

**Инструкция  
по использованию комплекса ОКА  
для автоматической односторонней сварки неповоротных кольцевых  
стыковых соединений труб и узлов трубопроводов**

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Назначение и область применения .....	3
2 Состав комплекса ОКА .....	3
3 Подготовка комплекса к сварочным работам .....	3
3.1 Сборка комплекса .....	3
3.2 Подготовка комплекса к работе .....	5
3.2.1 Установка сварочных головок ОКА 18-45 ИД и ОКА 40-80 на трубу .....	6
3.2.2 Установка сварочных головок ОКА 70-140 ИД и ОКА 120-220 ИД на трубу .....	11
3.2.3 Подготовка и установка электрода .....	13
3.2.4 Намотка проволоки на катушку .....	16
3.2.5 Установка катушки на головку и протяжка проволоки через канал .....	17
3.3 Проверка работоспособности комплекса ОКА .....	21
3.3.1 Органы управления блока управления и пульта оператора .....	22
3.3.2 Проверка работоспособности приводов головки .....	25
3.3.2.1 Проверка движения головки .....	25
3.3.2.2 Проверка подачи проволоки .....	25
3.3.2.3 Проверка привода АРНД .....	25
3.3.2.4 Проверка привода колебаний .....	25
3.3.2.5 Проверка работоспособности приводов головки в цикле .....	25
3.3.3 Порядок работы .....	20
3.3.3.1 Введение программы сварки с клавиатуры .....	20
3.3.3.2 Корректировка отдельных значений параметров сварки в режиме ожидания .....	32
4 Процесс сварки .....	32
5 Непрерывный, импульсный и шагоимпульсный режимы работы .....	34
6 Технология автоматической сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА ПАО «Газпром» .....	37
6.1 Выбор сварочных материалов .....	37
6.2 Подготовка кромок свариваемых труб и деталей трубопроводов .....	39
6.3 Сборка стыковых соединений свариваемых труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА .....	40
6.4 Подготовка комплекса к сварочным работам .....	45
6.5 Отработка режимов и автоматическая сварка стыковых соединений труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА .....	45
7 Основные рекомендации по техническому обслуживанию ОКА .....	55
8 Дефекты сварных соединений .....	56

**Внимание!** Данная инструкция носит рекомендательный характер по использованию комплекса ОКА для автоматической односторонней сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений труб и узлов трубопроводов.

## 1 Назначение и область применения

Сварочный комплекс ОКА (далее по тексту – комплекс) предназначен для автоматической аргодуговой сварки неплавящимся электродом неповоротных кольцевых стыковых соединений труб диаметром от 10 мм до 220 мм.

Комплексом ОКА реализуются следующие процессы сварки:

- сварка корневого слоя шва;
- сварка заполняющих и облицовочных слоев шва.

## 2 Состав комплекса

В состав комплекса входят:

1. Блок управления САУ 4.33.
2. Пульт оператора САУ 4.33.
3. Источник питания ДС 200А.33А.
4. Кабели соединительные.
5. Головка сварочная ОКА 18-45 ИД.
6. Головка сварочная ОКА 40-80 ИД.
7. Головка сварочная ОКА 70-140 ИД.
8. Головка сварочная ОКА 120-220 ИД.
9. Устройство намотки проволоки.
10. Блок охлаждения 315.
11. Тележка транспортная ТС-4.

## 3 Подготовка к работе и сварка комплексом

Подготовка к работе и сварка комплексом включает следующие операции:

- сборка комплекса (см. раздел 3.1);
- подготовка кромок свариваемых труб и деталей трубопроводов (см. раздел 5.2);
- сборка стыковых соединений свариваемых труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА (см. раздел 5.3);
- подготовка и установка сварочной головки на трубу (см. раздел 3.2.1);
- подготовка и установка неплавящегося вольфрамового электрода (см. раздел 3.2.3);
- намотка присадочной проволоки на катушку (см. раздел 3.2.4);
- установка катушки с присадочной проволокой на головку и протяжка проволоки через канал (см. раздел 3.2.4);
- проверка работоспособности комплекса (см. раздел 3.3);
- ввод программы сварки (см. раздел 3.3.3.1);
- процесс сварки (см. раздел 4).

### 3.1 Сборка комплекса

Сборка комплекса выполняется в соответствии с рисунком 1.

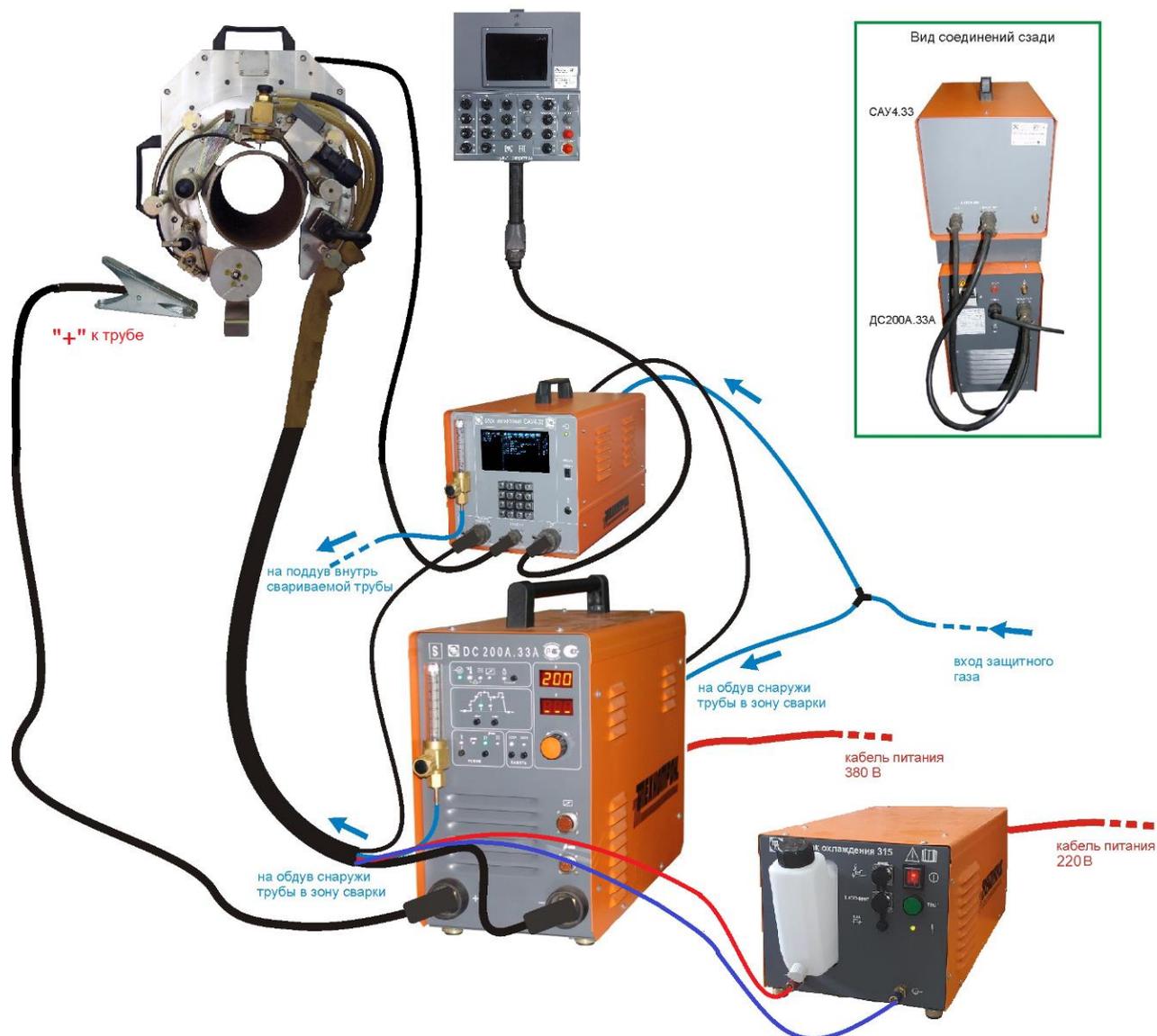


Рисунок 1

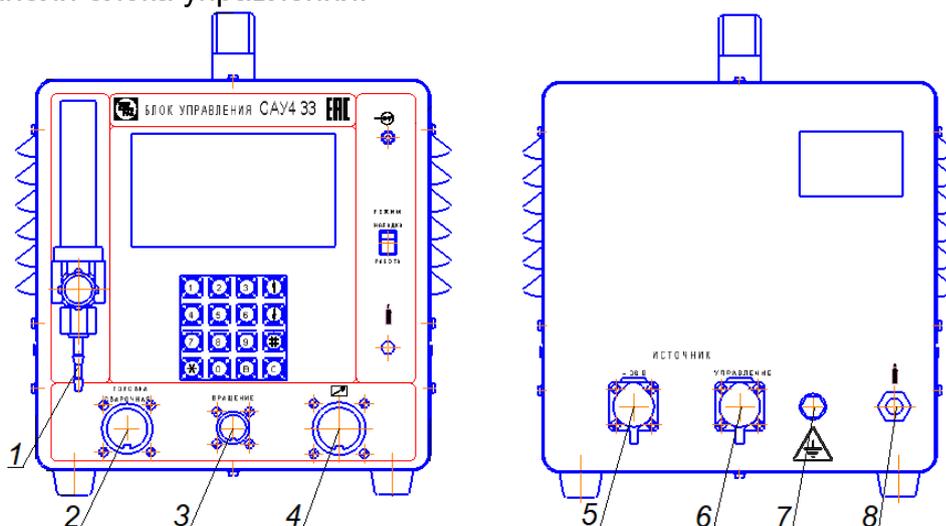
С помощью соединительных кабелей соединить разъем «УПРАВЛЕНИЕ» блока управления (поз. 6, рисунок 2) с разъемом «УПРАВЛЕНИЕ» источника (поз. 9, рисунок 3), а разъем «~ 36 В» блока управления (поз. 5, рисунок 2) с разъемом «СЕТЬ» источника (поз. 8, рисунок 3), расположенными на задних панелях (рисунок 2, 3).

Подключить газовую трубку от редуктора баллона с защитным газом, либо от газовой магистрали через тройник к штуцерам блока управления (поз. 8, рисунок 2) и источника (поз. 10, рисунок 3), расположенным на задних панелях.

С помощью болтов на задних панелях блока управления (поз. 7, рисунок 2), источника (поз. 6, рисунок 3) и блока охлаждения (поз. 4, рисунок 4) подключить защитное заземление.

Подключить к разъему (поз. 2, рисунок 5) пульта оператора соединительный кабель (поз. 1, рисунок 5). Соединительный кабель подключить к разъему (поз. 4, рисунок 2) блока управления, расположенному на передней панели.

Подключить разъемы шлангопакета сварочной головки к разъемам «ГОЛОВКА СВАРОЧНАЯ» (поз. 2, рисунок 2) и «ВРАЩЕНИЕ» (поз. 3, рисунок 2), расположенным на передней панели блока управления.



1 – штуцер для подключения устройства защиты обратного валика корневого слоя шва;

2 – разъем «ГОЛОВКА СВАРОЧНАЯ», для подключения кабеля управления приводами сварочной головки;

3 – разъем «ВРАЩЕНИЕ», для подключения кабеля управления приводом вращения головки;

4 – разъем для подключения кабеля пульта оператора;

5 – разъем «~ 36 В» для подключения питания от источника;

6 – разъем «УПРАВЛЕНИЕ» для подключения кабеля управления от источника;

7 – болт для подключения защитного заземления;

8 – газовый штуцер для подключения защитного газа.

Рисунок 2 – Передняя и задняя панель блока управления САУ 4.33.

Силовой разъем шлангопакета сварочной головки подсоединить к минусовой клемме источника (поз. 5, рисунок 3).

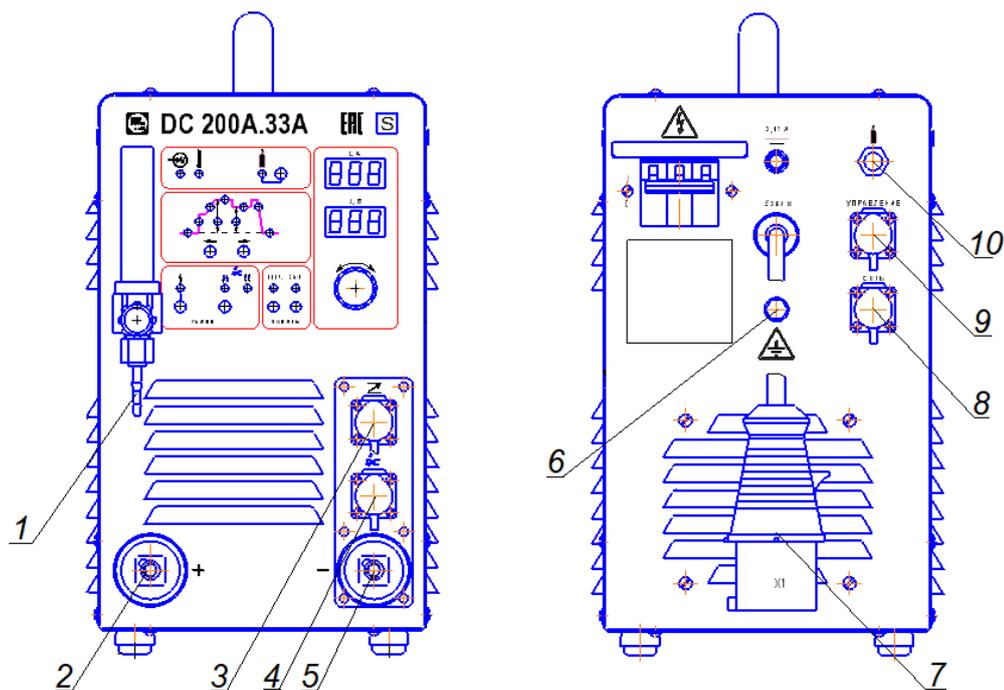
Газовую трубку от шлангопакета сварочной головки подсоединить к штуцеру ротаметра (поз. 1, рисунок 3), расположенному на передней панели источника. Ротаметр (поз. 1, рисунок 2), расположенный на передней панели блока управления, задействуется в случае использования дополнительного устройства для защиты обратного валика корневого слоя шва.

Кабель с зажимом подключить к плюсовой клемме источника (поз. 2, рисунок 3), а зажим установить на свариваемую трубу, обеспечив надёжный контакт.

Трубки для жидкостного охлаждения горелки от шлангопакета сварочной головки подключить к штуцерам (поз. 1 и 2, рисунок 4) блока охлаждения. При подключении направление потока жидкости не имеет значения.

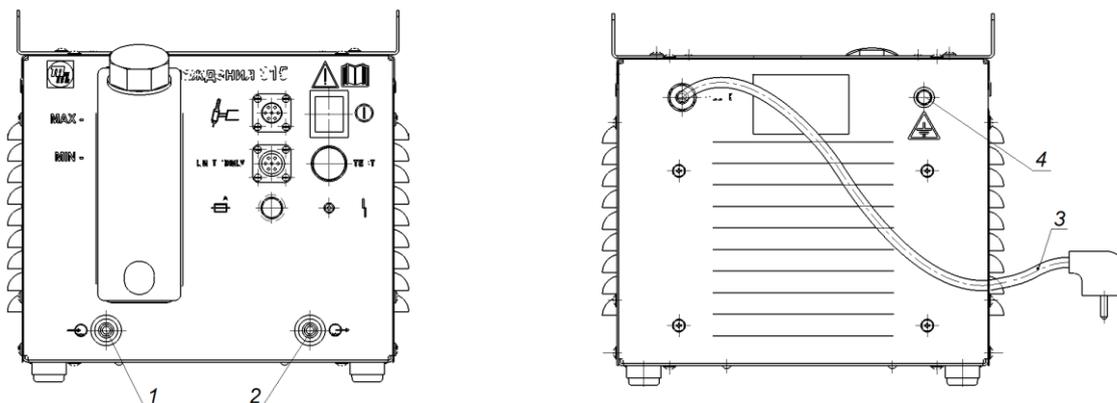
Сетевой шнур питания источника (поз. 7, рисунок 3) подключить к трехфазной сети напряжением ~ 380 В мощностью не менее 11 кВт.

Сетевой шнур питания блока охлаждения (поз. 3, рисунок 4) подключить к однофазной сети напряжением ~ 220 В мощностью не менее 0,3 кВт.



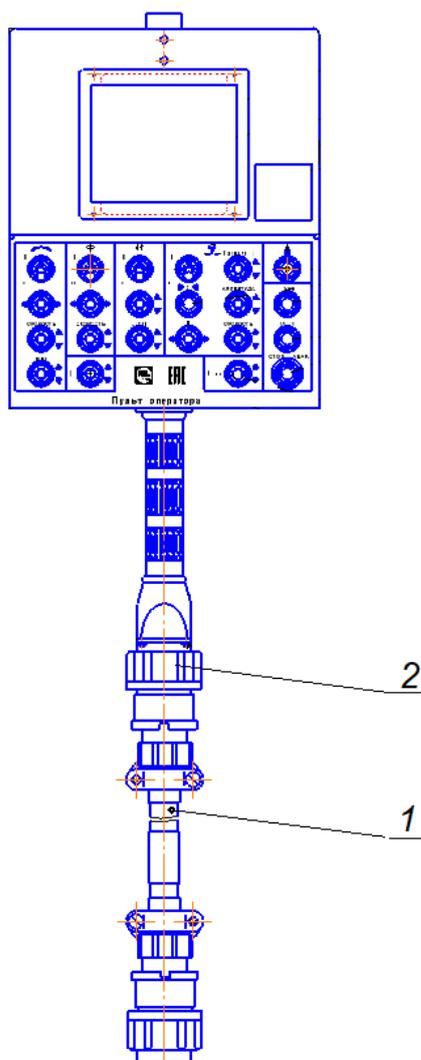
- 1 – штуцер ротаметра для подключения трубки подачи защитного газа шлангопакета головки;
- 2 – силовой разъем «+» для подключения кабеля с зажимом;
- 3 – разъем для подключения пульта дистанционного управления;
- 4 – разъем для подключения кабеля от горелки;
- 5 – силовой разъем «-» для подключения силового кабеля шлангопакета головки;
- 6 – болт для подключения защитного заземления;
- 7 – сетевой шнур питания ~ 380 В;
- 8 – разъем «СЕТЬ» для подачи питания ~ 36 В в блок управления САУ 4.33;
- 9 – разъем «УПРАВЛЕНИЕ» для подключения кабеля управления от блока управления САУ 4.33;
- 10 – штуцер подачи защитного газа.

Рисунок 3 – Передняя и задняя панель источника ДС 200А.33А



- 1 - входной штуцер (красный);
- 2 - выходной штуцер (синий);
- 3 - шнур сетевой;
- 4 - болт заземления.

Рисунок 4 – Передняя и задняя панели блока охлаждения



- 1 – кабель соединительный пульта оператора;  
 2 – разъем для подключения соединительного кабеля к пульта оператора.

Рисунок 5



Схема установки блока охлаждения, источника питания и блока управления на транспортную тележку ТС-4 показана на рисунке 6.

**После выполнения вышеуказанных операций необходимо произвести подготовку комплекса к работе.**

Рисунок 6

### 3.2 Подготовка комплекса к работе

ОКА 18-45 ИД

ОКА 40-80 ИД

ОКА 70-140 ИД

ОКА 120-220 ИД

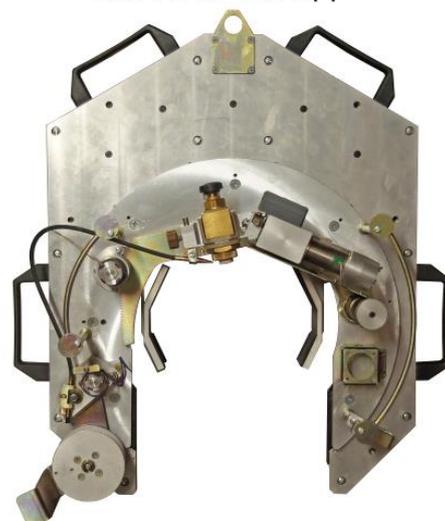
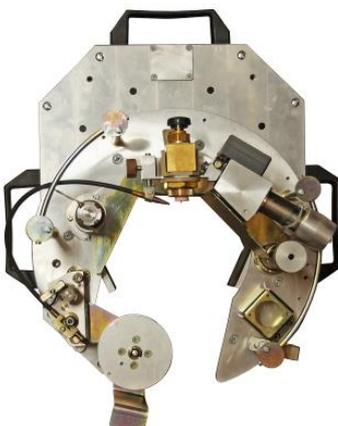
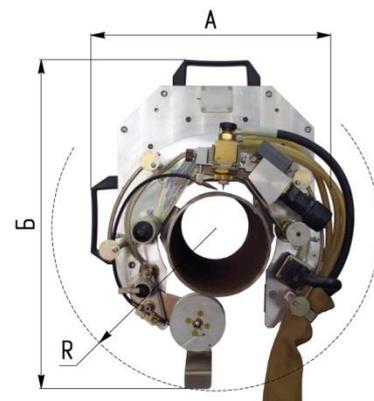


Рисунок 7

В зависимости от диаметра свариваемой трубы необходимо выбрать соответствующую сварочную головку (рисунок 7). В таблице 1 указаны диапазоны диаметров свариваемых труб и габаритные размеры каждой из головок.

