



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЦЕНТР ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Машины и автоматизация сварочного
производства»

**«Разработка технологии сварки
кольцевых стыков магистральных
газо – нефтепроводов»**

**Методические указания к практической
работе по дисциплине**

**«Технология и оборудование для сварки и
нефтегазовых сооружений»**

Автор

В.А. Щёкин, А.Н. Грицина

Ростов-на-Дону, 2013



Аннотация

Разработка технологии сварки кольцевых стыков магистральных газо – нефтепроводов: методические указания к практической работе по дисциплине «Технология и оборудование для сварки нефтегазовых сооружений».

Авторы

к. т. н., проф. В. А. Щёкин,

к. т. н., доц. А.Н. Грицына





Оглавление

1. Цель работы.....	4
2. Общие положения	4
3. Рабочее задание	5
4. Порядок выполнения работы	5



1. Цель работы

1. Изучить технологическую схему сварки неповоротных и поворотных стыков магистральных трубопроводов.

2. Пробрести практические навыки по разработке технологии сварки элементов магистральных трубопроводов с учетом нормативных документов.

3. Ознакомиться с требованиями операционного контроля в процессе выполнения сварки кольцевых стыков трубопроводов.

2. Общие положения

Технология сварки – это комплекс операций, сварочных материалов и оборудования, который позволяет получить сварное соединение, отвечающее требованиям действующей нормативной документации. Перед разработкой технологии сварки необходимо изучить нормативную документацию на данный объект сварки. В нормативную документацию при строительстве и капитальном ремонте магистральных нефтепроводов входят:

- руководящие документы по сварке при изготовлении, монтаже и ремонте трубопроводов (РД 25.160.00-КТН-011-10 - сварка и РД 19.100.00-КТН-001-10 - неразрушающий контроль),
- правила аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства (ПБ-03-273-99),
- ГОСТы (ТУ) на трубы, детали трубопроводов и на сварочные материалы.

После изучения действующей документации на каждый объект сварки трубопровода разрабатывается технология сварки (операционно - технологическая карта сборки и сварки).



3. Рабочее задание

1. Разработать технологию сварки на объект сварки по выданному варианту задания, табл. 1.
2. Составить операционно - технологическую карту сборки и сварки данного объекта сварки.

4. Порядок выполнения работы

1. После получения задания необходимо подробно изучить технологическую схему сварки неповоротных и поворотных стыков труб.
2. Для своего варианта задания по нормативной документации подробно описать содержание каждой операции, приведенной в табл.2.
3. Выбрать тип разделки кромок трубы для своего технологического варианта сварки и установить её конструктивные элементы по табл. 3 или 4.
4. Выполнить выбор сварочных материалов для всех слоев шва (с учетом технологического варианта сварки), описать требования к входному контролю, хранению и подготовки к сварке.
5. При сборке труб выбрать зазор между кромками труб и установить допустимое смещение кромок по табл. 5 и 6 и назначить смещение заводских швов относительно друг друга.
6. Обосновать выбор температуры предварительного подогрева кромок труб при выполнении прихваток или перед сваркой корневого слоя шва (табл. 7 или 8) с указанием зоны нагрева, методов нагрева, измерения температуры.
7. Определить необходимость постановки прихваток, их количество, длину и режим сварки при их выполнении.
8. В операции «Сварка» привести параметры режима сварки и сварочные материалы для каждого слоя шва, последовательность выполнения сварки, направление сварки, количество сварщиков (операторов), количество слоев шва.



9. Привести сварочное оборудование для технологического варианта сварки с указанием его технических характеристик.

10. Привести требования к визуально-измерительному контролю сварного шва (по размерам облицовочного и подварочного слоев), по чешуйчатости и т.д., по смещению наружных и внутренних слоев при автоматической сварке под флюсом.

Примечание: При отсутствии материалов в методическом пособии для описания операций необходимо использовать материалы, изложенные в РД 25.160.00-КТН-011-10 и в методическом пособии «Магистральные и промысловые трубопроводы», АК «Транснефть», Ручная дуговая сварка». Ростов Н/Д, ДГТУ.

