

РЕКОМЕНДОВАНО
РОССИЙСКОЕ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ
СВАРОЧНОЕ ОБЩЕСТВО



ПОСОБИЕ

**ИГЛУ
СТРИРОВАННОЕ**

СВАРШИКА

РЕКОМБИНАЦИИ по использованию настоящего пособия приведены на 3-й странице обложки

РУЧНАЯ ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА

СВАРОЧНАЯ ДУГА

1-5

Возникновение дуги. Схема горения, происходящие процессы. Строение, мощность. Классификация. Причины отклонения. Вольтамперные характеристики

ОБОРУДОВАНИЕ

6-10

Трансформатор. Преобразователь. Сварочный агрегат. Генератор. Выпрямитель. Инверторные источники питания. Балластный реостат. Осциллятор. Сварочный пост

СТАЛИ ДЛЯ СВАРКИ КОНСТРУКЦИИ

11-12

Классификация. Стали углеродистые. Обозначения легирующих добавок. Стали низко- и высоколегированные. Стали арматурные

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

13-15

Термический цикл и характеристики участков. Напряжения и деформации при сварке. Свариваемость сталей

ЭЛЕКТРОНЫ

16-17

Классификация по различным параметрам. Условные обозначения

СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ И ШВЫ

18-22

Типы соединений. Классификация швов по различным параметрам. Геометрические характеристики и обозначения швов

ТЕХНОЛОГИЯ

23-29

Разделка кромок. Типы и элементы сварных соединений. Сборка под сварку. Режимы. Влияние сварочного тока, напряжения и скорости сварки. Швы различной длины. Сварка толстостенных конструкций

ТЕХНИКА

30-36

Зажигание дуги. Угол наклона электрода и изделия. Манипулирование электродом. Выполнение сварных швов и соединений. Высокопроизводительные способы сварки

ГАЗОВАЯ СВАРКА

СВАРОЧНОЕ ПЛАМЯ

37

Строение. Виды. Температура и мощность пламени

ОБОРУДОВАНИЕ

38-41

Ацетиленовый генератор. Предохранительные затворы. Газовые баллоны. Редукторы и рукава. Инжекторная и безынжекторная горелки

ТЕХНОЛОГИЯ

42-43

Подготовка кромок. Режимы. Выбор тепловой мощности пламени. Определение вида пламени и диаметра присадочной проволоки

ТЕХНИКА

44-50

Проверка горелки перед работой. Зажигание горелки. Правый и левый способы сварки. Положение мундштука. Выполнение швов

СВАРКА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

51-55

Балки. Стойки. Фермы. Листовые конструкции. Трубопроводы

ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ ШВОВ И ИХ ПРИЧИНЫ

56

Кратеры. Поры. Включения шлака. Несплавления. Подрезы. Непровар

СВАРОЧНАЯ ДУГА

ВОЗНИКНОВЕНИЕ

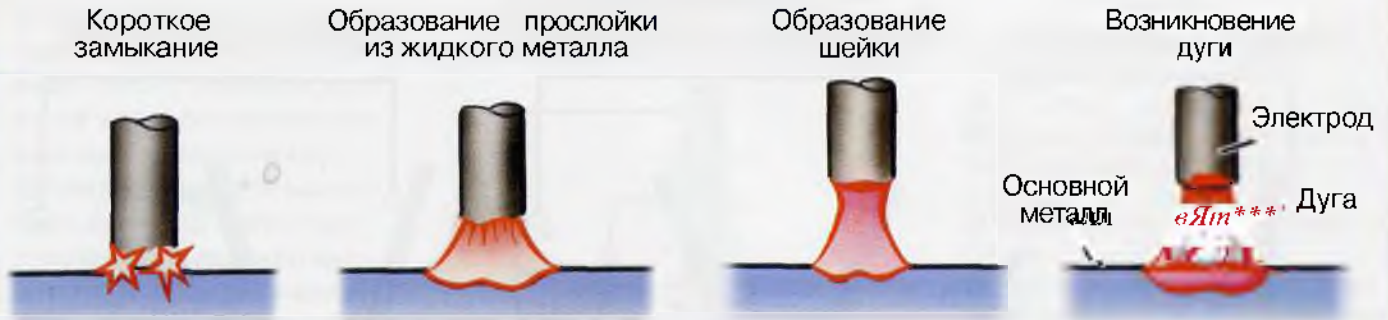


СХЕМА ГОРЕНИЯ



ПРОЦЕССЫ

ЭМИССИЯ -

появление электронов проводимости

ИОНИЗАЦИЯ -

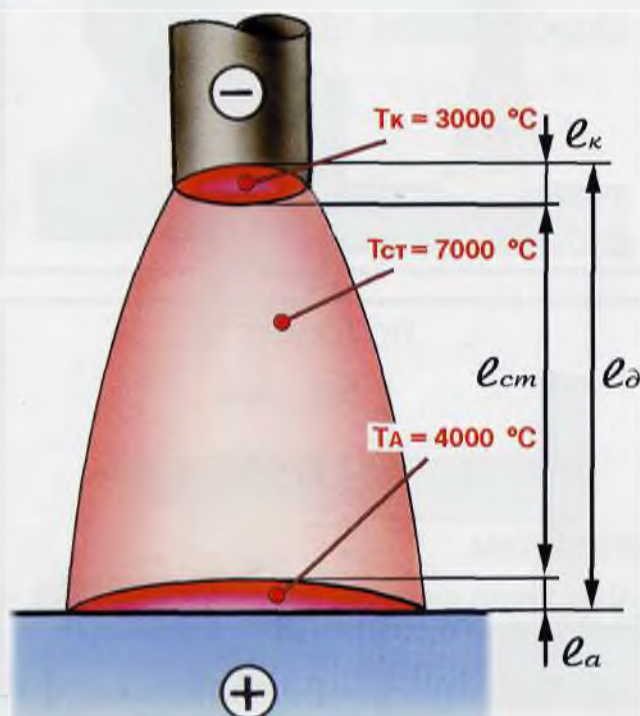
образование положительно заряженных частиц

РЕКОМБИНАЦИЯ -

объединение отрицательных электронов и положительных ионов в нейтральные атомы



СТРОЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ



l_k - катодная область

l_a - анодная область

$l_{ст}$ - столб дуги

l_d - длина дуги

$l_d = l_a + l_k + l_{ст}$

$l_a \approx l_k = 10^{-5} + 10^{-3} i_{св}$

ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ ДУГИ

$$Q = 0,24 k I_{св} U_d$$

где Q - тепловая мощность, кал/с;

0,24 - коэффициент перевода электрических величин в тепловые, кал/Вт · с;

k - коэффициент снижения мощности дуги при сварке на переменном токе (0,7-0,97);

$I_{св}$ - сварочный ток, А;

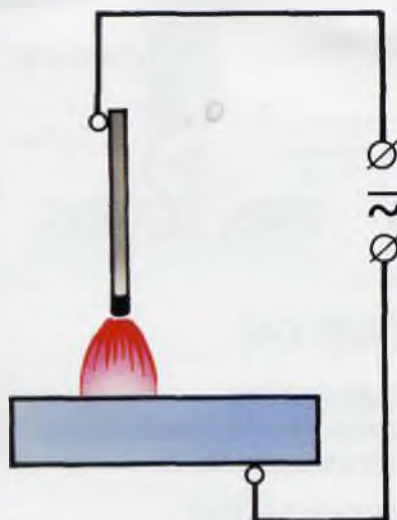
U_d - напряжение на дуге, В

Б.И.И.И.И.
ПО.Урени
ИНВ. 0030

КЛАССИФИКАЦИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ К ИСТОЧНИКУ ПИТАНИЯ

Прямого действия

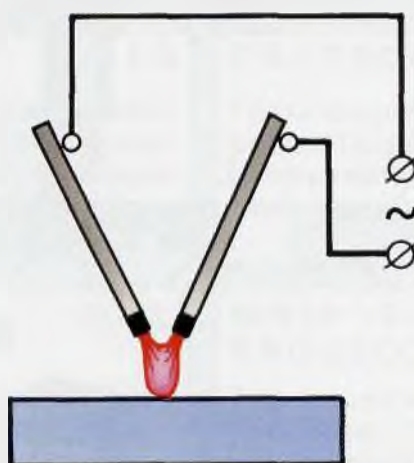


ДУГОВОЙ РАЗРЯД - МЕЖДУ ЭЛЕКТРОДОМ И ИЗДЕЛИЕМ

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ:

- при дуговой сварке покрытыми электродами
- при сварке неплавящимся электродом в защитных газах
- при сварке плавящимся электродом под флюсом или в защитных газах

Косвенного действия

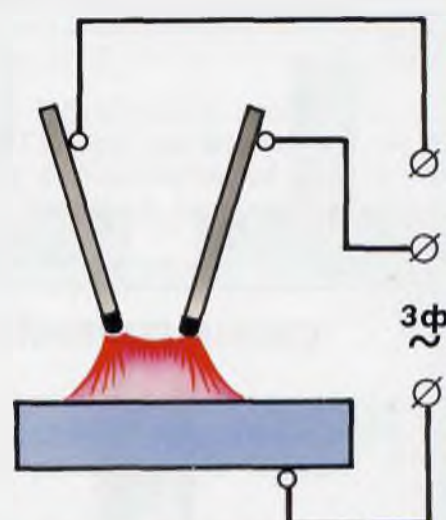


ДУГОВОЙ РАЗРЯД - МЕЖДУ ДВУМЯ ЭЛЕКТРОДАМИ

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ:

- при специальных видах сварки и атомно-водородной сварке и наплавке

Комбинированная



ДВА ДУГОВЫХ РАЗРЯДА - МЕЖДУ ЭЛЕКТРОДАМИ И ИЗДЕЛИЕМ, А ТРЕТИЙ - МЕЖДУ ЭЛЕКТРОДАМИ

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ:

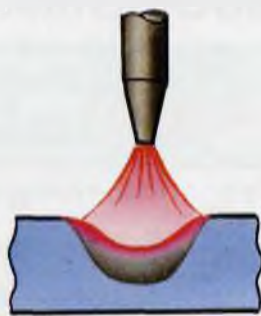
- при сварке спиралешовных труб на станках автоматической сварки под флюсом

ПО ПРИМЕНЯЕМЫМ ЭЛЕКТРОДАМ

При плавящемся электроде

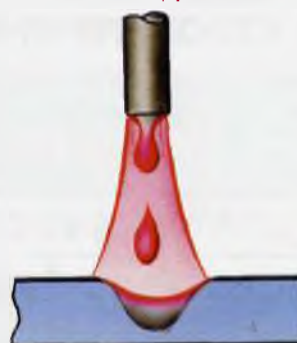


При неплавящемся электроде

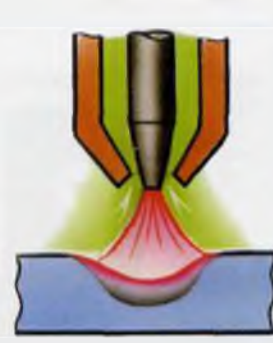


ПО СТЕПЕНИ СЖАТИЯ ДУГИ

Свободная

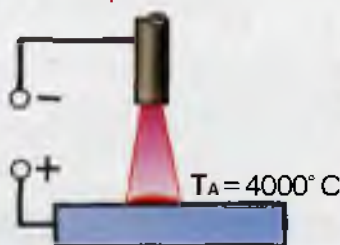


Сжатая

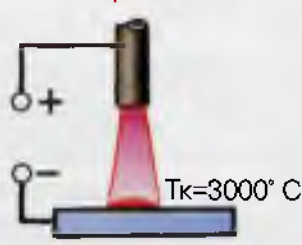


ПО ПОЛЯРНОСТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Прямая



Обратная



При обратной полярности температура на поверхности металла ниже. Используют при сварке тонкой или высоколегированной стали

ПО ДЛИНЕ

$l_{д}, мм$



2 - 4 короткая

4 - 6 нормальная

свыше 6 длинная



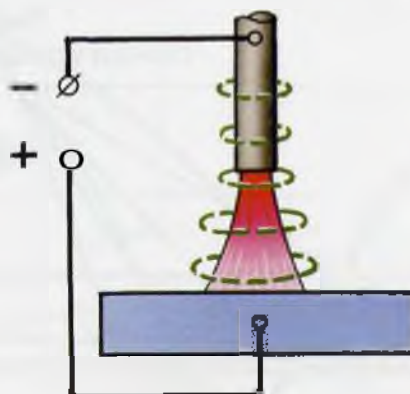
ПРИЧИНЫ ОТКЛОНЕНИЯ ДУГИ

МАГНИТНОЕ ДУТЬЕ

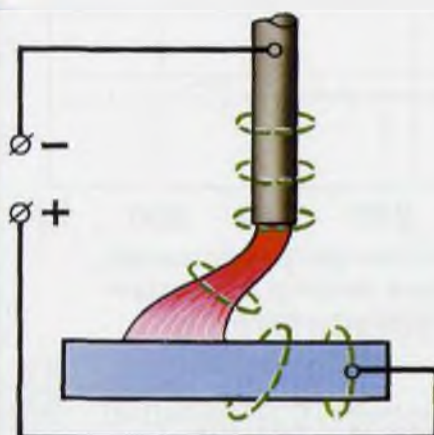
ф При несимметричном относительно дуги подводе тока к изделию дуга из-за воздействия магнитных полей искривляется

● Отклонение дуги может быть вызвано также присутствием ферромагнитных масс вблизи сварки
ф Из-за этого стабильность горения дуги нарушается, затрудняется процесс сварки

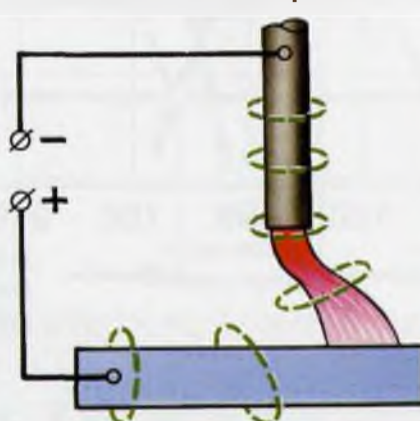
Нормальное положение дуги



Отклонение влево



Отклонение вправо



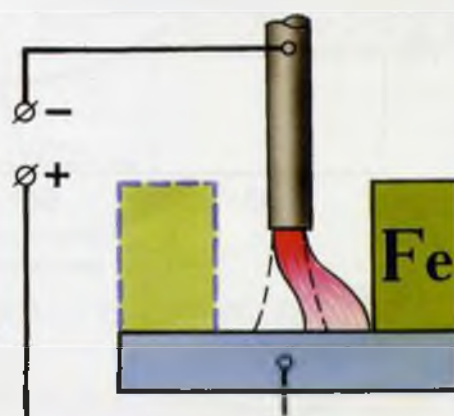
МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

- Сварка короткой дугой
- Подвод сварочного тока в точке, максимально близкой к дуге
- Изменение наклона электрода

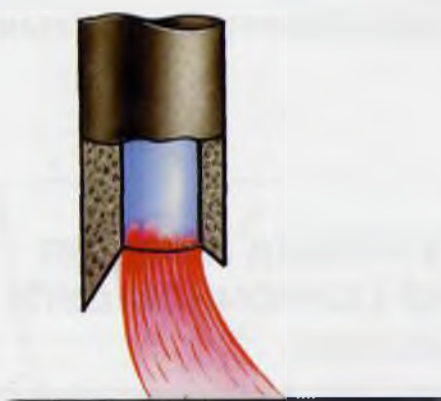
ф Размещение у места сварки компенсирующих ферромагнитных масс

ф Использование трансформаторов или инверторных источников питания

Действие ферромагнитной массы



НЕСИММЕТРИЧНОСТЬ ОБМАЗКИ ("КОЗЫРЯНИЕ" ЭЛЕКТРОДА)



ХИМИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ СВАРИВАЕМОЙ СТАЛИ



МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

ф Изменение угла наклона электрода к изделию

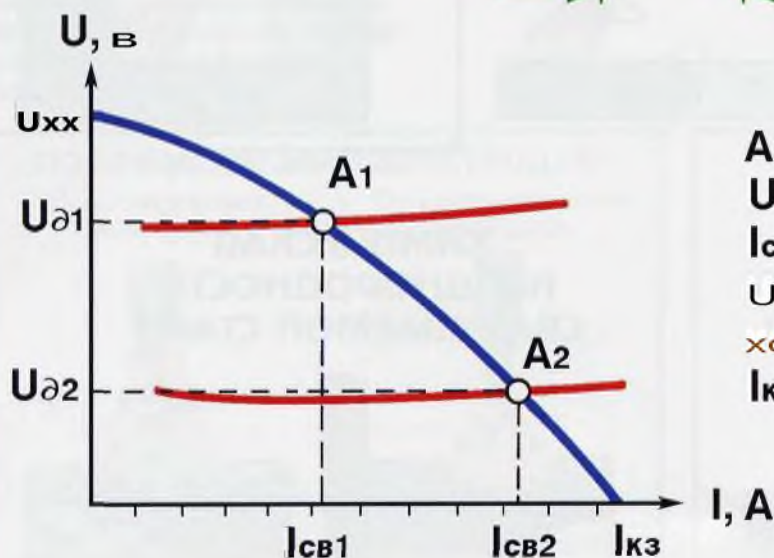
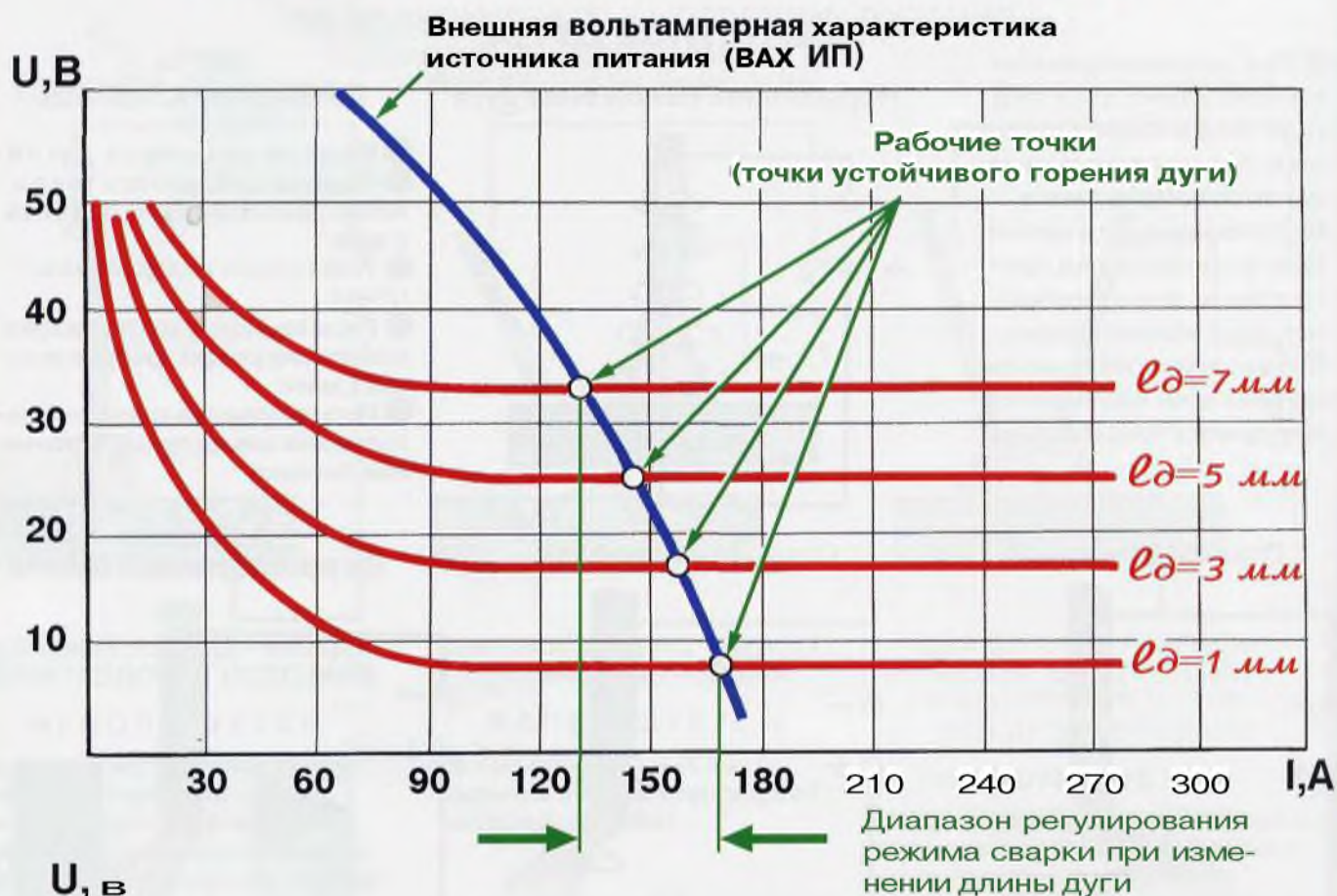
- Сварка короткой дугой