Таблица 1

Название головки	Диаметр труб, мм	Размер А, мм	Размер Б, мм	Радиус вращающихся частей, мм
ОКА 18-45 ИД	10-45	160	230	220
ОКА 40-80 ИД	40-80	220	280	250
ОКА 70-140 ИД	70-140	383	470	440
ОКА 120-220 ИД	120-220	500	575	470



### 3.2.1 Установка сварочных головок ОКА 18-45 ИД и ОКА 40-80 ИД на трубу

С помощью тумблера толчкового запуска вращения (поз. 6, рисунок 33), расположенного на пульте оператора, выставить планшайбу так, чтобы ее разрез совпал с разрезом в корпусе головки (рисунок 8).

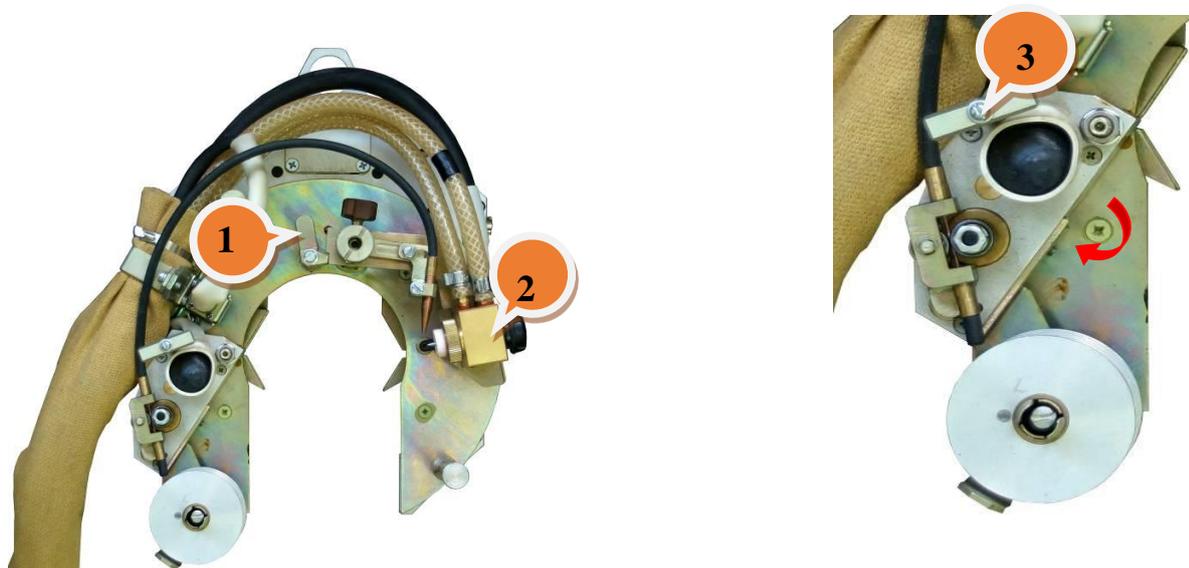


Рисунок 8

Зафиксировать сварочную горелку (поз. 2, рисунок 8) с помощью фиксатора горелки (поз. 1, рисунок 8) в верхнем положении.

Оттянуть фиксатор механизма подачи проволоки (поз. 3, рисунок 8) вверх, движением по часовой стрелке выдвинуть подающий механизм наружу, отпустить фиксатор и зафиксировать механизм в крайнем левом положении.

Установить спецключ (рисунок 9) на гайку фиксатора (поз. 1, рисунок 10) с левой, либо с правой стороны (поз. 2, рисунок 10) головки и, вращением ключа в направлении отжать "О" (поз.3, рисунок 11), развести зажимы (поз.3, рисунок 10).



Рисунок 9

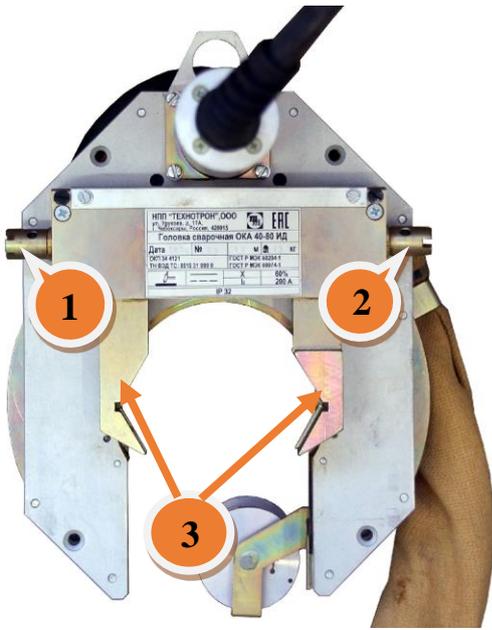


Рисунок 10

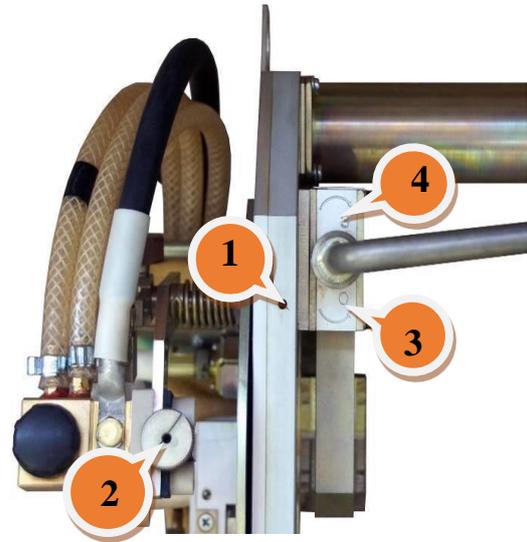


Рисунок 11

Установить головку на трубу и, вращая ключ в направлении зажать “3” (поз. 4, рисунок 11), зафиксировать головку на трубе (рисунок 12).



Рисунок 12

Оттянуть фиксатор (поз. 3, рисунок 8) вверх, движением против часовой стрелки задвинуть подающий механизм, отпустить фиксатор и зафиксировать механизм в крайнем правом положении.

С помощью гайки (поз. 2, рисунок 11) выдвинуть ролик копир, придерживая горелку, убрать фиксатор (поз. 1, рисунок 8) и плавно опустить горелку на трубу. При этом ролик копир должен быть отрегулирован так, чтобы обеспечивался зазор между электродом и поверхностью трубы 2 - 3 мм.

### 3.2.2 Установка сварочных головок ОКА 70-140 ИД и ОКА 120-220 ИД на трубу

С помощью тумблера толчкового запуска вращения (поз. 6, рисунок 33), расположенного на пульте оператора, выставить планшайбу так, чтобы ее разрез совпал с разрезом в корпусе головки (рисунок 13).

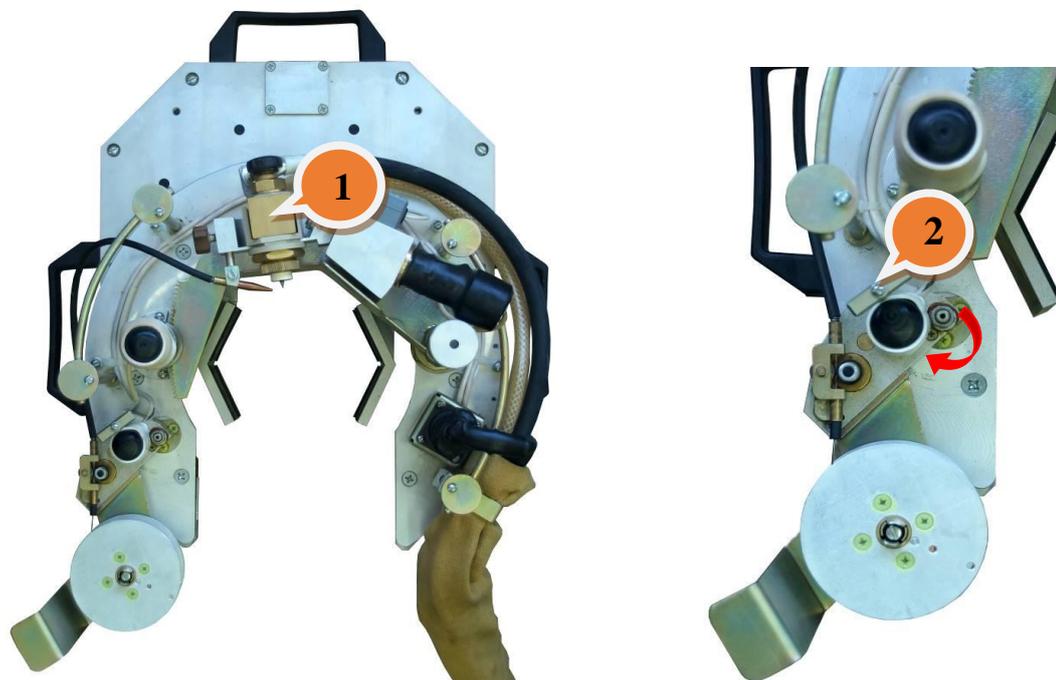


Рисунок 13

С пульта оператора тумблером толчкового перемещения горелки вверх/вниз (поз. 2, рисунок 33) поднять горелку (поз. 1, рисунок 13) вверх таким образом, чтобы горелка в дальнейшем не мешала при установке головки на трубу.

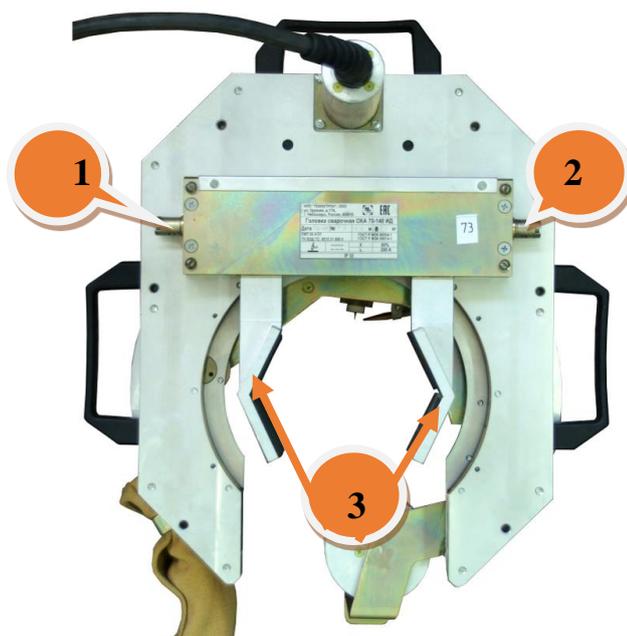


Рисунок 14

Оттянуть фиксатор (поз. 2, рисунок 13) вверх, движением по часовой стрелке выдвинуть подающий механизм наружу, отпустить фиксатор и зафиксировать механизм в крайнем левом положении.

Установить спецключ (рисунок 9) на гайку фиксатора (поз. 1, рисунок 14) с левой, либо с правой стороны (поз. 2, рисунок 14) головки и, вращением ключа в направлении отжать "О" (поз.1, рисунок 15), развести зажимы (поз. 3, рисунок 14).

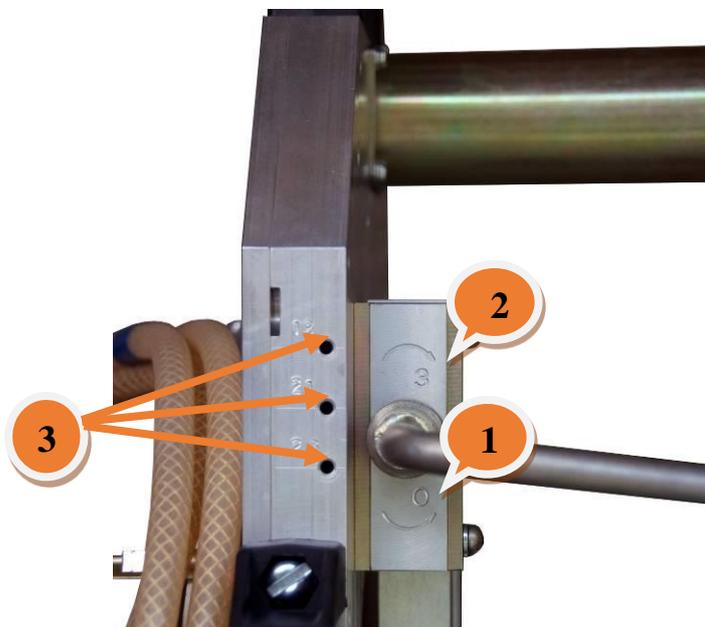


Рисунок 15

Установить головку на трубу и, вращая ключ в направлении зажать "З" (поз.2, рисунок 15), зафиксировать головку на трубе (рисунок 16).

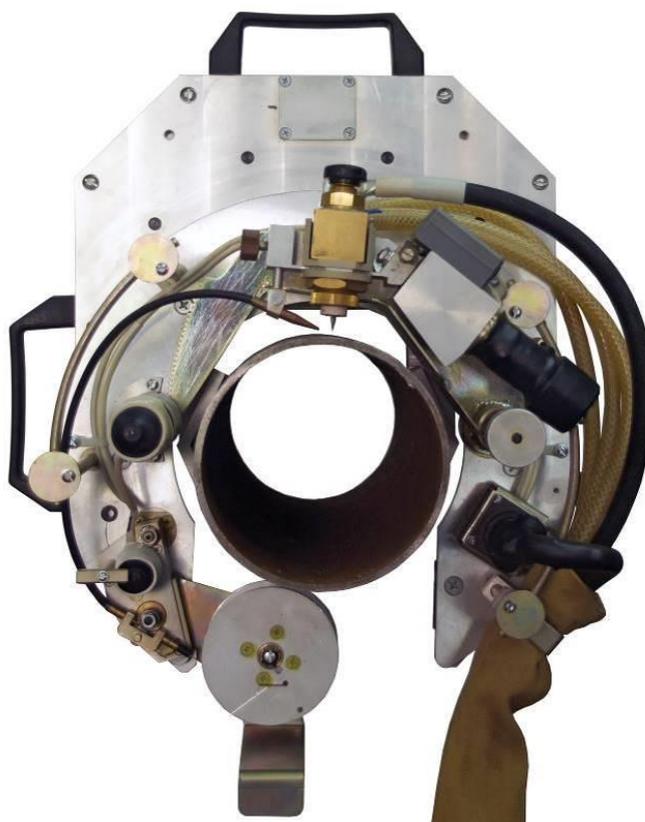


Рисунок 16

Оттянуть фиксатор (поз. 2, рисунок 13) вверх, движением против часовой стрелки задвинуть подающий механизм, отпустить фиксатор и зафиксировать механизм в крайнем правом положении.

С пульта оператора тумблером толчкового перемещения горелки вверх/вниз пододвинуть горелку к трубе таким образом, чтобы зазор между вольфрамовым электродом и трубой составил 1,5 - 3 мм.

**Установка головки на трубу завершена**

### 3.2.3 Подготовка и установка электрода

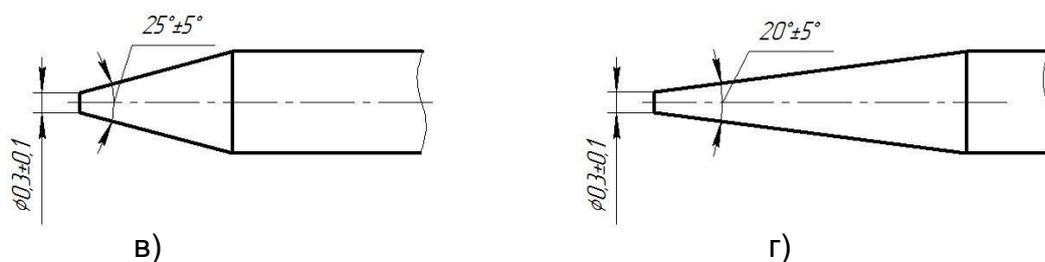
Для снятия электрода, из горелки необходимо выкрутить электрододержатель (рисунок 17).



Рисунок 17

Заточка вольфрамового электрода выполняется в соответствии с рисунком 18.





- а) правильная заточка – риски вдоль электрода;
- б) неправильная заточка – риски поперек электрода;
- в) угол заточки для сварки теплоустойчивых и углеродистых сталей;
- г) угол заточки для сварки высоколегированных аустенитных сталей.

Рисунок 18

Заточку электродов рекомендуется выполнять с помощью специальных заточных станков.

После операции заточки установить электрод в электрододержатель диаметром, соответствующим диаметру цанги (2,0; 3,0 мм).

В головках ОКА 18-45 ИД, ОКА 40-80 ИД неплавящийся электрод выставляется при помощи отверстия, расположенного на торце корпуса (поз. 1, рисунок 11) и соответствует величине вылета из сопла горелки Н – 4 мм (рисунок 20).

В головках ОКА 70-140 ИД, ОКА 120-220 ИД в зависимости от типа разделки кромок свариваемых элементов при помощи отверстий (поз. 3, рисунок 15) необходимо подобрать оптимальный вылет электрода из сопла.

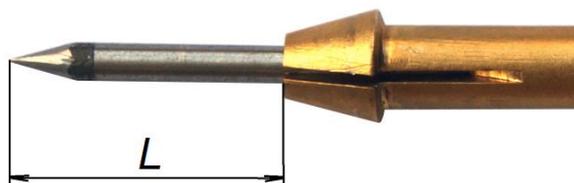


Рисунок 19.

Цифры 19, 21, 23 означают вылет электрода L в мм из цангового зажима (рисунок 19).

При вылете L = 19 мм величина Н составит 4 мм, при вылете L = 21 мм, Н составит 6 мм, при вылете L = 23 мм, Н составит 8 мм.

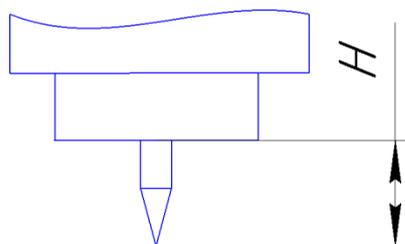


Рисунок 20

В соответствии с рисунком 20 для разделок типа а) и б) рекомендуется выставлять минимальный вылет L - 19 мм (H = 4 мм).

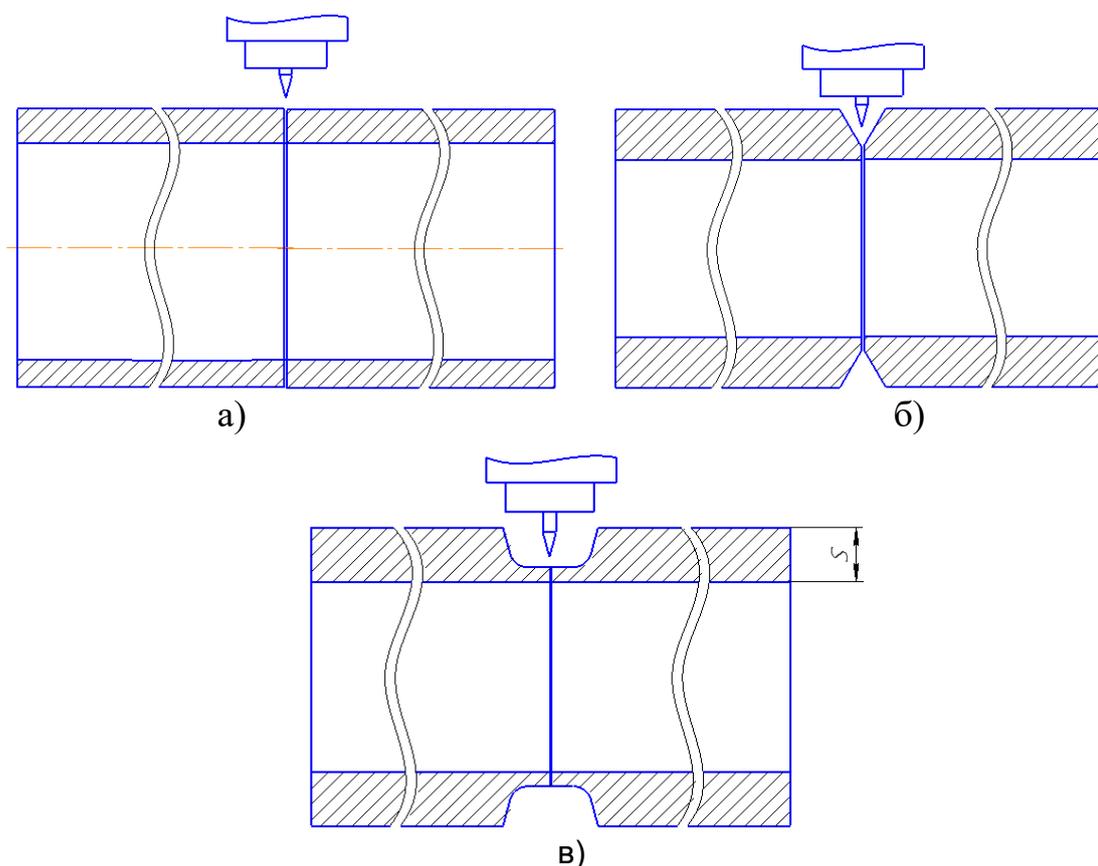


Рисунок 20.

