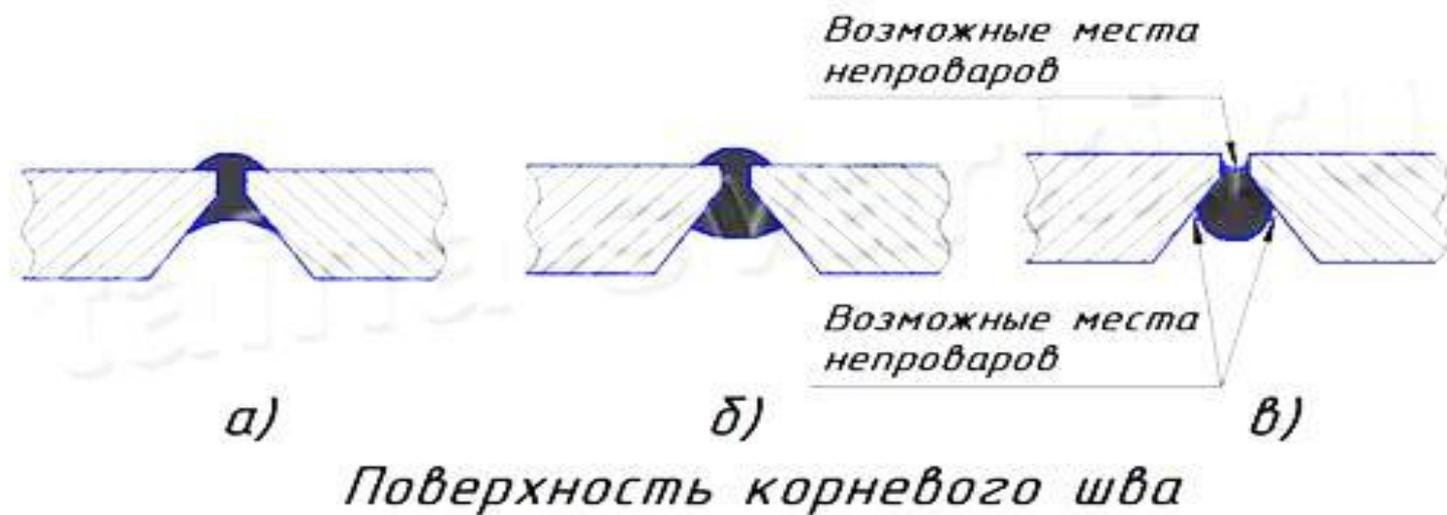




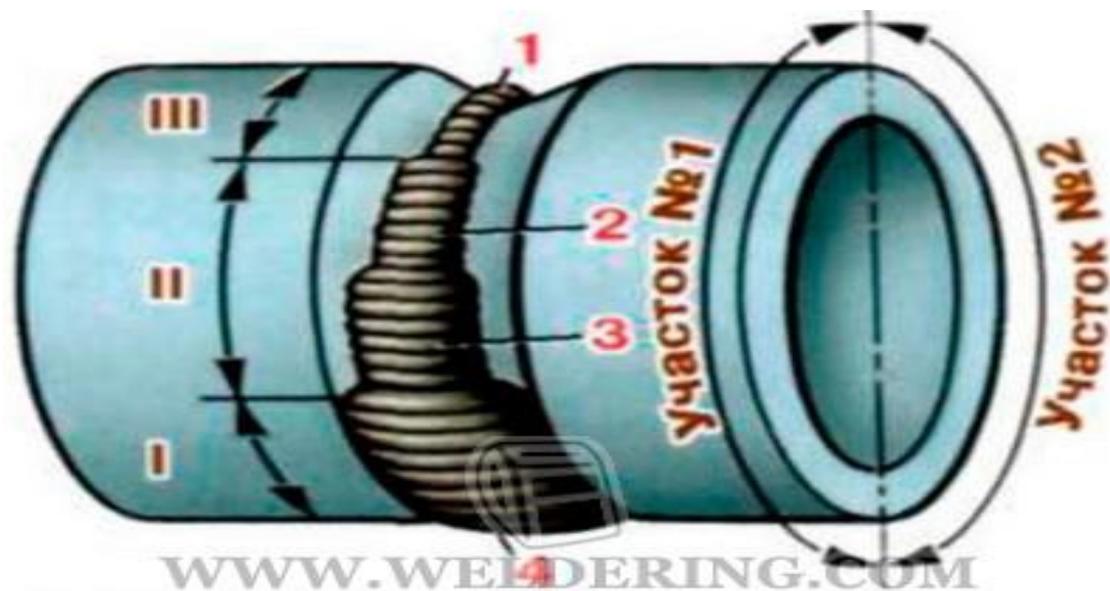
Перед сваркой второго участка нужно зачистить начальный и конечный участки шва с плавным переходом к зазору или к предыдущему валику. Сварку второго участка следует выполнять так же, как и первого.

