

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ СТЫКОВ ТРУБ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ

А.Н. Малов, Н.А. Сташевская, М.Е. Логоватовский

Кафедра проектирования и строительства промышленных  
и гражданских сооружений (ПС ПГС)  
Российский университет дружбы народов  
ул. Орджоникидзе, 3, Москва, Россия, 115419

В статье рассмотрены особенности технологии ручной аргонодуговой сварки стыков труб и труб с соединительными деталями (отводы, тройники) на технологических трубопроводах.

**Ключевые слова:** аргонодуговая установка постоянного тока, сварной шов, газопровод, соединительные детали трубопровода (СДТ), нефтегазодобывающее оборудование (НГДО), визуально-измерительный контроль (ВИК), компрессорная станция (КС) технологических трубопроводов

Разработана операционно-технологическая карта ручной аргонодуговой сварки стыков труб и труб с соединительными деталями технологических трубопроводов (табл. 1, 2, 3).

Таблица 1

Характеристика труб						Сварочные материалы
Наименование стыкуемых элементов, номер ГОСТа, марка стали	Диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Класс прочности	Нормативный предел прочности, МПа	Эквивалент углерода, %	
Труба ГОСТ 9941—81, 12Х18 Н 10Т;	45	3,5	К56	549	≤0,41	Сварочная проволока Ø1,6—2,5 Св-07Х19Н10Б по ГОСТ 2246—70  Вольфрамовый электрод марки ЭВЛ Ø3,0 мм по ГОСТ 23949—80  Газ «Аргон». Сорт высший по ГОСТ 10157—79
	57	3,5				
	76	4,0				
	89	4,0				
	108	5,0				
	159	4,5				
219	6,0					
Отвод 90° ГОСТ 17375—2001, 12Х18 Н 10Т;	57	3,5	К56	549	≤0,41	Сварочная проволока Ø1,6—2,5 Св-07Х19Н10Б по ГОСТ 2246—70  Вольфрамовый электрод марки ЭВЛ Ø3,0 мм по ГОСТ 23949—80  Газ «Аргон». Сорт высший по ГОСТ 10157—79
	57	4,0				
	76	4,0				
	89	4,0				
	108	5,0				
	159	4,5				
219	6,0					
Тройник ГОСТ 17376—01	57	3,5	К56	549	≤0,41	Сварочная проволока Ø1,6—2,5 Св-07Х19Н10Б по ГОСТ 2246—70  Вольфрамовый электрод марки ЭВЛ Ø3,0 мм по ГОСТ 23949—80  Газ «Аргон». Сорт высший по ГОСТ 10157—79
	57	4,0				
	76	4,0				
	89	4,0				
	108	5,0				
	159	4,5				
219	6,0					

Таблица 2

Размеры конструктивных элементов

S, мм	b, мм	c, мм	e, мм
3,5 4,0	0+0,5	0+0,5	7,0+2,0 8,0+2,0
4,5 5,0 6,0	0+0,5	1,0±0,5	9,0+2,0 9,0+2,0 11,0+2,0

Таблица 3

Режимы ручной аргонодуговой сварки

Толщина стенки трубы и СДТ, мм	Диаметр, мм		Род сварочного тока	Полярность	Напряжение, В	Сварочный ток, А	Расход аргона в горелку, л/мин
	Вольфрамовый электрод	Присадочная проволока					
3,5—6,0	3,0	1,6—2,5	постоянный	прямая	10—12	На первом слое 100—110; На последующих 110—130	6—10

Объекты применения — компрессорные станции подачи газа в газопровод (рис. 1).

Способ сварки — ручная аргонодуговая (рис. 2).

Диаметр трубы — 45,0—219,0 мм.

Стыкуемые элементы — труба + труба, труба + СДТ (рис. 2).