Для U – образной разделки (рисунок 20в) вылет электрода определяется толщиной стенки трубы. Рекомендованные значения вылета электрода в зависимости от толщины стенки трубы представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Толщина стенки, мм	Вылет L, мм	Вылет H, мм
от 5,0 до 6,0	19	4
от 6,0 до 8,0	21	6
от 8,0 до 10,0	23	8

При толщине стенки большей чем 10 мм вылет L рекомендуется устанавливать с помощью штангенциркуля согласно таблице 3.

Таблица 3.

Толщина стенки, мм	Вылет L, мм	Вылет H, мм
от 10,0 до 12,0	25	10
от 12,0 до 15,0	28	13

После проведения сварки корневого и каждого последующего слоя шва вылет электрода следует уменьшать для лучшей газовой защиты.

**Подготовка и установка электрода завершена**

### 3.2.4 Намотка проволоки на катушку

Намотку проволоки на катушку рекомендуется производить с помощью специального устройства намотки проволоки ТТ504 (рисунок 21).

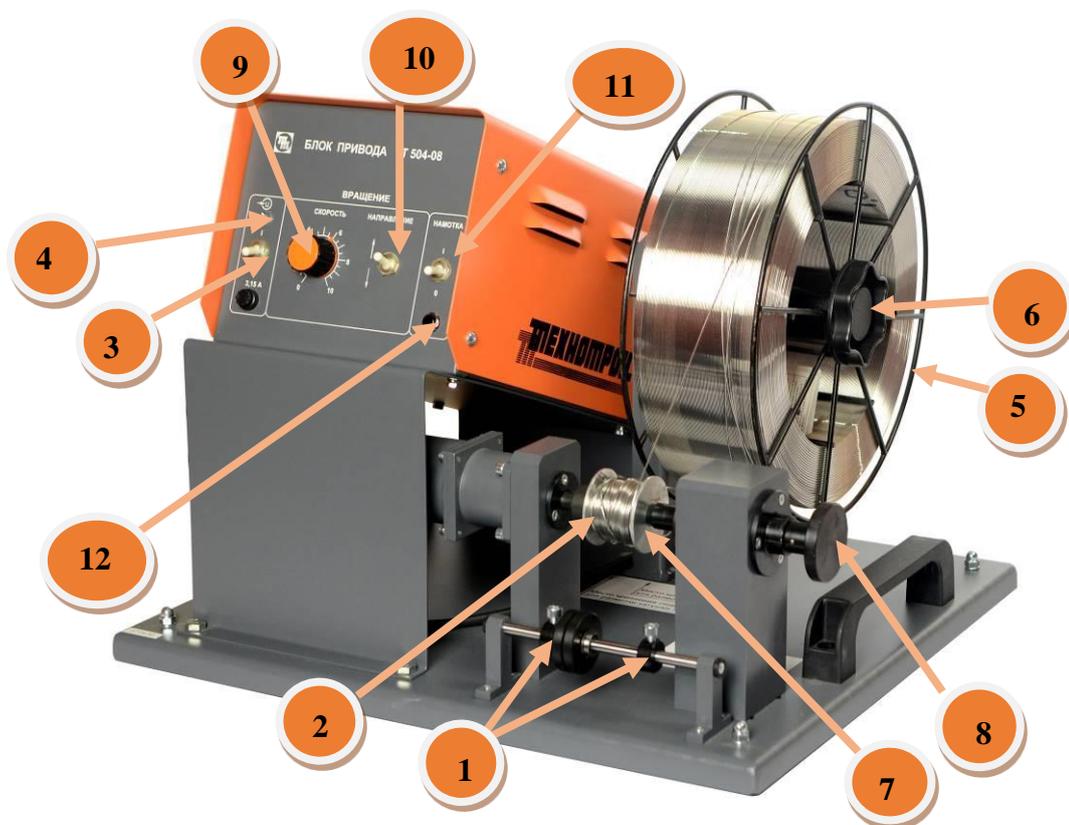


Рисунок 21

Для работы устройства необходимо вставить вилку сетевого шнура в розетку 220 В. Выставить упоры (поз. 1) в соответствии с шириной наматываемой катушки. Для намотки проволоки необходимо установить катушку на переходник (поз. 2). Схема установки катушки на переходник показана на рисунке 22.

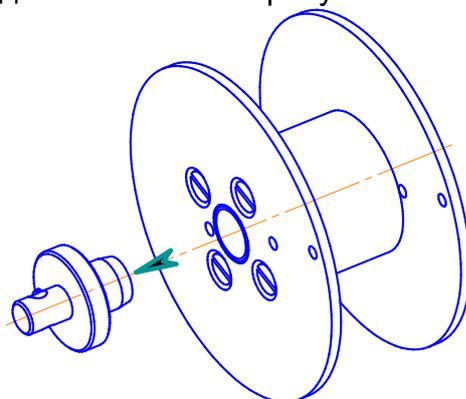


Рисунок 22

Включить тумблер напряжения питания (поз. 3) и по индикатору включения питания (поз. 4) на панели блока привода убедиться в подаче питания на устройство.

Установить катушку с проволокой (поз. 5) на катушкодержатель (поз. 6), установить пустую катушку (поз. 7) на переходник (поз. 2), совместив отверстие в катушке со штифтом на переходнике, и зафиксировать ее прижимом (поз. 8).

Заправить проволоку так, как показано на рисунке 23.

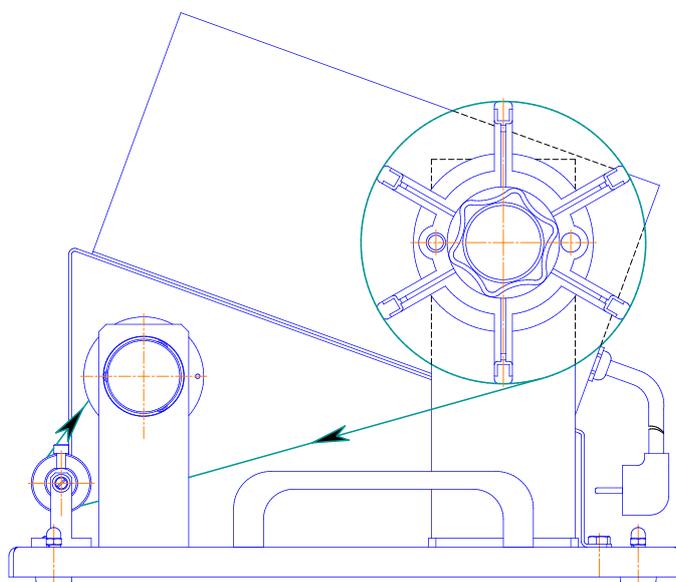


Рисунок 23

С помощью задатчика скорости намотки проволоки (поз. 9) установить необходимую скорость намотки проволоки.

С помощью тумблера направления намотки проволоки (поз. 10) выбрать направление вращения по часовой стрелке.

Нажать на кнопку включения намотки проволоки без фиксации (поз. 12) и визуально проконтролировать качество намотки проволоки, при необходимости поджать намотанную проволоку к щеке катушки.

Включить тумблер включения намотки проволоки (поз. 11).

По окончании намотки выключить тумблер включения намотки проволоки (поз. 11), отрезать проволоку и заправить ее конец в верхнее отверстие на щеке катушки.

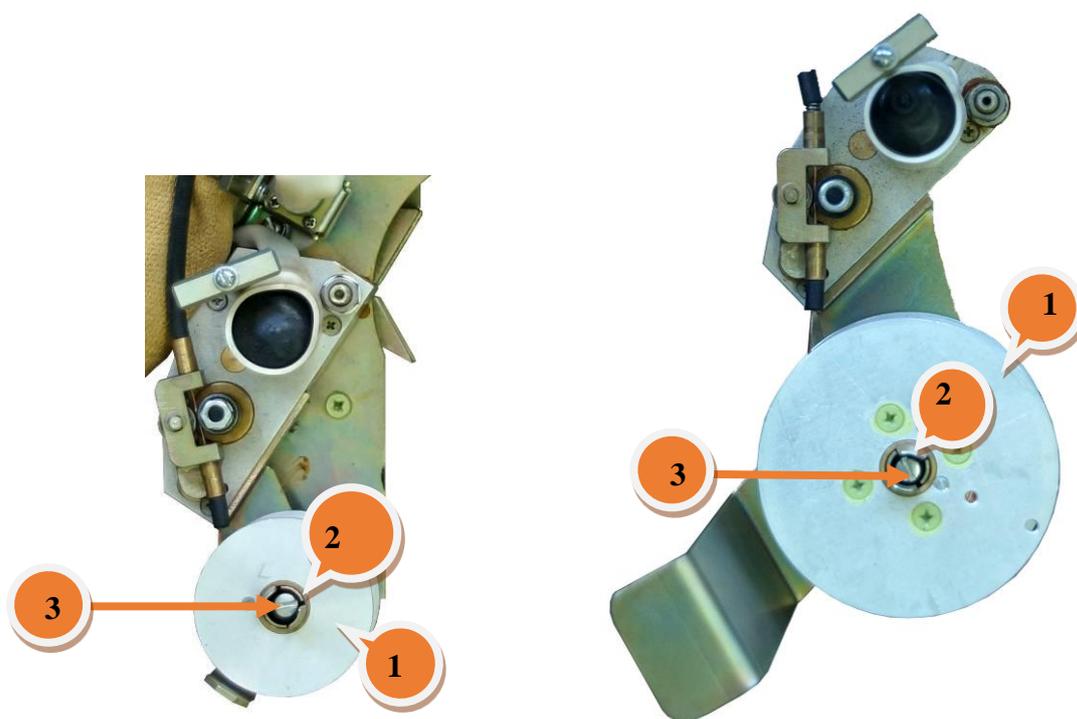
Снять катушку с переходника, отжав прижим (поз. 8).

**Намотка проволоки на катушку завершена.**

### 3.2.5 Установка катушки на головку и протяжка проволоки через канал

Установить катушку с проволокой (поз. 1, рисунок 24 а, б) на кронштейн механизма подачи проволоки головки (поз. 2, рисунок 24 а, б).

Для исключения разматывания катушки необходимо создать натяжение с помощью вращения винта тормозного механизма (поз. 3, рисунок 24 а, б) по часовой стрелке. При этом нужно учитывать, что излишнее натяжение тормозного устройства катушки для стабильной подачи проволоки недопустимо.



а) ОКА 40-80 ИД

б) ОКА 70-140 ИД

Рисунок 24

**Установка катушки на головку завершена.**

Для заправки присадочной проволоки необходимо:

- ослабить прижимной ролик (поз. 2, рисунок 25) с помощью винта (поз. 1, рисунок 26);
- открутить гайку фиксации ролика подачи проволоки (поз. 4, рисунок 25);
- установить подающий ролик (поз. 1, рисунок 25) и наконечник (поз. 1, рисунок 27) соответствующие диаметру присадочной проволоки;

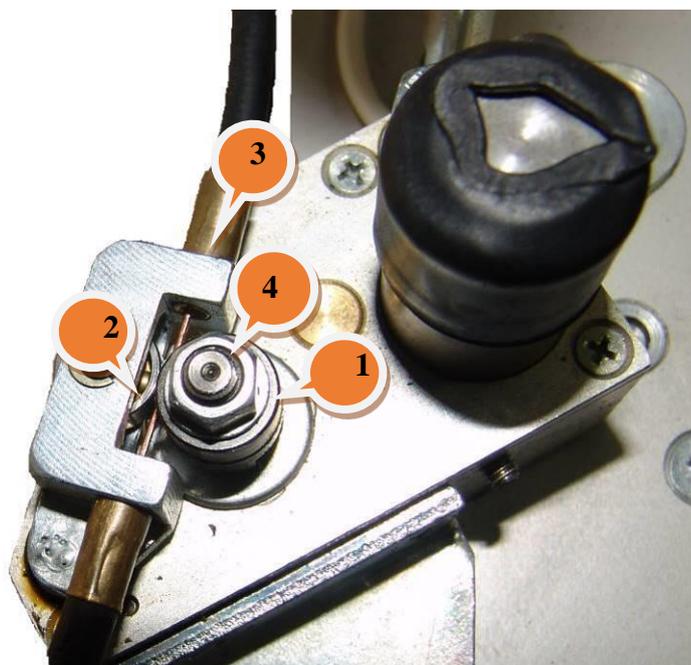


Рисунок 25

- на катушке (поз. 2, рисунок 26) освободить конец присадочной проволоки и при помощи бокорезов откусить изогнутую часть проволоки;
- просунуть свободный конец проволоки в канал (поз. 3, рисунок 25) и затянуть прижимной ролик винтом (поз. 1, рисунок 26);

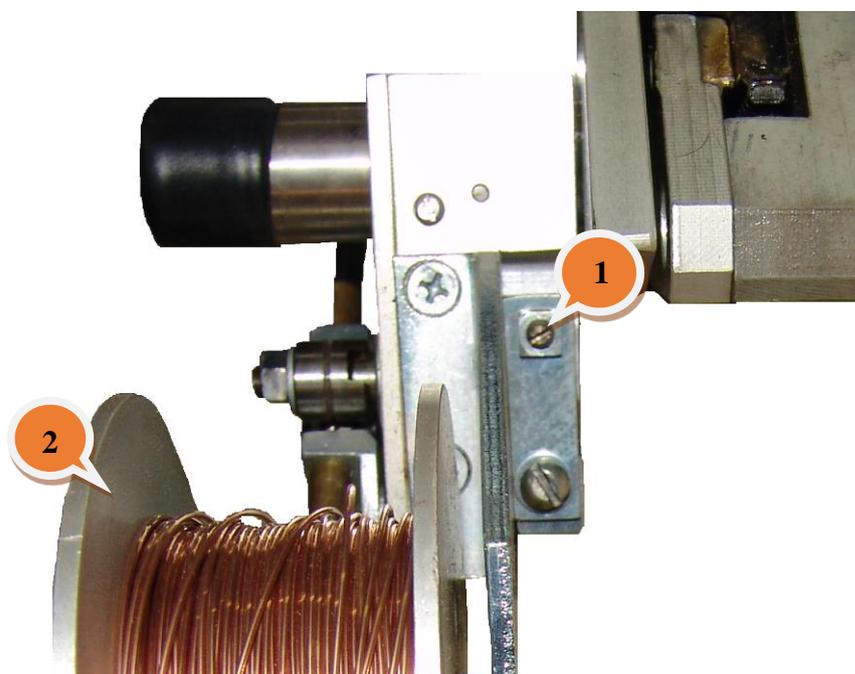


Рисунок 26

- с пульта оператора нажатием тумблера толчкового запуска подачи проволоки (поз. 4, рисунок 32) включить протяжку проволоки и проследить за ее прохождением до выхода из наконечника (поз. 1, рисунок 32).

**В том случае если проволока не проходит через наконечник, то необходимо:**

- ослабить винт держателя наконечника (поз. 2, рисунок 28);
- вытянуть канал с наконечником из держателя;
- открутить наконечник;
- осмотреть конец проволоки на наличие изгибов, заусенцев и при необходимости откусить деформированную часть проволоки при помощи бокорезов;
- закрутить наконечник на канал и в толчковом режиме, с пульта оператора, выпустить проволоку;
- установить наконечник в держатель и затянуть винт (поз. 2, рисунок 28).

Вылет наконечника из держателя рекомендуется устанавливать на одной линии с газовым соплом (рисунок 27).



Рисунок 27

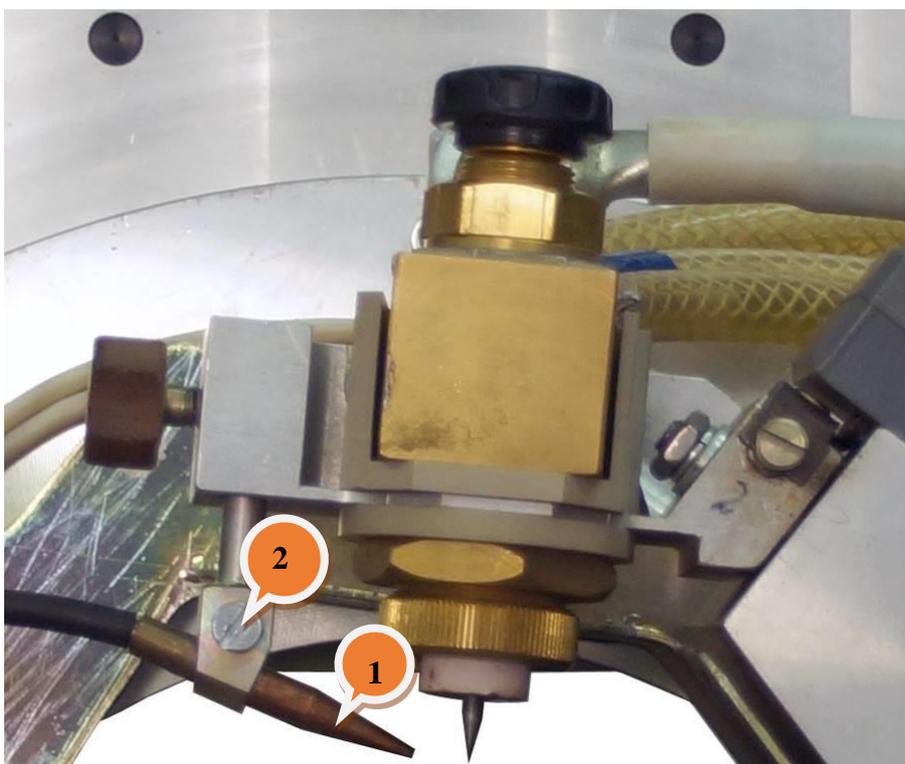


Рисунок 28

**Сварочная проволока установлена.**

### 3.3 Проверка работоспособности комплекса ОКА

Включить автоматический выключатель на задней стенке источника питания ДС200А.33А.

На передней панели источника ДС 200А.33А загорится индикатор →  $\text{U}$  (рисунок 29).



Рисунок 29



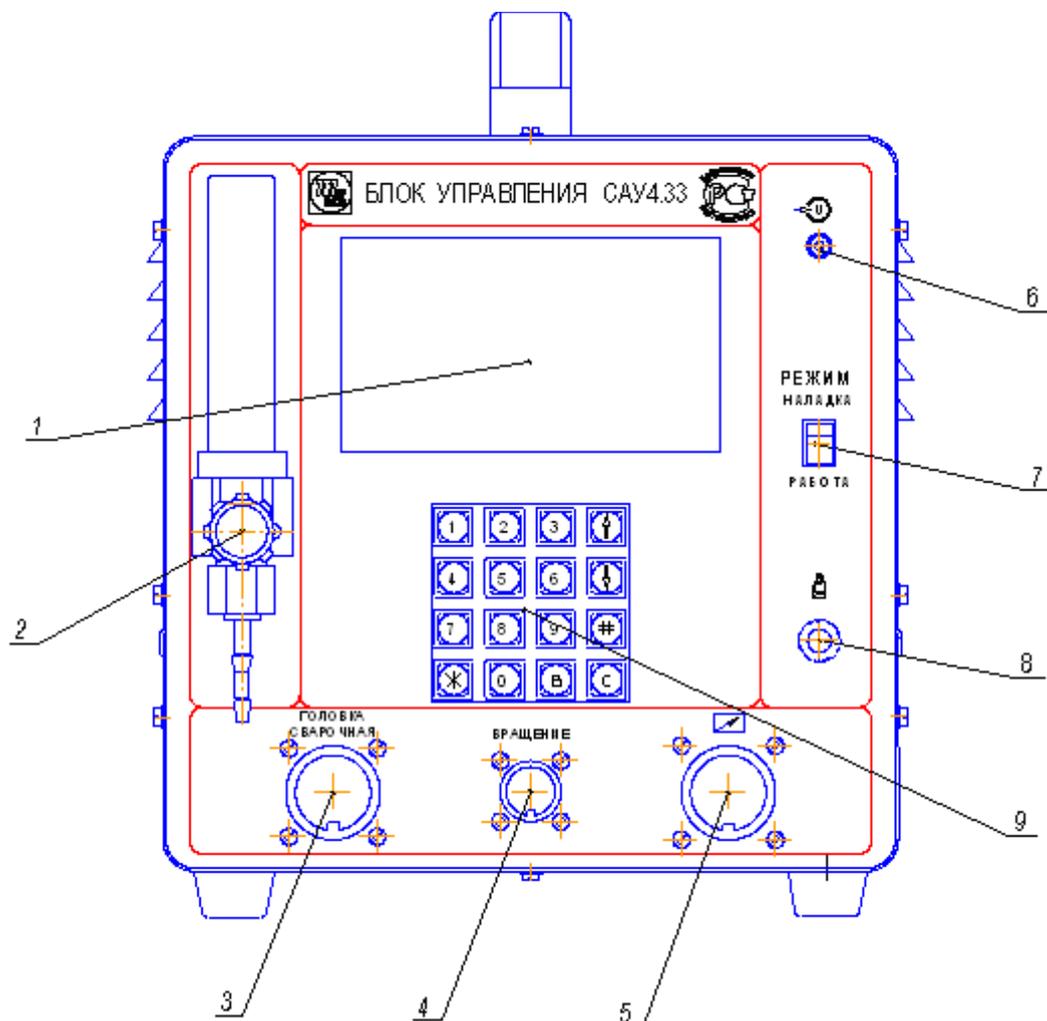
Рисунок 30

На блоке управления САУ 4.33 загорится индикатор →  $\text{U}$  и цифровой индикатор, отражающий ранее выставленные режимы (рисунок 30).