Для корневого шва применяют электрод диаметром 3 мм. Сила тока в потолочном положении 80-95 А. На вертикали ток рекомендуется уменьшить до 75-90 А. При сварке в нижнем положении ток увеличивают до 85-100 А.

При сварке корневого шва, поверхность каждого слоя может быть вогнутой или выпуклой. Но стоит иметь в виду, что **чрезмерная выпуклость может стать причиной появления непроваров в корне шва** (см. рисунок ниже). Особенно опасна чрезмерная выпуклость при выполнении потолочных сварных швов, т.к. зачастую нет возможности проконтролировать получившийся сварной шов.

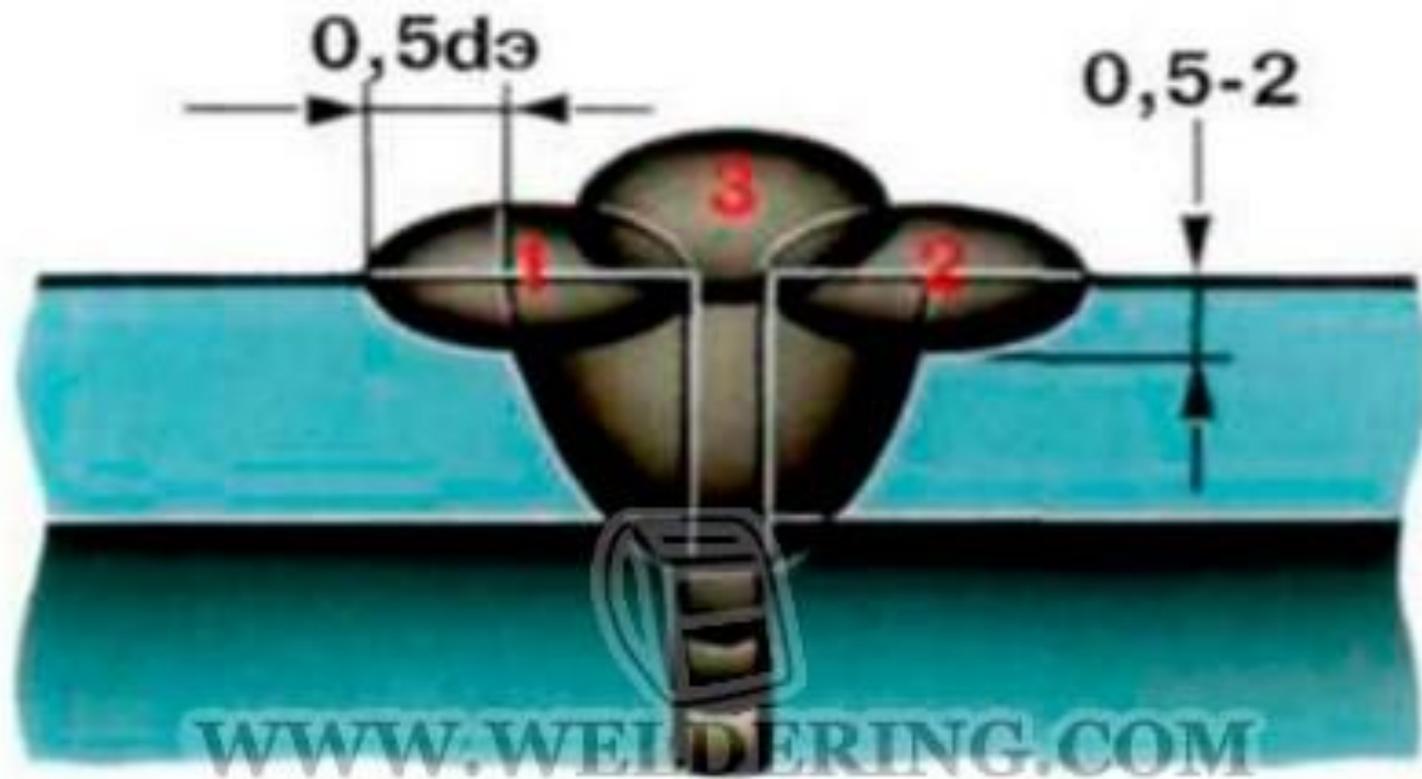


Заполнение разделки труб с толщиной стенки более 8 мм происходит неравномерно. Как правило, отстает нижнее положение. Для выравнивания заполнения разделки необходимо дополнительно наплавить валики в верхней части разделки. Предпоследние слои должны оставить незаполненную разделку на глубину не более 2 мм.