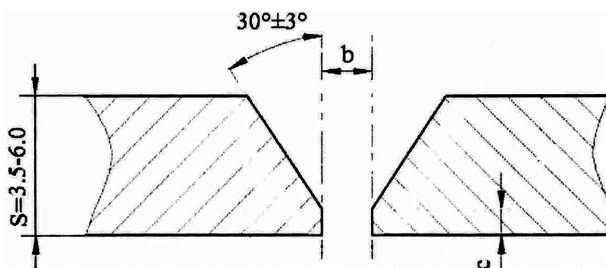


Рис. 1. Форма разделки кромок

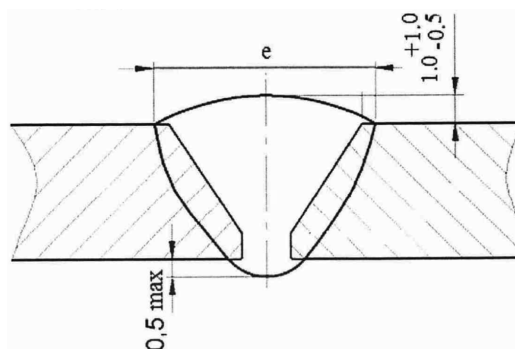


Рис. 2. Заполнение сварного шва

### Технические требования и рекомендации

1. Руководство и технический контроль сварочными работами должен осуществлять прораб (мастер) по сварке аттестованный в соответствии с ПБ 03-273-99, являющийся специалистом сварочного производства не ниже II уровня для работы на объектах НГДО (п. 4), а также ознакомившийся с нормативной документацией: СНиП 03.05.05-84, ПБ 03-585-03 и РД 51-31323949-38-98 [1—3]. Прораб (мастер) осуществляет пооперационный контроль сварочных работ.

2. К сварочным работам допускаются сварщики аттестованные в соответствии с ПБ 03-273-99 на I уровень для работ на объектах НГДО п. 4 по ручной аргонодуговой сварке труб из сталей группы МП, соответствующего диаметра и толщины стенки [2].

3. Сварщик должен перед проведением работ уточнить параметры режима сварки (табл. 3), пройти допускные испытания и иметь личное клеймо.

4. Свариваемые трубы, СДТ и сварочные материалы должны иметь сертификаты и пройти входной контроль. Перед сваркой трубы и СДТ должны быть проверены стилоскопическим методом.

5. Монтировать трубопроводы следует из максимально укрупненных блоков или сборочных единиц, сварку которых рекомендуется осуществлять в удобном положении.

6. В зоне проведения сварочных работ не допускается попадание воды, грязи, сквозняков и ветра. При необходимости должны использоваться переносные палатки. Торцы труб должны быть закрыты заглушками. Минимальная температура окружающего воздуха минус 20 °С.

7. Для сварки применять аргонодуговые установки постоянного тока с падающей вольтамперной характеристикой.

8. Рабочий конец вольфрамового электрода должен быть заточен на конус на длине равной 5—6 диаметров электрода с притуплением 0,2—0,5 мм.

9. Сварные соединения выполнять «на подъем» одним сварщиком.

10. Для защиты обратной стороны шва следует производить поддув аргона внутрь трубы и СДТ с расходом 9—12 л/мин.

11. Зажигание и гашение дуги при ручной аргонодуговой сварке следует производить на свариваемой кромке или на ранее наплавленном металле шва на расстоянии 20—25 мм позади кратера.

12. Резка труб производится механическим способом.

13. Для слесарной зачистки соединяемых труб и СДТ необходимо использовать ручные и дисковые щетки имеющие щетину только из хромоникелевой проволоки.

14. Сборку труб производить с использованием наружных центровочных приспособлений на прихватках.

15. Межслойная температура должна быть +20...+175 °С.

16. Допускается заменять марку присадочной проволоки и вольфрамового электрода (указаны в табл. 1) на аналогичные сварочные материалы аттестованные согласно РД 03-613-03 [4].