Прежде чем приступить к проверке работоспособности комплекса, необходимо ознакомиться с органами управления блока управления и пульта оператора с порядком их работы.

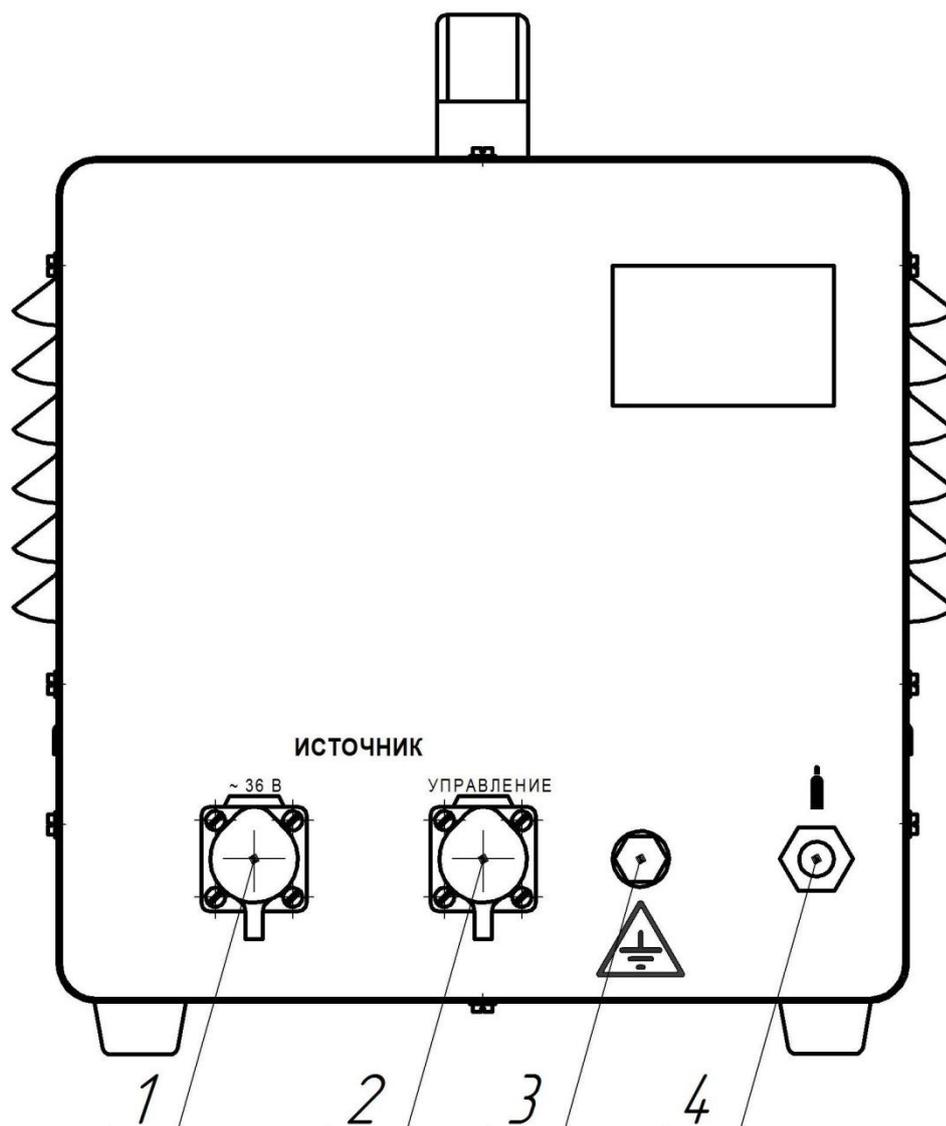
### 3.3.1 Органы управления блока управления и пульта оператора

Внешний вид блока представлен на рисунках 31 и 32.



- 1 – индикаторный модуль (дисплей);
- 2 – ротаметр;
- 3 – разъем «ГОЛОВКА СВАРОЧНАЯ», для подключения приводов сварочной головки;
- 4 – разъем «ВРАЩЕНИЕ», для подключения привода вращения головки;
- 5 – разъем для подключения пульта оператора;
- 6 – индикатор питания;
- 7 – переключатель режима «НАЛАДКА / РАБОТА»;
- 8 – кнопка теста газа;
- 9 – клавиатура.

Рисунок 31 – Передняя панель



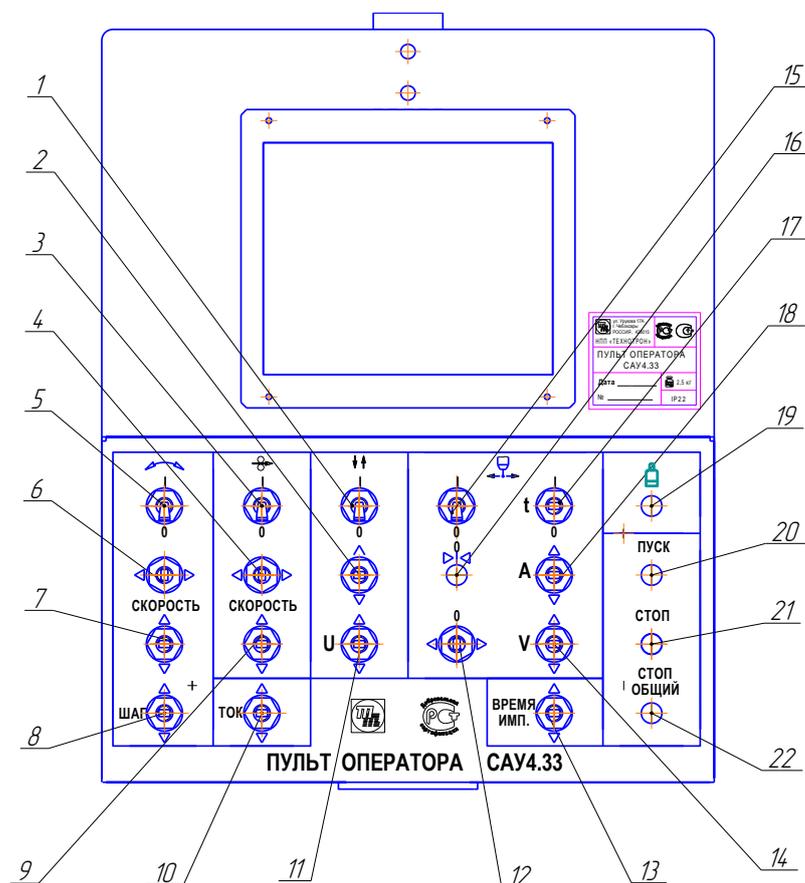
- 1 – разъем «~ 36 В» для подключения питания от источника;
- 2 – разъем «УПРАВЛЕНИЕ» для связи с источником;
- 3 – болт заземления;
- 4 – газовый штуцер.

Рисунок 32 – Задняя панель

Клавиатура блока управления (поз. 9, рисунок 31) выполнена в виде матрицы 4×4. С помощью цифровых клавиш «0 – 9» осуществляется ввод параметров в программу сварки, клавиши «↑» и «↓» обеспечивают перемещение по меню дисплея, клавиша «#» служит для выбора активного окна («Программа», «Проход», «Сектор»), клавиша «В» (Ввод) служит для ввода нового параметра, а клавиша «С» (Стереть) – для стирания параметра перед вводом нового значения.

Внешний вид пульта оператора представлен на рисунке 33.

В головках ОКА 18-45 ИД и ОКА 40-80 ИД не задействованы органы управления, связанные с приводом АРНД (поз. 1, 2, 11, рисунок 25) и приводом колебания горелки (поз. 12, 14 – 18, рисунок 25).



- 1 – тумблер включения привода АРНД (автоматического регулирования напряжения дуги);
- 2 – тумблер толчкового перемещения горелки вверх/вниз;
- 3 – тумблер включения привода подачи проволоки;
- 4 – тумблер толчкового запуска подачи проволоки вперед/назад;
- 5 – тумблер включения вращения головки;
- 6 – тумблер толчкового запуска вращения;
- 7 – тумблер коррекции скорости вращения / коррекции времени паузы в шагоимпульсном режиме;
- 8 – тумблер коррекции длины шага;
- 9 – тумблер коррекции скорости подачи проволоки;
- 10 – тумблер коррекции тока сварки;
- 11 – тумблер коррекции напряжения дуги;
- 12 – тумблер толчкового перемещения горелки влево/вправо;
- 13 – тумблер коррекции времени импульса;
- 14 – тумблер коррекции скорости колебаний горелки;
- 15 – тумблер включения колебания горелки;
- 16 – кнопка установки горелки в среднее положение;
- 17 – тумблер коррекции времени задержки горелки на кромках;
- 18 – тумблер коррекции амплитуды колебаний;
- 19 – кнопка теста газа;
- 20 – кнопка запуска цикла сварки;
- 21 – кнопка остановки цикла сварки;
- 22 – кнопка аварийной остановки цикла сварки;

Рисунок 33 – Панель пульта оператора

### 3.3.2 Проверка работоспособности приводов головок

#### 3.3.2.1 Проверка движения головки

- нажать тумблер толчкового запуска вращения (поз. 6, рисунок 33) вправо и проконтролировать движение горелки по часовой стрелке;
- нажать тумблер толчкового запуска вращения (поз. 6, рисунок 33) влево и проконтролировать движение горелки против часовой стрелки.

#### 3.3.2.2 Проверка подачи проволоки

- нажать тумблер толчкового запуска подачи проволоки (поз. 4, рисунок 33) вправо и проконтролировать вращение ролика подающего механизма и выдвижение проволоки из наконечника;
- нажать тумблер толчкового запуска подачи проволоки (поз. 4, рисунок 33) влево и проконтролировать отвод проволоки в наконечник;

#### 3.3.2.3 Проверка привода АРНД (головки ОКА 70-140 ИД и ОКА 120-220 ИД)

- нажать тумблер толчкового перемещения горелки (поз. 2, рисунок 33) вверх и проконтролировать движение горелки от трубы.
- нажать тумблер толчкового перемещения горелки (поз. 2, рисунок 33) вниз и проконтролировать движение горелки к трубе.

#### 3.3.2.4 Проверка привода колебаний (головки ОКА 70-140 ИД и ОКА 120-220 ИД)

- нажать тумблер толчкового перемещения горелки (поз. 12, рисунок 33) влево и проконтролировать движение горелки влево.
- нажать тумблер толчкового перемещения горелки (поз. 12, рисунок 33) вправо и проконтролировать движение горелки вправо.
- нажать кнопку установки горелки в среднее положение (поз. 16, рисунок 33) и проконтролировать возврат горелки в исходную точку.

### 3.3.2.5 Проверка работоспособности приводов головки в цикле

#### 3.3.2.5.1 Проверка приводов головок ОКА 18-45 ИД и ОКА 40-80 ИД

Для проверки работоспособности приводов головок ОКА 18-45 ИД и ОКА 40-80 ИД в цикле необходимо на блоке управления:

- установить непрерывный режим;
- клавишей «□» выбрать окно «Программа»;
- нажать клавишу «В» (Ввод) для вывода БУ в режим ожидания сварки.
- переключатель режима «НАЛАДКА / РАБОТА» установить в режим «НАЛАДКА».

На пульте оператора:

- включить тумблеры (поз. 1, 3 рисунок 33);
- тумблером коррекции скорости вращения (поз. 7, рисунок 33) установить скорость движения 1 мм/с;
- тумблером коррекции скорости подачи проволоки (поз. 9, рисунок 33) установить скорость подачи проволоки 5 мм/сек;
- нажать кнопку «пуск»;
- проконтролировать движение горелки против часовой стрелки, подачу проволоки из наконечника;
- нажать кнопку «стоп»;

### 3.3.2.5.2 Проверка приводов головок ОКА 70-140 ИД и ОКА 120-220 ИД

Для проверки работоспособности приводов головок ОКА 70-140 ИД и ОКА 120-220 ИД в цикле необходимо на блоке управления:

- установить непрерывный режим;
- клавишей «□» выбрать окно «Программа»;
- нажать клавишу «В» (Ввод) для вывода БУ в режим ожидания сварки.
- переключатель режима «НАЛАДКА / РАБОТА» установить в режим «НАЛАДКА».

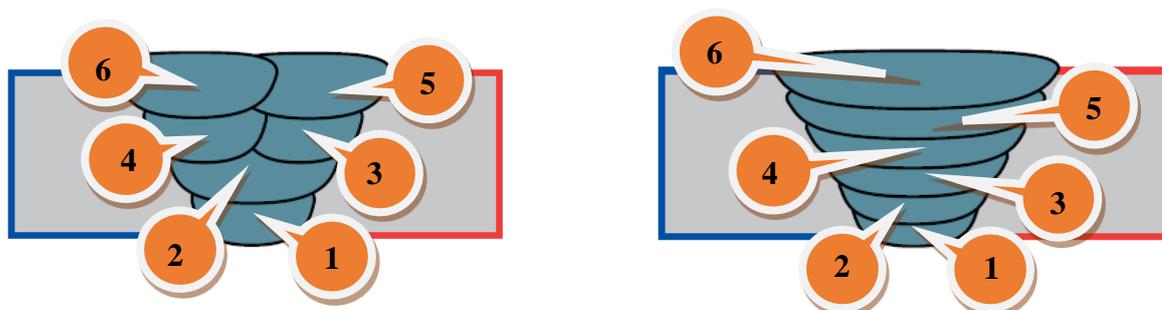
На пульте оператора:

- включить тумблеры (поз. 1, 3, 5, 15, рисунок 33);
- тумблером коррекции скорости вращения (поз. 7, рисунок 33) установить скорость движения 1 мм/с;
- тумблером коррекции скорости подачи проволоки (поз. 9, рисунок 33) установить скорость подачи проволоки 5 мм/сек;
- тумблером коррекции времени задержки горелки на кромках (поз. 17, рисунок 33) установить – 0,5 с;
- тумблером коррекции амплитуды колебаний (поз. 18, рисунок 33) установить амплитуду колебаний горелки – 10 мм;
- тумблером коррекции скорости колебаний горелки (поз. 14, рисунок 33) установить скорость колебаний горелки 20 мм/сек;
- нажать кнопку «пуск»;
- проконтролировать движение горелки против часовой стрелки, подачу проволоки из наконечника, отвод горелки в направлении от трубы и работу узла привода колебаний горелки с задержкой на кромках в течение 5 секунд;
- нажать кнопку «стоп»;

**Подготовка Комплекса ОКА к работе завершена.**

### 3.3.3 Порядок ввода программы сварки

Блок управления может работать в режиме сварки или режиме наладки в зависимости от положения переключателя (поз. 7, рисунок 31). В режиме наладки отрабатывается полный цикл сварки, но без включения источника. В любом случае работа должна начаться с введения программы сварки или вызова готовой программы из памяти. Система управления позволяет записать в память блока управления до 14 программ. В одной программе может быть записано до 6 проходов (рисунок 34). Каждая программа позволяет сварить один типоразмер свариваемых элементов.



а)

а) Пример расположения проходов при сварке головками ОКА 18-45 и ОКА 40-80 ИД без колебаний электрода в 6 проходов.

б)

б) Пример расположения проходов при сварке головками ОКА 70-140 ИД и ОКА 120-220 ИД с колебаниями электрода в 6 проходов.

Рисунок 34

#### 3.3.3.1 Введение программы сварки с клавиатуры

Включить напряжение питания блока управления (включить источник ДС200А.33А). На передней панели блока управления загорится индикатор питания (поз. 6, рисунок 31), на дисплее (поз. 1, рисунок 31) высветится в течение 5 секунд заставка «ТЕХНОТРОН» с указанием контактной информации предприятия. На рисунке 35 показан пример заставки.



Рисунок 35 – Окно дисплея при включении питания блока управления

Через 5 секунд в левой части дисплея отображаются надписи «ВВОД ДАННЫХ», «Программа» и версия программы. В правой части отображаются данные, общие для всех проходов данной программы сварки: номер программы, тип головки, количество проходов, диаметр трубы, перекрытие. Пример окна «Программа» показан на рисунке 36.

ВВОД ДАННЫХ	Программа		1
Программа 1	ОКА 70-140		
Версия 2.27	Проходов		3
	Диаметр	мм	76
	Перекрытие	мм	10

Рисунок 36 – Окно «Программа»

Каждый из параметров может быть выбран клавишами «↑» и «↓». Для изменения параметра нужно последовательно нажать клавишу стирания «С», ввести новое значение и нажать клавишу ввода «В» на клавиатуре. После ввода активным становится следующий параметр.

При наборе значений больше максимально допустимого и меньше минимального значения параметры автоматически ограничиваются на уровне допустимых значений.

В меню блока доступны для выбора головки ОКА 18-45 ИД, ОКА 40-80 ИД, ОКА 70-140 ИД, ОКА 120-220 ИД.

Для выбора головки **ОКА 18-45 ИД** необходимо последовательно нажать клавишу стирания «С», затем клавишу ввода «В». Для выбора головки **ОКА 40-80 ИД** необходимо последовательно нажать клавишу стирания «С», клавишу «1» и клавишу ввода «В». Для выбора головки **ОКА 70-140 ИД** необходимо последовательно нажать клавишу стирания «С», клавишу «2» и клавишу ввода «В». Для выбора головки **ОКА 120-220 ИД** необходимо последовательно нажать клавишу стирания «С», клавишу «3» и клавишу ввода «В».

После набора последнего параметра окно «Программа» автоматически переключится в окно «Проход».

Проход представляет собой однократное перемещение сварочной горелки по окружности в процессе сварки в одном из направлений: по часовой (от проволоки), либо против часовой стрелки (на проволоку). На рисунке 37 представлен пример сварки корневого, заполняющих и облицовочного слоев шва.

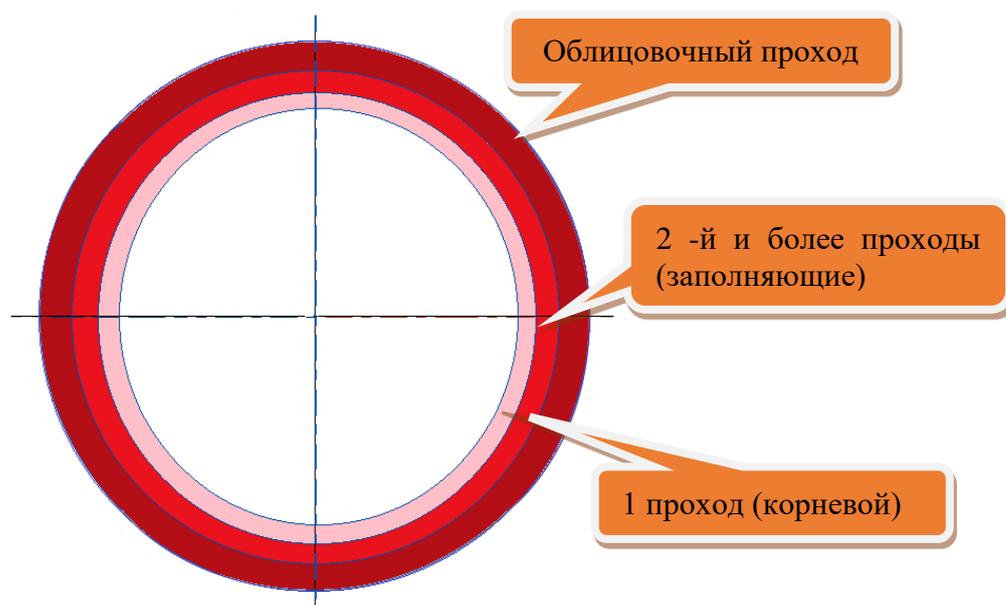


Рисунок 37

В левой части дисплея отразятся три строчки: «ВВОД ДАННЫХ», «Программа», «Проход» с указанием номеров программы и текущего прохода. В правой части указываются параметры, общие для данного прохода: направление сварки, количество секторов, время продува, ток зажигания, время нарастания, задержка вращения, задержка проволоки, задержка АРНД, время спада, время отвода проволоки, время обдува, увеличение тока на кромке. Пример окна «Проход» показан на рисунке 38. Для головок ОКА 18-45 ИД и ОКА 40-80 ИД параметр увеличение тока на кромке не отображается.