ф Применение инверторных источников питания

ф Использование стабилизаторов дуги
• Изменение угла наклона электрода к изделию

ф Применение источников переменного тока и инверторных

ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДУГИ



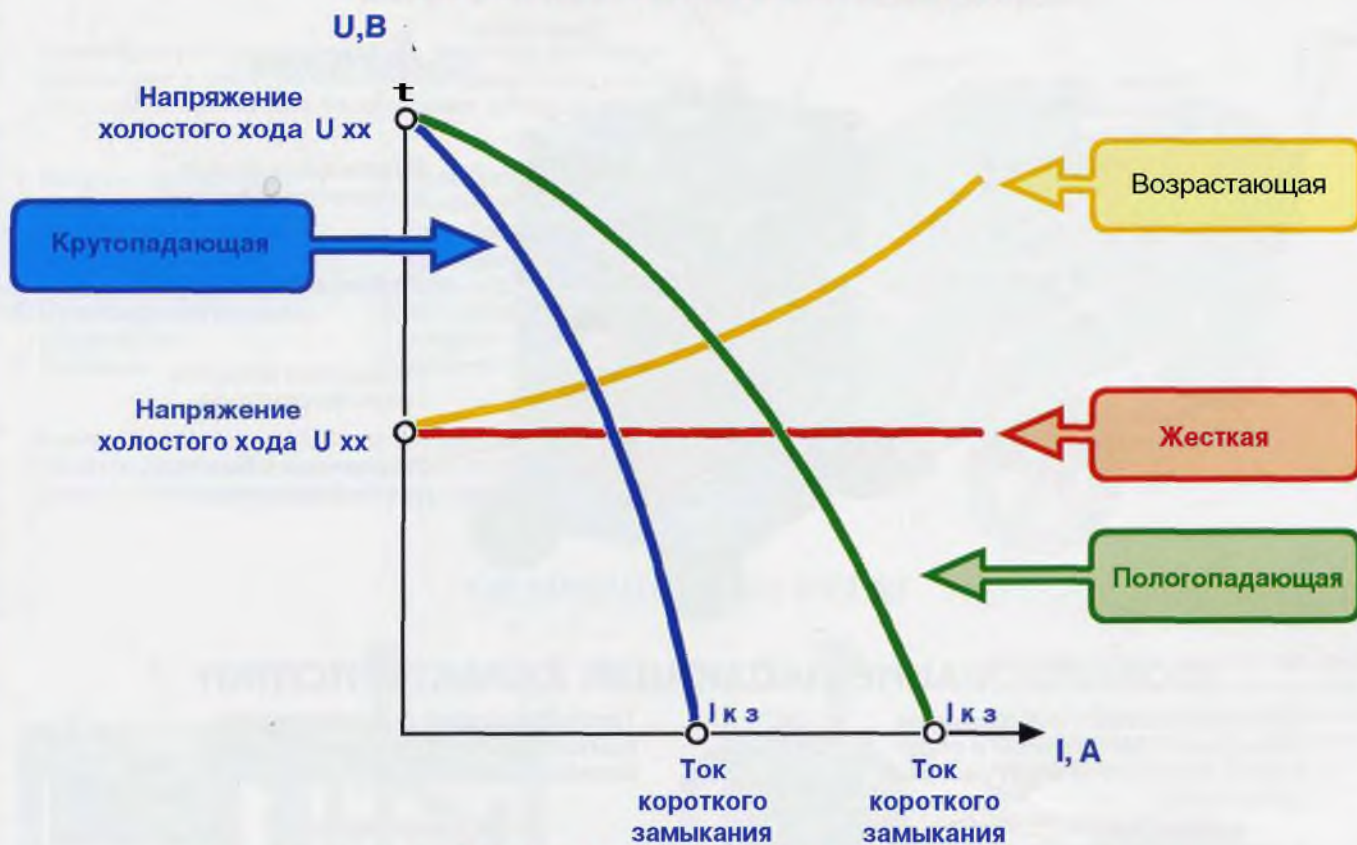
$A_1; A_2$ - рабочие точки
 $U_{\text{д1}}; U_{\text{д2}}$ - напряжения на дуге
 $I_{\text{св1}}; I_{\text{св2}}$ - сварочный ток
 $U_{\text{хх}}$ - напряжение холостого хода источника питания
 $I_{\text{кз}}$ - ток короткого замыкания

СООТВЕТСТВИЕ ВЫБРАННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

СООТВЕТСТВУЕТ / НЕ СООТВЕТСТВУЕТ

Вольтамперная характеристика дуги	Внешняя вольтамперная характеристика источника питания			
	Кругопадающая	Пологопадающая	Жесткая	Возрастающая
Падающая	СООТВЕТСТВУЕТ	СООТВЕТСТВУЕТ	НЕ СООТВЕТСТВУЕТ	НЕ СООТВЕТСТВУЕТ
Жесткая	СООТВЕТСТВУЕТ	СООТВЕТСТВУЕТ	НЕ СООТВЕТСТВУЕТ	НЕ СООТВЕТСТВУЕТ
Возрастающая	НЕ СООТВЕТСТВУЕТ	НЕ СООТВЕТСТВУЕТ	СООТВЕТСТВУЕТ	СООТВЕТСТВУЕТ

ВНЕШНИЕ ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДУГИ



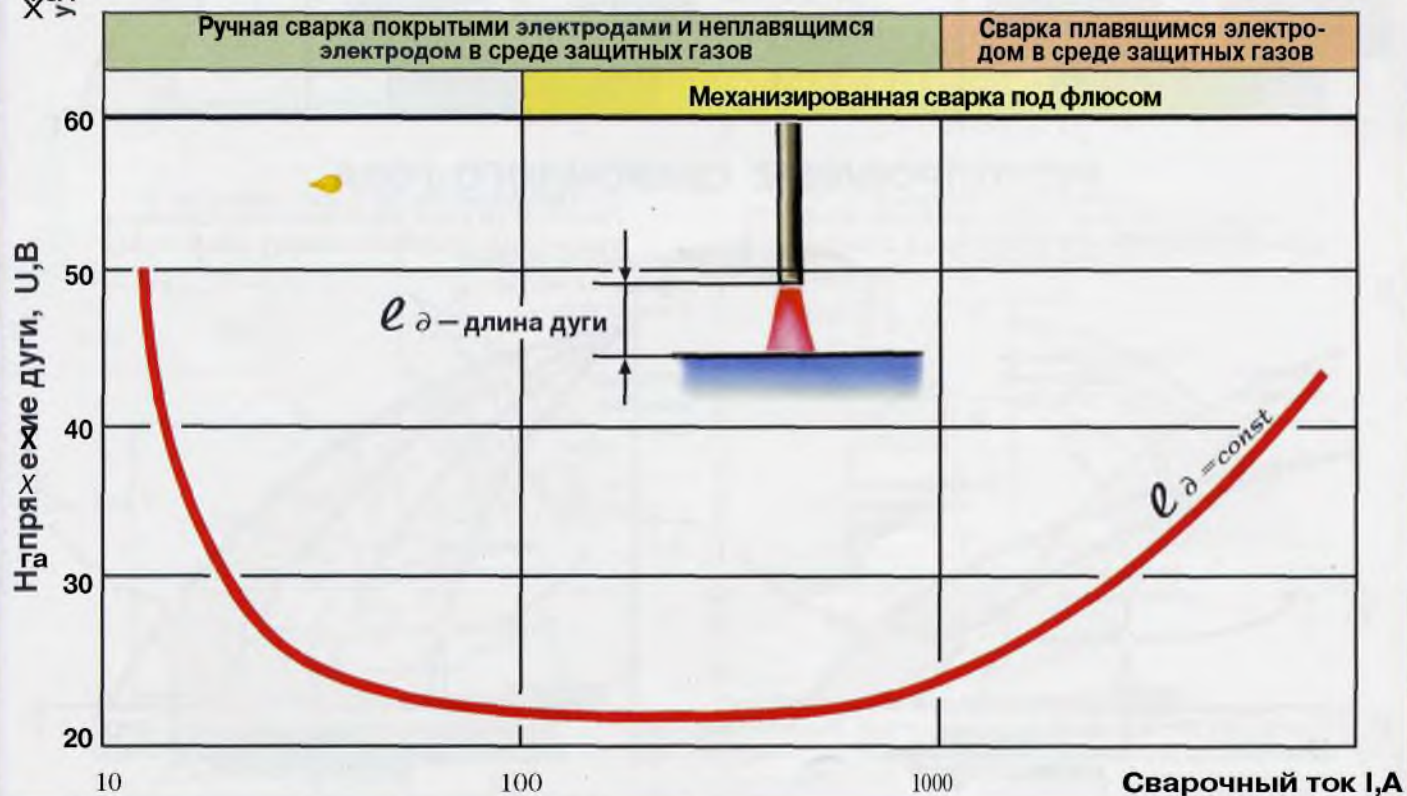
СТАТИЧЕСКАЯ ВОЛЬТАМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СВАРОЧНОЙ ДУГИ

Характеристики дуги — кривые

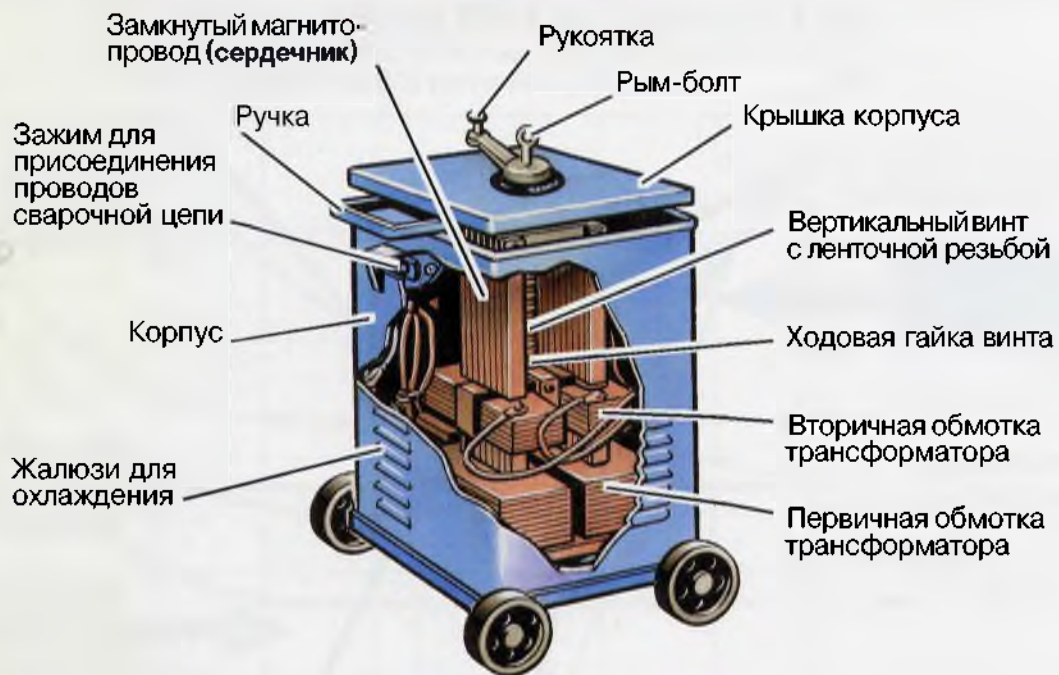
ПАДАЮЩАЯ. С увеличением тока напряжение резко падает, так как увеличивается площадь сечения столба дуги и его электропроводность

ЖЕСТКАЯ. С увеличением тока напряжение почти не изменяется, так как площадь сечения столба дуги увеличивается пропорционально току

ВОЗРАСТАЮЩАЯ. С увеличением тока напряжение возрастает, т.к. площадь катодного пятна не увеличивается из-за ограниченного сечения электрода

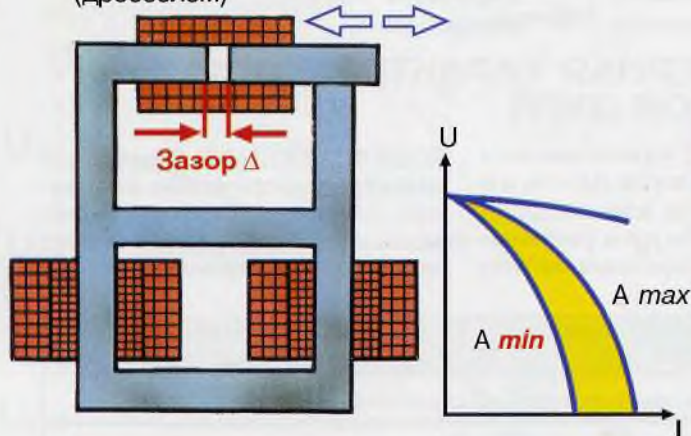


СВАРОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

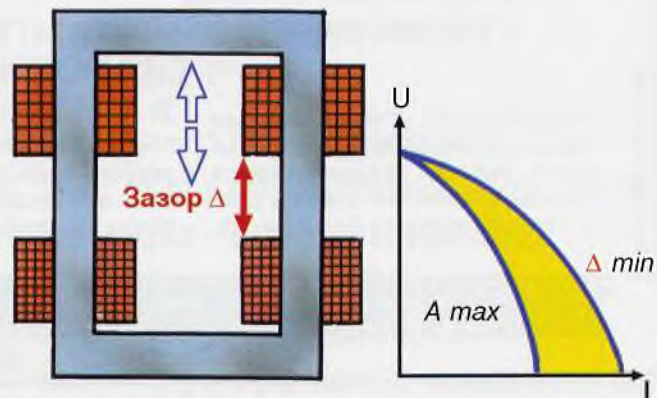


ФОРМИРОВАНИЕ ПАДАЮЩЕЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Трансформатор с нормальным магнитным рассеянием и отдельной реактивной катушкой (дресселем)



Трансформатор с увеличенным магнитным рассеянием и подвижными катушками

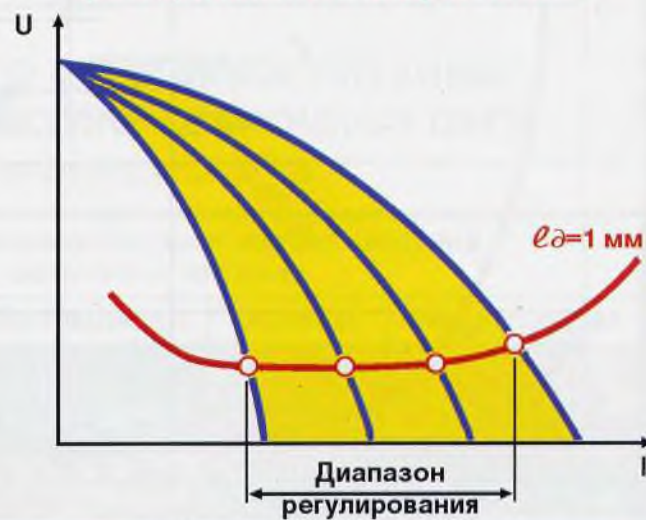


РЕГУЛИРОВАНИЕ СВАРОЧНОГО ТОКА

Ступенчато: за счет переключения числа витков первичной и вторичной обмоток



Плавно: за счет изменения зазора в катушке дросселя или между обмотками



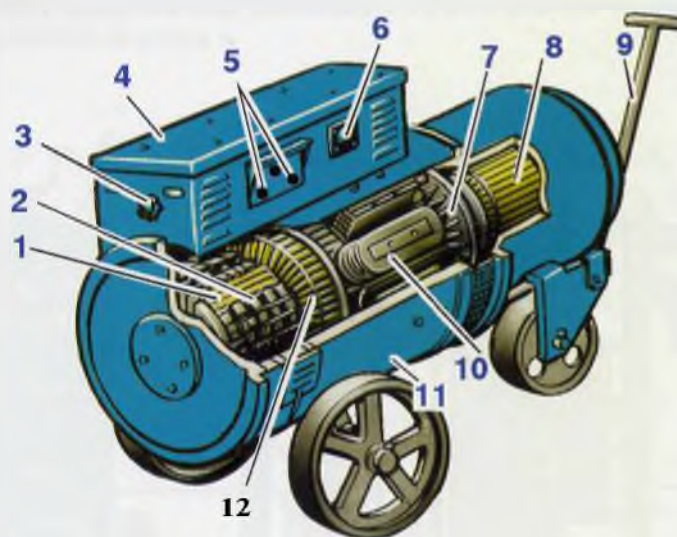
ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

СВАРОЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

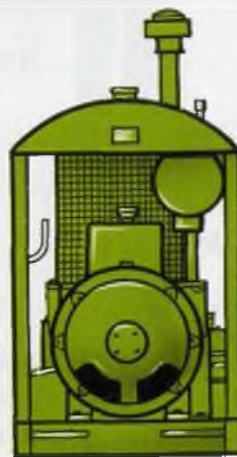
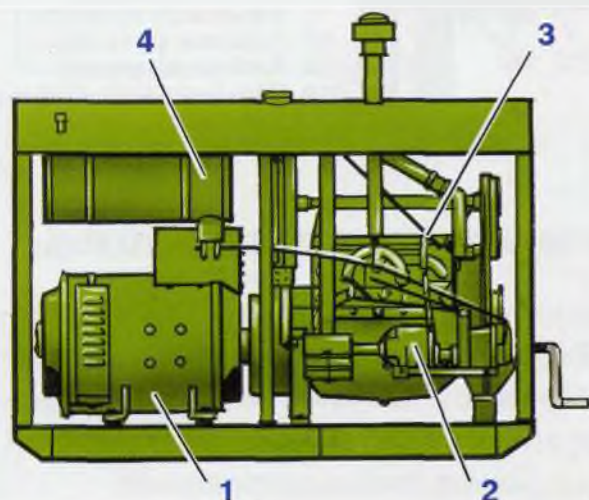
Преобразует механическую энергию электродвигателя в электрическую напряжением и диапазоном токов, необходимыми для сварки

- | | |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Медные пластинки коллектора | 6. Вольтметр |
| 2. Щетки генератора | 7. Вентилятор |
| 3. Регулировочный реостат | 8. Трехфазный асинхронный двигатель |
| 4. Распределительное устройство | 9. Тяга |
| 5. Зажимы | 10. Магнитные полюсы |
| | 11. Корпус |
| | 12. Якорь |

Конструктивно состоит из трехфазного электродвигателя и сварочного генератора с независимым возбуждением



СВАРОЧНЫЙ АГРЕГАТ



Преобразует механическую энергию двигателя внутреннего сгорания (бензинового или дизельного) в электрическую напряжением и диапазоном токов, необходимыми для сварки

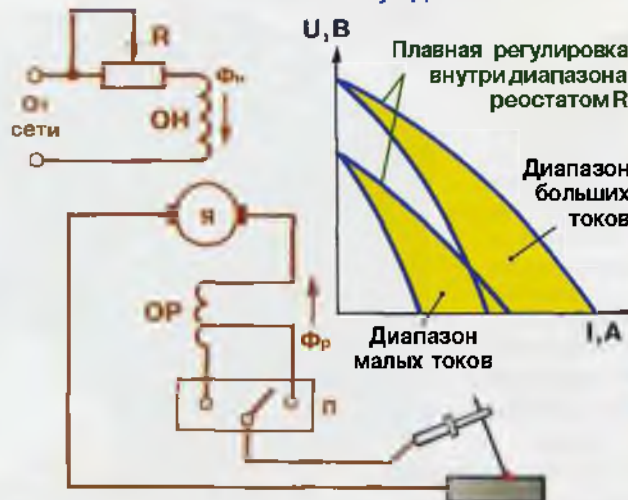
1. Генератор
2. Двигатель
3. Регулятор скорости вращения
4. Бак с горючим

Конструктивно состоит из двигателя внутреннего сгорания и сварочного генератора с самовозбуждением

СВАРОЧНЫЙ ГЕНЕРАТОР

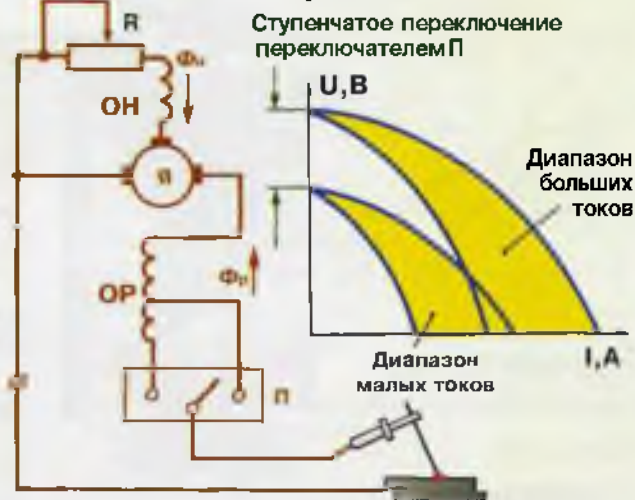
Является составной частью сварочных преобразователей и сварочных агрегатов

С независимым возбуждением



ОН - обмотка намагничивающая
ОР - обмотка размагничивающая

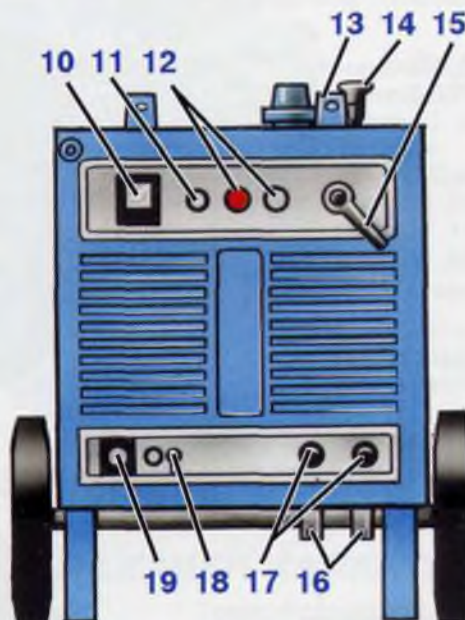
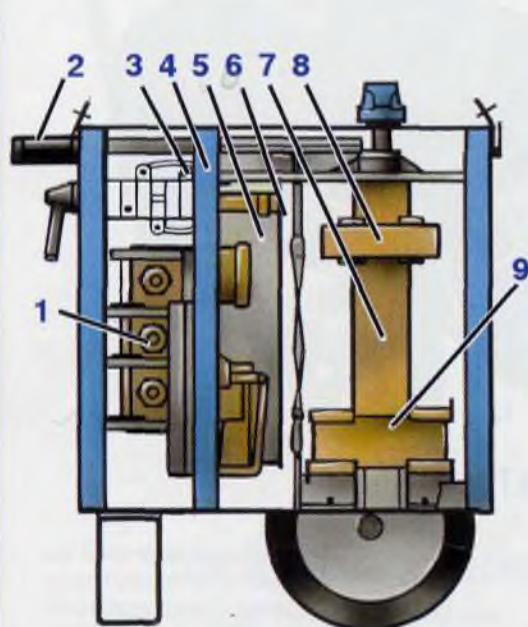
С самовозбуждением