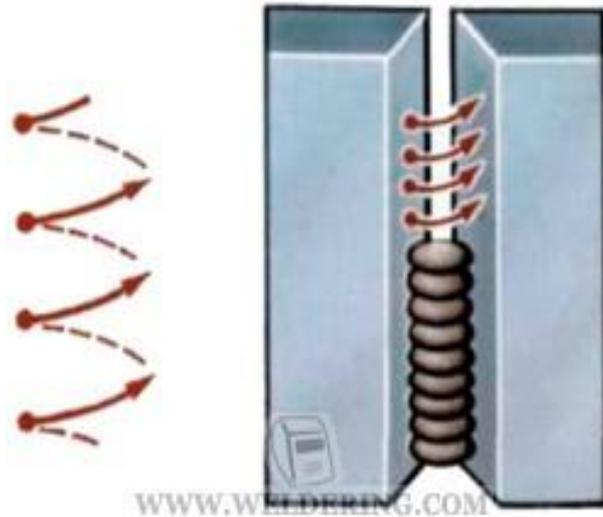
Облицовочный шов сваривают за один или несколько проходов.

Предпоследний валик заканчивают так, чтобы разделка осталась незаполненной на глубину 0,5-2 мм, а основной металл по краям разделки был переплавлен на ширину $1/2$ диаметра электрода.

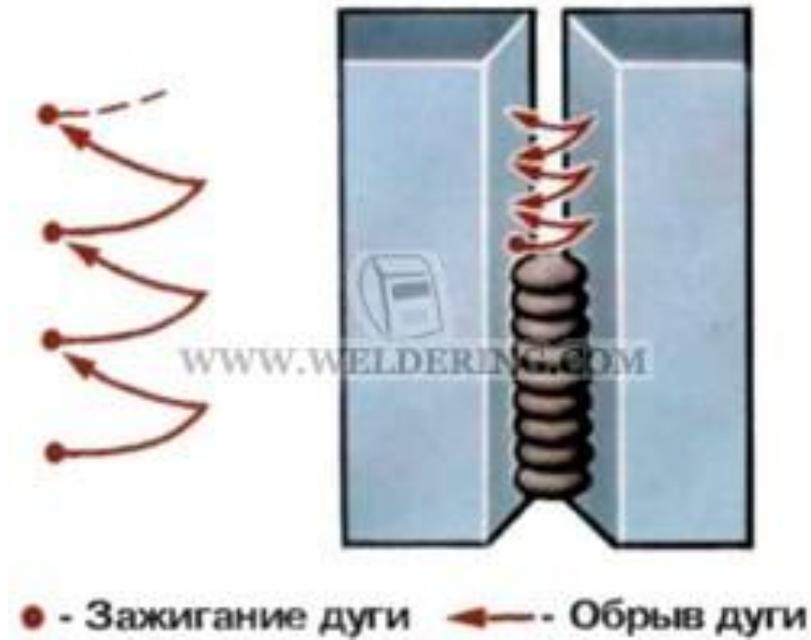


При сварке труб диаметром менее 150 мм с толщиной стенки менее 6 мм, а также в монтажных условиях, когда источник питания удален от места работы, сварку ведут при одном и том же значении сварочного тока. Рекомендуется подбирать токовый режим по потолочному положению, ток в котором достаточен и для нижнего положения. При сварке на подъеме из потолочного положения в вертикальное, чтобы не было чрезмерного проплавления, следует прибегнуть к прерывистому формированию шва. При этом способе периодически прерывают процесс горения дуги на одной из кромок.

В зависимости от толщины стенки трубы, зазора и притупления кромок рекомендуется выполнять сварку «мазками» одним из способов:



1. Зажигают дугу постоянно на одной из кромок, а обрывают после формирования ванночки - на другой. Пауза между обрывом и зажиганием должна быть такой короткой, чтобы металл шва не успел полностью закристаллизоваться, а шлак - остыть.



2. При большой толщине металла зажигают и обрывают дугу на одной и той же кромке.

Не рекомендуется зажигать дугу в том месте, где только что был ее обрыв. Нельзя не оборвав дугу, перемещать электрод вперед по разделке, а затем вновь возвращаться на шов.