Таблица 4

**Перечень и последовательность операции сборки и сварки**

Операция	Содержание операций	Оборудование и инструмент
Очистка труб и СДТ	Внутреннюю и наружную поверхности труб и СДТ очистить от земли, снега и других загрязнений	Скребок, щетка
Подготовка кромок	<p>Произвести резку труб механическим способом на элементы проектной длины и снять заусенцы с торцов.</p> <p>Произвести визуально измерительный контроль концов СДТ и отрезанных элементов труб. Соединительные детали с дефектами к сварке не допускаются. На концах отрезанных элементов труб не допускаются трещины, плены, закаты, расслоения.</p> <p>Устранить шлифованием поверхностные дефекты (риски, царапины и т.п.) на концах отрезанных элементов, при этом толщина стенки трубы не должна быть выведена за пределы минусового допуска (10%).</p> <p>Концы отрезанных элементов с недопустимыми дефектами, а также с поверхностными дефектами глубиной более минусового допуска на толщину стенки обрезать шлифкругом.</p> <p>Произвести УЗ-контроль отрезанных концов труб на ширину не менее 40 мм по всему периметру трубы.</p> <p>Обработать торцы отрезанных элементов труб механическим способом, обеспечив размеры кромок, приведенные на рис. 1 и в табл. 2.</p> <p>Произвести визуально-измерительный контроль обработанных кромок.</p> <p>Зачистить до чистого металла кромки и прилегающие поверхности труб и СДТ на ширину не менее 20 мм и обезжирить уайт-спиритом или ацетоном</p>	<p>Набор ВИК, шаблон сварщика УШС-3, станок обработки кромок, напильник (круглый и плоский), штангенциркуль, шлиф-машина, металллическая щетка, ультразвуковой дефектоскоп, уайт-спирит (ацетон), ветошь.</p>
Сборка стыка	<p>Сборку стыка (рис. 1) осуществлять на наружном сборочном приспособлении при помощи прихваток аргонодуговой сваркой.</p> <p>Внутреннее смещение кромок должно быть равномерно распределено по периметру стыка. Максимальная величина внутреннего распределенного смещения должно быть не более 0,15 S-толщины стенки. Отклонение от прямолинейности собранного стыка не должно превышать 1,5 мм.</p> <p>Величина зазора должна соответствовать размерам, указанным в табл. 2.</p> <p>Перед установкой прихваток следует обезжирить прутки присадочной проволоки.</p> <p>Минимальное число прихваток 2 шт., длина прихваток — не менее 30—50 мм. Прихватки выполнять с полным проваром</p>	<p>Наружное сборочное приспособление, спец. шаблон, шаблон УШС, шлиф-машина, установка аргонодуговой сварки, уайт-спирит (ацетон), ветошь.</p>
Предварительный подогрев	<p>При положительной температуре окружающего воздуха предварительный подогрев не требуется.</p> <p>При температуре окружающего воздуха ниже 0 °С необходимо произвести подогрев концов труб до температуры +50 °С.</p> <p>Замер температуры осуществлять на расстоянии 10—15 мм от торца трубы, в каждой четверти по периметру стыка</p>	<p>Однопламенная горелка, контактный термометр.</p>