Фн - магнитный поток намагничивающей обмотки
Фр - магнитный поток размагничивающей обмотки

СВАРОЧНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

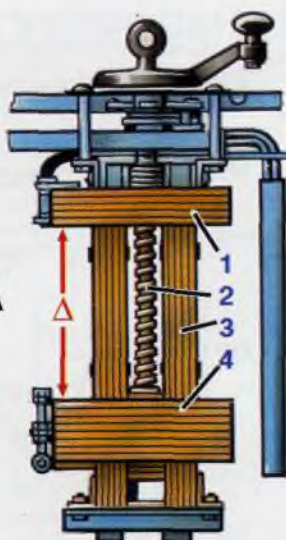
Преобразует переменный ток промышленной частоты в постоянный напряжением и величиной, необходимыми для сварки. Конструктивно состоит из трансформатора и выпрямительного блока



1. Выпрямительный блок
2. Выдвижные ручки
3. Предохранители
4. Блок аппаратуры
5. Вентилятор
6. Ветровое реле
7. Силовой трансформатор
8. Вторичная обмотка
9. Первичная обмотка
10. Амперметр
11. Лампа
12. Кнопка выключателя
13. Скобы
14. Рукоятка регулирования тока
15. Переключатель диапазонов тока
16. Шины заземления обратного провода
17. Токосъемники
18. Болт заземления
19. Штепсельный разъем для подключения к сети

НЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

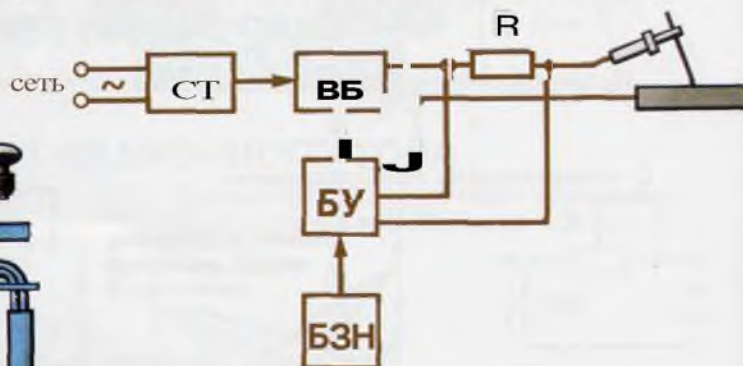
Выпрямительный блок состоит из силовых диодов. Регулировка режимов сварки комбинированная: ступенчатая за счет переключения обмоток со "звезды" на "треугольник" и плавная за счет изменения зазора между обмотками трансформатора



1. Вторичная обмотка
2. Ходовой винт
3. Сердечник трансформатора
4. Первичная обмотка

УПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

Выпрямительный блок состоит из тиристоров. Регулировка режимов сварки комбинированная: ступенчатая за счет переключения обмоток со "звезды" на "треугольник" и плавная блоком управления

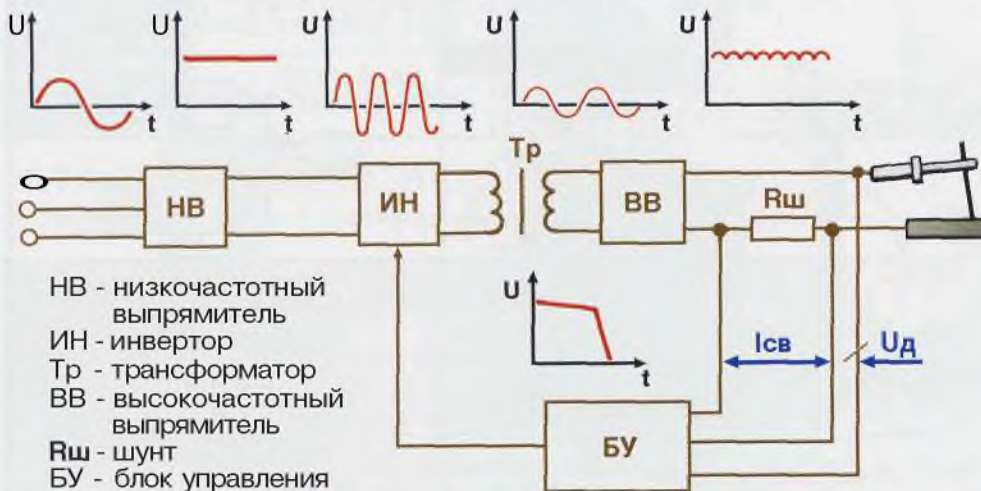


- СТ - сварочный трансформатор
 ВБ - выпрямительный блок
 БУ - блок управления
 БЗН - блок задания напряжения

ИНВЕРТОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ



Преобразуют переменное напряжение сети в напряжение и ток для сварки



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

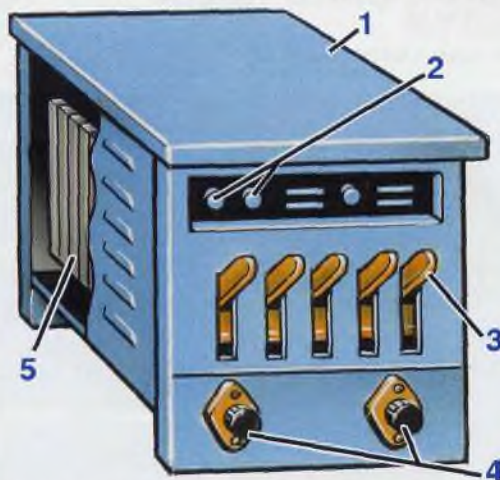
1. Минимальное разбрызгивание
2. Сварка короткой дугой
3. Сварка плохо сваривающихся сталей
4. Минимальный перегрев изделия
5. Высокие характеристики:

- КПД=95-98%
- $\cos\phi=1,0$
- высокое быстродействие

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

БАЛЛАСТНЫЙ РЕОСТАТ

Формирует падающую вольтамперную характеристику источника питания. Ступенчато регулирует режим сварки. Компенсирует постоянную составляющую тока при сварке от трансформатора



Состоит из набора **нихромовых** проволок различного сопротивления, соединенных параллельно

1. Корпус
2. Тумблеры диапазонов регулирования
3. Рубильники секций сопротивления
4. Клеммы для сварочного кабеля
5. Секции нихромовой проволоки или ленты

ОСЦИЛЛЯТОР

Обеспечивает бесконтактное зажигание дуги и стабилизирует ее горение при сварке

ПЗФ - помехозащитный фильтр

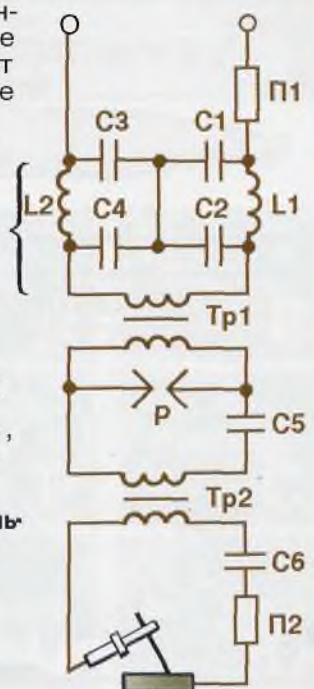
П1 - сетевой предохранитель

П2 - предохранитель трансформатора Тр2

Тр1 - трансформатор, повышающий напряжение до 3-10 кВ

Р, С5, Тр2 - **колебательный контур**, повышающий частоту до 200-400 кГц

С6 - фильтр низких частот



ОБОРУДОВАНИЕ СВАРОЧНОГО ПОСТА

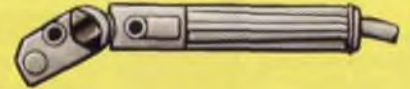
ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛИ



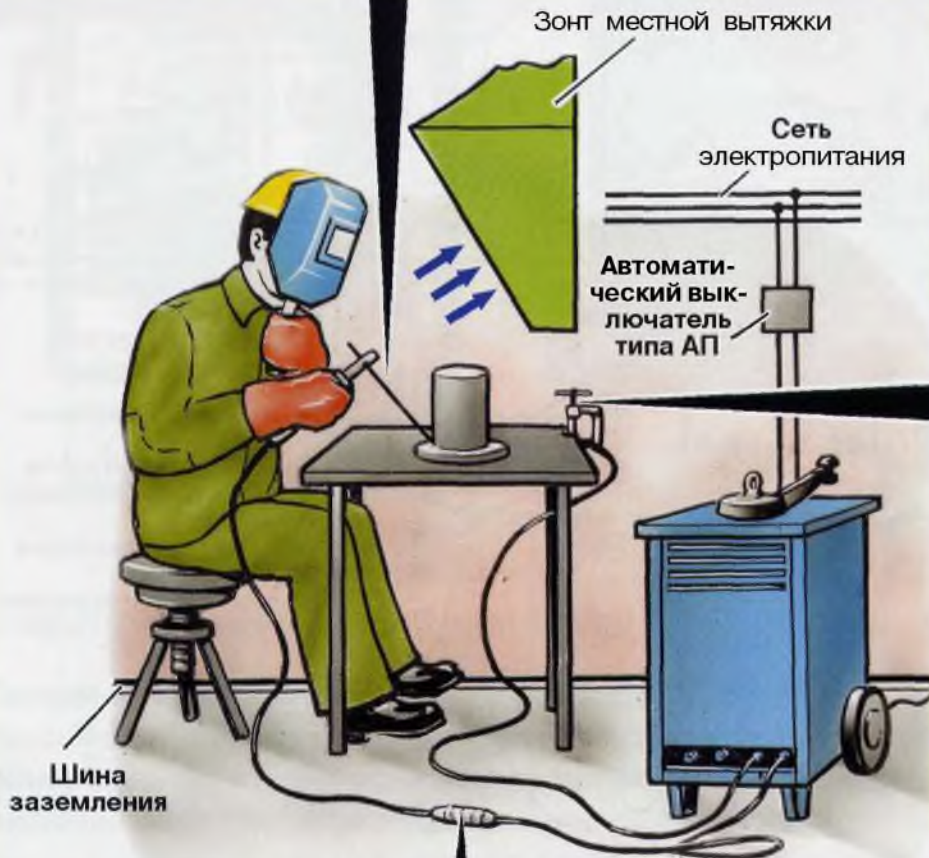
Пассатижный



Винтовой



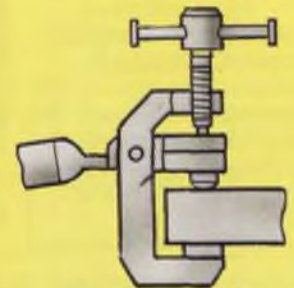
Клиновой



ТОКОПОДВОДЯЩИЕ ЗАЖИМЫ



Быстродействующий пружинный



С винтовой струбциной



Приваренный к столу

СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ МУФТА

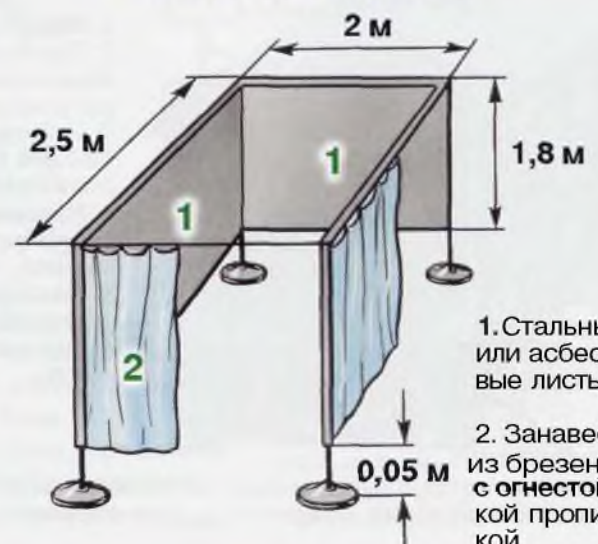


СВАРОЧНЫЙ КАБЕЛЬ

марок ПРГ, ПРГД, КРПП, КРПГ

Сварочный ток, А	Сечение провода, мм ²
100	10
200	25
300	35
400	50
500	70

ОГРАЖДЕНИЕ СВАРОЧНОГО ПОСТА



1. Стальные или асбестовые листы

2. Занавески из брезента с огнестойкой пропиткой

СТАЛИ ДЛЯ СВАРКИ КОНСТРУКЦИЙ

КЛАССИФИКАЦИЯ		Содержание углерода, %	Содержание легирующих элементов, %
УГЛЕРОДИСТЫЕ	Низкоуглеродистые	До 0,25	0
	Среднеуглеродистые	0,25 - 0,6	0
	Высокоуглеродистые	0,6 - 2,0	0
ЛЕГИРОВАННЫЕ	Низколегированные	РАЗЛИЧНО	До 2,5
	Среднелегированные		2,5 - 10,0
	Высоколегированные		Более 10,0

СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ ОБЫКНОВЕННОГО КАЧЕСТВА (ГОСТ 380-71*)

Подразделяется на 3 группы

Согласно СНиП II-23-81 для сварки конструкций используются только стали группы В с номером марки 3

ГРУППА	МАРКА СТАЛИ	МАРКА	% углерода	Предел прочности, МПа
А	Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6	ВСт 3 кп	0,14 - 0,22	360 - 460
		ВСт 3 пс		370 - 480
Б	БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5	ВСт 3 сп		380 - 500
		ВСт 3 Гпс		370 - 490
		ВСт 3 Гсп		390 - 570
В	ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5	кп-чугунная, полуполуспокойная, сп-спокойная, Г-с содержанием марганца до 1 %		

СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ КАЧЕСТВЕННАЯ КОНСТРУКЦИОННАЯ (ГОСТ 1050-74)

Обозначается цифрой, соответствующей % содержания углерода в сотых долях

МАРКА	% УГЛЕРОДА	Предел прочности, МПа	МАРКА	% УГЛЕРОДА	Предел прочности, МПа
05кп	Не более 0,06	320	15Г	0,12-0,19	410
08кп, 08	0,05 - 0,12	330	20Г	0,17 - 0,24	430
10кп, 10	0,07 - 0,14	340	25Г	0,22 - 0,30	460
15кп, 15	0,12-0,19	380	30Г	0,27 - 0,35	540
20кп, 20	0,17-0,24	420	35Г	0,32 - 0,40	600-720
25	0,22 - 0,30	460	40Г	0,37 - 0,45	790-820
30	0,27 - 0,35	470	45Г	0,42 - 0,50	780 - 1310
35	0,32 - 0,40	530			
40	0,37 - 0,45	570			
45	0,42 - 0,50	600			

БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

химических элементов, используемых как легирующие добавки

N Азот А	Nb Ниобий Б	W Вольфрам В	Mn Марганец Г	Cu Медь Д	Se Селен Е
Co Кобальт К	Mo Молибден М	Ni Никель Н	P Фосфор П	B Бор Р	Si Кремний С
Ti Титан Т	C Углерод У	V Ванадий Ф	Cr Хром Х	Zr Цирконий Ц	Al Алюминий Ю

СТАЛЬ НИЗКОЛЕГИРОВАННАЯ КОНСТРУКЦИОННАЯ (ГОСТ 19282-73)

**ЛЕГИРОВАННЫЕ СТАЛИ
ИМЕЮТ
БУКВЕННО-ЦИФРОВОЕ
ОБОЗНАЧЕНИЕ**

Первые две цифры означают содержание углерода в сотых долях процента. Цифры после букв - содержание легирующего элемента в %. Отсутствие цифры после буквы указывает, что данного элемента содержится около 1%

МАРКА	%C	%Si	%Mn	%Cr	%Ni	%Cu	Предел прочности, МПа
09Г2	0,12	0,37	1,8	0,3	0,3	0,3	440
09Г2С	0,12	0,7	1,7	0,3	0,3	0,3	496
14Г2	0,12-0,18	0,37	1,6	0,3	0,3	0,3	460
10Г2С	0,12	1,1	1,65	0,3	0,3	0,3	490
15ХСНД	0,12-0,18	0,7	0,7	0,9	0,6	0,4	490-687
10ХСНД	0,12	1,1	0,8	0,9	0,8	0,6	530-687
17ГС	0,14-0,20	0,6	1,4	0,3	0,3	0,3	510
17Г1С	0,15-0,20	0,6	1,6	0,3	0,3	0,3	510
17Г1С-У	0,15-0,20	0,6	1,55	0,3	0,3	0,3	510-628

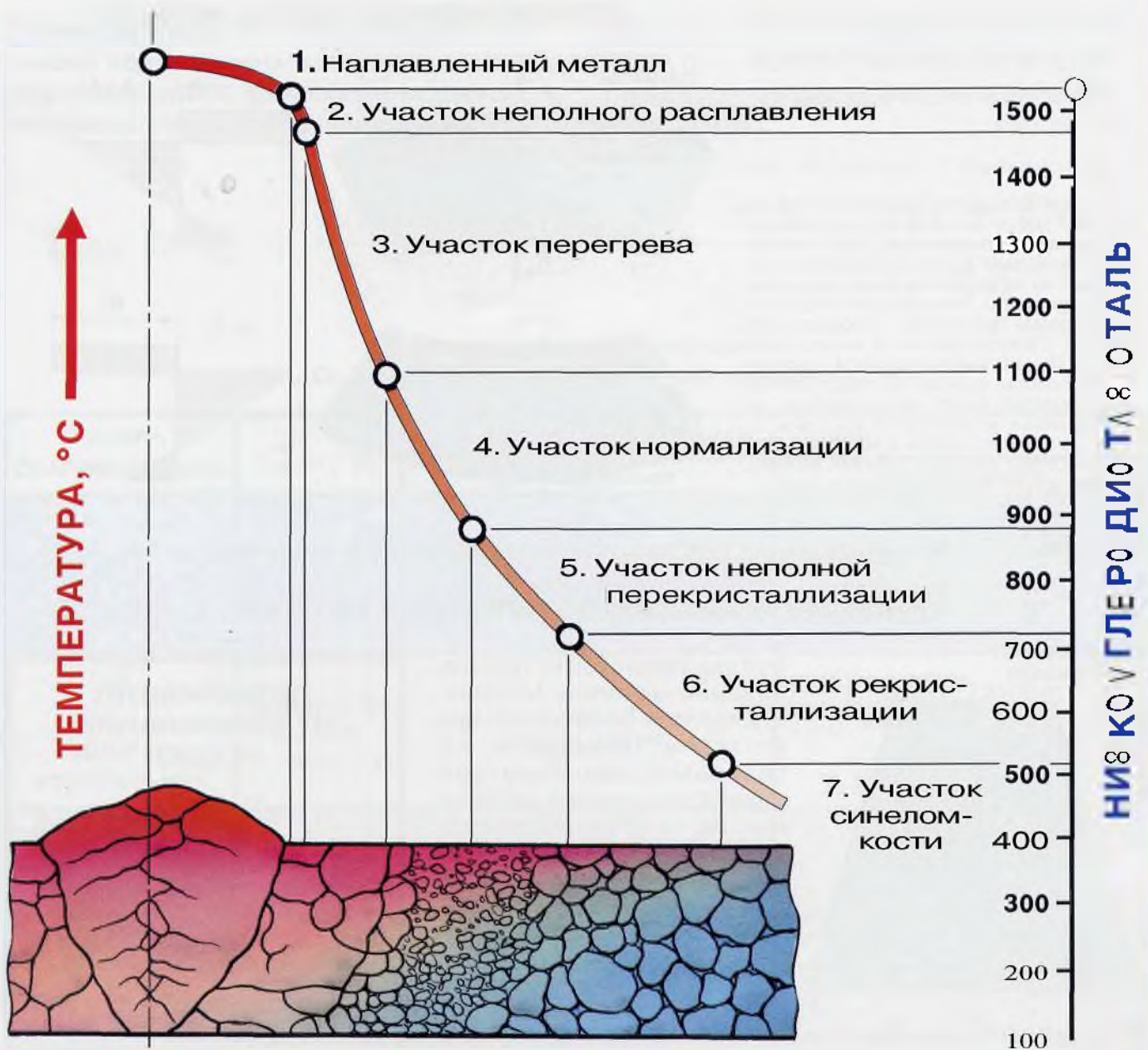
СТАЛИ И СПЛАВЫ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ (ГОСТ 5632-72)

КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ обладают стойкостью против различных видов коррозии		ЖАРОСТОЙКИЕ - стойкие против химического разрушения поверхности в газовых средах при $t > 550^{\circ}\text{C}$. Работают в ненагруженном или слабонагруженном состоянии		ЖАРОПРОЧНЫЕ работают в ненагруженном или слабонагруженном состоянии при высоких t° в течение определенного времени. Достаточно жаростойки	
МАРКА	Предел прочности, МПа	МАРКА	Предел прочности, МПа	МАРКА	Предел прочности, МПа
12Х18Н9	530	12МХ	420	08Х15М24В4ТР	880
12Х18Н9Т	530	12Х1МФ	480	ХН70Ю	880
17Х18Н9	588	25Х1МФ	900	ХН35ВТЮ	930
08Х22Н6Т	588	25Х2М1Ф	800	ХН70ВМЮТ	980
20Х20Н14С2	630	25Х3МВФ	900	ХН77ТЮР	1080

АРМАТУРНЫЕ СТАЛИ | свариваемые

КЛАСС СТАЛИ	МАРКА СТАЛИ	Предел прочности, МПа	Диаметр стержня, мм
A-I	СтЗкп, СтЗпс, СтЗсп, СтЗГпс	373	5,5-40
A-II	Ст5сп, Ст5пс, 18Г2С	420	10-80
Ac-II	10ГТ	441	10-32
A-III	35ГС, 25Г2С, 32Г2Рпс	590	6-40
At-IIIc	Ст5сп, Ст5пс	590	6-40
A-IV	80С, 20ХГ2Ц	883	10-32
At-IV	20ГС	780	10-40
At-IVc	25Г2С, 35ГС, 28С, 27ГС	780	10-40
At-IVk	10ГС2, 08Г2С, 25С2Р	780	10-32
A-V	23Х2Г2Т	1030	10-32
At-V	20ГС, 20ГС2, 10ГС2, 08Г2С, 25Г2С, 28С и др.	980	18-32
At-Vk	35ГС, 25С2Р	980	18-32
A-VI	22Х2Г2АВ, 22Х2Г2Р, 20Х2Г2СР	1230	10-22
A-VII	30ХС2	1370-1420	10-32