ВВОД ДАННЫХ		Проход		1
Программа	1	Направление	на пров.	
Проход	1	Секторов		3
		Время продува	с	
		Ток зажигания	А	20
		Время нарастания	с	2,0
		Задержка вращения	с	1,0
		Задержка АРНД	с	2,0
		Задержка проволоки	с	
		Время спада	с	5,0
		Время отвода пров.	с	0,30
		Время обдува	с	2,0
		Увел. тока на кромке	А	50

Рисунок 38 – Окно «Проход»

Каждый из параметров может быть выбран клавишами «↑» и «↓». Для изменения параметра нужно последовательно нажать клавишу стирания «С», ввести новое значение и нажать клавишу ввода «В» на клавиатуре. После ввода какого-либо параметра активным становится следующий параметр.

При наборе значений больше максимально допустимого и меньше минимального значения параметры автоматически ограничиваются на уровне допустимых значений.

После набора последнего параметра окно «Проход» автоматически переключится в окно «Сектор».

Сектор представляет собой часть прохода с заданными параметрами сварки. В одном проходе может быть запрограммировано до 6 секторов. Пример разбивки труб на сектора представлен на рисунке 39.

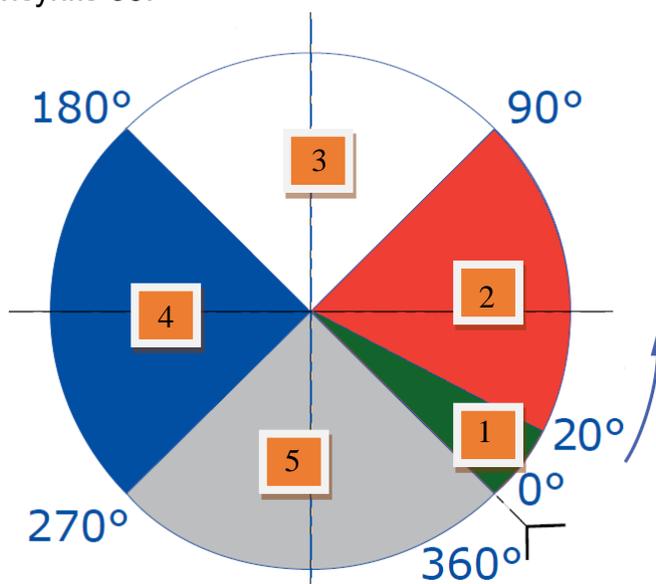


Рисунок 39.

В левой части дисплея отображаются четыре строки: «ВВОД ДАННЫХ», «Программа», «Проход», «Сектор» с указанием их текущих номеров. В правой части дисплея в зависимости от выбранного режима (непрерывного, импульсного, шагоимпульсного) отображаются различные значения параметров для данного сектора сварки: сектор, режим, угол, шаг сварки, скорость сварки, скорость проволоки, напряжение дуги, амплитуда колебаний, скорость колебаний, задержка на кромке, ток сварки, ток импульса, ток паузы, время импульса, время паузы. Для головок ОКА 18-45 ИД и ОКА 40-80 ИД в окне не отображаются напряжение дуги, амплитуда колебаний, скорость колебаний, задержка на кромке. Примеры окна «Сектор» показаны на рисунках 40 – 42. Устанавливаются лишь те параметры, которые нужны для выбранного режима работы. Каждый из параметров может быть выбран клавишами «↑» и «↓». Значения указанных параметров устанавливаются последовательным нажатием клавиши стирания «С», вводом нового значения и нажатием клавиши ввода «В» на клавиатуре.

Для установки **непрерывного** режима необходимо последовательно нажать клавишу стирания «С», затем клавишу ввода «В». Для установки **импульсного** режима необходимо последовательно нажать клавишу стирания «С», клавишу «1» и клавишу ввода «В». Для установки **шагоимпульсного** режима необходимо последовательно нажать клавишу стирания «С», клавишу «2» и клавишу ввода «В».

При наборе значений больше максимально допустимого и меньше минимального значения параметры автоматически ограничиваются на уровне допустимых значений.

После введения последнего параметра в текущем секторе произойдет автоматический переход к вводу параметров в следующем секторе, и так до последнего сектора в текущем проходе. Затем произойдет переход к вводу параметров в следующем проходе.

ВВОД ДАННЫХ		Сектор		1
Программа	1	Режим непрерывный		
Проход	1	Угол	град	120
Сектор	1	Скорость сварки	мм/с	2,0
		Скорость проволоки	мм/с	3,0
		Напряжение дуги	В	10,0
		Амплитуда колебаний	мм	1,0
		Скорость колебаний	мм/с	5
		Задержка на кромке	с	0,5
		Ток сварки	А	140

Рисунок 40 – Окно «Сектор» в непрерывном режиме сварки

ВВОД ДАННЫХ		Сектор		1
Программа	1	Режим импульсный		
Проход	1	Угол	град	120
Сектор	1	Скорость сварки	мм/с	2,0
		Скорость проволоки	мм/с	3,0
		Напряжение дуги	В	10,0
		Амплитуда колебаний	мм	1,0
		Скорость колебаний	мм/с	5
		Задержка на кромке	с	0,5
		Ток импульса	А	140
		Ток паузы	А	20
		Время импульса	с	0,4
		Время паузы	с	0,1

Рисунок 41 – Окно «Сектор» в импульсном режиме сварки

ВВОД ДАННЫХ		Сектор		1
Программа	1	Режим шагоимпульсный		
Проход	1	Угол	град	120
Сектор	1	Шаг сварки	мм	2,5
		Скорость проволоки	мм/с	3,0
		Напряжение дуги	В	10,0
		Амплитуда колебаний	мм	1,0
		Скорость колебаний	мм/с	5
		Задержка на кромке	с	0,5
		Ток импульса	А	140
		Ток паузы	А	20
		Время импульса	с	0,4
		Время паузы	с	0,1

Рисунок 42 – Окно «Сектор» в шагоимпульсном режиме сварки

Переход в режим сварки (наладки) произойдет после набора и ввода последнего параметра последнего сектора последнего прохода. При этом в левой части дисплея вместо надписи «ВВОД ДАННЫХ» высветится «СВАРКА», а ниже отобразятся надписи: «Наладка» или «Работа», «Программа» с указанием текущего номера, «Проход» и «Сектор» под номером один и направление сварки. В правой части высветятся заданные параметры первого сектора первого прохода.

В дальнейшем в процессе сварки по мере перехода от одного сектора к другому и смене прохода в левой части дисплея будут изменяться номера сектора и прохода, а в правой части будут показаны заданные параметры текущего сектора и прохода. Пример окна в режиме ожидания сварки показан на рисунке 43.

СВАРКА		Режим непрерывный		
Работа		Угол	град	120
Программа	1	Скорость сварки	мм/с	2,0
ОКА 70-140		Скорость проволоки	мм/с	3,0
Проход	1	Напряжение дуги	В	10,0
Сектор	1	Амплитуда колебаний	мм	1,0
Напр. на пров.		Скорость колебаний	мм/с	5
		Задержка на кромке	с	0,5
		Ток сварки	А	140

Рисунок 43 – Окно дисплея в режиме ожидания сварки

### 3.3.3.2 Корректировка отдельных значений параметров сварки в режиме ожидания

Нажатие на клавишу «#» приводит к циклической смене активного окна. Нажимая на клавишу «#», выбрать необходимое окно, задать требуемый проход и сектор.

Клавишами «↑» и «↓» выбрать требуемый параметр и скорректировать последовательным нажатием клавиши стирания «С», вводом нового значения и нажатием клавиши ввода «В» на клавиатуре.

Для возврата в режим ожидания сварки, нажатием на клавишу «#», вернуться в окно «Программа», выбрать параметр «Программа» и нажать клавишу ввода «В».

Вызов программы сварки из памяти блока

Включить источник. После появления на дисплее окна «Программа» установить требуемый номер программы и нажать клавишу ввода «В». Будет вызвана требуемая программа.

## 4 Процесс сварки

Управление процессом сварки производится с выносного пульта оператора. Процесс сварки запускается нажатием на кнопку «ПУСК» (поз. 20, рисунок 33), после чего сразу же открывается клапан и начинается продув зоны сварки. Через время продува загорается дуга, после чего нарастает ток до рабочего значения, включаются приводы, и начинается отработка цикла сварки. В процессе сварки по мере вращения сварочной головки по окружности автоматически изменяются параметры сварки при переходе из сектора в сектор. Сварка заканчивается автоматически после окончания прохода – обхода головкой окружности трубы с учетом перекрытия. При этом обеспечивается плавный спад тока, обдув после сварки, остановка электроприводов. Затем программа переходит в режим обработки следующего прохода. Автоматического включения головки на следующий проход не происходит. Запуск каждого последующего прохода осуществляется нажатием кнопки «ПУСК».

### Корректировка значений параметров сварки в процессе сварки

В процессе сварки для головок ОКА 18-45 ИД и ОКА 40-80 ИД для корректировки доступны следующие параметры: скорость вращения, длина шага, скорость подачи проволоки, ток сварки, время импульса.

При работе с головками ОКА 70-140 ИД и ОКА 120-220 ИД для корректировки доступны следующие параметры: скорость вращения, длина шага, скорость подачи проволоки, ток сварки, напряжение дуги, время импульса, скорость колебаний, время задержки на кромках, амплитуда колебаний.

Корректировка значений параметров сварки в активном секторе производится посредством нажатия на рукоятки тумблеров пульта оператора (поз. 7 - 11, 13, 14, 17, 18, рисунок 33). При этом название корректируемого параметра выделяется на дисплее и там же отражается его изменение. Сварка продолжается с новым значением параметра. Измененный параметр сохранится в памяти программ по завершению процесса сварки.

В **шагоимпульсном** режиме тумблер (поз. 7, рисунок 33) служит для корректировки времени паузы, что позволяет изменять скорость перемещения горелки во время паузы и влиять на степень кристаллизации сварочной ванны.

Прекращение процесса сварки

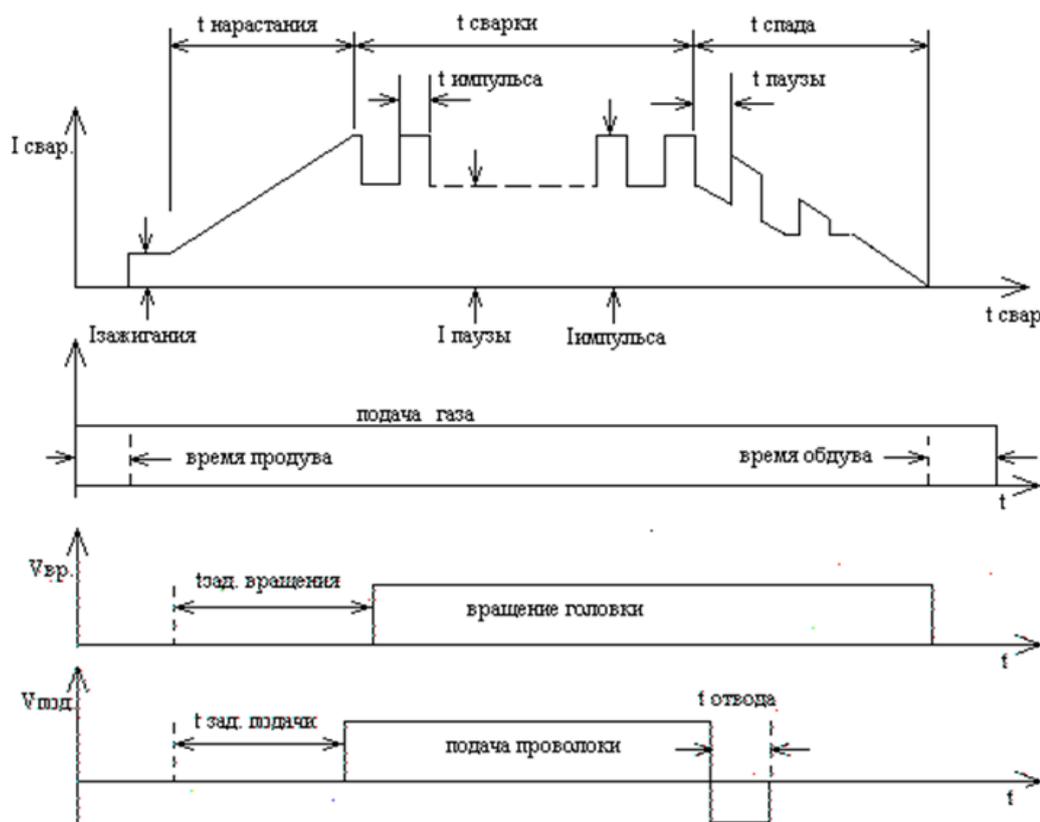
Процесс сварки в любой момент времени можно остановить нажатием кнопки «СТОП» (поз. 21, рисунок 33) или «СТОП ОБЩИЙ» (поз. 22, рисунок 33). По нажатию кнопки «СТОП» выключение происходит с плавным спадом тока и обдувом как в рабочем цикле. При нажатии кнопки «СТОП ОБЩИЙ» происходит мгновенное отключение всех приводов и прекращение подачи газа.

## 5 Непрерывный, импульсный и шагоимпульсный режимы

В автоматическом режиме установка позволяет вести сварку в трех основных режимах: непрерывном, импульсном, шагоимпульсном.

**Непрерывный режим** предполагает ведение сварки с неизменным во времени уровнем сварочного тока. Этот режим предпочтительно использовать при сварке в горизонтальном положении стыка.

**Импульсный режим** отличается чередованием сварочного тока разной величины. Скорость движения сварочной головки в этих режимах сохраняется постоянной. Временные диаграммы, поясняющие работу блока в импульсном режиме, показаны на рисунке 44.



$I_{\text{свар.}}$  - ток сварки;  $t_{\text{свар.}}$  - время сварки;  $I_{\text{зажигания}}$  - ток зажигания;  $I_{\text{импульса}}$  - ток сварки в импульсе;  $I_{\text{паузы}}$  - ток сварки в паузе;  $t_{\text{импульса}}$  - время сварки в импульсе;  $t_{\text{паузы}}$  - время сварки в паузе;  $t_{\text{зад. вращения}}$  - время задержки вращения головки относительно времени поджига дуги;  $t_{\text{зад. подачи}}$  - время задержки подачи проволоки относительно времени поджига дуги;  $t_{\text{отвода}}$  - время отвода присадочной проволоки относительно времени начала спада;  $V_{\text{вр.}}$  - скорость вращения головки;  $V_{\text{под.}}$  - скорость подачи присадочной проволоки.

Рисунок 44 – Диаграмма работы в импульсном режиме

Регулируемыми параметрами в данном режиме являются: ток в импульсе ( $I_{\text{импульса}}$ ), ток в паузе ( $I_{\text{паузы}}$ ), время импульса ( $t_{\text{импульса}}$ ) и время паузы ( $t_{\text{паузы}}$ ). Время и величина тока импульса устанавливаются на уровне, достаточном для проплавления сварочной ванны, но недостаточном для провисания расплавленного металла. Время и величина тока в паузе устанавливаются на уровне достаточном для поддержания горения дуги и позволяющем ванне частично кристаллизоваться (примерно

30...50 А). Ток зажигания ( $I$  зажигания) необходимо установить на уровне, достаточном для уверенного поджига дуги. Таким образом, имеется возможность регулировать количество вложенного в свариваемое изделие тепла и контролировать процесс образования сварочного шва.

При работе с головками ОКА 18-45 ИД, ОКА 40-80 ИД с целью нивелирования силы тяжести применяется импульсный режим для сварки всех слоев шва.

При работе с головками ОКА 70-140 ИД, ОКА 120-220 ИД импульсный режим применяется только для сварки корневого слоя шва. Для сварки заполняющих и облицовочного слоев шва применяется непрерывный режим с колебаниями электрода.

В том случае, когда требуется увеличить глубину проплавления металла применяется **шагоимпульсный режим**.

**Шагоимпульсный режим** позволяет получать более высокое качество сварных соединений за счет полного контроля над сварочной ванной. Временные диаграммы, поясняющие работу в шагоимпульсном режиме, показаны на рисунке 45.

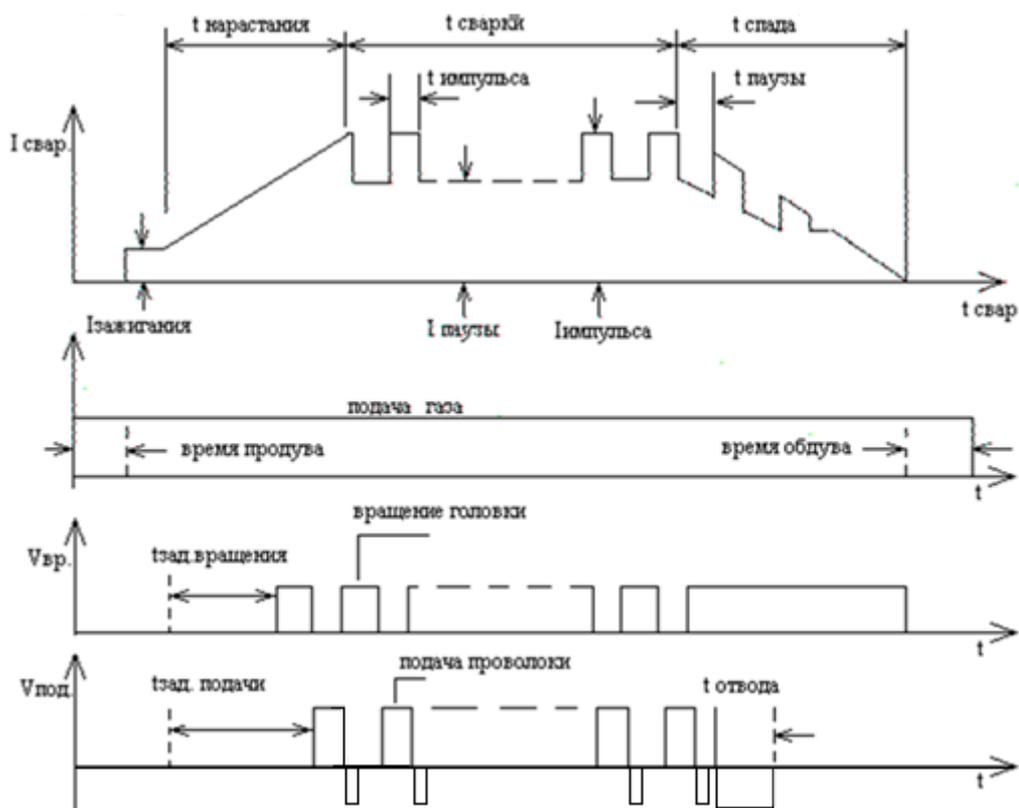


Рисунок 45 – Диаграмма работы в шагоимпульсном режиме

Особенностью работы блока в этом режиме является то, что сварка производится во время импульса при неподвижном состоянии головки, а перемещение головки происходит во время паузы, то есть во время горения дежурной дуги без подачи проволоки. В остальном цикл сварки не отличается от импульсного режима.

В импульсном и шагоимпульсном режимах сварочный ток переключается между двумя уровнями тока: током импульса и током паузы (рисунок 46). В интервале времени действия тока импульса ( $t$  импульса) источник выдает высокий сварочный ток ( $I$  импульса), при этом объем сварочной ванны достигает максимума. В интервале времени действия тока паузы ( $t$  паузы) источник выдает низкий сварочный ток ( $I$  паузы), таким образом, позволяя остыть и уменьшить объем до минимума, что минимизирует воздействие силы тяжести при сварке неповоротных стыковых соединений труб во всех пространственных положениях.

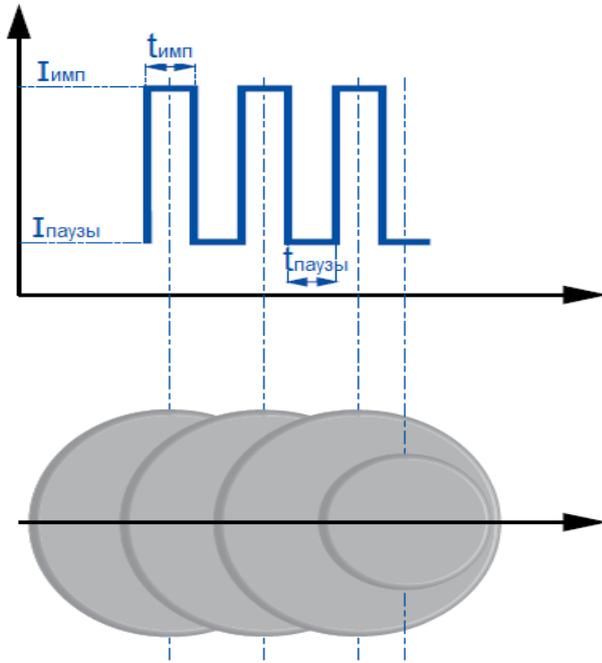


Рисунок 46

## 6 Технология автоматической сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА ПАО «Газпром»

Для ПАО «Газпром» регламентирована «Инструкция по механизированной и автоматической односторонней сварке неповоротных кольцевых стыковых соединений труб и узлов трубопроводов с применением сварочного оборудования производства НПП «ТехноТрон», ООО».