Окончание табл. 4

Операция	Содержание операций	Оборудование и инструмент
Сварка труб	<p>Установить заглушку и произвести поддув стыка аргоном. Расход аргона на поддув 9—12 л/мин.</p> <p>Выполнить аргонодуговую сварку шва на режиме приведенном в табл. 3. Подачу аргона в зону сварки начинают за 15—20 секунд до возбуждения дуги; прекращают через 10—15 сек. после окончания сварки. Расход аргона на сварку 6—10 л/мин.</p> <p>Сварку стыка проводят максимально короткой дугой без поперечных колебаний сварочной горелки. Расстояние между концом электрода и торцом сопла горелки должно составлять 3—5 мм. Оптимальная длина дуги составляет 1,5—3 мм. Напряжение на дуге 10—12 В.</p> <p>После образования сварочной ванны выполняют сварку, равномерно перемещая горелку по стыку углом вперед <math>-0-25^{\circ}</math>. Подавать присадочную проволоку в зону горения дуги следует равномерно, не допуская разбрызгивания расплавленного металла. Конец присадочной проволоки должен постоянно находиться в зоне зашитного газа.</p> <p>Прихватки переплавляют полностью.</p> <p>В случае падения температуры ниже <math>+20^{\circ}\text{C}</math> следует произвести подогрев стыка до температуры <math>+50^{+30^{\circ}}\text{C}</math>.</p> <p>В случае, если температура стыка выше <math>+175^{\circ}\text{C}</math>, следует дать остыть стыку на открытом воздухе до температуры 100.. 130<math>^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Зачистить сваренный стык и прилегающие к нему участки основного металла от шлака и сварочных брызг металлическими щетками на расстоянии 10—15 мм от шва. Произвести визуальную-измерительный контроль сваренного стыка. Размеры швов должны соответствовать рис. 2 и табл. 2</p>	<p>Установка аргонодуговой сварки, приспособление для поддува, газовая горелка, контактный термометр, металлическая щетка, напильник, набор ВИК</p>
Маркировка	Замаркировать сваренный стык несмываемой краской. При температуре окружающего воздуха ниже $+5^{\circ}\text{C}$ или при наличии атмосферных осадков непосредственно после сварки стык укрыть влагонепроницаемым теплоизолирующим поясом до полного остывания	Краска, теплоизолирующий пояс

Рассмотренная технология ручной аргонодуговой сварки технологических трубопроводов дает рекомендации по выполнению сварочных работ, а так же раскрывает последовательность операций по сборке труб и СДТ.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] СНиП 3.05.05-84 «Технологическое оборудование и технологические трубопроводы».
- [2] ПБ 03-585-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов».
- [3] РД 51-31323949-38-98 «Руководящий документ по технологии сварки технологических трубопроводов КС из теплоустойчивых и высоколегированных сталей», «Научно-исследовательский институт природных и газовых технологий — ВНИИГАЗ».
- [4] РД 03-613-03 «Порядок применения сварочных материалов при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции технических устройств для опасных производственных объектов».

## FEATURES TECHNOLOGY WELDING OF PIPE JOINTS TECHNOLOGICAL PIPELINES

A.N. Malov, N.A. Stashevskaya, M.E. Logovatovskiy

The department of Design and industrial  
construction and civil structures  
Peoples' Friendship University of Russia  
*Ordzhonikidze str., 3, Moscow, Russia, 115419*

This article describes the features of the manual argon-arc welding technology of pipe joints and pipe with fittings (drainage pipe, tees) on the technological pipelines.

**Key words:** argon-arc setting DC, welded joint, gas pipeline, connecting piping components, oil and gas equipment, visual and measuring control, gas compressor station

### REFERENCES

- [1] BNaR 3.05.05-84 “Technological equipment and technological pipeline”. [SNiP 3.05.05-84 «Tehnologicheskoe oborudovanie i tehnologicheskie truboprovody».]
- [2] RB 03-585-03 “Regulation of arrangement and safe operation of process pipelines”. [PB 03-585-03 «Pravila ustrojstva i bezopasnoj ekspluatcii tehnologicheskikh truboprovodov».]
- [3] RD 51-31394932-38-98 “Guidance document on welding of technological pipelines KS from heat-resistant and high-alloy steels”, “Scientific-research Institute of natural gas technology and — VNIIGAS”. [RD 51-31323949-38-98 «Rukovodjaschij document po tehnologii svarki tehnologicheskikh truboprovodov KS iz teploustojchivyh i vysokolegirovannyh stalej», «Nauchno-issledovatel'skij institute prirodnyh i gazovyh tehnologij — VNIIGAZ».]
- [4] WD 03-613-03 “The order of application of welding consumables in manufacture, erection, maintenance and reconstruction of technical devices for dangerous production objects”. [«Porjadok primenenija svarochnyh materialov pri izgotovlenii, montazhe, remonte i rekonstrukcii tehniceskikh ustrojstv dlja opasnyh proizvodstvennyh obektov».]