ТЕРМИЧЕСКИЙ ЦИКЛ



ХАРАКТЕРИСТИКИ УЧАСТКОВ

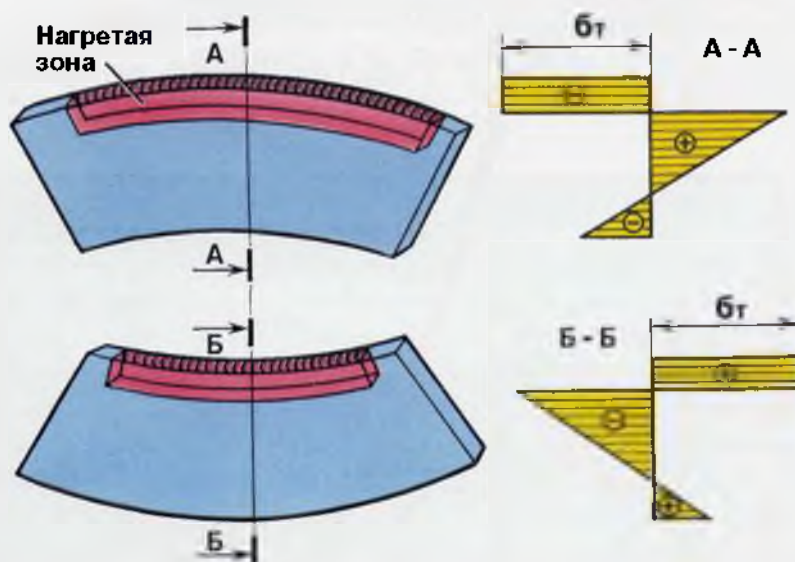
№	СТРУКТУРА МЕТАЛЛА	Температура, °C	Ширина, мм
1	Столбчатая, литая, с пониженными механическими свойствами	1530±5	12 ширина шва
2	Рост зерна, образование игольчатой структуры с повышенной хрупкостью	1530-1470	0,1-0,4
3	Крупнозернистое строение с пониженной ударной вязкостью и пластичностью	1470-1100	3-4
4	Измельчение зерна, повышение механических свойств	1100-880	0,2-4,0
5	Смешанное строение из мелких и крупных зерен с пониженными механическими свойствами	880-720	0,1-3,0
6	Восстановление формы и размеров зерен металла	720-510	0,1-1,5
7	Структурных изменений не имеет	510-200	0,8-12

НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ ДЕФОРМАЦИЙ

- **неравномерный нагрев металла**
- **литейная усадка расплавленного металла**
- **изменения в структуре металла**

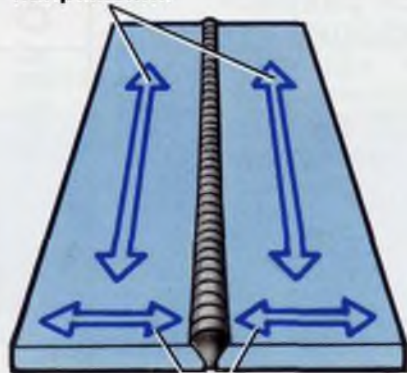
При наплавке валика на кромку полосы валик и нагретая часть полосы расширяются и растягивают холодную часть полосы, создавая в ней растяжение с изгибом. Сам же валик и нагретая часть полосы будут сжаты, поскольку их тепловому расширению препятствует холодная часть полосы. Полоса прогнется выпуклостью вверх. При остывании валик и нагретая часть полосы, претерпев пластические деформации, будут укорачиваться, но этому снова воспрепятствуют слои холодного металла. Валик и нагретая часть полосы будут стягивать верхние волокна, и полоса прогнется выпуклостью вниз.



бт - напряжение текучести, ⊕ - растяжение, ⊖ - сжатие

ЛИТЕЙНАЯ УСАДКА РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

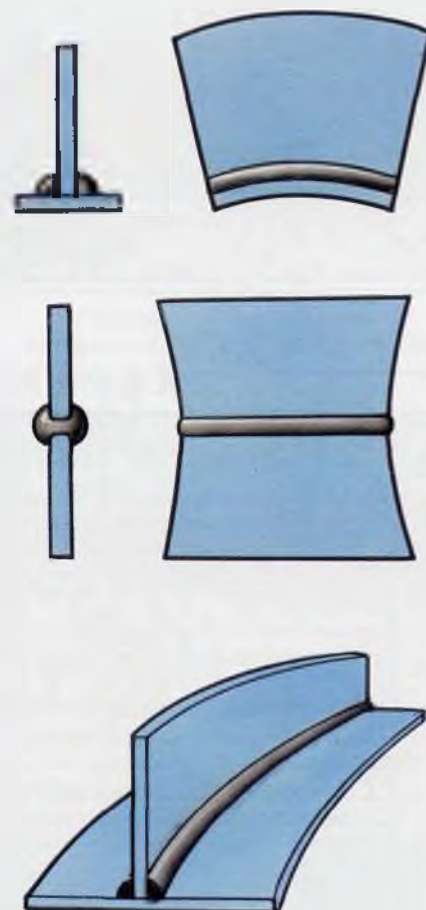
Продольные напряжения



Поперечные напряжения

Усадка происходит при остывании металла. Металл становится более плотным, его объем уменьшается, и в сварном соединении возникают внутренние напряжения. Из-за продольных напряжений изделие коробится в продольном направлении, а поперечные приводят, как правило, к угловым деформациям-короблению в сторону большего объема расплавленного металла.

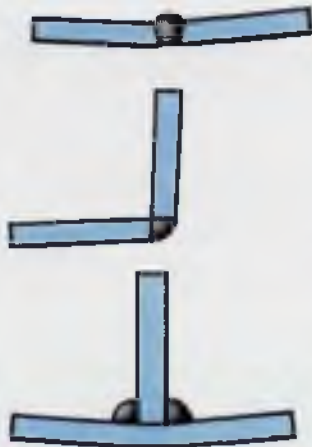
ДЕФОРМАЦИИ ОТ ПРОДОЛЬНОЙ УСАДКИ



ДЕФОРМАЦИИ ОТ ПОПЕРЕЧНОЙ УСАДКИ

ДО СВАРКИ

ПОСЛЕ СВАРКИ



СВАРИВАЕМОСТЬ СТАЛЕЙ

СВАРИВАЕМОСТЬ - способность металлов образовывать качественное сварное соединение, удовлетворяющее эксплуатационным требованиям

ЭКВИВАЛЕНТНОЕ СОДЕРЖАНИЕ УГЛЕРОДА $C_{эк}$ - количественная характеристика свариваемости. Она определяется по формуле:

$$C_{эк} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + Mo + V + \frac{Ni + Si}{15},$$

где C - содержание углерода, %;
 $Mn, Cr, \dots$ - содержание легирующих элементов, %

ГРУППА СВАРИВАЕМОСТИ	$C_{эк}, \%$	МАРКИ СТАЛЕЙ	
		Углеродистые	Легируемые
I Хорошая	До 0,25 вкл.	Ст1; Ст2; Ст3; Ст4; Стали 08; 10; 15; 20; 25	15Г; 20Г; 15Х; 15ХА; 20Х; 15ХМ; 20ХГСА; 10ХСНД; 10ХГСНД; 15ХСНД
II Удовлет- ворительная	Свыше 0,25 до 0,35 вкл.	Ст5; Стали 30; 35	12ХН2; 12ХН3А; 20ХН3А; 20ХН; 20ХГСА; 30Х; 30ХМ; 25ХГСА
III Ограниченная	Свыше 0,35 до 0,45 вкл.	Ст6; Стали 40; 45	35Г; 40Г; 45Г; 40Г2; 35Х; 40Х; 45Х; 40ХМФА; 40ХН; 30ХГС; 30ХГСА; 35ХМ; 20Х2Н4МА
IV Плохая	Свыше 0,45	Стали 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85	50Г; 50Г2; 50Х; 50ХН; 45ХН3МФА; ХГС; 6ХС; 7Х3

ГРУППА СВАРИВАЕМОСТИ	УСЛОВИЯ СВАРКИ
I	Без ограничений, в широком диапазоне режимов сварки независимо от толщины металла, жесткости конструкций, температуры окружающей среды
II	Сварка только при температуре окружающей среды не ниже -5 °С, толщине металла менее 20 мм при отсутствии ветра
III	Сварка с предварительным или сопутствующим подогревом до 250 °С в жестком диапазоне режимов сварки
IV	Сварка с предварительным и сопутствующим подогревом, термообработкой после сварки

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

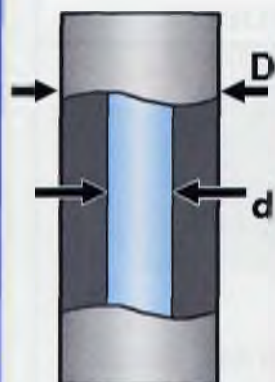
ПО НАЗНАЧЕНИЮ		ОБОЗНАЧЕНИЕ
Сварка углеродистых и низколегированных сталей конструкционных с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа	9 типов Э38, Э42, Э42А, Э46, Э46А, Э50, Э50А, Э55, Э60	У
Сварка легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву выше 600 МПа	5 типов Э70, Э85, Э100, Э125, Э150	Л
Сварка легированных теплоустойчивых сталей	9 типов Э09М, Э09МХ и др.	Т
Сварка высоколегированных сталей с особыми свойствами	49 типов Э12Х13, Э06Х13М, Э10Х17Т и др.	В
Наплавка поверхностных слоев с особыми свойствами	44 типа Э10Г2, Э11Г3, Э16Г2ХМ и др.	И

ПО ВИДУ ПОКРЫТИЯ		ОБОЗНАЧЕНИЕ
Сварка во всех пространственных положениях постоянным и переменным током. Не рекомендуется для сталей с повышенным содержанием серы и углерода. Недостаток: возможные трещины в швах, сильное разбрызгивание	Кислые	А
Сварка во всех пространственных положениях постоянным и переменным током	Рутитовые	Р
Сварка постоянным током обратной полярности во всех пространственных положениях металла большой толщины	Основные	Б
Сварка во всех пространственных положениях постоянным и переменным током. Целесообразны на монтаже. Не допускают перегрева. Большие потери на разбрызгивание	Целлюлозные	Ц
Сварка конструкций и трубопроводов во всех положениях шва, кроме потолочного, при низком расходе на 1 кг наплавленного металла	Смешанного типа	РЦЖ*
*С железным порошком		

ПО ДОПУСТИМЫМ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ПОЛОЖЕНИЯМ ШВА	
Для сварки во всех положениях	1
Для сварки во всех положениях, кроме вертикального сверху вниз	2
То же, кроме вертикального сверху вниз и потолочного	3
Для швов нижнего и нижнего "в лодочку"	4

ПО РОДУ И ПОЛЯРНОСТИ СВАРОЧНОГО ТОКА		
Переменный ток (Uxx, В)	Постоянный ток (полярность)	Обозначение
Неприменяется	обратная	0
50±5	любая	1
	прямая	2
	обратная	3
70±10	любая	4
	прямая	5
	обратная	6
90±5	любая	7
	прямая	8
	обратная	9

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ



ПО ТОЛЩИНЕ ПОКРЫТИЯ		ОБОЗНАЧЕНИЕ
С тонким покрытием	$D/d \leq 1,2$	М
Со средним покрытием	$1,2 < D/d \leq 1,45$	С
С толстым покрытием	$1,45 < D/d \leq 1,8$	£1
С особо толстым покрытием	$D/d > 1,8$	Г

ПРИМЕР УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОДА

Назначение: сварка углеродистых и низколегированных сталей

Тип электрода, прочностная характеристика 420 МПа | Марка электрода | Диаметр электрода 3 мм | Покрытие толстое

Э42А - УОНИ-13/45 - 3,0 - УД **ГОСТ 9466-75**

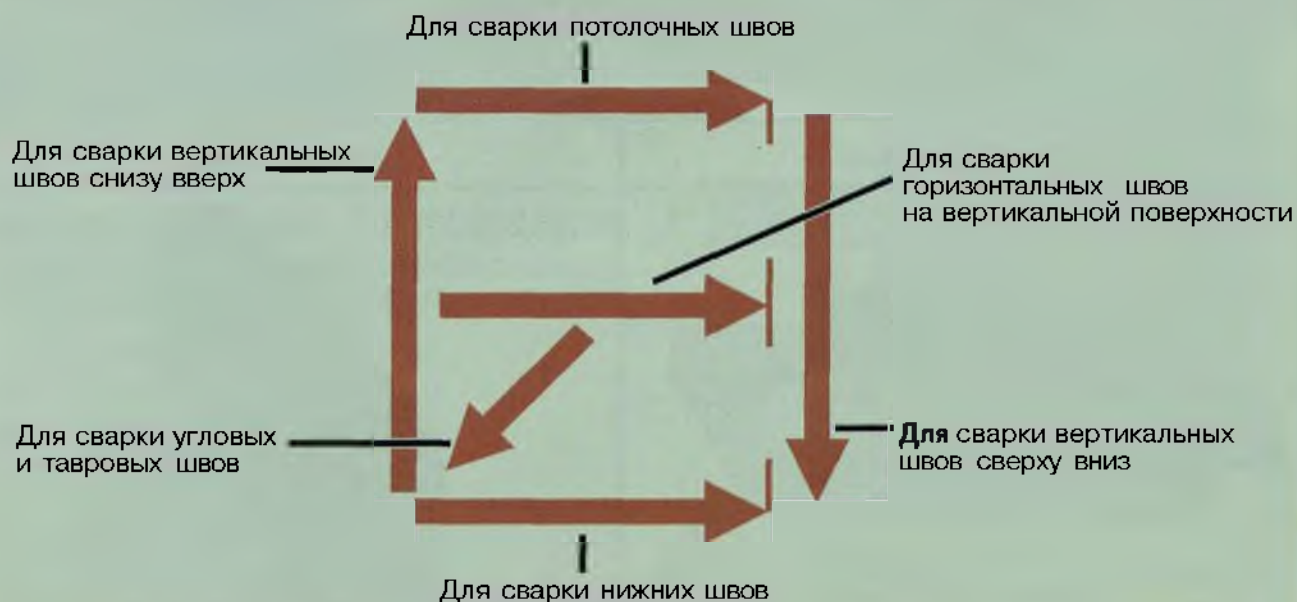
E432(5) - Б1 О **ГОСТ 9467-75**

Группа индексов, указывающая на прочностные характеристики металла шва по ГОСТ 9467-75

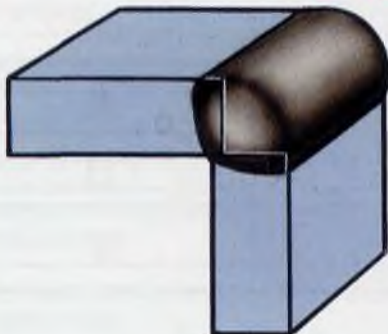
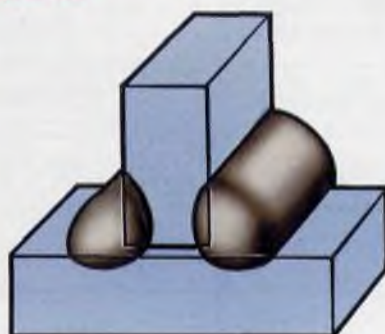
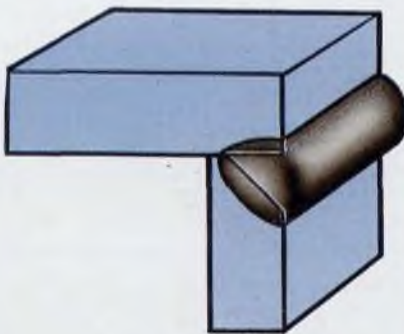
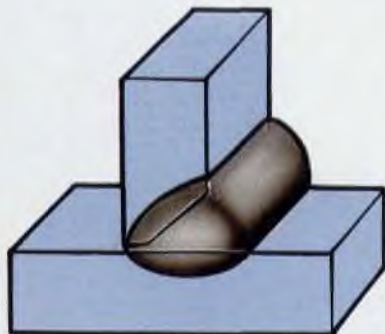
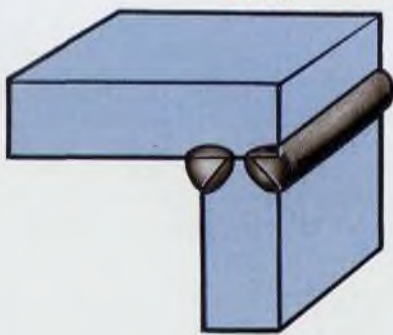
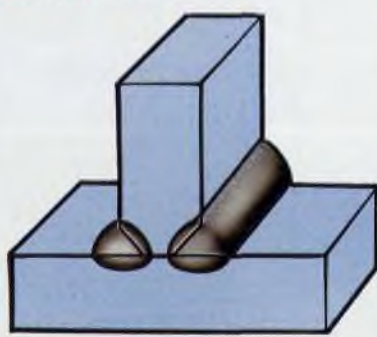
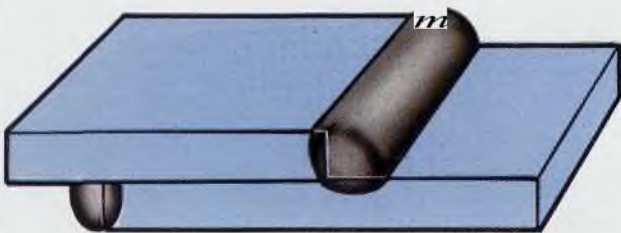
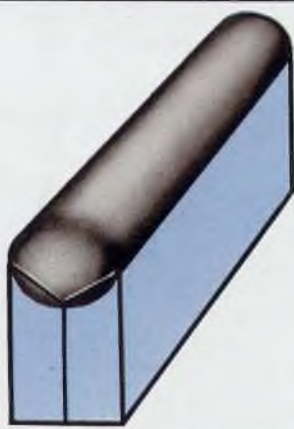
Постоянный ток, обратная полярность
Допустимое пространственное положение - любое

Покрытие основное

МАРКИРОВКА ЭЛЕКТРОДОВ ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА



ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИИ

УГЛОВЫЕ	ТАВРОВЫЕ	СТЫКОВЫЕ
Без скоса кромок 		Без скоса кромок 
Со скосом одной кромки 		V - образный скос кромок 
С двумя скосами одной кромки 		Криволинейный скос кромок 
НАХЛЕСТОЧНЫЕ		ТОРЦОВЫЕ
Без скоса кромок 		

КЛАССИФИКАЦИЯ СВАРНЫХ ШВОВ

ПО ВНЕШНЕМУ ВИДУ

ВЫПУКЛЫЕ

НОРМАЛЬНЫЕ

ВОГНУТЫЕ

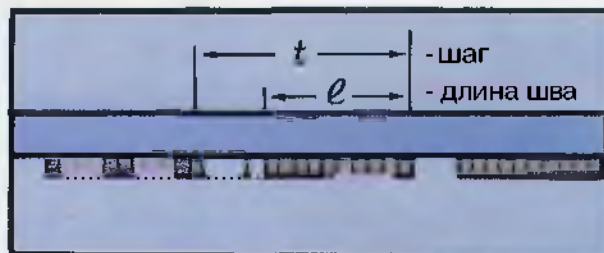


ПО ПРОТЯЖЕННОСТИ

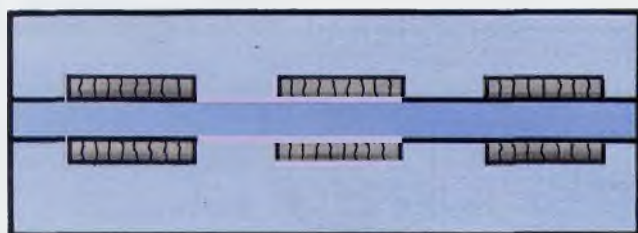
ДВУСТОРОННИЕ НЕПРЕРЫВНЫЕ



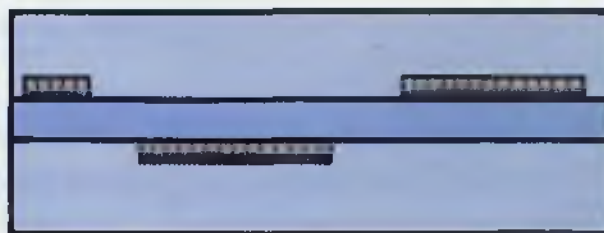
ОДНОСТОРОННИЕ ПРЕРЫВИСТЫЕ



ДВУСТОРОННИЕ ЦЕПНЫЕ



ДВУСТОРОННИЕ ШАХМАТНЫЕ



ПО ВЫПОЛНЕНИЮ

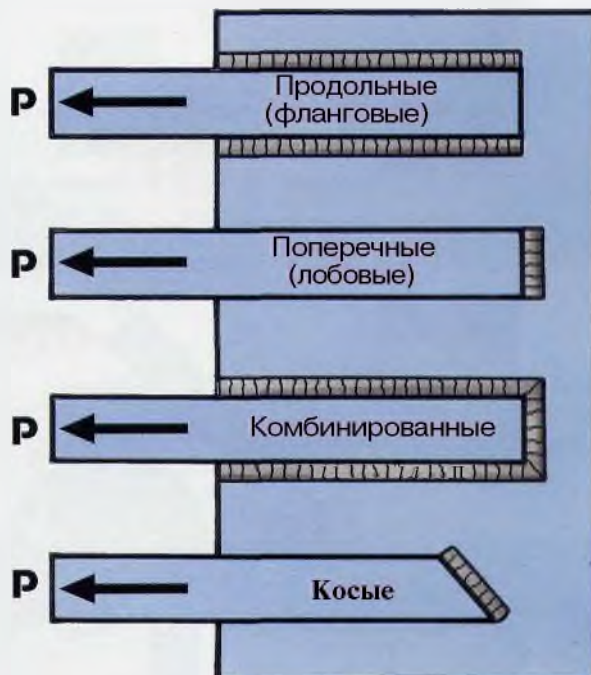
ОДНОСТОРОННИЕ



ДВУСТОРОННИЕ



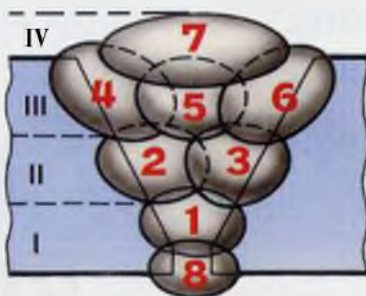
ПО ДЕЙСТВУЮЩЕМУ УСИЛИЮ (P)