Технологический процесс автоматической сварки состоит из следующих основных операций:

- выбор сварочных материалов;
- подготовка кромок свариваемых труб и деталей трубопроводов;
- сборка стыковых соединений свариваемых труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА;
- подготовка комплекса ОКА к сварочным работам;
- отработка режимов и автоматическая сварка стыковых соединений труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА.

### 6.1 Выбор сварочных материалов

Для автоматической аргодуговой сварки неповоротных кольцевых стыковых соединений труб и узлов трубопроводов рекомендуется применять следующие сварочные материалы.

**Защитный газ** (аргон) для стандартной сварки должен иметь чистоту не менее 99,995%, а для сварки металлов, которые классифицируются как трудно свариваемые, например, титан, тантал, цирконий и их сплавов – не менее 99,998%.

**В качестве неплавящегося электрода** можно применять прутки вольфрама диаметром 2,0 и 3,0 мм марок WL 10/15/20 и E3.

Лантанированные электроды марки WL10/15/20 используются для сварки нелегированных и легированных сталей, алюминия, титана, никеля, меди и магниевых сплавов. Цветное кодирование: WL10 - Черный / WL15 - Золотой / WL20 - Синий.

Электроды марки E3 используются для сварки нелегированных и высоколегированных сталей, сплавов алюминия, титана, никеля, меди и магния. Электроды применимы во всем диапазоне мощностей тока. Благодаря своим отличным свойствам поджига, они идеально подходят для автоматической аргодуговой сварки. Электроды марки E3 по сравнению с электродами марок WL10/15/20 имеют более высокую нагрузочную способность и, соответственно, больший срок службы. Цветное кодирование: E3 - Фиолетовый.

Электроды E3 при длительных периодах работы имеют более низкий износ пика электрода, чем электроды WL10/15/20 и обеспечивают быстрый и надежный поджиг. На рисунке 47 представлен внешний вид электродов марки E3 и WL10/15/20 после 150 поджигов. Поэтому при проведении сварочных работ рекомендуется применять электроды марки E3.

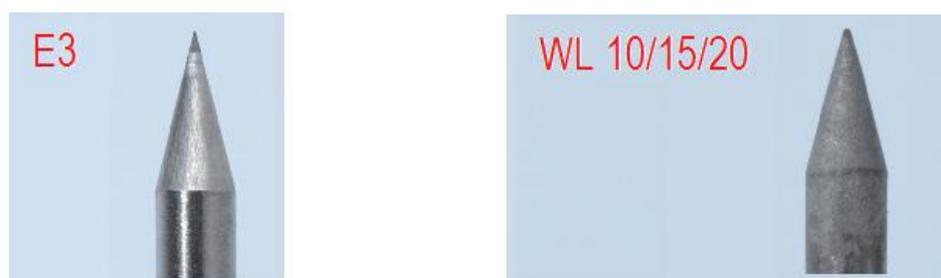


Рисунок 47

**В качестве присадочных материалов** рекомендуется применять марки сварочных проволок, приведенные в таблицах 4, 5 и 6.

Таблица 4 - Сварочные проволоки сплошного сечения, рекомендуемые для автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом труб и узлов трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей

Назначение	Марка проволоки	Классификация	Диаметр, мм	Производитель
Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом всех слоев шва кольцевых стыковых соединений классом прочности до K54 включительно и сварки корневого слоя шва соединений классом прочности до K60 включительно	Boehler SG3-P	ER70S-G по AWS A5.18:	0,9	Bohler Schweisstechnik Austria GmbH (Австрия)
	OK Aristorod 12.50	ER 70S-6 по AWS 5.18	0,9-1,0	ESAB VAMBERG s.r.o. (Чехия)
	OK Autrod 12.51	ER 70S-6 по AWS 5.18	0,9-1,0	ESAB VAMBERG s.r.o. (Чехия)

Таблица 5 - Сварочные проволоки сплошного сечения, рекомендуемые для автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом труб и узлов трубопроводов из высоколегированных аустенитных сталей, разнородных сталей

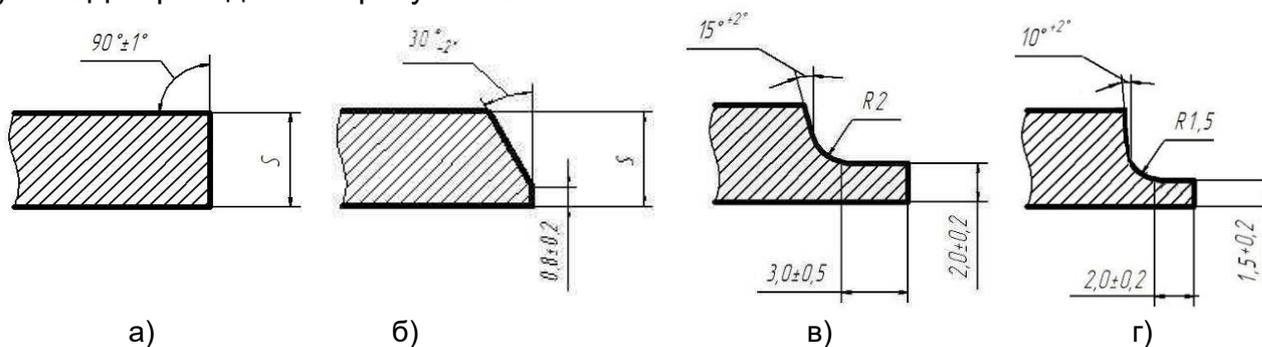
Назначение	Марка проволоки			Диаметр, мм
	Без требований по стойкости против МКК	С требованиями по стойкости против МКК	Импортные аналоги	
Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом всех слоев шва кольцевых стыковых соединений из марок стали 08X18H10T, 12X18H10T, 12X18H12T, 12X18H9ТЛ, 10X18H9Л, 08X18H12Б, А312ТР304, AISI 304L, 10X14Г14Н4Т	Св-06X19H9Т; Св-04X19H9; Св-04X19H11M3; Св-08X19H10Г2Б; Св-04X20H10Г2Б; Св-08X19H10M3Б	Св-07X18H9ТЮ; Св-08X19H10Г2Б; Св-04X20H10Г2Б; Св-04X19H11M3; Св-08X19H10M3Б	ER 308 LSi (04X19H9)	0,9-1,0
Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом всех слоев шва кольцевых стыковых соединений из марок стали 08X17H13M2Т, 10X17H13M2Т, 12X17H13M3ТЛ, AISI 316L	Св-06X19H10M3Т; Св-04X19H11M3	Св-06X20H11M3ТБ; Св-08X19H10M3Б	ER 318 LSi, ER 316 LSi	0,9-1,0
Автоматическая аргонодуговая сварка неплавящимся электродом всех слоев шва кольцевых стыковых разнородных соединений из углеродистой, низкоуглеродистой низколегированной или теплоустойчивой хромомолибденовой стали с аустенитной сталью	Св-10X16H25AM6	-	ER 309 LSi	0,9-1,0

Таблица 6 - Сварочные проволоки сплошного сечения, рекомендуемые для автоматической аргодуговой сварки неплавящимся электродом труб и узлов трубопроводов из теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей, разнородных сталей

Назначение	Марка проволоки	Диаметр, мм
Автоматическая аргодуговая сварка неплавящимся электродом всех слоев шва кольцевых стыковых соединений из марок стали 12МХ, 15ХМ, А335Р11	Св-08МХ, Св-08ХМА-2, Св-08ХГСМА, ОК Tigrod 13.22	0,9-1,0
Автоматическая аргодуговая сварка неплавящимся электродом всех слоев шва кольцевых стыковых соединений из марок стали 12Х1МФ, 12Х1М1Ф	Св-08ХМФА-2, Св-08ХМФА, Св-08ХГСМФА	0,9-1,0
Автоматическая аргодуговая сварка неплавящимся электродом всех слоев шва кольцевых стыковых разнородных соединений из углеродистой, низкоуглеродистой низколегированной стали с стойчивой хромомолибденовой сталью	Св-08Г2С, Св-08МХ	0,9-1,0

## 6.2 Подготовка кромок свариваемых труб и деталей трубопроводов

Разделка кромок труб и узлов трубопроводов выполняется путем переточки заводской разделки специализированными станками подготовки кромок заблаговременно до начала сборочных работ. Геометрические параметры разделки свариваемых кромок труб и СДТ приведены на рисунке 48.



- а) для толщины стенки до 3,0 мм включительно;  
 б) для толщины стенки от 2,0 до 4,0 мм включительно;  
 в) для толщины стенки свыше 4,0 мм;  
 г) для толщины стенки свыше 3,0 мм.

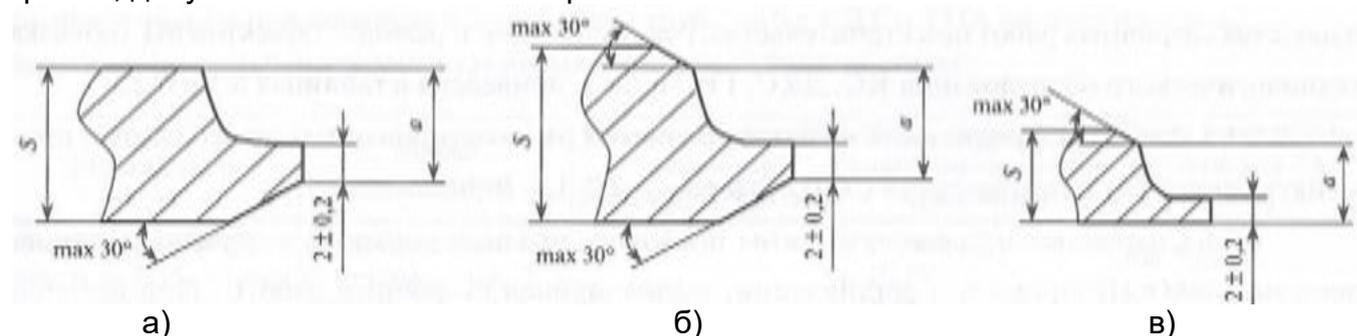
Рисунок 48 – Геометрические параметры свариваемых кромок труб, узлов трубопроводов, СДТ и ТПА

Альтернативой разделки типа в) рисунок 48 является разделка г) рисунок 48. Вариант разделки г) применяется для снижения количества проходов и, соответственно, снижения времени сварки стыкового соединения.

Для сварки труб, узлов трубопроводов, СДТ и ТПА с толщиной стенки до 5,0 мм

включительно допускается совмещать геометрические параметры разделки кромок (б + в, б + г, рисунок 48). Для труб, узлов трубопроводов, СДТ и ТПА с толщиной стенки более 5,0 мм геометрические параметры разделки кромок должны соответствовать варианту в), либо г) рисунка 48.

При сварке разнотолщинных соединений кромки толстостенного элемента под сварку должны быть обработаны механическим способом (рисунок 49) с использованием специализированных станков подготовки кромок, при этом геометрические параметры наружной и внутренней разделки и скоса кромок должны назначаться в зависимости от разницы размеров наружных диаметров и толщин стенок. Разделка кромок (расточка) должна быть выполнена при разности толщин более 1 мм. Допускается проводить расточку кромок при разности толщин менее 1 мм. Расточку изнутри («нутрение») сварных соединений бесшовных труб, одной толщины, в местах с максимальным допуском толщины стенки, в случае невозможности применения станков подготовки кромок, допускается выполнять шлифмашинками.



S – толщина стенки толстостенного элемента;

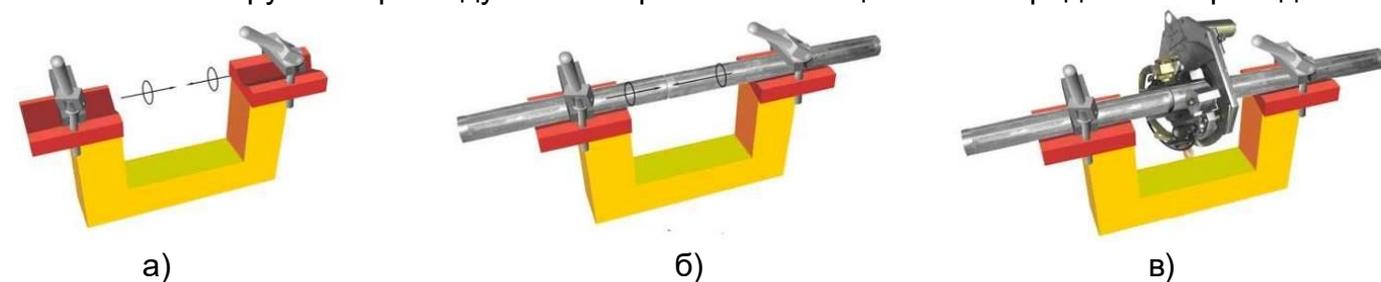
a – размер для присоединения трубы или переходного кольца

Рисунок 49 – Схема проточки (расточки) кромки толстостенного элемента

### 6.3 Сборка стыковых соединений свариваемых труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА

Сборку неповоротных кольцевых стыковых соединений труб требуется выполнять с применением специализированных наружных центраторов, позволяющих выполнять сварку корневого слоя шва по полному периметру, представленных на рисунке 50.

Сборку соединений труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА при условии невозможности сборки на наружном центраторе, следует выполнять с прихватками, выполненными ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом без присадки.



а) внешний вид наружного центратора;

б) сборка труб на наружном центраторе;

в) сварка на наружном центраторе.

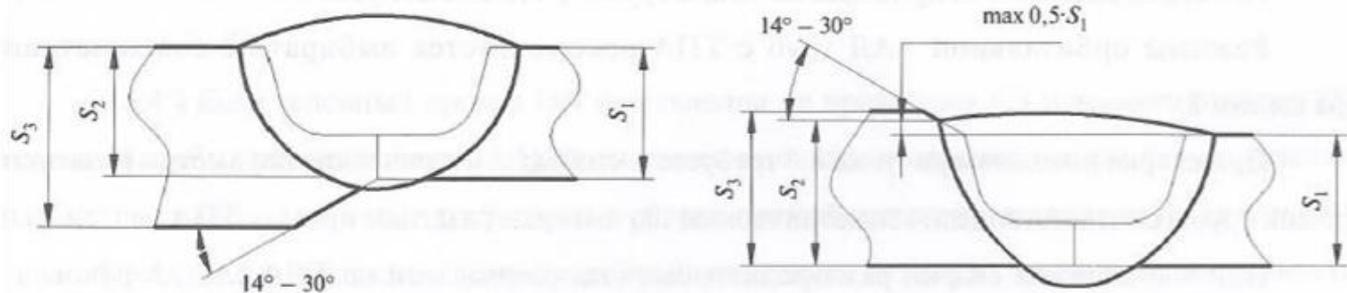
Рисунок 50 – Последовательность сборки и сварки труб на наружном центраторе

Подготовку, сборку и сварку разнотолщинных сварных соединений рекомендуется производить в соответствии с рисунками 48, 49 и типовой схемой, представленной на рисунке 51:

- схема А – применяется для соединений труб, труб с СДТ при разнотолщинности  $S_3/S_1$  не более 1,5;

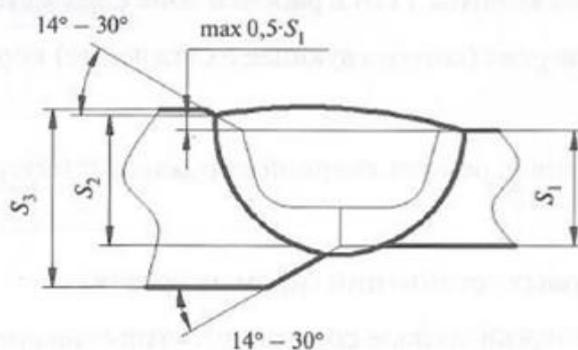
- схема Б - применяется для соединений труб, труб с СДТ, труб с ТПА в случае специальной обработки торца толстостенного элемента с наружной стороны до разнотолщинности элементов в зоне сварки  $S_2/S_1$  не более 1,5;

- схема В - применяется для соединений труб, труб с СДТ, труб с ТПА в случае специальной обработки торца толстостенного элемента как с наружной, так и с внутренней стороны до разнотолщинности элементов в зоне сварки  $S_2/S_1$  не более 1,5.



а – обработка стенки с толщиной  $S_3$  с внутренней стороны до размера  $S_2 = S_1 \cdot S_3 / S_1 \leq 1,5$

б – обработка стенки с толщиной  $S_3$  с наружной стороны до размера  $S_2 \leq 1,5 \cdot S_1$ ;



в – обработка стенки с толщиной  $S_3$  с наружной и внутренней стороны до размера  $S_2 \leq 1,5 \cdot S_1$

Рисунок 51 – Типовые схемы характерных разнотолщинных сварных соединений

Сборку труб, труб с узлами трубопроводов, труб с СДТ и ТПА выполнять без зазора. Допускается наличие зазора не более 0,5 мм.

При сварке наружное смещение свариваемых кромок не регламентируется, однако при выполнении облицовочного слоя шва должен быть обеспечен плавный переход поверхности шва к основному металлу.

Внутреннее смещение стыкуемых кромок с номинальной толщиной стенки от 2,0 до 3,2 мм не должно превышать 0,5 мм, с номинальной толщиной стенки свыше 3,2 мм до 5,0 мм – 1,0 мм, с номинальной толщиной стенки свыше 5,0 мм - 1,5 мм.

При сварке трубы, узлы трубопроводов, СДТ и ТПА для сборки под сварку из высоколегированных аустенитных и теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей необходимо подбирать по внутреннему диаметру. Допускается расхождение внутренних диаметров труб до 1,0 %, но не более 2,0 мм.

Разделительную резку труб следует выполнять согласно таблице 7.

Кромки труб из теплоустойчивых хромомолибденовых и

хромомолибденованадиевых сталей после газовой, воздушно-плазменной резки должны быть проконтролированы ПВК или МПК;

Внутренняя и наружная поверхности труб из аустенитных сталей не должны иметь темной окисной пленки на расстоянии не менее 30 мм от свариваемых кромок торцов труб.

Таблица 7 – Требования к разделительной резке труб из углеродистых, низкоуглеродистых низколегированных, теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых и аустенитных сталей

Тип стали	Требования к разделительной резке труб		
	газовая	воздушно-дуговая и плазменная	механическая
Углеродистые, низкоуглеродистые низколегированные	с последующей механической обработкой торцов на глубину не менее 1,0 мм		дополнительная обработка не требуется, при условии обеспечения требуемых геометрических параметров свариваемых кромок
Теплоустойчивые хромомолибденовые и хромомолибденованадиевые	с последующей механической обработкой торцов на глубину не менее 3,0 мм		
Аустенитные	не допускается	с последующей механической обработкой торцов на глубину не менее 2,0 мм	

Примечание - при толщине стенки труб из теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей выше 10,0 мм и/или при отрицательной температуре воздуха термическую резку труб необходимо производить с предварительным подогревом до 200 °С и медленным охлаждением после резки с применением теплоизолирующего пояса.

Наружное смещение свариваемых кромок не должно превышать 30 % от толщины тонкостенного элемента, но не более 5,0 мм, однако при выполнении облицовочного слоя шва должен быть обеспечен плавный переход поверхности шва к основному металлу. Если наружное смещение кромок превышает допустимое значение, то для обеспечения плавного перехода следует выполнить механическую обработку наружной поверхности толстостенного элемента под углом не более 15°.

Внутреннее смещение стыкуемых кромок в зависимости от условного давления и категории трубопровода приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Допустимые внутренние смещения кромок при сборке

Условное давление, МПа	Категория технологического трубопровода	Величина допустимого внутреннего смещения в зависимости от номинальной толщины свариваемых элементов S, мм
свыше 10 до 320 и I категории при температуре ниже минус 70°С	-	0,10S, но не более 1,0 мм
до 10	I и II	0,15S, но не более 1,5 мм
	III и IV	0,20S, но не более 1,5 мм
	V	0,30S, но не более 1,5 мм

До начала сварки корневого слоя шва (в т.ч. прихваток) необходимо выполнять предварительный подогрев свариваемых элементов по толщине стенки и периметру в

зоне шириной не менее 150 мм (т.е. не менее 75 мм в каждую сторону от свариваемых кромок).

Температура предварительного подогрева свариваемых кромок труб перед сваркой корневого слоя шва (в т.ч. прихваток) из углеродистых, низкоуглеродистых низколегированных сталей должна составлять не менее плюс 50 °С независимо от температуры окружающего воздуха.

Температура предварительного подогрева свариваемых кромок труб перед сваркой корневого слоя шва (в т.ч. прихваток) из теплоустойчивых хромо-молибденовых и хромомолибденованадиевых сталей при температуре окружающего воздуха выше 0 °С должна соответствовать требованиям таблицы 9.

