Орехов Д.А
Технология сварки трубопроводов высокого давления

«САМГТУ»
(Россия, Самара)

doi: 10.18411/sr-10-06-2019-18

idsp: sciencerussia-10-06-2019-18

При изготовлении и монтаже трубопроводов высокого давления применяют все промышленные способы сварки. Учитывая особую ответственность сварки труб высокого давления, к выполнению этих работ допускаются только сварщики, имеющие удостоверение о сдаче испытаний в соответствии с правилами Госгортехнадзора.

При работе с трубами из толстого металла лучше использовать непрерывный способ сварки при токе в 40-60 ампер. Важно именно проварить металл, а не прорезать его. При этом электрод ведётся не очень быстро – иначе качество шва пострадает.

Прерывистую точечную сварку труб применяют при сваривании тонкостенных труб. Здесь необходимо строго следить за процессом, потому, что стенки легко проварить насквозь. Для соединения тонких труб лучше использовать полуавтоматы. Они работают с малой силой тока, обеспечивая отличное качество как непрерывного, так и точечного сварного шва.

Трубы высокого давления требуют выполнения некоторых особых условий сварки и контроля качества. Особые условия сварки вызваны технологическими затруднениями вследствие больших толщин стенок труб при сравнительно небольших диаметрах. При этом необходимо обеспечивать получение высоких механических свойств сварного шва при нормальных, отрицательных и повышенных температурах транспортируемой по трубопроводу среды, а также шва, стойкого против коррозии. Трубопроводы из сталей 20 сваривают электродуговой или газовой сваркой в зависимости от их диаметра и толщины. Применение газовой сварки допускается только для углеродистых труб с условным проходом от 6 до 25 мм.

Автоматическую и полуавтоматическую сварку под слоем флюса при ручной подварке корня шва применяют для труб с условным проходом 100 мм и выше. Трубы меньшего диаметра сваривают ручной электродуговой сваркой. Трубы с условным проходом от 25 до 40мм сваривают обычным швом с V-образной разделкой кромок, а более 60мм — с подкладными кольцами или без них.

При ручной сварке труб из стали 20 применяют электроды типа Э42А марки УОНИ13/55. Перед прихваткой стали 20 при толщине стенки более 27 мм предварительно подогревают — до 150—200° С. Температуру подогрева поддерживают в течение всего периода прихватки и сварки. Количество слоев сварки зависит от толщины стенки и составляет от 4 до 10.

Полуавтоматическую сварку под флюсом осуществляют с помощью полуавтомата ПШ5 с удлиненным мундштуком и специальной воронкой. Сварку выполняют в несколько слоев в зависимости от толщины стенки трубы. Усиление шва должно быть в пределах 2—4 мм и обязательно с плавным переходом к основному металлу.

После любого вида сварки для снятия возникающих внутренних термических напряжений стыки на участке длиной не менее 200 мм (по 100 мм с обеих сторон шва) подвергают термической обработке. Стыки из стали 20 при толщине стенок труб более 27 мм подвергают отпуску при температуре 560—580° С с выдержкой 2,5—3 ч.

Профессионалы советуют при сварке труб ручной дуговой сваркой делать тройной шов – он будет надёжнее одиночного. Наиболее удобно работать сварщику с пово-

рачиваемой трубой. Сварка так называемых поворотных стыков производится следующим образом:

- сначала соединяется одна четверть диаметра трубы;
- потом трубу поворачивают на 180 градусов, и варится противоположный первому шву участок;
- далее новый поворот и сварка второй четверти диаметра трубы;
- после этого производится ещё одно вращение трубы, и соединяется оставшейся участок.

После очистки от окалины на первый шов наносят второй. Заключительный третий шов начинают наносить с противоположной стороны второму шву.

При сварке жёстко зафиксированной трубы применяется иная методика:

- первый шов ведут снизу вверх до половины диаметра трубы, а потом опускается вниз, обратно к началу;
- нанесение второго шва начинают также снизу, но ведут с другой стороны и в обратном направлении.

Подобный способ сварки неповоротных стыков исключает непроваренные участки, и шов получается более надёжным. При выполнении третьего шва работают по схеме первого варианта.

Рисунок 1 – Поворотные стыки.

Самое надёжное соединение даёт многослойная сварка. В некоторых случаях применяют сварку спиралью – очистив от окалины начальный шов, второй ведут параллельно валику первого.

Рисунок 2 – Неповоротные стыки.

При сварке толстостенных труб из стали 20 вследствие высоких температур происходит изменение структуры металла шва и околошовной зоны основного металла, возникают внутренние термические напряжения и, как следствие, ухудшаются механические свойства сварного соединения. Чтобы снять внутренние термические напряжения, сварные соединения подвергают отжигу, а для улучшения структуры металла и повышения пластичности— нормализации. Для стыков толстостенных труб из стали 20 вполне достаточной термообработкой является высокий отпуск. Режимы термообработки зависят от марки стали свариваемых труб и их толщины стенки; обычно они указаны в производственных инструкциях на сварку или на чертежах. На трубозаготовительных заводах или в цехах термообработку сварных соединений элементов и узлов трубопроводов (без арматуры) производят в специальных термических печах.

Рисунок 3 – Электрическая муфельная печь сопротивления:

1 – шпинты, 2 – керамические полуцилиндры, 3, 6 – контакты, 4 – замок, 5 – медная перемычка, 7 – нихромовая лента, 8 – установочные полукольца, 9 – шпильки, 10 – корпус, 11, 12 – теплоизоляционный материал, 13 – стальной кожух, 14 – асбестовый лист, 15 – внешний вид на opti-myst engine 600

В монтажных условиях для термообработки сварных соединений труб применяют муфельные печи сопротивления, газовые кольцевые горелки и индукционные нагреватели. Электрические муфельные печи сопротивления (рис. 86) предназначены для нагрева сварных соединений труб диаметром от 30 до 325 мм со стенками любой толщины до 900—950° С. Печь — разъемная; состоит она из двух половин.

Рисунок 3 – Схема термообработки сварных стыков труб индукционным способом нагрева токами промышленной частоты:

1 – сварочный трансформатор, 2 – гибкий провод, 3 – конденсаторная батарея, 4 – нагреваемая труба, 5 – слой асбеста, 6 – нагревающие витки провода, 7 – термопары, 8 – переключатель, 9 – гальванометр

Индукционный способ нагрева токами промышленной частоты (50 гц) применяют при термообработке сварных стыков труб с условным проходом от 100 мм и выше при толщине стенки более 10 мм. Для этого стык и прилежащие к нему участки трубы (рис. 87) на 600—700 мм в каждую сторону обертывают листовым асбестом толщиной не менее 10 мм; поверх него укладывают 12—28 витков медного многожильного неизолированного провода сечением не менее 100 мм². Провод наматывают на трубу достаточно плотно с расстоянием между витками 15—20 мм (во избежание замыкания). Последние витки закрепляют хомутами. Провод подключают к источнику низкого напряжения при силе тока около 800—1000 а. Обычно используют сварочные трансформаторы ТСД-1000 и ТСД-2000.

При термической обработке сварных стыков трубопроводов торцы труб следует закрывать временными пробками, чтобы предотвратить создание воздушной тяги и охлаждение стыка.

При термической обработке с помощью хромель-алюминиевых термопар и гальванометров непрерывно контролируют температуру.