Варианты заданий

Таблица 1

№ п/п	Класс прочности	Предел прочности, МПа (кг/мм ²)	Марка стали	Ø трубы, мм	Толщина, мм	C _{экв} , %	Конструктивный элемент	Технологические варианты сварки
1	K52	520 (52)	17Г1С	1220	17	0.41*	ТТ - П	Корневой (КС) и все последующие слои шва выполняются электродами с основным покрытием «на подъем»
2	K52	520 (52)	17ГС	530	10	0.42	ТТ - БП	Корневой слой (КС) и горячий проход (ГП) выполняется электродами с целлюлозным покрытием, последующие слои шва выполняются электродами с основным покрытием «на подъем»
3	K60	600 (60)	09Г2ФБ	1067	16	0.39	ТТ - П	Корневой (КС) выполняется электродами с основным покрытием «на подъем», все последующие слои шва выполняются электродами с основным покрытием «на спуск»
4	K56	560 (56)	13Г1С	1020	24	0.41	ТТ - П	Корневой (КС) выполняется методом STT в CO ₂ , все последующие слои шва выполняются порошковой проволокой



Центр дистанционного обучения и повышения квалификации
Разработка технологии сварки кольцевых стыков магистральных
газо-нефтепроводов

№ п/п	Класс прочности	Предел прочности, МПа (кг/мм ²)	Марка стали	Ø трубы, мм	Толщина, мм	C экв, %	Конструктивный элемент	Технологические варианты сварки
								системой М300-С
5	К56	560 (56)	13Г1С	1220	17	0.41	ЗС, ЗК	Корневой (КС) выполняется методом STT в CO ₂ , все последующие слои шва выполняются самозащитной проволокой Иннершилд
6	К56	560 (56)	13Г1С	1020	24	0.41	ТТ - П	Корневой внутренний слой (КВС) и все последующие слои шва выполняются в среде защитных газов комплексом «CRC-Evans AW»
7	К52	520 (52)	17ГС	820	14 + 18	0.40	ТД, ТА	Корневой слой (КС) выполняется электродами с основным покрытием, последующие слои шва – самозащитной порошковой проволокой Иннершилд
8	К56	560 (56)	13Г1С	1020	24	0.41	ТТ - П	Все слои шва выполняются двусторонней автоматической сваркой под флюсом на трубосварочной базе типа БТС
9	К52	520 (52)	17Г1С	820	17	0.43	ТТ - П	Корневой слой (КС) выполняется методом STT в CO ₂ , все последующие слои шва выполняются односторонней автоматической сваркой под флюсом на трубосварочной базе типа БНС
10	К42	420 (42)	Ст. 20	325	8	0.41	ТТ - БП	Корневой (КС) и все последующие слои шва выполняются электродами с целлюлозным покрытием «на подъем»

Примечание: 1) Эквивалент углерода определяется по формуле:

$$C_{\text{экв}} = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V) / 5 + (Cu + Ni) / 15 \%$$

2) Температура воздуха при сварке составляет для вариантов: № 1, 4 - > + 5⁰ С, № 2, 3 - < + 5⁰ С, № 5, 7 - минус 10⁰ С, № 6, 10 - минус 15⁰ С, № 8, 9 - минус 20⁰ С.



Технологическая схема сварки неповоротных и поворотных стыков труб

Таблица 2

№ п/п	Операции	Примечание
1	Осмотр и подготовка трубы	Исправление дефектов при их наличии
2	Подготовка кромок труб с учетом способа сварки	С помощью СПК или другим разрешающим способом
3	Выбор сварочных материалов и их подготовка	Сварочные материалы выбираются: - для заполняющих и облицовочного слоев по шв трубы, - для корневого слоя – по сварочно-технологическим свойствам
4	Сборка труб и установление необходимого зазора	С помощью центратора: – внутреннего при $\varnothing > 377$ мм - наружного при $\varnothing \leq 377$ мм
5	Подогрев кромок труб	- При наличии влаги или при T воздуха $< + 5$ $^{\circ}C$ - В зависимости от Сэкв, T взд, толщины стенки трубы и способа сварки
6	Прихватка стыков	В зависимости от типа центратора, способа сварки корневого слоя шва, \varnothing трубы (кол-во и их длина)