Сварку труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА (в т.ч. прихваток) из теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей при температуре окружающего воздуха ниже 0 °С необходимо с соблюдением следующих требований:

а) минимальная температура окружающего воздуха, при которой может выполняться сварка (в т.ч. прихваток) зависящая от марки стали, приведена в таблице 10.

б) минимальная температура окружающего воздуха из сталей разных марок принимается для стали, для которой минимальная температура окружающего воздуха, согласно таблице 8, более высокая;

в) температура предварительного подогрева кромок торцов должна быть выше температуры, приведенной в таблице 9, на 50 °С.

Таблица 9 - Температура предварительного подогрева кромок торцов труб, СДТ, ТПА перед сваркой корневого слоя шва (в т.ч. прихваток) из теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей при температуре окружающего воздуха выше 0 °С

Марка стали	Толщина свариваемых элементов, мм	Температура подогрева, °С
12МХ, 15ХМ	До 10,0 включ.	100
	Св.10,0 до 25,0 включ.	150-200
12Х1МФ	До 10,0 включ.	100
	Св.10,0 до 14,0 включ.	100-150
	Св.14,0 до 25,0 включ.	200-250
15Х1М1Ф	До 10,0 включ.	100
	Св. 10,0	300-350
А335РII	Независимо от толщины	150

Таблица 10 - Минимальная температура окружающего воздуха, при которой может выполняться сварка (в т.ч. прихваток)

Марка стали	Толщина свариваемых элементов, мм	Минимальная температура окружающего воздуха, °С
12МХ, 15ХМ, 12Х1МФ	не более 10,0	-15
	более 10,0	-10
15Х1М1Ф, А335РII	не более 10,0	-10
	более 10,0	0

Температура предварительного подогрева кромок торцов труб, узлов трубопроводов, СДТ и ТПА перед сваркой корневого слоя шва (в т.ч. прихваток) из высоколегированных аустенитных сталей должна составлять от 50 °С до 60 °С.

Температура предварительного подогрева свариваемых кромок при сварке сталей аустенитного класса со сталями других структурных классов должна выполняться как для сварки высоколегированных сталей аустенитного класса.

Температура окружающего воздуха, при которой может выполняться сварка труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА из высоколегированных аустенитных сталей должна быть не ниже минус 20 °С.

Температура окружающего воздуха, при которой может выполняться сварка труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА из разнородных сталей должна быть не ниже 0 °С.

При проведении сварочных работ в инвентарных укрытиях, температурой окружающего воздуха считается температура, зарегистрированная в интервале от 0,5 до 0,8 м в горизонтальной плоскости от свариваемого соединения.

В процессе сварки труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА температура предыдущего слоя сварного шва перед наложением последующего слоя должна быть:

а) углеродистых, низкоуглеродистых низколегированных сталей в интервале от 50 °С до 250 °С.

б) теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей в интервале от 100 °С до 300 °С.

в) высоколегированных аустенитных сталей в интервале от 20 °С до 100 °С.

Если температура опустилась ниже минимальной межслойной температуры, необходимо произвести сопутствующий (межслойный) подогрев до температуры предварительного подогрева.

Если температура поднялась выше максимальной межслойной температуры, допускается прерывание процесса сварки для естественного остывания свариваемого соединения до требуемой температуры.

В случае вынужденных перерывов в работе при сварке соединений труб из теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей необходимо поддерживать температуру сварного соединения на уровне требуемой межслойной температуры или провести термообработку. Перед возобновлением сварки сварные соединения, прошедшие термообработку, должны быть зачищены и проконтролированы ВИК. При невыполнении вышеуказанных условий сварное соединение должно быть вырезано.

Металлические щётки для зачистки поверхности труб, узлов трубопроводов, СДТ и ТПА из высоколегированных аустенитных сталей должны быть изготовлены только из коррозионностойкой стали.

Допускается проводить подготовку поверхности труб из высоколегированных аустенитных сталей методом электрохимической полировки.

Поверхность труб из высоколегированных аустенитных сталей на участке зачистки должна быть обезжирена с применением не содержащих масляных фракций растворителей (ацетон, бензин «Калоша» и др.) и осушена путем протирки этиловым спиртом.

Контроль чистоты поверхности труб из высоколегированных аустенитных сталей под сварку необходимо проводить путем протирки очищенной поверхности салфеткой из белой не ворсистой хлопчатобумажной ткани, при этом не допускается наличие пятен на поверхности салфетки, в противном случае необходимо провести повторную обработку поверхности труб.

Каждый слой сварного шва перед наложением следующего слоя необходимо осмотреть на предмет отсутствия «горячих» трещин.

Не допускается образование трещин в процессе сварки аустенитных сталей. В случае обнаружения трещины сварка должна быть прекращена. Возобновление процесса сварки разрешается только после удаления трещины и принятия мер, предотвращающих их дальнейшее появление.

В процессе сварки аустенитных сталей при появлении темно-серого цвета поверхности сварных соединений, сварку необходимо остановить до устранения причин некачественной газовой защиты металла свариваемого соединения.

Почернение поверхности сварных швов и образование окисной пленки на аустенитных сварных швах не допускается. Сварные соединения должны быть вырезаны.

Сварку труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА из теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей рекомендуется выполнять с поддувом изнутри аргоном для защиты корневого слоя шва изнутри трубопровода.

Сварку труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА из высоколегированных аустенитных сталей требуется выполнять с поддувом изнутри аргоном для защиты корневого слоя шва изнутри трубопровода.

Не допускается выполнять сварку труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА из разнородных сталей, а также разнотолщинных труб, труб с СДТ, ТПА при сварке захлестов.

## 6.4 Подготовка комплекса к сварочным работам

Подготовка комплекса к сварочным работам выполняется в соответствии с **Разделом 3** настоящей инструкции.

## 6.5 Отработка режимов и автоматическая сварка стыковых соединений труб, труб с узлом трубопровода, труб с СДТ и ТПА

Автоматическая аргонодуговая сварка комплексом ОКА может применяться для сварки корневого, заполняющих и облицовочных слоев шва неповоротных кольцевых стыковых соединений труб и узлов трубопроводов диаметром от 10 до 219 мм включительно с толщиной стенки свариваемых элементов от 2,0 до 25,0 мм включительно, класса прочности до К60 включительно.

Сварку следует выполнять с применением инвентарных укрытий, обеспечивающих защиту от ветра и атмосферных осадков, а также надлежащее удаление дыма.

До начала сварки параметры режимов сварки должны быть выставлены на блоке управления САУ 4.33 и панели управления источником сварочного тока ДС 200А.33А.

Сварка выполняется за один полный оборот с перекрытием ранее выполненного сварного шва (замка) не менее чем на 2,0 мм, при этом подача присадочной проволоки может осуществляться как перед сварочной горелкой по направлению сварки («левый способ»), так и после («правый способ»).

Сварку следует начинать в положении  $4^{00} - 5^{00}$  или в положении  $7^{00} - 8^{00}$  на подъем при «левом способе» сварки и в положении  $0^{00} - 1^{00}$  или в положении  $11^{00} - 12^{00}$  на спуск при «правом способе».

Сварку последующих слоев шва следует начинать со смещением от замка предыдущего слоя шва на расстояние не менее 5,0 мм.

При толщине стенки трубы более 5 мм заполняющие слои шва рекомендуется выполнить с колебаниями электрода во всю ширину разделки. Допускается сварка заполняющих слоев без колебаний электрода с выполнением до трех проходов в слое.

При вынужденной остановке автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом при сварке заполняющих и облицовочного слоев шва следует:

- сошлифовать окончание шва, с удалением видимых дефектов и обеспечением плавного перехода сварного шва;
- выполнить ручную аргонодуговую сварку оставшейся части прохода неплавящимся электродом с присадочной проволокой;
- продолжить автоматическую сварку неплавящимся электродом.

Во многих случаях использование импульсного тока недостаточно для получения

приемлемых результатов сварки. Параметры режимов сварки должны быть адаптированы исходя из условий формирования сварочных швов в различных пространственных положениях, поэтому окружность трубы делится на зоны, которые называются секторами. Сварку рекомендуется выполнять с программированием режимов сварки в каждом отдельно взятом секторе в зависимости от положения сварочной горелки. При переходе к каждому следующему сектору параметры изменяются.

Количество секторов зависит от диаметра и толщины стенки трубы.

В качестве иллюстрации возьмем поперечное сечение окружности (360°), разделенное на шесть секторов.

Пример разбиения периметра сварного соединения труб диаметром от 10 до 57 мм с толщиной стенки от 2,0 до 4,0 мм на сектора приведен на рисунке 52.



Рисунок 52

В зависимости от пространственного положения и температуры трубы, которая постоянно нагревается от энергии дуги, значения параметров во всех секторах различны.

Как показывает практика, в большинстве случаев нет необходимости разбивать окружность на такое большое число секторов, как в нашем примере. Также количество секторов может изменяться в зависимости от конкретного применения.

Рекомендуемые параметры режимов сварки углеродистых и низколегированных сталей приведены в таблицах 11 - 15.

Таблица 11 – Параметры режимов свариваемых элементов наружным диаметром от 10 до 45 мм с толщиной стенки до 3,0 мм с разделкой кромок согласно рисунку 48 (а)

Параметр	Величина параметра				
Сварочная головка	ОКА 18-45 ИД				
Количество проходов	1				
Способ сварки	левый способ				
Режим сварки	шагоимпульсный				
Время продува, с	3,0				
Ток зажигания, А	20				
Время нарастания, с	0,1				
Задержка вращения, с	3,0				
Задержка проволоки, с	3,5				
Время спада, с	6,0				
Время отвода проволоки, с	0,20				
Время обдува, с	5,0				
Расход газа, л/мин	10-12				
Сектор	1	2	3	4	5
Угол	20°	70°	110°	70°	90°
Шаг сварки, мм	1,0				
Скорость подачи пр-ки, мм/с	17	20	23	23	18

Продолжение таблицы 11

Параметр	Величина параметра				
	Ток импульса, А	180	170	165	170
Ток паузы, А	20				
Время импульса, с	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Время паузы, с	0,9	1,1	1,2	1,0	1,4
Примечание – Параметры режимов сварки могут изменяться в пределах $\pm 10\%$ и должны быть зафиксированы в операционных и технологических картах сборки и сварки при производственной аттестации технологий сварки					

Таблица 12 – Параметры режимов свариваемых элементов наружным диаметром от 10 до 45 мм с толщиной стенки до 4,0 мм с разделкой кромок согласно рисунку 48 (б)

Параметр		Величина параметра									
Сварочная головка		ОКА 18-45 ИД									
Количество проходов		2									
Способ сварки		левый способ									
Наименование слоя шва		корневой					облицовочный				
Режим сварки	левый способ	импульсный					шагоимпульсный				
	правый способ	непрерывный									
Время продува, с		3,0					3,0				
Ток зажигания, А		20					20				
Время нарастания, с		0,1					0,1				
Задержка вращения, с		1,5					1,0				
Задержка проволоки, с		2,5-3,0					2,0				
Время спада, с		6,0					8,0				
Время отвода проволоки, с		0,20					0,20				
Время обдува, с		5,0					5,0				
Расход газа, л		10-12					10-12				
Сектор		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Угол	левый способ	20°	70°	110°	70°	90°	20°	70°	110°	70°	90°
	правый способ	20°	180°	80°	80°	-					
Шаг сварки при ШИ режиме, мм		-					1,5				
Скорость сварки, мм/с		1,0 – 1,3					-				
Скорость подачи проволоки, мм/с	левый способ	6	7	8	8	6	17	20	24	24	18
	правый способ	7	10	14	10	-					
Ток импульса, А		160	150	145	150	140	160	155	150	155	145
Ток паузы, А		40					20				
Ток сварки при непрерывном режиме, А		110	100	96	86	-	-	-	-	-	-
Время импульса, с		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Время паузы, с		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	1,0	1,4	1,4	1,8
Примечание – Параметры режимов сварки могут изменяться в пределах $\pm 10\%$ и должны быть зафиксированы в операционных и технологических картах сборки и сварки при производственной аттестации технологий сварки											

Таблица 13 – Параметры режимов свариваемых элементов наружным диаметром от 40 до 80 мм с толщиной стенки от 4,0 мм с разделкой кромок согласно рисунку 48 (в, г)

Параметр		Величина параметра									
Сварочная головка		ОКА 40-80 ИД									
Наименование слоя шва		корневой					заполняющие		облицовочный		
Режим сварки	левый способ	импульсный					импульсный		импульсный		
	правый способ	непрерывный									
Время продува, с		3,0					3,0		3,0		
Ток зажигания, А		20					20		20		
Время нарастания, с		0,1					0,1		0,1		
Задержка вращения, с		1,0-1,5					1,0-1,5		1,0-1,5		
Задержка проволоки, с		2,0-2,5					2,5-3,5		2,5-3,5		
Время спада, с		6,0					6,0		8,0		
Время отвода проволоки, с		0,20					0,20		0,20		
Время обдува, с		5,0					5,0		4,0		
Расход газа, л		10-12					10-12		10-12		
Сектор		1	2	3	4	5	1	2	1	2	
Угол	левый способ	20°	70°	110°	70°	90°	20°	340°	20°	340°	
	правый способ	20°	170°	130°	40°	-					
Скорость сварки, мм/с	левый способ	1,3					1,2-1,3				
	правый способ	2,5	2,8	2,9	3,0	-					
Скорость подачи пров., мм/с	левый способ	6	7	8	7	6	10,0-19,0				
	правый способ	8	14	12	13	-					
Ток импульса, А		125	120	118	120	115	150-180	130-155	150-180	135-170	
Ток паузы, А		40					35-50		45-50		
Время импульса, с		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Время паузы, с		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Примечание – Параметры режимов сварки могут изменяться в пределах $\pm 10\%$ и должны быть зафиксированы в операционных и технологических картах сборки и сварки при производственной аттестации технологий сварки											

Таблица 14 – Параметры режимов свариваемых элементов наружным диаметром от 70 до 140 мм с толщиной стенки свыше 4,0 мм с разделкой кромок согласно рисунку 48 (в, г)

Параметр		Величина параметра									
Сварочная головка		ОКА 70-140 ИД									
Наименование слоя шва		корневой					заполняющие		облицовочный		
Способ сварки		левый способ					левый способ		левый способ		
Режим сварки		импульсный					непрерывный		непрерывный		
Время продува, с		5,0					5,0		5,0		
Ток зажигания, А		20					20		20		
Время нарастания, с		0,1					0,1		0,1		
Задержка вращения, с		1,0					0,5 – 1,5		0,5 – 1,5		
Задержка проволоки, с		3,0					1,5 – 2,5		1,5 – 2,5		
Время спада, с		6,0					6,0		6,0		
Время отвода проволоки, с		0,20					0,20		0,20		
Время обдува, с		5,0					5,0		5,0		

Продолжение таблицы 14

Параметр	Величина параметра									
	-				20-40			0-20		
Увеличение тока на кр., А	-				20-40			0-20		
Расход газа, л	10-12				10-12			10-12		
Сектор	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3
Угол	20°	70°	180°	90°	20°	240°	100°	20°	240°	100°
Скорость сварки, мм/с	1,2 – 1,3				1,0			1,0		
Скорость подачи пров., мм/с	6	7	7	6	20 - 30			20 - 40		
Напряжение на дуге, В	11,5 - 13,0				11,5 - 13,0			11,5 - 13,0		
Амплитуда колебаний, мм	-				4,0 - 7,0			7,0 - 11,0		
Скорость колебаний, мм/с	-				16			17		
Задержка на кромке, с	-				0,2 - 0,4			0,2 - 0,5		
Ток импульса, А	125	120	118	117	-			-		
Ток паузы, А	40				-			-		
Ток сварки, А	-				110 - 140			110 - 135		
Время импульса, с	0,5	0,5	0,5	0,5	-			-		
Время паузы, с	0,5	0,5	0,5	0,5	-			-		
Примечание – Параметры режимов сварки могут изменяться в пределах $\pm 10\%$ и должны быть зафиксированы в операционных и технологических картах сборки и сварки при производственной аттестации технологий сварки										

Таблица 15 – Параметры режимов свариваемых элементов наружным диаметром от 120 до 220 мм с толщиной стенки свыше 4,0 мм с разделкой кромок согласно рисунку 48 (в)

Параметр	Величина параметра									
	ОКА 120-220 ИД									
Сварочная головка										
Наименование слоя шва	корневой				первый заполняющий	заполняющие	облицовочны й			
Способ сварки	левый способ				левый способ	левый способ	левый способ			
Режим сварки	импульсный				непрерывный	непрерывный	непрерывный			
Время продува, с	3,0				3,0	3,0	3,0			
Ток зажигания, А	20				20	20	20			
Время нарастания, с	0,1				0,1	0,1	0,1			
Задержка вращения, с	1,5				1,5	1,0	1,5			
Задержка проволоки, с	3,0				3,0	1,5	3,0			
Время спада, с	6,0				6,0	6,0	6,0			
Время отвода проволоки, с	0,20				0,20	0,20	0,20			
Время обдува, с	5,0				5,0	5,0	5,0			
Увеличение тока на кромках, А	-				30-60		40-70		-	
Расход газа, л	10-12				10-12		10-12		10,12	
Сектор	1	2	3	4	1	2	1	1		
Угол	20°	70°	180°	90°	20°	340°	360°	360°		
Скорость сварки, мм/с	-				0,8-1,0		0,8-1,0		0,8-1,0	
Скорость подачи проволоки, мм/с	6	7	7	6	20-25	20-30	25-40	20-40		
Напряжение на дуге, В	11,0-13,0				11,0-13,5		11,0-13,5		11,0-13,5	

Продолжение таблицы 15

Параметр	Величина параметра						
Амплитуда колебаний, мм	-				4,0-6,0	6,0-10,0	8,0-12,0
Скорость колебаний, мм/с	-				16	17	18
Задержка на кромке, с	-				0,2 – 0,4	0,3 – 0,5	0,2 – 0,5
Ток импульса, А	130	125	125	120	-	-	-
Ток паузы, А	40				-	-	-
Ток сварки, А	-				120-150	120-160	120-170
Время импульса, с	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-
Время паузы, с	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-

Примечание – Параметры режимов сварки могут изменяться в пределах  $\pm 10\%$  и должны быть зафиксированы в операционных и технологических картах сборки и сварки при производственной аттестации технологий сварки

При сварке труб, узлов трубопровода, СДТ и ТПА из высоколегированных аустенитных сталей в целях надежной защиты сварочной ванны корневого слоя шва необходимо применять специальные устройства для защиты корневого слоя шва от влияния воздуха (например, комплект защиты корня шва производства НПП «ТехноТрон», ООО).

Устройство представляет собой две заглушки, соединённые между собой жёсткой связью и имеющие, с одной стороны, трос и подводящую магистраль. Магистраль используется для подачи аргона через рассеиватель в зону между заглушками. На заглушках имеются калиброванные отверстия для вытеснения воздуха и создания равномерной защитной среды. Калиброванные отверстия также позволяют задать определённое избыточное давление внутри камеры. Устройство устанавливается внутрь полости стыкуемых труб, либо труб с отводами.

Процесс поддува аргона заключается в замещении воздуха между заглушками инертным газом. Аргон, через подводящую магистраль, заполняет камеру, образованную заглушками. Аргон тяжелее воздуха (плотность аргона по отношению к воздуху составляет 1,38), поэтому для наиболее эффективного вытеснения газа, калиброванные отверстия должны находиться на максимально высокой отметке (12 часов).

При сварке труб схема установки устройства и подачи инертного газа для защиты сварочной ванны корневого слоя шва приведена на рисунке 53.

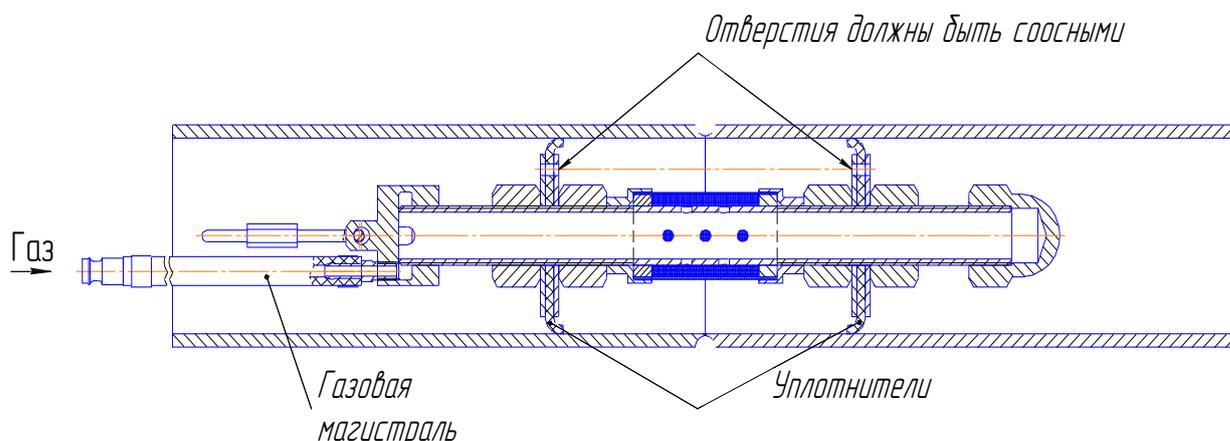


Рисунок 53 - Схема установки устройства при сварке труб

При сварке труб с отводами схема установки устройства и подачи инертного газа для защиты сварочной ванны корневого слоя шва приведена на рисунке 54.