ПО ЧИСЛУ СЛОЕВ И ПРОХОДОВ

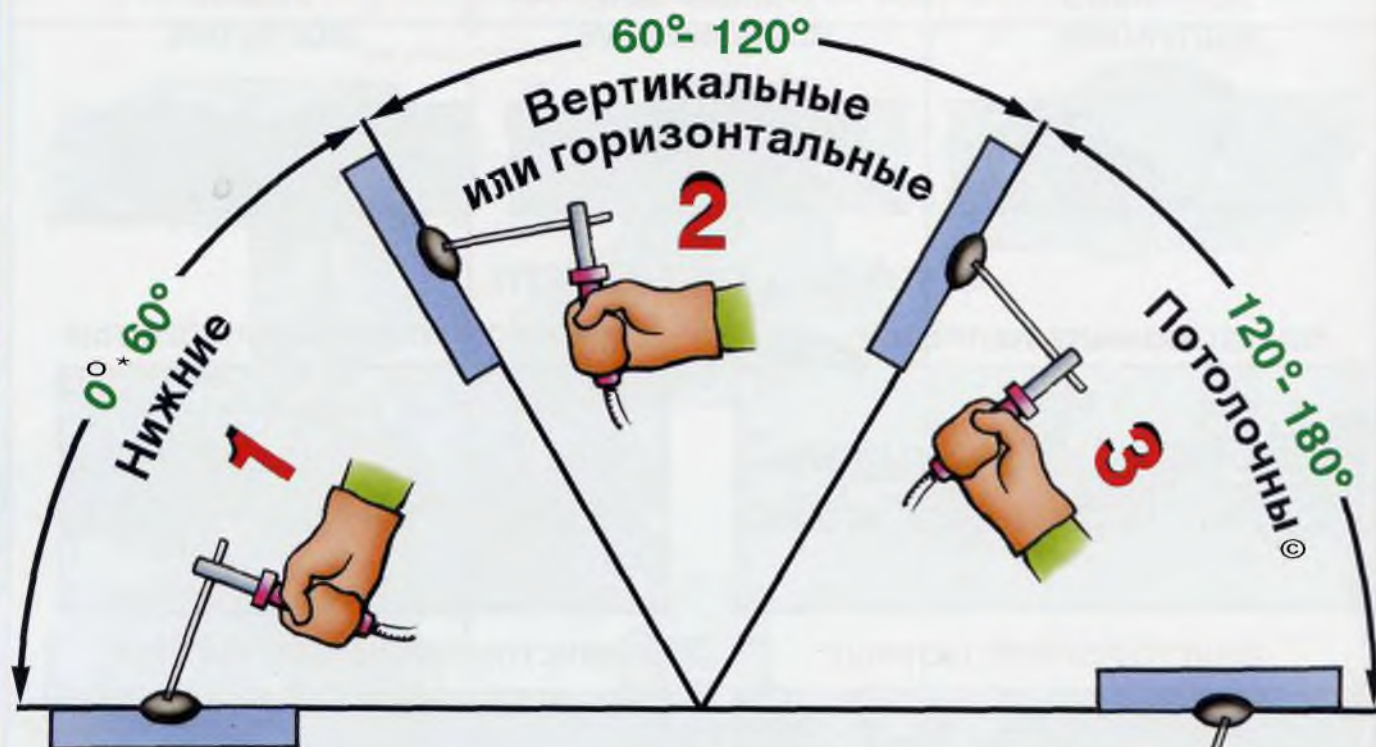
ОДНОСЛОЙНЫЕ
МНОГОСЛОЙНЫЕ

ОДНОПРОХОДНЫЕ
МНОГОПРОХОДНЫЕ



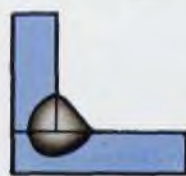
I - IV - число слоев
1 - 8 - число проходов

КЛАССИФИКАЦИЯ и ОБОЗНАЧЕНИЕ СВАРНЫХ ШВОВ ПО ИХ ПОЛОЖЕНИЮ В ПРОСТРАНСТВЕ

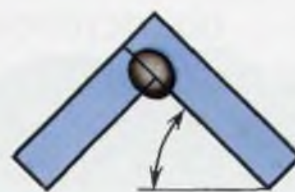


Н - нижние
П - потолочные
Пп - полупотолочные
Г - горизонтальные

Пв - полувертикальные
В - вертикальные
Л - в "лодочку"
Пг - полугоризонтальные



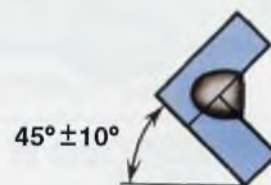
Н



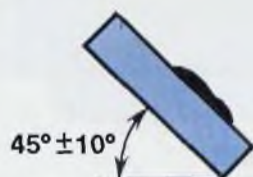
П



Пп



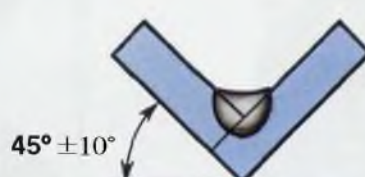
Г



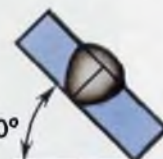
Пв



В



Л



Пг

ОСНОВНЫЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СВАРНОГО ШВА

S - толщина свариваемого металла

e - ширина шва

q - выпуклость шва

h - глубина провара

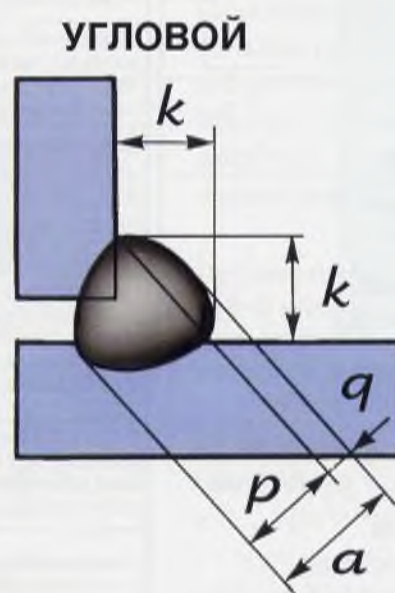
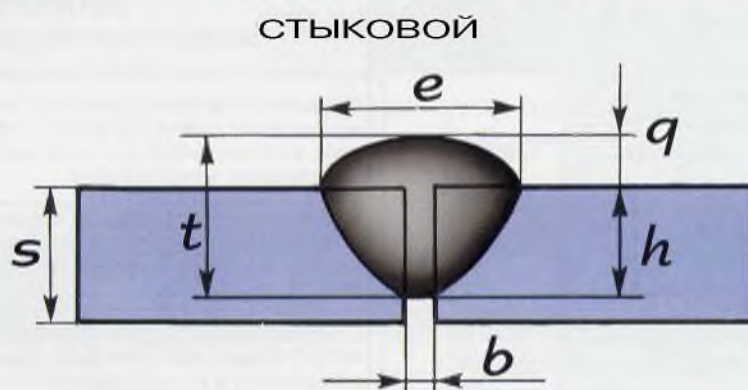
t - толщина шва ($t=q+k$)

o - зазор

k - катет углового шва

p - расчетная высота углового шва

a - толщина углового шва



КОЭФФИЦИЕНТ ФОРМЫ ШВА

$$K_n = \frac{e}{t}$$

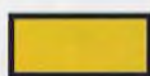
Оптимальный $K_n = 1,2 - 2$

(бывает в пределах 0,5 - 4)

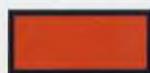
КОЭФФИЦИЕНТ ВЫПУКЛОСТИ ШВА

$$K_y = \frac{e}{q}$$

K_y не должно превышать 7 - 10



F_o - площадь сечения расплавленного основного металла



$F_{\text{э}}$ - площадь сечения наплавленного электродного металла



КОЭФФИЦИЕНТ ДОЛЕЙ ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА В МЕТАЛЛЕ ШВА

$$K_o = \frac{F_o}{F_o + F_{\text{э}}}$$



КОРЕНЬ ШВА - часть шва, наиболее удаленная от его лицевой поверхности

ПОДВАРОЧНЫЙ ШОВ - меньшая часть двустороннего шва, выполняемая предварительно для предотвращения прожогов или укладываемая в последнюю очередь в корень шва

ОБОЗНАЧЕНИЕ СВАРНЫХ ШВОВ

ОСОБЕННОСТЬ ШВА	УСЛОВНЫЙ ЗНАК	НАИМЕНОВАНИЕ ШВА	ПРИМЕР ОБОЗНАЧЕНИЯ
Прерывистый с цепным расположением участков		Стыковой односторонний на остающейся подкладке, со скосом двух кромок, выполненный дуговой сваркой покрытыми электродами	ГОСТ 5264-80-C16
Прерывистый с шахматным расположением		Стыковой двусторонний, с криволинейным скосом двух кромок, выполненный дуговой сваркой покрытыми электродами	ГОСТ 5264-80-C19
Монтажный		Стыковой двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок, выполненный дуговой сваркой покрытыми электродами. Участки перехода от шва к основному металлу дополнительно обработаны	ГОСТ 5264-80-C21
По замкнутому контуру		Стыковой односторонний, со скосом двух кромок, по замкнутому контуру. Выпуклость шва снята механической обработкой	ГОСТ 5264-80-C17
По незамкнутому контуру		Шов углового соединения односторонний со скосом двух кромок, монтажный. Выпуклость шва снята механической обработкой	1 ГОСТ 5264-80-Y4Δ5
Со снятой выпуклостью (усилением)		Шов таврового соединения невидимый односторонний, выполненный дуговой сваркой в углекислом газе плавящимся электродом. Шов прерывистый. Катет шва 6 мм, длина провариваемого участка 50 мм, шаг 150 мм	ГОСТ 14771-76-T4-УПΔ 6-502150
Шов, имеющий местную обработку с плавным переходом к основному металлу		Шов таврового соединения, двусторонний без скоса кромок, выполненный плазменной сваркой по замкнутому контуру. Катет шва 4 мм	ГОСТ 5264-80-T1-ПЛΔ 4
		Стыковой двусторонний, с двумя симметричными скосами двух кромок, выполненный ручной дуговой сваркой. Обозначение упрощенное, если стандарт указан в примечаниях чертежа	C 21
		Упрощенное обозначение при наличии на чертеже одинаковых швов и при указании обозначения у одного из них за №1	№ 1

ОБОЗНАЧЕНИЕ ВИДА СОЕДИНЕНИЯ

С - стыковое
У - угловое
Т - тавровое
Н - нахлесточное
С5 - цифры указывают порядковый номер шва в данном конкретном стандарте

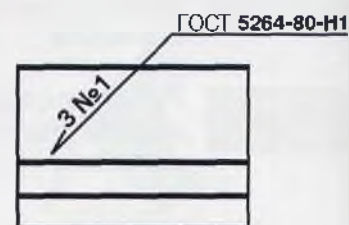
ПРИМЕРЫ БУКВЕННО-ЦИФРОВОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ ШВОВ

ГОСТ	Наименование ГОСТа	Тип соединения	Буквенно-цифровое обозначение швов
5264-80	Ручная дуговая сварка. Соединения сварные	Стыковое Угловое Тавровое Нахлесточное	C1 - C45 Y1 - Y10 T1 - T9 H1 - H2
14771-76	Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные	Стыковое Угловое Тавровое Нахлесточное	C1 - C27 Y1 - Y10 T1 - T9 H1 - H4

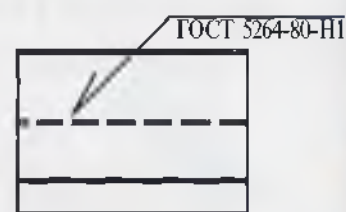
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ОСНОВНЫХ СПОСОБОВ СВАРКИ

Р - ручная дуговая (штучным электродом); ЭЛ - электронно-лучевая; Ф - дуговая под слоем флюса; ПЛ - плазменная и микроплазменная; УП - сварка в активном газе (или смеси активного и инертного газов плавящимся электродом); ИП - сварка в инертном газе плавящимся электродом; ИН - сварка в инертном газе неплавящимся электродом; Г - газовая

ИЗОБРАЖЕНИЕ ШВА НА ЧЕРТЕЖЕ



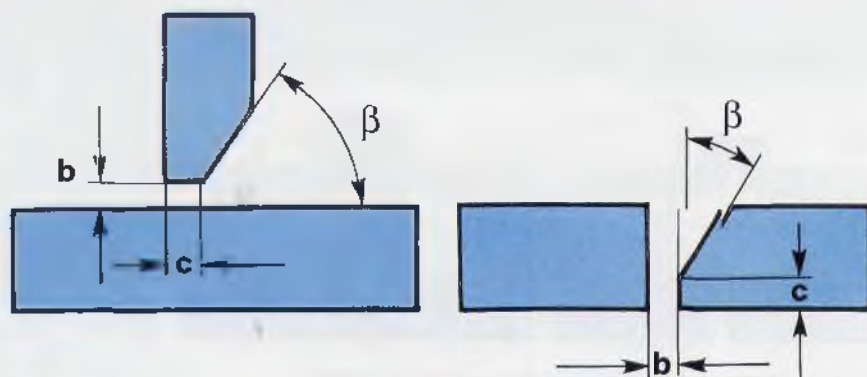
Видимый -
.. сплошной линией



Невидимый -
- штриховой линией

КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ РАЗДЕЛКИ КРОМОК

РАЗДЕЛКА ОДНОЙ КРОМКИ

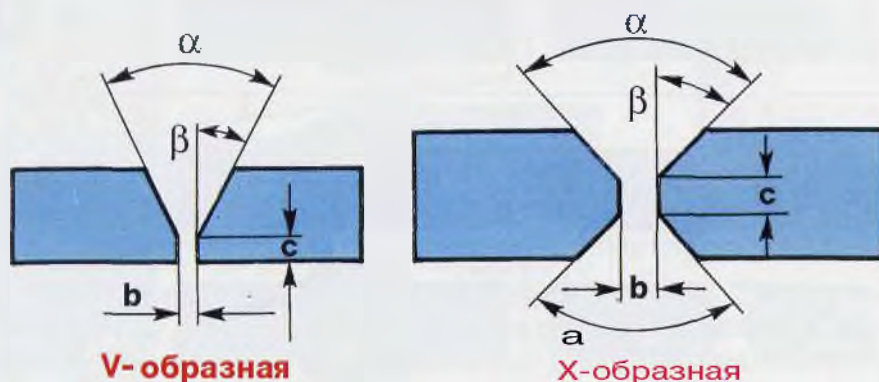


α - угол разделки кромок
(60-90°)

(3 - угол скоса кромки
(30-50°)

b - зазор (1-4 мм) в зависимости от толщины свариваемого металла

РАЗДЕЛКА ДВУХ КРОМОК

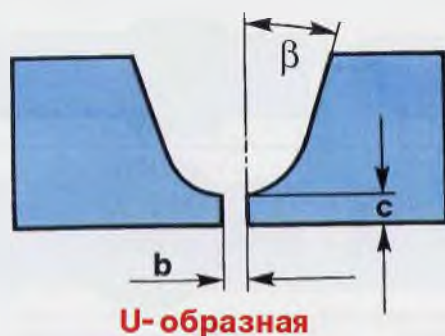


V-образная

X-образная

При сварке плавящимся электродом зазор b обычно составляет 0-5 мм. Чем больше зазор, тем глубже проплавление металла

c - притупление кромок (1-3 мм) в зависимости от толщины свариваемого металла



U-образная

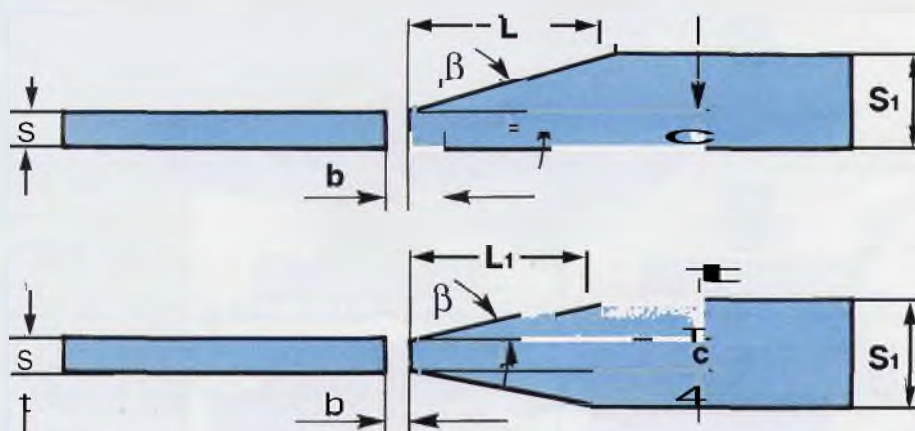
X-образная разделка кромок по сравнению с V-образной позволяет уменьшить объем наплавляемого металла в 1,6- 1,7 раза

СМЕЩЕНИЕ СВАРИВАЕМЫХ КРОМОК



Δ - смещение свариваемых кромок одна относительно другой.

РАЗДЕЛКА КРОМОК ЛИСТОВ РАЗНОЙ ТОЛЩИНЫ

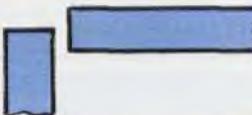
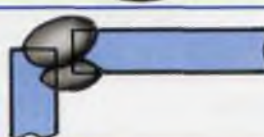


Толщина металла, мм	Наибольшее допускаемое Δ , мм
До 4	0,5
4-10	1,0
10 - 100	0,1S, но не более 3 мм
Свыше 100	0,01S + 2, но не более 4 мм

$$L = 5(S_1 - S)$$

$$L_1 = 2,5(S_1 - S)$$

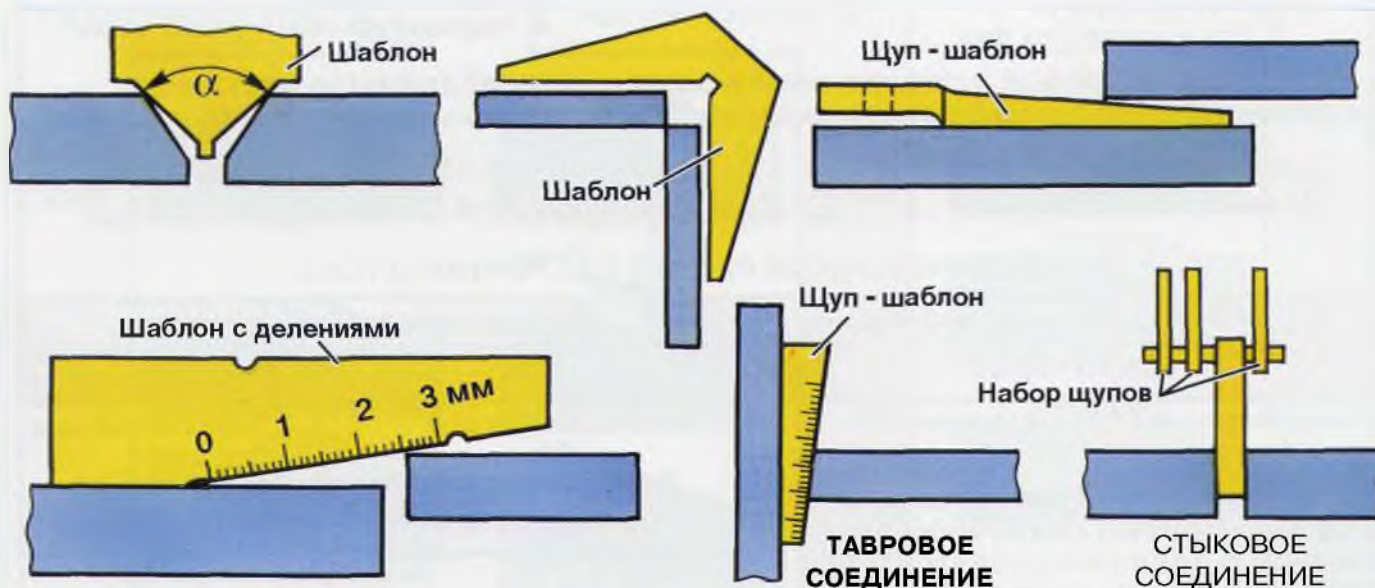
ОСНОВНЫЕ ТИПЫ, КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И РАЗМЕРЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм
			подготовленных кромок	сварного шва	
СТЫКОВОЕ	С отбортовкой	Односторонний			1 - 4
	Без скоса				1 - 6
	Без скоса	Двусторонний			3 - 8
	С V-образным скосом	Односторонний			3 - 60
	С X-образным скосом	Двусторонний			8 - 120
	С K-образным скосом				8 - 100
	С криволинейным скосом				15 - 100
УГЛОВОЕ	Без скоса	Двусторонний			2 - 30
	Со скосом одной кромки				3 - 60
ТАВРОВОЕ	Без скоса	Двусторонний			2 - 40
	С двумя скосами одной кромки				8 - 100
НАХЛЕСТОВОЕ	Без скоса	Двусторонний			2 - 60