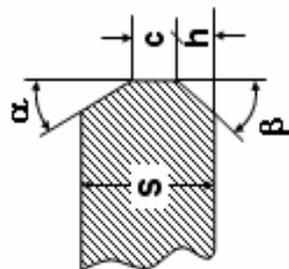


7	Сварка неповоротных стыков	<ul style="list-style-type: none">- Ручная электродами (Б) и (Ц)- Порошковой проволокой Иннершилд- Методом SITT в CO₂ (КСШ)- Автоматическая в защитных газах по технологии CRC, PWT CWS- Порошковой проволокой системой M300 - C
	Сварка поворотных стыков	Двусторонней автоматической сваркой под флюсом Односторонней автоматической сваркой под флюсом
8	Контроль сварных стыков	Визуальный и с помощью неразрушающих методов контроля
9	Ремонт дефектных участков	С помощью вышлифовки или вырезки дефектного участка и заварки электродами с основным покрытием
10	Термообработка стыка после сварки	Отпуск (или высокий отпуск) для уменьшения остаточных напряжений

Таблица 3

Типы разделок кромок труб

Двусторонняя автоматическая
сварка под флюсом

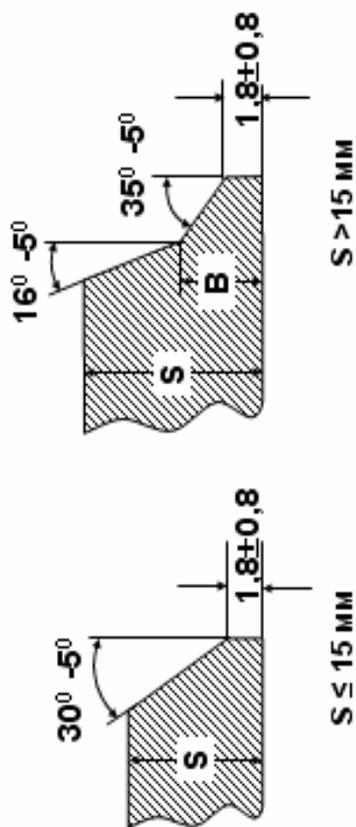


$D_{тр} \geq 1020\text{мм}; S = 8,0 \dots 10$

S, мм	$D_{тр}$, мм	α	β	c	h
11,0-18,0	720-1220	$30^{\circ} \cdot 5^{\circ}$	$35^{\circ} \cdot 5^{\circ}$	7 ± 1	$1 \pm 0,5$
18,1-22,0	720-820	$25^{\circ} \cdot 5^{\circ}$			8 ± 1
18,1-22,0	1020		4 ± 1		
18,1-20,0	1220				
21,1-27,0	1020				
19,7-27,0	1220				
20,1-32,0	1220				

Односторонняя дуговая сварка:

- Автоматическая под флюсом
- Автоматическая порошковой проволокой с принудительным формированием
- Ручная штучными электродами



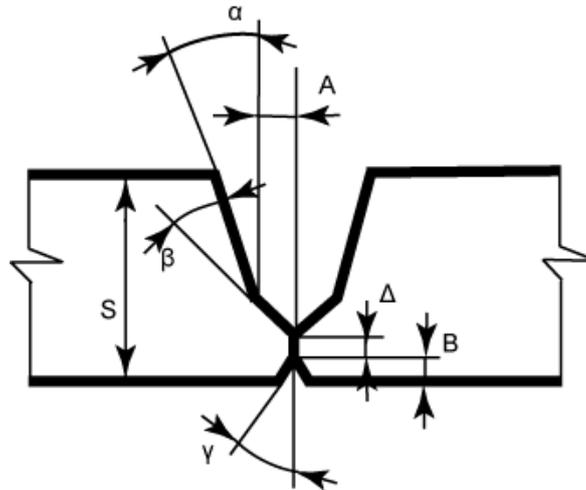
S, мм	B, мм
Свыше 15 до 19	9
Свыше 19 до 21,5	10
Свыше 21,5 до 32	12



Таблица 4

Типы разделок кромок труб для сварки комплексом

«CRC-Evans AW»