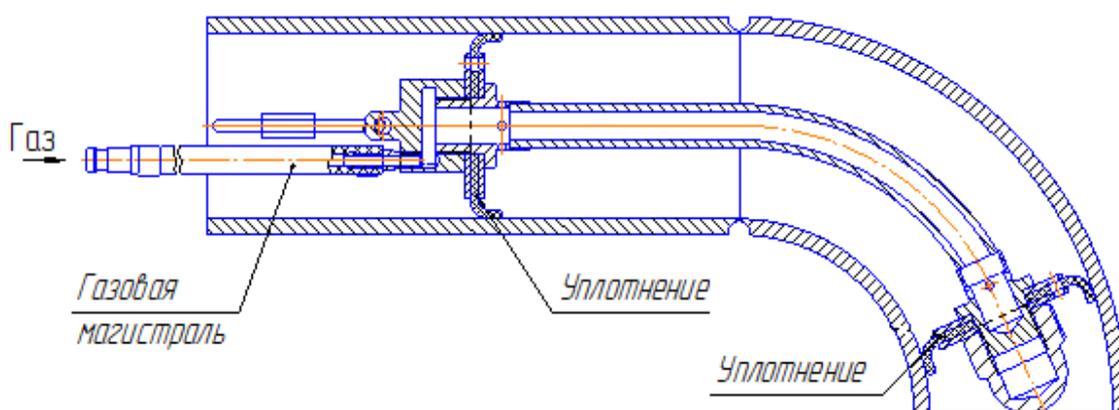


Рисунок 54 - Схема установки устройства при сварке труб с отводами

Рекомендуемые параметры режимов автоматической аргодуговой сварки неплавящимся электродом труб, СДТ, ТПА из высоколегированных аустенитных сталей приведены в таблицах 16-17.

Таблица 16 – Параметры режимов свариваемых элементов наружным диаметром от 40 до 80 мм с толщиной стенки до 4,0 мм с разделкой кромок согласно рисунку 48 (б)

Параметр	Величина параметра						
Сварочная головка	ОКА 40-80 ИД						
Количество проходов	2						
Наименование слоя шва	корневой			облицовочный			
Способ сварки	левый способ			левый способ			
Режим сварки	импульсный			шагоимпульсный			
Время продува, с	3,0			3,0			
Ток зажигания, А	20			20			
Время нарастания, с	0,1			0,1			
Задержка вращения, с	1,5			1,0			
Задержка проволоки, с	3,0			3,0			
Время спада, с	6,0			6,0			
Время отвода проволоки, с	0,10			0,10			
Время обдува, с	5,0			5,0			
Расход газа, л	10-12			10-12			
Сектор	1	2	3	4	5	1	2
Продолжение таблицы 14.							
Угол	20°	70°	110°	70°	90°	20°	340°
Шаг сварки, мм	-					1,5 – 1,7	1,5 - 1,7
Скорость сварки, мм/с	1,0-1,3					-	-
Скорость подачи пров., мм/с	6	7	8	7	6	25	28
Ток импульса, А	150	144	140	144	136	140-160	140-155
Ток паузы, А	40					20	20
Время импульса, с	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8
Время паузы, с	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8-1,5	0,8-2,0
Примечание – Параметры режимов сварки могут изменяться в пределах $\pm 10\%$ и должны быть зафиксированы в операционных и технологических картах сборки и сварки при Производственной аттестации технологий сварки							

Таблица 17 – Параметры режимов свариваемых элементов наружным диаметром от 120 до 220 мм с толщиной стенки свыше 4,0 мм с разделкой кромок согласно рисунку 48 (в)

Параметр	Величина параметра							
	ОКА 120-220 ИД							
Сварочная головка								
Наименование слоя шва	корневой				первый заполняющий		заполняющие	облицовочный
Способ сварки	левый способ				левый способ		левый способ	левый способ
Режим сварки	импульсный				непрерывный		непрерывный	непрерывный
Время продува, с	3,0				3,0		3,0	3,0
Ток зажигания, А	20				20		20	20
Время нарастания, с	0,1				0,1		0,1	0,1
Задержка вращения, с	1,5				1,5		1,5	1,5
Задержка проволоки, с	3,0				3,0		3,0	3,0
Время спада, с	6,0				6,0		6,0	6,0
Время отвода проволоки, с	0,20				0,20		0,20	0,20
Время обдува, с	5,0				5,0		5,0	5,0
Увеличение тока на кр., А	-				40-60		50-70	60-80
Расход газа, л	10-12				10-12		10-12	10,12
Сектор	1	2	3	4	1	2	1	1
Угол	20°	70°	180°	90°	20°	340°	360°	360°
Скорость сварки, мм/с	1,0-1,3				0,8-1,0		0,8-1,0	0,8-1,0
Скорость подачи пров., мм/с	6	7	7	6	20-30		20-35	20-40
Напряжение на дуге, В	11,0-13,0				11,0-13,5		11,0-13,5	11,0-13,5
Амплитуда колебаний, мм	-				4,0-6,0		6,0-10,0	8,0-12,0
Скорость колебаний, мм/с	-				14-16		15-17	16-18
Задержка на кромках, с	-				0,2-0,4		0,3-0,5	0,2-0,5
Ток импульса, А	125	120	118	115	-		-	-
Ток паузы, А	30 - 40				-		-	-
Ток сварки, А	-				120-140		120-150	120-140
Время импульса, с	0,5	0,5	0,5	0,5	-		-	-
Время паузы, с	0,5	0,5	0,5	0,5	-		-	-
Примечание – Параметры режимов сварки могут изменяться в пределах $\pm 10\%$ и должны быть зафиксированы в операционных и технологических картах сборки и сварки при производственной аттестации технологий сварки								

Рекомендуемые параметры режимов сварки свариваемых элементов из теплоустойчивых хромомолибденовых и хромомолибденованадиевых сталей приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Параметры режимов свариваемых элементов наружным диаметром от 40 до 80 мм с толщиной стенки до 4,0 мм с разделкой кромок согласно рисунку 48 (б)

Параметр	Величина параметра							
Сварочная головка	ОКА 40-80 ИД							
Количество проходов	2							
Наименование слоя шва	корневой				облицовочный			
Способ сварки	левый способ				левый способ			
Режим сварки	импульсный				шагоимпульсный			
Время продува, с	3,0				3,0			
Ток зажигания, А	20				20			
Время нарастания, с	0,1				0,1			
Задержка вращения, с	1,5				1,0			
Задержка проволоки, с	3,0				3,0			
Время спада, с	6,0				6,0			
Время отвода проволоки, с	0,20				0,20			
Время обдува, с	5,0				5,0			
Расход газа, л	10-12				10-12			
Сектор	1	2	3	4	5	1	2	
Угол	20°	70°	110°	70°	90°	20°	340°	
Шаг сварки, мм	1,0-1,3				1,5-1,7			
Скорость подачи пров., мм/с	6	7	8	7	6	20-30		
Ток импульса, А	164	150	146	150	140	140-170		
Ток паузы, А	40				40			
Время импульса, с	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,5	
Время паузы, с	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8-1,5	0,9-2,0	
Примечание – Параметры режимов сварки могут изменяться в пределах $\pm 10\%$ и должны быть зафиксированы в операционных и технологических картах сборки и сварки при производственной аттестации технологий сварки								

Автоматической аргодуговой сваркой неплавящимся электродом выполняют сварку следующих разнородных соединений свариваемых элементов:

- аустенитных сталей с углеродистыми, низкоуглеродистыми низколегированными сталями;
- аустенитных сталей с теплоустойчивыми хромомолибденовыми сталями;
- теплоустойчивых хромомолибденовых сталей с углеродистыми, низкоуглеродистыми низколегированными сталями.

Рекомендуемые параметры режимов свариваемых элементов из разнородных сталей следует назначать:

- аустенитных сталей с углеродистыми, низкоуглеродистыми низколегированными сталями по таблицам 16, 17;
- аустенитных сталей с теплоустойчивыми хромомолибденовыми сталями по таблицам 16, 17;
- теплоустойчивых хромомолибденовых сталей с углеродистыми, низкоуглеродистыми низколегированными сталями по таблице 18.

При применении комбинированной технологии РАД+ААД корневой проход варится по технологии ручной аргодуговой сварки. Сварка заполняющих и облицовочных слоёв шва выполняется в соответствии с разделом 5 настоящей Инструкции.

Количество заполняющих слоев шва и количество проходов в слое (при многопроходной, многоваликовой сварке) определяется толщиной стенки свариваемых

элементов, формой разделки кромок и отражаются в операционной технологической карте сборки и сварки. Количество слоев устанавливается, исходя из рекомендуемой высоты слоя (прохода, валика) от 2,0 мм до 2,5 мм.

При многопроходной (многоваликовой) сварке облицовочного слоя шва, его ширина определяется формой разделки кромок свариваемых элементов.

После завершения сварки следует осмотреть поверхность облицовочного слоя шва. Выявленные наружные дефекты сварного шва (кратеры, поры, подрезы и др.) следует удалить механическим способом шлифмашинкой и до проведения неразрушающего контроля качества сварного соединения откорректировать ручной аргонодуговой сваркой неплавящимся электродом на участках вышлифовки. Участки облицовочного слоя шва с усилением, превышающим регламентируемые значения («замки»), следует обработать механическим способом шлифмашинкой. Указанные операции считаются составной частью технологического процесса автоматической аргонодуговой сварки неплавящимся электродом и должны быть предусмотрены в операционных технологических картах сборки и сварки, а также при производственной аттестации технологий сварки.

## 7 Основные рекомендации по техническому обслуживанию головок ОКА

Конструкция сварочных головок ОКА обеспечивает надёжную работу с минимальным техническим обслуживанием. Основные узлы выполнены пылезащищёнными, и их повседневная смазка не требуется.

Основным фактором, влияющим на работоспособность сварочной головки, являются вода, пыль, грязь, шлак и абразив от работающей шлиф. машинки.

В случае отказа в работе каких-либо узлов комплекса и невозможности устранения дефекта на месте необходимо заменить отказавшую часть комплекса.

Ремонт производится в НПП «ТехноТрон» либо в специализированных центрах специалистами, прошедшими обучение в НПП «ТехноТрон».

## 8 Дефекты сварных соединений

Аргонодуговая сварка с подачей присадочной проволоки и без оказывает термическое воздействие на микроструктуру металла в расплавленной и смежной зонах сварочного шва и вызывает металлургические изменения. В связи с этими изменениями в сварном соединении могут возникать различные проблемы, например:

- образование холодных трещин из-за водорода;
- образование горячих трещин в процессе отверждения, усадочные раковины, межкристаллическое растрескивание;
- образование пор вследствие отсутствия необходимой защитной газовой среды.

Дефекты сварных соединений и меры по их предотвращению представлены в таблице 19.

Таблица 19

Дефект	Причина появления	Меры по предотвращению дефектов
Поры в сварочном шве	1. Недостаточная газовая защита, сквозной поток воздуха, возникающий через отверстия в помещении (сквозняк).	1. Увеличить расход аргона при помощи ротаметра на передней панели источника. 2. Принять меры по устранению сквозняка.
	2. Нечистый аргон.	1. Выполнить проверку аргона методом установки сварочной точки ручной горелкой на титановой пластине, и, в случае синего и более темного цвета побежалости, произвести замену баллона с газом.
	3. Присутствие (подмешивание) сторонних газов в аргоне (например, водород, кислород, воздух, пар и т. д.).	1. Выполнить зачистку сварочного шва от пыли, грязи, масла и прочих загрязнений на поверхности свариваемых элементов. 2. Выполнить предварительный подогрев для исключения влаги.
	4. Резиновый или загрязненный шланг подачи газа.	1. Заменить шланг на новый ПВХ.
	5. Слой масла на поверхности свариваемых элементов.	1. Выполнить очистку сварочного шва используя химические вещества. Перед сваркой просушить поверхности свариваемых элементов.
	6. Слишком высокая скорость сварки.	1. Снизить скорость сварки.
	7. Перегрев свариваемого металла.	1. Произвести контроль межслойной температуры в соответствии с разделом 5 Настоящей инструкции. В случае перегрева сделать паузу между наложением слоев.
	8. Присутствие влаги, ржавчины, масла, различных загрязнений на присадочной проволоке.	1. Просушить проволоку на катушке. 2. Заменить проволоку на катушке.
	9. Оплавление газораспределительной сетки в горелке.	1. Заменить газораспределительную сетку на новую.

Продолжение таблицы 19

Сварочный шов черного цвета	1. Недостаточная газовая защита, сквозной поток воздуха, возникающий через отверстия в помещении (сквозняк).	1. Увеличить расход аргона при помощи ротаметра на передней панели источника. 2. Принять меры по устранению сквозняка.
	2. Основной металл загрязнен.	1. Очистить основной металл механически или химически.
	3. Загрязнена присадочная проволока.	1. Заменить проволоку на катушке.
	4. Большой вылет электрода из сопла (сопло слишком далеко от ванны).	1. Уменьшить вылет электрода до правильного расстояния до поверхности трубы для лучшей защиты.
Неравномерный валик (разная ширина/высота валика по окружности трубы)	1. Разная амплитуда колебаний в секторах.	1. Обеспечить программно одинаковую амплитуду колебаний в каждом секторе прохода.
	2. Недостаточное время задержки на кромках.	1. Увеличить время задержки на кромках.
	3. Недостаточное увеличение тока на кромках.	1. Добавить увеличение тока на кромках.
	4. Нерегулярная дуга.	1. Провести заточку электрода в соответствии с пунктом 3.2.9 Настоящей инструкции.
	5. Слишком низкий сварочный ток.	1. Добавить сварочный ток. 2. Включить модуляцию сварочного тока.
	6. Ржавчина, загрязнения на поверхности свариваемых элементов.	1. Зачистить околошовную зону до металлического блеска на 15 мм от стыка в каждую сторону.
	7. Слишком длинная дуга.	1. Отрегулировать длину дуги: - на головках ОКА18-45ИД, ОКА40-80ИД с помощью ролика копира; - на головках ОКА70-140ИД, ОКА120-220ИД параметром напряжение дуги.
	8. Большая разница скорости подачи проволоки в секторах.	1. Провести корректировку скорости подачи проволоки в секторах прохода.
Валик слишком широкий	1. Слишком большая амплитуда колебаний электрода.	1. Уменьшить амплитуду колебаний.
	2. Слишком низкая скорость сварки.	1. Увеличить скорость сварки.
	3. Разделка кромок не соответствует разделу 5 Настоящей инструкции.	1. Переточить кромку в соответствии с разделом 5 Настоящей инструкции.
	4. Слишком большой сварочный ток	1. Снизить сварочный ток.
Утяжины по корню сварочного шва	1. Слишком большой сварочный ток в корневом проходе	1. Снизить сварочный ток в корневом проходе.
	2. Разделка кромок не соответствует разделу 5 Настоящей инструкции.	1. Переточить кромку в соответствии с разделом 5 Настоящей инструкции.

Продолжение таблицы 19

Подрезы в облицовочном слое шва	1. Слишком большой сварочный ток	1. Снизить сварочный ток.
	2. Слишком большое увеличение тока на кромках	1. Снизить увеличение тока на кромках.
	3. Слишком большая скорость сварки	1. Снизить скорость сварки.
	4. Недостаточная амплитуда колебаний электрода	1. Добавить амплитуду колебаний электрода.
	5. Недостаточная скорость подачи проволоки	1. Добавить скорость подачи проволоки, пропорционально увеличив сварочный ток.
	6. Недостаточное время задержки на кромках	1. Добавить время задержки на кромках.
	7. Перегрев металла.	1. Выдержать паузу перед сваркой облицовочного слоя шва.
Желоба (провалы по сварному шву)	1. Слишком большой сварочный ток.	1. Снизить сварочный ток.
	2. Неправильная длина дуги.	1. Отрегулировать длину дуги: - на головках ОКА18-45ИД, ОКА40-80ИД с помощью ролика копира; - на головках ОКА70-140ИД, ОКА120-220ИД параметром напряжение дуги.
	3. Недостаточная скорость подачи проволоки.	1. Отрегулировать скорость подачи проволоки.
Растрескивание по сварочному шву	1. Материал присадочной проволоки отличается от основного металла.	1. Заменить присадочную проволоку на марку в соответствии с пунктом 5.1.3 Настоящей инструкции.
	2. Наплавляемый валик слишком мал.	1. Добавить скорость подачи присадочной проволоки.
	3. Чрезмерная усадка металла.	1. Снизить тепловую нагрузку за счет снижения тока сварки / импульса. 2. Увеличить время паузы между импульсами тока.
Недостаточное проплавление	1. Слишком длинная дуга.	1. Уменьшить длину дуги: - на головках ОКА18-45ИД, ОКА40-80ИД с помощью ролика копира; - на головках ОКА70-140ИД, ОКА120-220ИД параметром напряжение дуги.
	2. Слишком большая скорость сварки	1. Снизить скорость сварки.
	3. Подгорание электрода	1. Провести заточку электрода.
	4. Недостаточный сварочный ток.	1. Увеличить сварочный ток.
Несплавления по кромкам	1. Слишком большая скорость сварки	1. Уменьшить скорость сварки.
	2. Недостаточная амплитуда колебаний электрода	1. Увеличить амплитуду колебаний электрода.
	3. Недостаточная задержка на кромках	1. Увеличить задержку на кромках.
	4. Недостаточное увеличение тока кромках	1. Увеличить ток на кромках.
	5. Ржавчина, загрязнения на кромках металла	1. Зачистить механически или химически зону сварки.

Продолжение таблицы 19

Неравномерно горящая сварочная дуга	1. Подгорание электрода	1. Провести заточку электрода.
	2. Неправильная заточка электрода	1. Провести заточку электрода в соответствии с пунктом 3.2.9 Настоящей инструкции.
	3. Слишком длинная сварочная дуга	1. Уменьшить длину дуги: - на головках ОКА18-45ИД, ОКА40-80ИД с помощью ролика копира; - на головках ОКА70-140ИД, ОКА120-220ИД параметром напряжение дуги.
	4. Недостаточный сварочный ток	1. Увеличить сварочный ток. 2. Включить модуляцию сварочного тока.
	5. Магнитное дутье	1. Размагнитить свариваемые элементы.
Не загорается сварочная дуга	1. На источнике отключен бесконтактный поджиг дуги.	1. Включить бесконтактный поджиг дуги на источнике.
	2. Окисленный электрод.	1. Почистить кончик электрода.
	3. Неправильно подключены силовые кабели к источнику.	1. Силовой кабель от головки подключить к минусовой клемме источника. Кабель с зажимом подключить к плюсовой клемме источника.
	4. Нет контакта кабеля с зажимом с трубой	1. Обеспечить надежный контакт зажима с трубой.
	5. Установлено слишком большое начальное время продува газом	1. Снизить начальное время продува.
Быстрое подгорание электрода (повышенный расход)	1. Диаметр электрода не соответствует величине сварочного тока.	1. Увеличить диаметр электрода.
	2. Неправильная полярность.	1. Поменять полярность.
	3. Плохой контакт электрода с цангой электрододержателя.	1. Плотно закрутить электрододержатель в горелку. 2. Проверить контакт электрода с цанговым зажимом.
	4. Износ цангового зажима электрододержателя.	1. Заменить электрододержатель на новый.
	5. Электрод касается сварочной ванны – слишком низкое напряжение дуги.	1. Увеличить длину дуги: - на головках ОКА18-45ИД, ОКА40-80ИД с помощью ролика копира; - на головках ОКА70-140ИД, ОКА120-220ИД параметром напряжение дуги.
	6. Присадочная проволока касается электрода.	1. Произвести настройку подачи проволоки под электрод.
	7. Диаметр электрода не соответствует диаметру цангового зажима.	1. Установить электрод с соответствующим диаметром.
	8. Отсутствует жидкостное охлаждение сварочной горелки.	1. Обеспечить нормальную циркуляцию жидкости через сварочную горелку.

<http://техноТрон.рф>

Электронная версия документа:



**Отдел маркетинга и сбыта**

Вопросы приобретения оборудования и запасных частей

[sales@tehnotron.ru](mailto:sales@tehnotron.ru)

Гецкин Олег Борисович

+7 8352 45 40 70

+7 927 668 21 21

**Служба сервиса**

Вопросы обслуживания оборудования, ремонта, обучения специалистов

[service@tehnotron.ru](mailto:service@tehnotron.ru)

Мачульский Александр Александрович

+7 8352 43 98 48

+7 927 667 61 84

**Сектор инноваций**

Вопросы работы оборудования, технология сварки

[zavsin@tehnotron.ru](mailto:zavsin@tehnotron.ru)

Фомин Андрей Львович

+7 8352 58 43 42

+7 927 667 61 34