СБОРКА ПОД СВАРКУ

• Подготовленные детали собирают под сварку

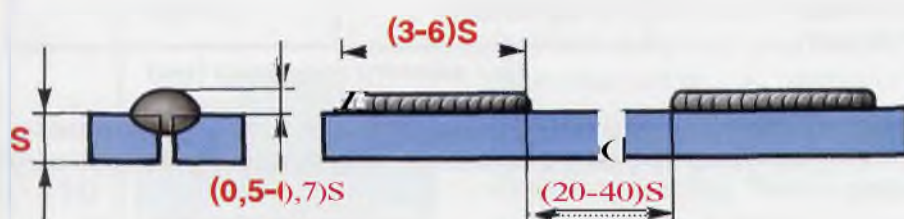
• Точность сборки контролируют шаблонами, измерительными приборами и щупами



• Поверхность свариваемых кромок на ширину 20-30 мм зачищают от ржавчины, масла и других загрязнений

• Сборку выполняют в приспособлениях (кондукторах, кантователях, на стеллажах) или с использованием прихваток - коротких швов

РАЗМЕРЫ И ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРИХВАТОК



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПОСТАНОВКИ ПРИХВАТОК

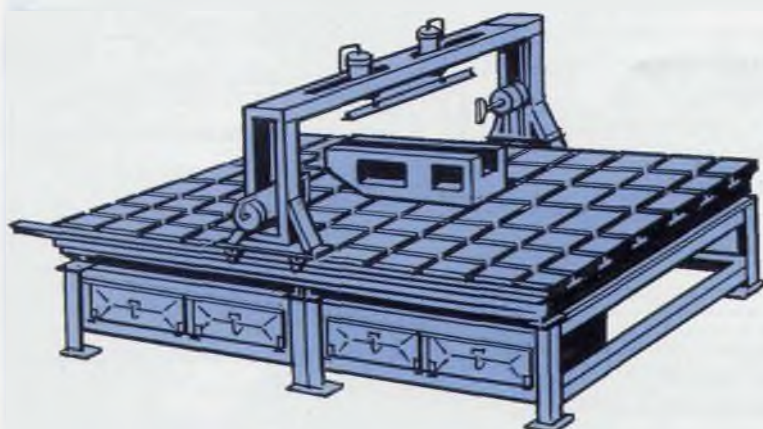
Короткие и средние швы



Длинные швы



Кольцевые швы



УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ СБОРКИ УЗЛОВ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ПАРАМЕТРЫ РЕЖИМА РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

ОСНОВНЫЕ

- Сварочный ток
- Напряжение дуги
- Скорость сварки
- Род и полярность тока

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ

- Положение шва в пространстве
- Число проходов
- Температура окружающей среды

СВАРОЧНЫЙ ТОК устанавливают в зависимости от диаметра электрода, а диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемого изделия:

Толщина металла, мм	1-2	3	4-5	6-8	9-12	13-15	16 и более
Диаметр электрода, мм	1,5-2	3	3-4	4	4-5	5	6

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ РАСЧЕТ СВАРОЧНОГО ТОКА

Диаметр электрода $d=3-6\text{мм}$		Диаметр электрода $d<3\text{мм}$	
$I=(20+6d)dk$		$I=30dk$	
Коэффициент k	Нижний шов 1	Вертикальный шов 0,9	Потолочный шов 0,8

При увеличении **диаметра** электрода и неизменном **сварочном** токе плотность тока уменьшается, что приводит к блужданию дуги, увеличению ширины шва и уменьшению глубины провара. Чем больше диаметр электрода, тем меньше допустимая плотность тока, так как ухудшаются условия охлаждения

Допускаемая плотность тока (А/мм^2) в зависимости от покрытия электрода

Вид покрытия	Диаметр электрода, мм			
	3	4	5	6
Кислое Рутиловое	14-20	11,5-16	10-13,5	9,5-12,5
Основное	13-18,5	10-14,5	9-12,5	8,5-12,5

НАПРЯЖЕНИЕ на дуге зависит от ее длины. Оптимальная длина дуги выбирается между минимальной и максимальной. Длинную дугу применять не рекомендуется

Минимальная	Максимальная
$l_d=0,5d$	$l_d=d+1$

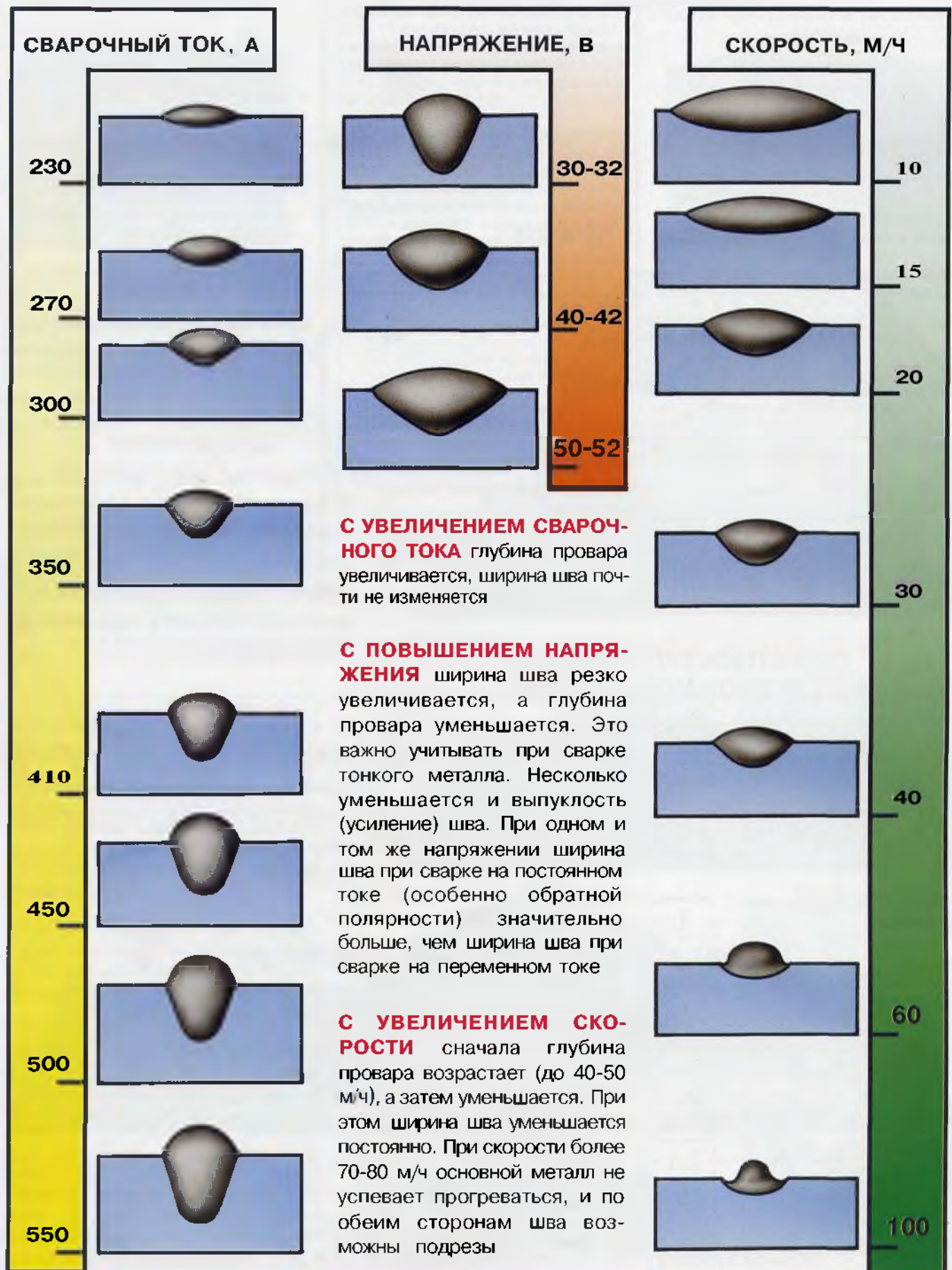
d - диаметр электрода (мм)

СКОРОСТЬ СВАРКИ выбирается так, чтобы сварочная ванна заполнялась электродным металлом и возвышалась над поверхностью кромок с плавным переходом к основному металлу без подрезов и наплывов

РОД И ПОЛЯРНОСТЬ ТОКА

	- ПОСТОЯННЫЙ	~ ПЕРЕМЕННЫЙ
Прямая 	● Сварка с глубоким проплавлением основного металла ● Сварка низко- и среднеуглеродистых и низколегированных сталей толщиной 5 мм и более электродами с фтористо-кальциевым покрытием: УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 и др. ● Сварка чугуна	● Сварка низкоуглеродистых и низколегированных сталей (типа 09ГС) в строительном-монтажных условиях электродами с рутиловым покрытием
Обратная 	● Сварка с повышенной скоростью плавления электродов ● Сварка низколегированных низкоуглеродистых сталей (типа 16Г2АФ), средне- и высоколегированных сталей и сплавов ● Сварка тонкостенных листовых конструкций	● Сварка при возникновении магнитного дутья ● Сварка толстолистовых конструкций из низкоуглеродистых сталей

ВЛИЯНИЕ СВАРОЧНОГО ТОКА, НАПРЯЖЕНИЯ дуги И СКОРОСТИ СВАРКИ НА ФОРМУ И РАЗМЕРЫ ШВА



СПОСОБЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ШВОВ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИНЫ

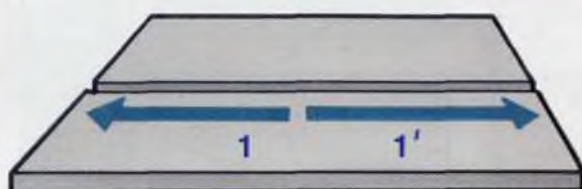
"НАПРОХОД"



Для коротких
(до 250 мм) швов

- общее направление сварки

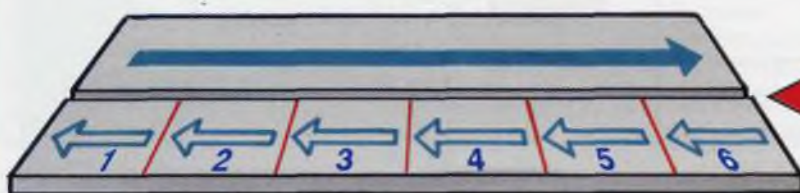
"ОТ СЕРЕДИНЫ К КРАЯМ"



Для **средних**
(250-1000 мм) швов.

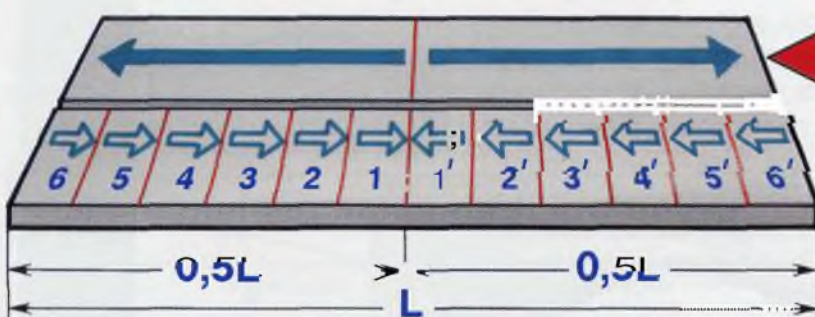
Работают 2 сварщика

ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ



Для длинных
(свыше 1000 мм) швов.

Шов разбивается на отдельные участки по 150-200 мм. Сварка на каждом из них ведется в направлении, обратном общему направлению сварки

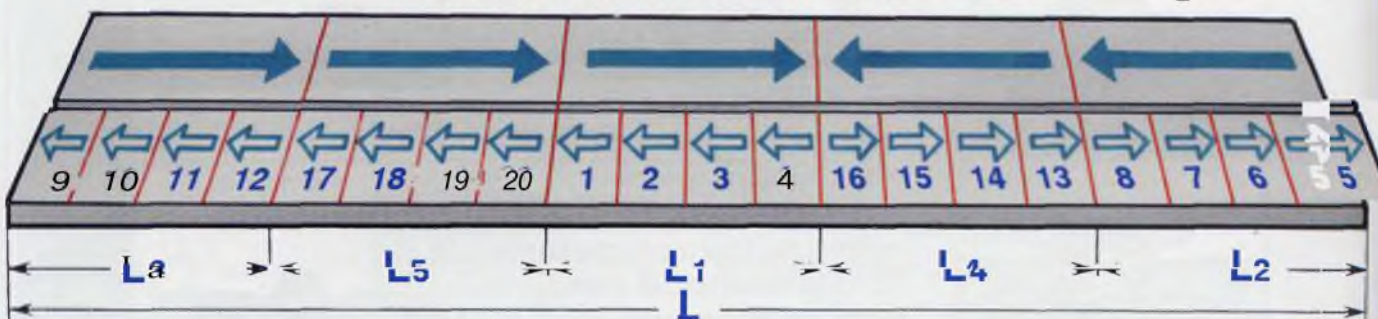
ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ
ОТ СЕРЕДИНЫ К КРАЯМ

• Длинные швы **однопроходных стыковых** соединений

• Первый проход многопроходных швов

• Угловые швы

ОБРАТНОСТУПЕНЧАТЫЙ ВРАЗБРОС

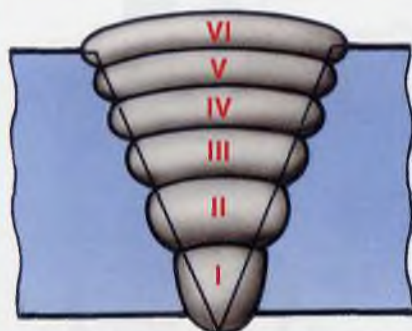


ОБРАТНОСТУПЕНЧАТАЯ СВАРКА
ЭФФЕКТИВНО УМЕНЬШАЕТ **НАПРЯЖЕНИЯ** И ДЕФОРМАЦИИ

СВАРКА ТОЛСТОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

МНОГОСЛОЙНЫЙ

чаще - для стыковых швов



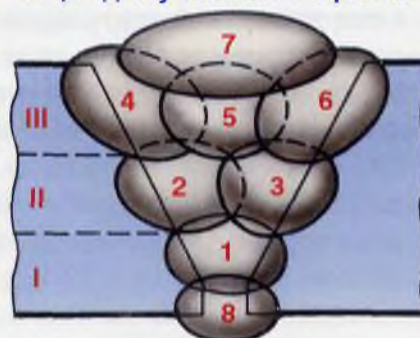
I - VI - очередность нанесения слоев

Однослойный односторонний шов выполняется за один проход. При сварке металла большой толщины шов выполняют слоями, каждый из которых накладывают за один проход (**многослойный**) или за несколько проходов (**многослойный многосторонний**).

Сварка за один проход предпочтительнее при ширине шва не более 14-16 мм, т.к. дает меньше остаточных деформаций. При толщине металла более 15 мм сварка каждого слоя "напроход" нежелательна. Первый слой успевает остыть, и в нем возникают трещины

МНОГОСЛОЙНЫЙ МНОГОПРОХОДНЫЙ ДВУСТОРОННИЙ

чаще - для угловых и тавровых



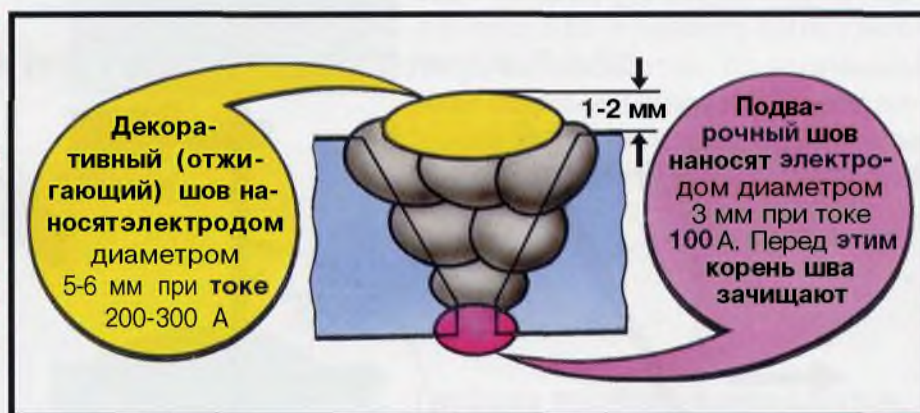
I - III - очередность нанесения слоев

1 - 8 - очередность наложения швов

Для равномерного прогрева металла по всей длине швы накладывают:

- двойным слоем
- горкой
- каскадом
- поперечной горкой
- блоками

При способе двойного слоя второй слой накладывают по неостывшему первому после удаления сварочного шлака в противоположном направлении на длине 200-400 мм



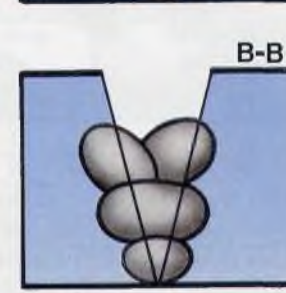
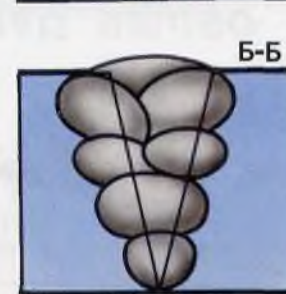
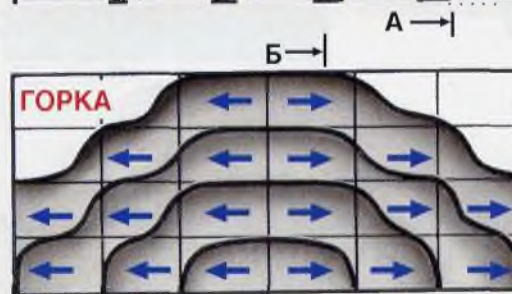
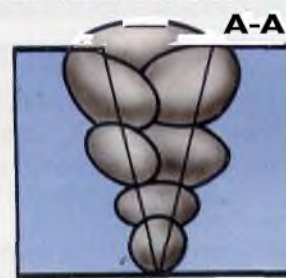
НАЛОЖЕНИЕ ШВОВ ПРИ ТОЛЩИНЕ МЕТАЛЛА БОЛЕЕ 15 ММ

ПРИ КАСКАДНОМ МЕТОДЕ шов разбивают на участки по 200 мм. После сварки первого слоя первого участка, не останавливаясь, продолжают укладывать первый слой на соседнем участке. Тогда каждый последующий слой накладывается на не успевший остыть металл предыдущего слоя

СВАРКА «ГОРКОЙ» - разновидность каскадного метода. Ведется двумя сварщиками одновременно от середины к краям

Оба метода - это обратноступенчатая сварка не только по длине, но и по сечению шва, причем зона сварки всегда остается горячей

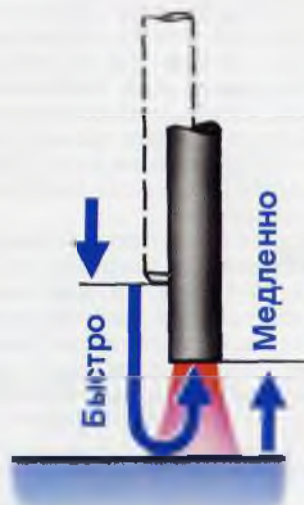
ПРИ СВАРКЕ БЛОКАМИ шов заполняют отдельными ступенями по всей высоте сечения шва. Применяют при соединении деталей из сталей, закаливающихся при сварке



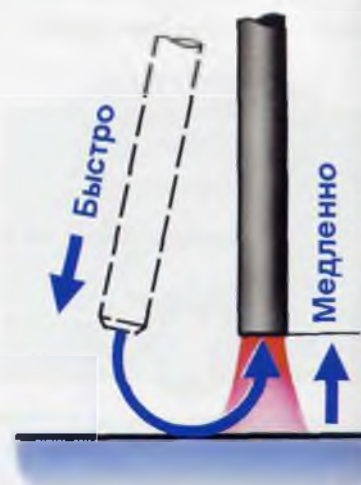
СПОСОБЫ ЗАЖИГАНИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

КАСАНИЕМ

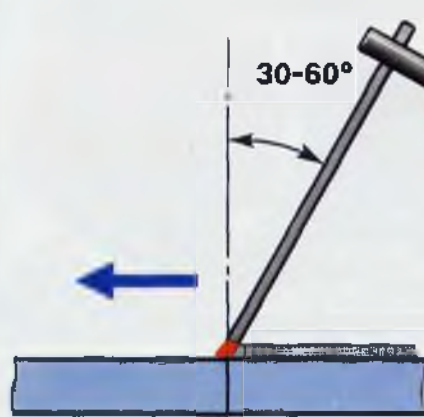
Дугу зажигают коротким прикосновением электрода к изделию (впритык) или чирканьем концом электрода о поверхность металла ("спичкой"). Способ "спичкой" предпочтительнее, но он неудобен в узких, труднодоступных местах



ЧИРКАНЬЕМ

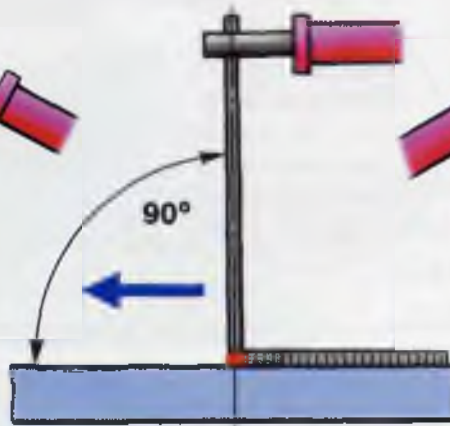


ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДА ПРИ СВАРКЕ



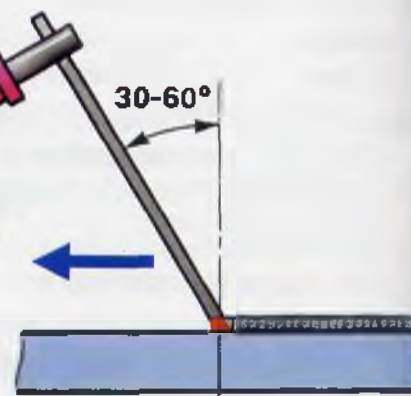
"УГЛОМ ВПЕРЕД"