S – толщина стенки трубы, мм; α - 5...10 0 (± 10); β - 45...52 0 (± 10); γ - 37.5 0 ± 10 ; A – 2.3...3.6 (± 0.2) мм; B – 1.0...1.8 (± 0.2) мм; Δ - 1.0...1.8 (± 0.2) мм



Допустимые зазоры между кромками труб

Таблица 5

Способ сварки	Ø электрода (проволоки), мм	Величина зазора, мм
Ручная дуговая сварка электродами с основным покрытием	2.5 (2.6)	2.0...3.0
	3.0 (3.2)	2.5...3.5
Ручная дуговая сварка электродами с целлюлозным покрытием	3.0 (3.2)	1.0...2.5
	4.0	1.5...3.5
Сварка методом STT в CO ₂	1.14	2.5..4.0 (п/автоматическая)
		2.1...3.0 (автоматическая)
Автоматическая сварка в защитных газах по технологии CRC-Evans AW	0.9	Без зазора, допускается зазор не более 0.5 мм на участках стыка длиной до 100 мм
Автоматическая сварка в защитных газах по технологии PWT- CWS.02	1.0	Без зазора, допускается зазор не более 0.5 мм на участках стыка длиной до 100 мм
Двусторонняя автоматическая сварка под флюсом	3.0/3.2/4.0	Без зазора, допускается зазор не более 0.5 мм на участках стыка длиной до 100 мм



Допустимое смещение кромок труб

Таблица 6

Контролируемые параметры	Толщина стенки трубы, мм	Вид смещения	Допустимое нормативное смещение
Сварные трубы	≥ 10	Наружное	20% от S нормативной, но не более 3 мм
	< 10		20% от S нормативной

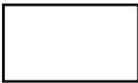


Температура предварительного подогрева при сварке корневого слоя шва электродами с основным покрытием и проволокой сплошного сечения при сварке методом STT

Таблица 7

Эквивалент углерода металла труб, %	Температура предварительного подогрева (°C) при толщине стенки трубы, мм					
	До 12,0	12,1 - 14	14,1- 16	16,1- 18	18,1-- 20	Св. 20,0
≤ 0,41			-25 °C	-10 °C		
0,42-0,46		0 °C				

Примечания

 – подогрев до 50 °C при температуре окружающего воздуха ниже 0 °C или при наличии влаги на концах труб;

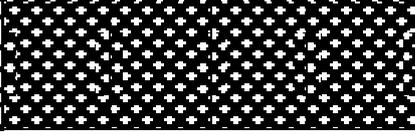
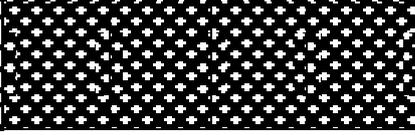
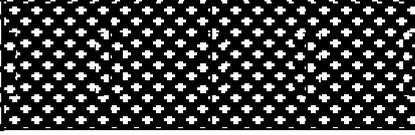
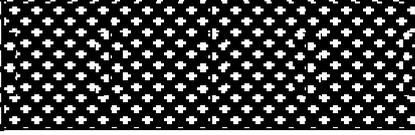
 – подогрев до +100 +30° C при температуре окружающего воздуха ниже указанной и до 50 °C при температуре окружающего воздуха выше указанной;

 – подогрев до +100° C независимо от температуры окружающего воздуха.



Температура предварительного подогрева при сварке корневого слоя шва электродами с целлюлозным покрытием

Таблица 8

Эквивалент углерода металла труб, %	Температура предварительного подогрева (°C) при толщине стенки трубы, мм						
	До 8,0	8,1-10	10,1-12	12,1-14	14,1-16	16,1-18	18,1-20
≤ 0,41		-10 °C	0 °C				
0,42-0,46		0 °C					

Примечания

 – подогрев до 50 °C при температуре окружающего воздуха ниже +5 °C и/или наличии влаги на концах труб;

 –10 – подогрев до +100 °C при температуре окружающего воздуха ниже указанной и до 50 °C при температуре окружающего воздуха ниже +5 °C и/или наличии влаги на концах труб;

 – подогрев до +100 °C независимо от температуры окружающего воздуха;

 – подогрев до +150 °C независимо от температуры окружающего воздуха.

Сварка электродами с целлюлозным покрытием при температуре окружающего воздуха ниже – 20 °C запрещена.