Горизонтальные, вертикальные, потолочные швы, сварка неповоротных стыков труб



"ПОД ПРЯМЫМ УГЛОМ"

Сварка в труднодоступных местах

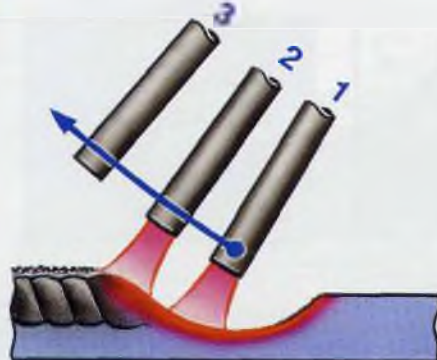


"УГЛОМ НАЗАД"

Угловые и стыковые соединения

ОКОНЧАНИЕ СВАРКИ

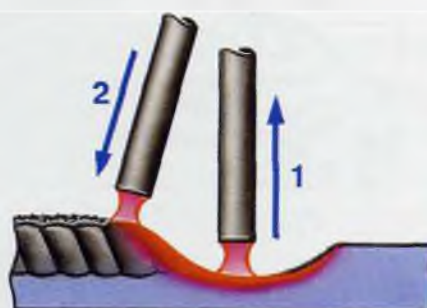
ОБРЫВ ДУГИ



В конце шва нельзя обрывать дугу сразу. Электрод перемещают на верхний край сварочной ванны (1-2) и затем быстро отводят (3) от кратера

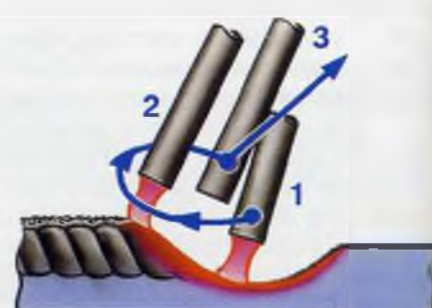
ЗАВАРКА КРАТЕРА

1-й способ



Дугу обрывают в конце сварного шва (1), а затем повторно зажигают (2) для формирования необходимой высоты шва

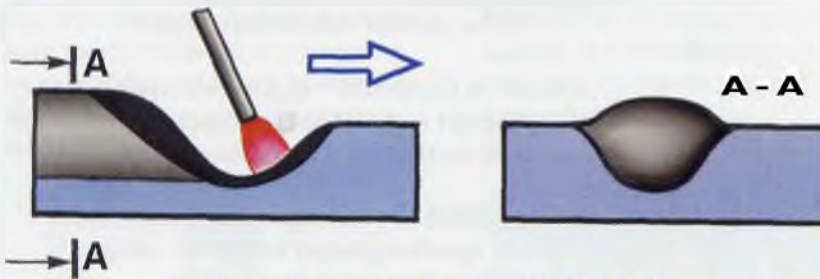
2-й способ



Из положения 1, не обрывая дуги, смещают электрод на 10-15 мм в положение 2, а затем в положение 3, после чего дугу обрывают

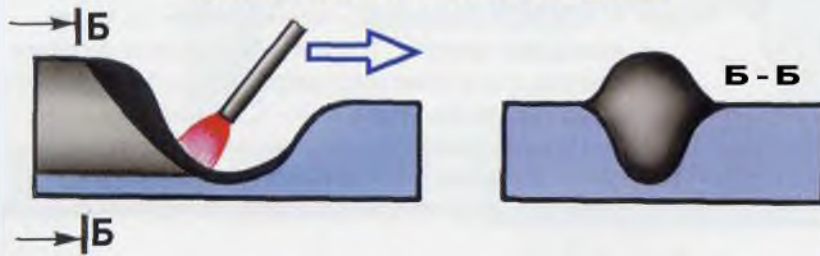
ВЛИЯНИЕ УГЛА НАКЛОНА ЭЛЕКТРОДА И ИЗДЕЛИЯ

СВАРКА УГЛОМ ВПЕРЕД



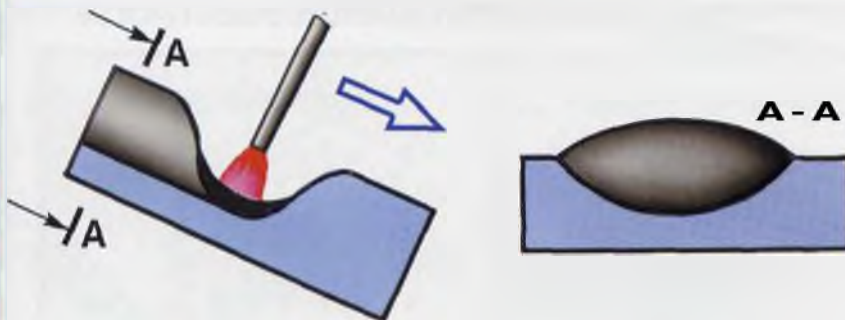
При сварке углом вперед уменьшается глубина провара и высота выпуклости шва, но заметно возрастает его ширина, что позволяет использовать этот способ при сварке металла небольшой толщины. Лучше проплавляются кромки, поэтому возможна сварка на повышенных скоростях

СВАРКА УГЛОМ НАЗАД



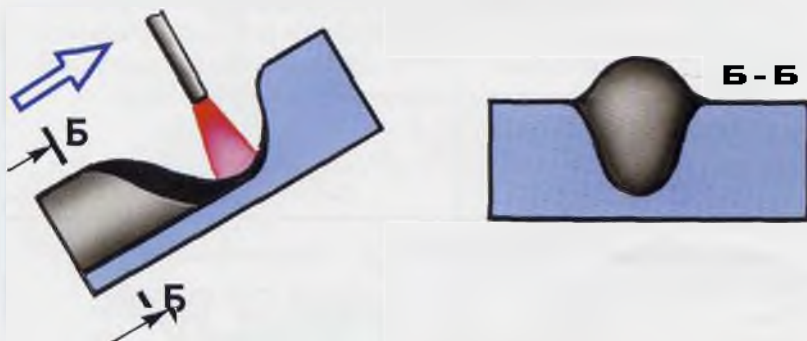
При сварке углом назад глубина провара и высота выпуклости увеличиваются, но уменьшается ширина. Прогрев кромок недостаточен, поэтому возможны несплавления и образование пор

СВАРКА НА СПУСК



Глубина провара уменьшается, ширина шва увеличивается

СВАРКА НА ПОДЪЕМ

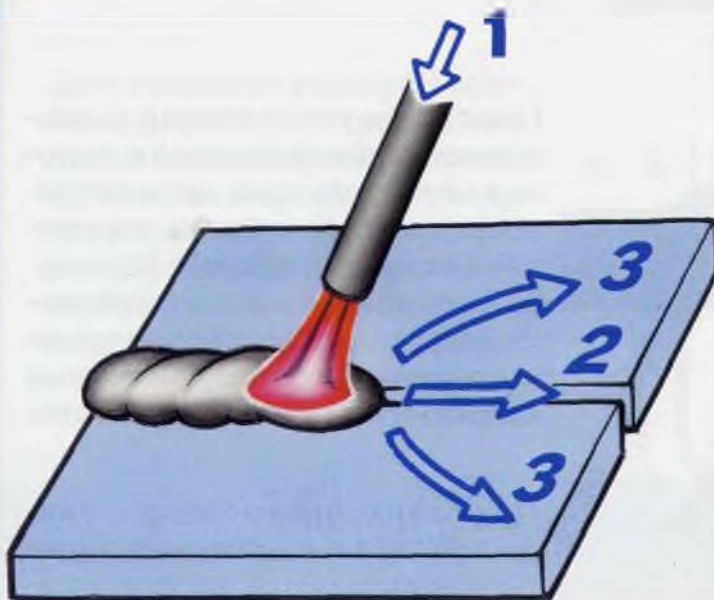


Глубина провара увеличивается, ширина шва уменьшается

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ РЕЖИМЫ СВАРКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Толщина металла, мм	С О Е Д И Н Е Н И Е					
	СТЫКОВОЕ		ТАВРОВОЕ		НАХЛЕСТОВОЕ	
	Сварочный ток, А	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Диаметр электрода, мм	Сварочный ток, А	Диаметр электрода, мм
1	25 - 35	2	30 - 50	2	30 - 50	2,5
1,5	35 - 50	2	40 - 70	2 - 2,5	35 - 75	2,5
2	45 - 70	2,5	50 - 80	2,5 - 3	55 - 85	2,5-3
4	120-160	3 - 4	120 - 160	3-4	120-180	3-4
5	130 - 180	3 - 4	130-180	4	130 - 180	4
10	140 - 220	4-5	150 - 220	4-5	150 - 220	4 - 5
15	160 - 250	4-5	160 - 250	4-5	160 - 250	4-5
20	160 - 340	4-6	160 - 340	4-6	160 - 340	4-6

МАНПУЛПРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДОМ



ЭЛЕКТРОД ПЕРЕМЕЩАЮТ В ТРЕХ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ:

1. **ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ** - вдоль оси электрода. Обеспечивает подачу электрода, постоянство длины дуги и скорости плавления
2. **ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ** - вдоль оси шва. Обеспечивает необходимую скорость сварки и качественное формирование шва
3. **КОЛЕБАТЕЛЬНЫЕ** - поперек оси шва для прогрева кромок. Этими движениями за один проход получают шов шириной до 4-х диаметров электрода, а без них - 1,5 диаметра. Поперечные движения можно исключить при сварке тонких листов или при прохождении первого (корневого) шва многослойной сварки

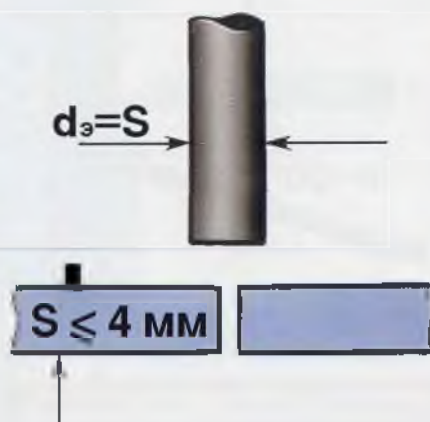
ВИДЫ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ (ПОПЕРЕЧНЫХ) ДВИЖЕНИЙ КОНЦА ЭЛЕКТРОДА

Прямые по ломаной линии (зигзагообразные) шаг 2-3 мм Применяют для получения наплавочных валиков при сварке встык без скоса кромок в нижнем положении и если нет вероятности прожечь деталь	Полумесяцем вперед Для стыковых швов со скосом кромок и для угловых швов с катетом менее 6 мм, выполняемых в любом положении электродами диаметром до 4 мм	Полумесяцем назад Для сварки в нижнем положении, а также для вертикальных и потолочных швов с выпуклой наружной поверхностью
Треугольником Для угловых швов с катетом более 6 мм и стыковых швов со скосом кромок в любом пространственном положении. Дает хороший провар корня шва	Треугольником с задержкой электрода в корне шва Для сварки толстостенных конструкций с гарантированным проплавлением корневого участка шва	Петлеобразные Для усиленного прогрева кромок шва, особенно при сварке высоколегированных сталей. Электрод задерживают на краях, чтобы не было прожога в центре шва или вытекания металла при сварке вертикальных швов

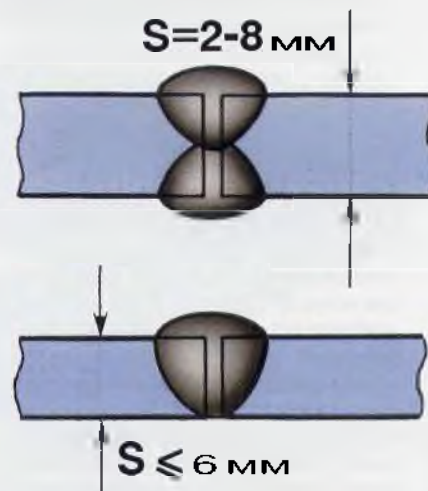
ВЫПОЛНЕНИЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В НИЖНЕМ ПОЛОЖЕНИИ

СТЫКОВЫЕ

Односторонние без скоса кромок выполняют электродами диаметром, равным толщине металла, если она не превышает 4 мм



Листы без скоса кромок толщиной 2-8 мм сваривают двусторонним швом, а до 6 мм - односторонним

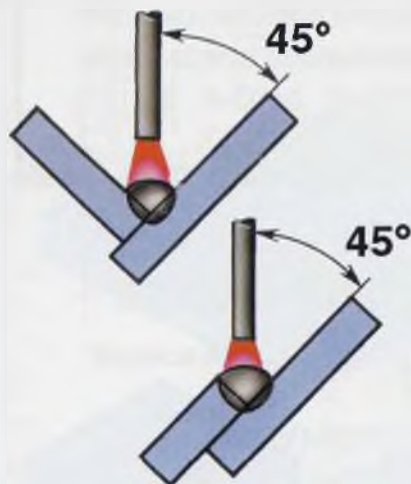


Металл толщиной более 8 мм сваривают с разделкой кромок. Во избежание прожогов сварку ведут на съемных медных или стальных подкладках

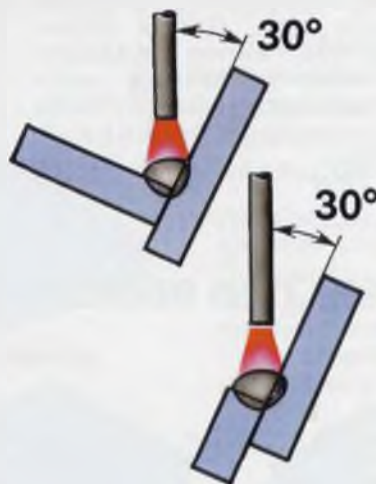


УГЛОВЫЕ

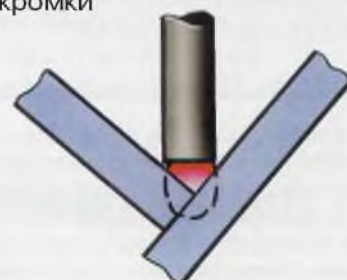
● В симметричную "лодочку"



• В несимметричную "лодочку"



● Во избежание непровара и подрезов кромок сварку "в лодочку" лучше вести электродом, допускающим опирание покрытия на кромки



При наложении угловых швов наклонным электродом (в т.ч. "в лодочку") сварку лучше вести углом назад

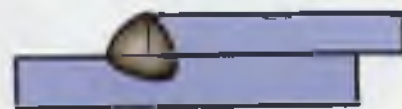
ТАВРОВЫЕ

Дугу возбуждают на горизонтальной полке, а не на вертикальной, чтобы избежать натека металла



Угловые швы без скоса кромок с катетами более 10 мм выполняют в один слой поперечными движениями электрода треугольником с задержкой в корне шва

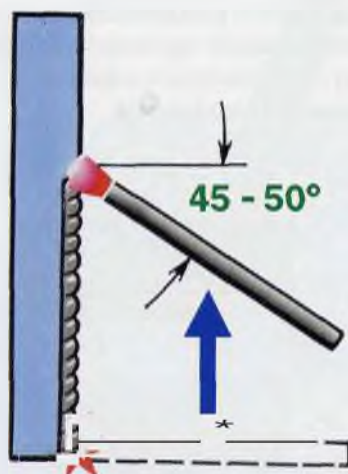
НАХЛЕСТОЧНЫЕ



Угловые швы в нижнем положении с катетом до 10 мм накладывают в один слой электродами диаметром до 5 мм без поперечных колебаний

ВЫПОЛНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШВОВ

СНИЗУ ВВЕРХ (НА ПОДЪЕМ)



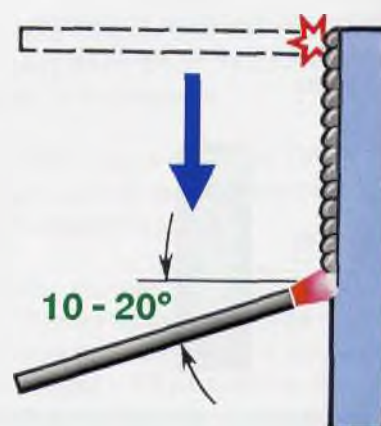
Наиболее удобный, распространенный и производительный способ. Используются электроды диаметром до 4 мм. Поперечные колебания электрода: углом, полумесяцем, "елочкой"

Вертикальные швы выполняют с током на 10% меньшим, чем при сварке в нижнем положении. Чтобы металл не вытекал из ванны, нужно поддерживать короткую дугу. Используются электроды, дающие быстро твердеющий тонкий слой шлака («короткие» шлаки)

СПОСОБ СНИЗУ ВВЕРХ. Дугу возбуждают в нижней точке шва. Сваркой подготавливают горизонтальную площадку сечением, равным сечению шва. При этом электрод совершает поперечные колебания. Наибольший провар достигается при положении электрода, перпендикулярном вертикальной оси. **Стекание** расплавленного металла предотвращают наклоном электрода вниз

СПОСОБ СВЕРХУ ВНИЗ. Дугу возбуждают в верхней точке шва. После образования капли жидкого металла электрод наклоняют так, чтобы дуга была направлена на жидкий металл

СВЕРХУ ВНИЗ (НА СПУСК)



Рекомендуется в основном для сварки тонких (до 5 мм) листов с разделкой кромок. Используются электроды с целлюлозным покрытием (ОЗС-9, АНО-9, ВСЦ-2, ВСЦ-3)

ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОХОДОВ

по спирали

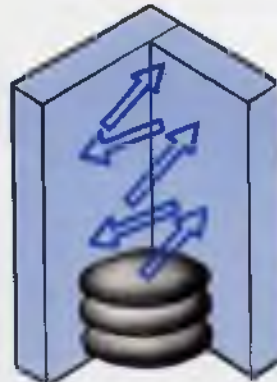


Вначале наплавляют полочку на свариваемые кромки, а затем небольшими порциями наплавляют металл, манипулируя электродом все выше, оставляя внизу готовый сварной шов

полумесяцем

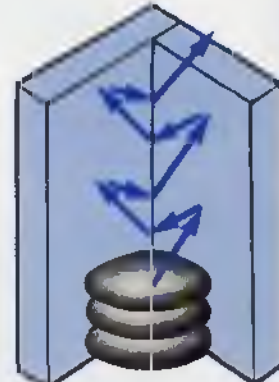


углом



Электрод попеременно поднимают вверх-вниз, непрерывно наплавляя металл на кромки и равномерно перенося его вверх электродом

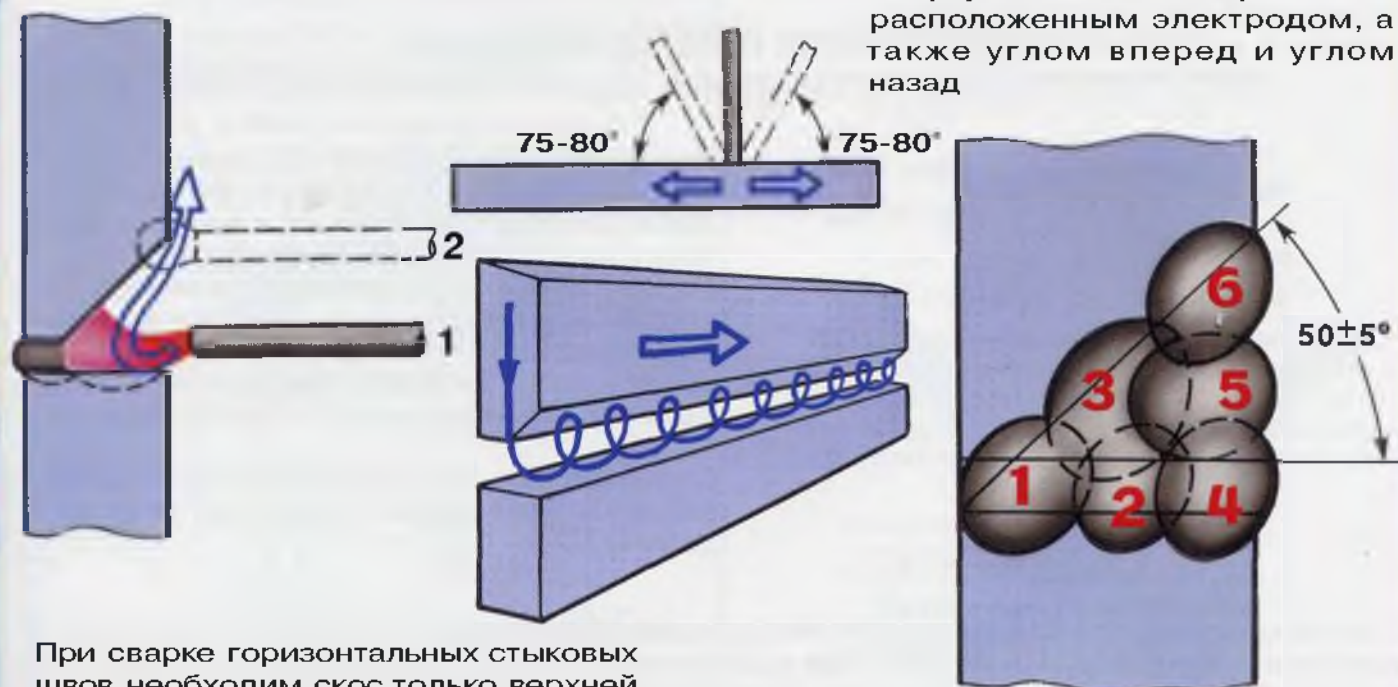
"елочкой"



Вначале электрод поднимают вверх вправо, а затем опускают вниз. Капля жидкого металла застывает между кромками. Затем электрод поднимают влево и снова опускают вниз, оставляя новую порцию металла

ВЫПОЛНЕНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ШВОВ

Сварку можно вести вертикально расположенным электродом, а также углом вперед и углом назад

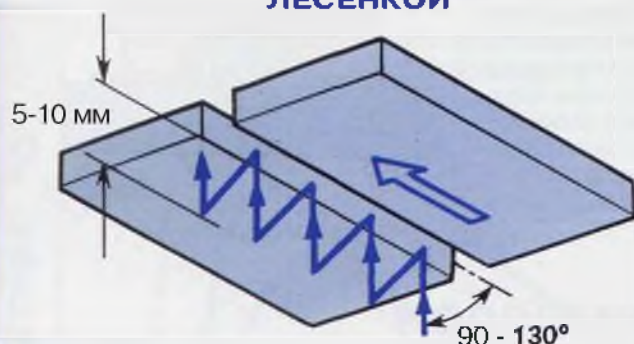


При сварке горизонтальных стыковых швов необходим скос только верхней кромки. Дугу возбуждают на нижней горизонтальной кромке (1), а затем электрод переводят на верхнюю (2)

1-6 - очередность выполнения проходов

ВЫПОЛНЕНИЕ ПОТОЛОЧНЫХ ШВОВ

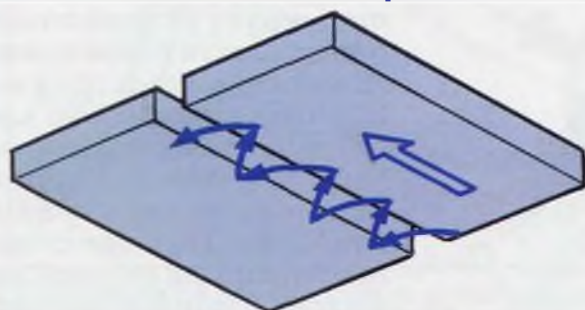
ЛЕСЕНКОЙ



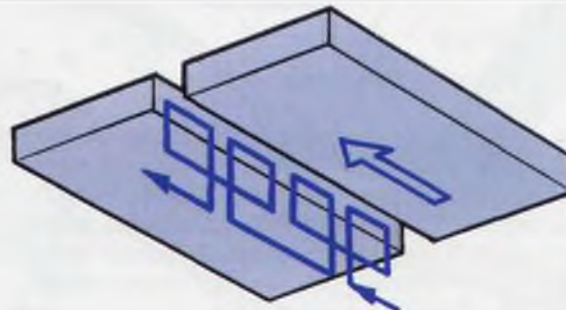
Газы, выделяемые покрытием электрода, поднимаются вверх и могут остаться в шве, поэтому используют только хорошо просушенные электроды. Узкие валики накладывают в разделку тремя способами

ЛЕСЕНКОЙ. Электрод располагают под углом к плоскости $90-130^\circ$, подводят к изделию и зажигают дугу. После образования маленькой порции расплавленного металла электрод отводят на 5-10 мм от потолочной плоскости и возвращают, перекрывая закристаллизовавшуюся порцию металла расплавленным примерно на $1/2 - 1/3$ ее длины

ПОЛУМЕСЯЦЕМ



ОБРАТНОПОСТУПАТЕЛЬНО



ПОЛУМЕСЯЦЕМ. Электрод располагают под углом $90-130^\circ$ к потолочной плоскости и, манипулируя по схеме полумесяца, непрерывно заходят электродом на закристаллизовавшуюся часть металла

ОБРАТНОПОСТУПАТЕЛЬНО. Концом электрода сварщик непрерывно возвращается назад, на кристаллизующуюся часть металла, постоянно удлиняя валик

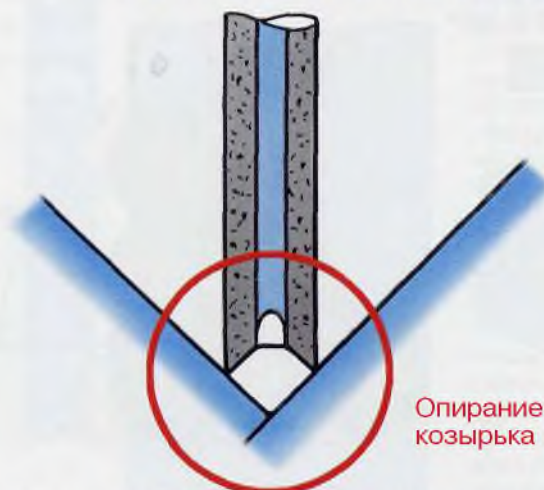
При сварке потолочных и горизонтальных швов жидкий металл стремится вытечь из ванны. Поэтому сварку ведут короткой дугой. Сварочный ток уменьшают на 15-20% по сравнению со сваркой в нижнем положении. Металл толщиной более 8 мм сваривают многопроходными швами

ШОВ	Диаметр электрода (мм) для выполнения проходов	
	первого	последующих
Потолочный	4	5
Горизонтальный	3	4

ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

с ГЛУБОКИМ ПРОПЛАВЛЕНИЕМ

ИЛИ ОПИРАНИЕМ КОЗЫРЬКА НА ОСНОВНОЙ МЕТАЛЛ



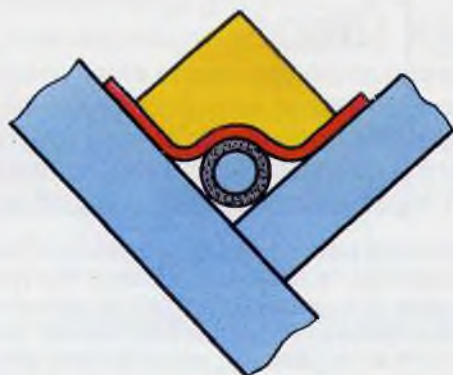
Опирание
козырька

Применяют электроды с покрытием **увеличенной** толщины. Стержень электрода **плавится** быстрее покрытия, поэтому на **конце** электрода образуется втулка (козырек). Оперевав козырек на кромки изделия, дугу перемещают вдоль шва. Давление газов вытесняет металл из сварочной ванны, **образуя** валик. Глубина провара получается больше, чем при сварке электродом на весу.

Способ используют для выполнения тавровых и угловых швов в "лодочку" электродами **ОЗС-3**

Сварку опиранием в вертикальном положении по направлению сверху вниз можно выполнять электродами АНО-9. При наложении угловых швов с катетом 8 мм применяют электроды диаметром 4 мм. Скорость сварки Юм/ч

ЛЕЖАЧИМ ЭЛЕКТРОДОМ

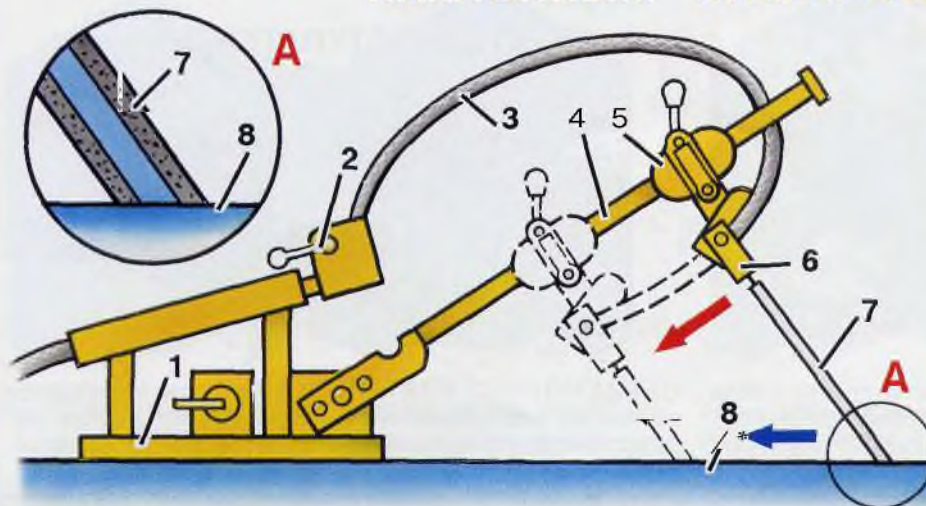


В разделку шва **укладывают** один или несколько электродов с качественным покрытием диаметром 6-10 мм. Поверх кладут бумажную изоляцию и прижимают медной колодкой. Электрод включают в сварочную цепь. Дуга возбуждается вспомогательным электродом, а затем горит лежащий электрод, расплавляясь и заполняя металлом разделку



Медная колодка

НАКЛОННЫМ ЭЛЕКТРОДОМ



1. Опора с магнитом
2. Рубильник
3. Питающий кабель
4. Направляющая штанга

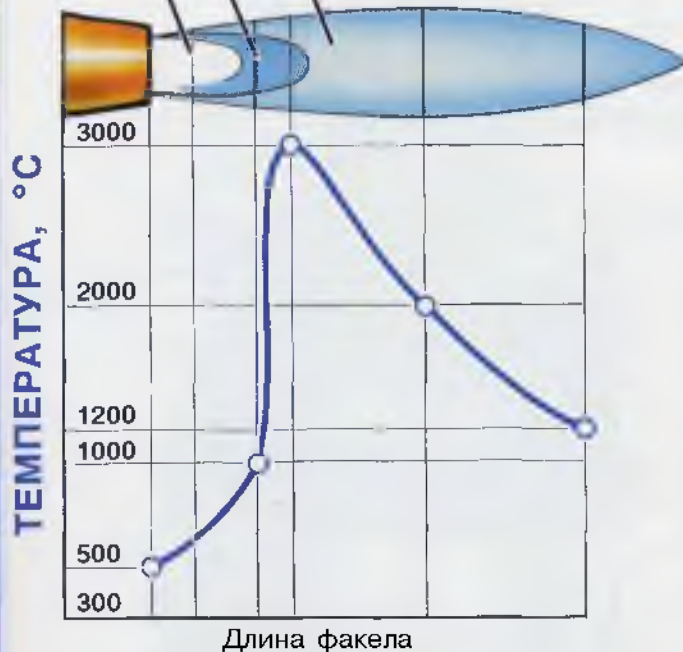
5. Каретка
6. Электрододержатель
7. Электрод диаметром 6 мм длиной не более 700 мм
8. Свариваемый металл

Опора с помощью магнита фиксирует устройство на поверхности свариваемого металла. Электрод под необходимым углом крепится к электрододержателю каретки. Рубильником подают ток в сварочную цепь. По мере сгорания электрода каретка **движется** по штанге под собственным весом. Покрытие электрода опирается на свариваемое изделие, обеспечивая постоянную длину дуги. Верхняя часть козырька длиннее **нижней**, поэтому дуга отклоняется в сторону свариваемого изделия

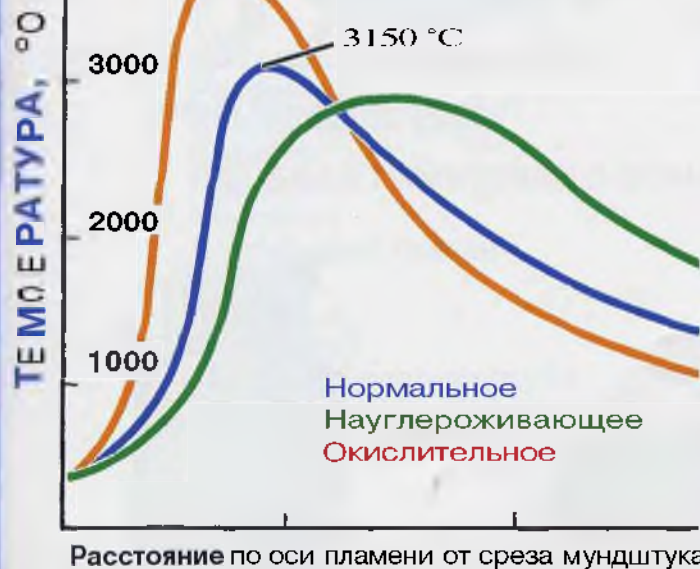
СВАРОЧНОЕ ПЛАМЯ

СТРОЕНИЕ ПЛАМЕНИ

Ядро - продукты распада ацетилена, сгорающие в оболочке ядра
Восстановительная зона - окись углерода и **водород**, раскисляющие сварочную ванну
Факел - область полного сгорания



Изменение температуры пламени различных видов



СОСТАВ ПЛАМЕНИ

Ацетилено-кислородное
 Пропан-бутан-кислородное
 Метан-кислородное

Максимальная температура, °C

3150
 2400
 2150

ВИДЫ ПЛАМЕНИ

• НОРМАЛЬНОЕ

соотношение ацетилена и кислорода от 1:1 до 1:1,1



Ядро - резко очерченное, цилиндрической формы с плавным закруглением, ярко светящейся оболочкой, четко выражены все три зоны. Используют для сварки большинства сталей, сплавов и цветных металлов

● НАУГЛЕРОЖИВАЮЩЕЕ

соотношение ацетилена и кислорода более 1:0,95 (избыток ацетилена)



Ядро теряет резкость очертания, на конце появляется зеленый **венчик**, **восстановительная** зона бледнеет и почти сливается с ядром. Факел желтеет. Используют для сварки чугуна, наплавки твердыми сплавами

• ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ

соотношение ацетилена и кислорода менее 1:1,3 (избыток кислорода)



Ядро конусообразное, укороченное, имеет менее резкие очертания, бледнеет. Пламя - синевато-фиолетовое, горит с шумом. Все зоны сокращаются по длине. Окисляет металл. Шов получается хрупким и пористым. Используют при сварке латуни

Расстояние, на котором достигается максимальная температура

2-6 мм от конца ядра
 2,5 длины ядра от среза мундштука
 3-3,5 длины ядра от среза мундштука

МОШНОСТЬ ПЛАМЕНИ - характеризуется количеством ацетилена, проходящего за 1 час через горелку, необходимым для расплавления 1 мм толщины свариваемого металла. Регулируется наконечниками и вентилями горелки

АЦЕТИЛЕНОВЫЙ ГЕНЕРАТОР

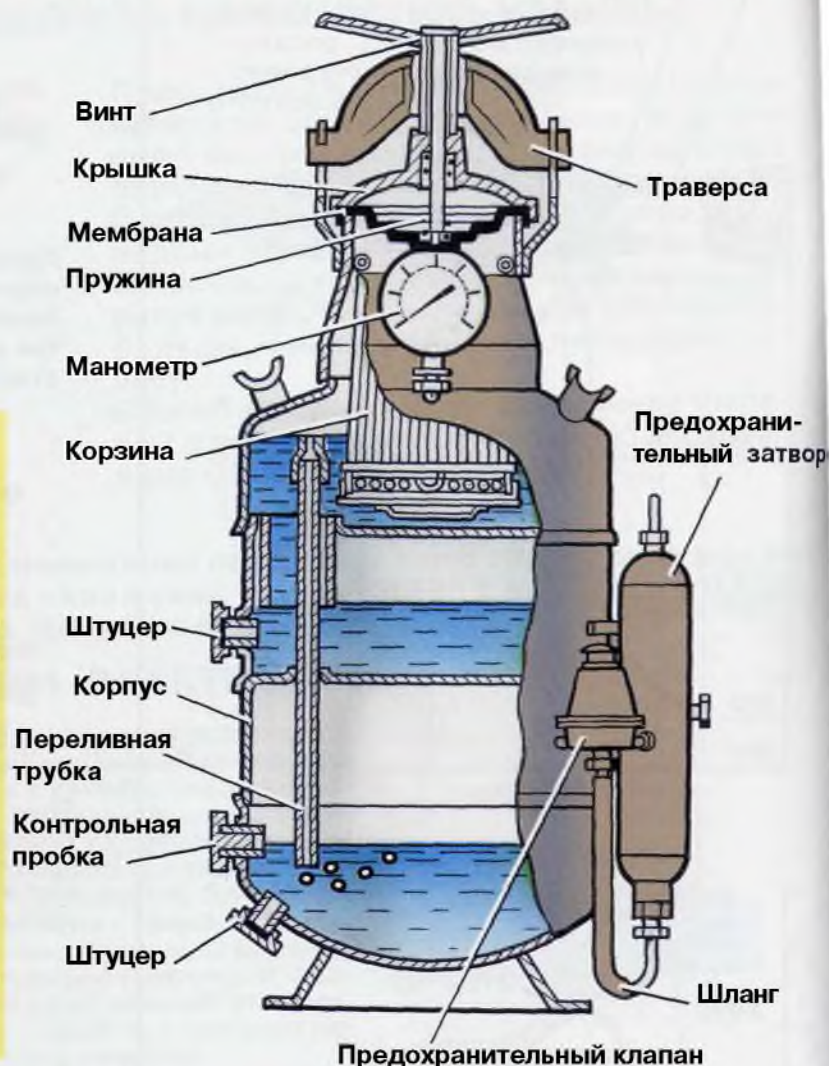
Ацетиленовый генератор - устройство для получения ацетилена (C_2H_2) путем взаимодействия карбида кальция с водой.

ВНИМАНИЕ: ацетилен образует с воздухом взрывоопасные смеси



ПОРЯДОК РАБОТЫ

1. Проводят внешний осмотр генератора, затвора, соединений
2. Заливают воду через горловину до уровня контрольной пробки
3. Загружают корзину карбидом кальция массой и грануляцией, соответствующими паспорту
4. Осторожно опускают корзину в генератор. При контакте с водой выделяется ацетилен, который вытесняет воздух из газообразователя (продувка)
5. Через 5-10 с крышку герметизируют, затягивая винт по часовой стрелке
6. В процессе образования ацетилена следят за показаниями манометра
7. При падении давления в генераторе его разряжают



ПРАВИЛА ОТКУПОРКИ БАРАБАНОВ С КАРБИДОМ КАЛЬЦИЯ



- При вскрытии барабана зубилом вырубку начинают со стороны, обратной продольному шву барабана. Зубило и молоток должны быть из материалов, не образующих искр



- При вскрытии барабана специальным ножом на место реза наносят слой тавота толщиной 2-3 мм

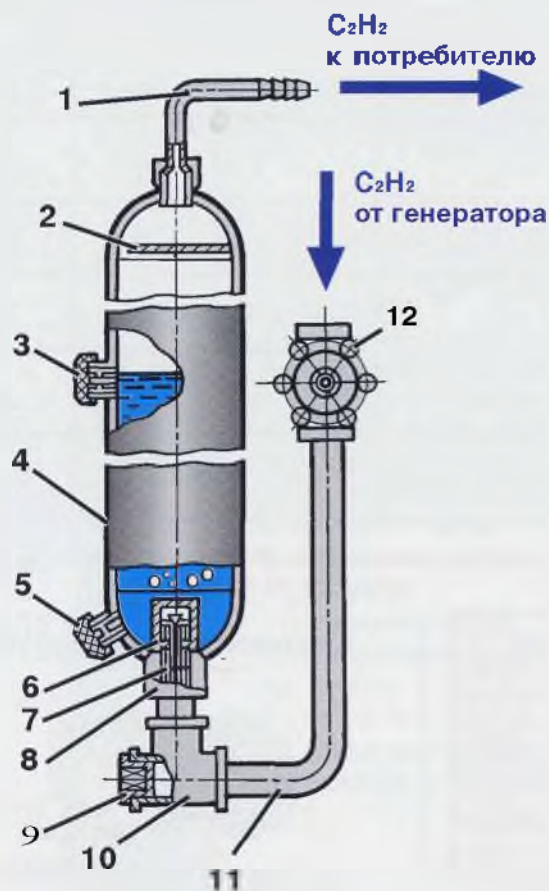


- Карбид кальция доставляют в герметичных бидонах. Допускается для разовой зарядки доставлять его в ведре, прикрытом брезентом или резиной

**РАБОТАТЬ
В РУКАВИЦАХ И ОЧКАХ**

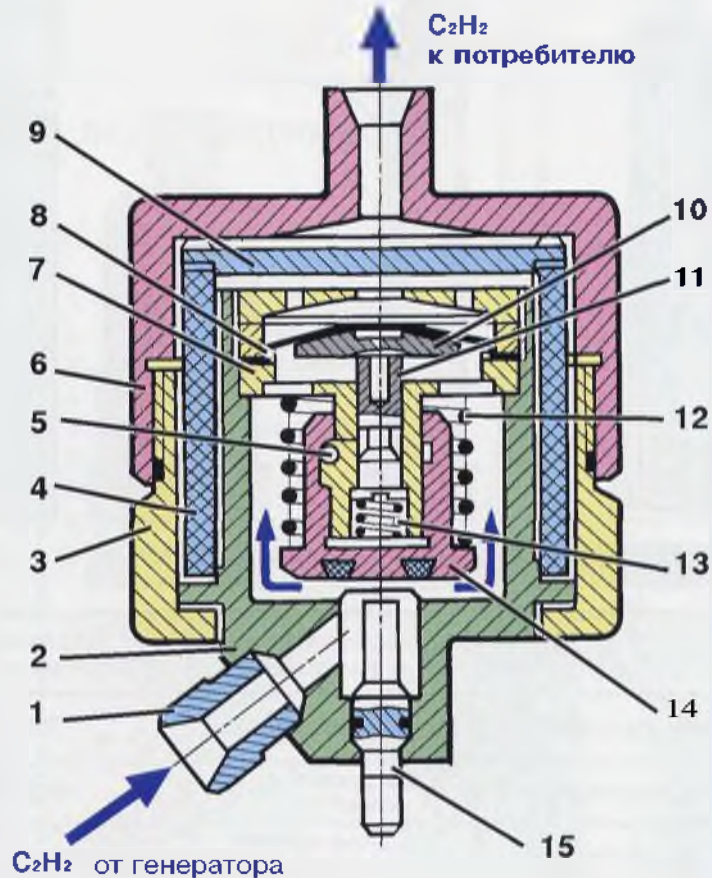
ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ЗАТВОРЫ

ЖИДКОСТНЫЙ



1. Выходной ниппель
2. Рассекатель
3. Контрольный кран
4. Корпус
5. Пробка
6. Колпачок
7. Шариковый клапан
8. Штуцер
9. Пробка
10. Тройник
11. Газоподводящая труба
12. Вентиль

СУХОЙ



1. Штуцер
2. Внутренний корпус
3. Гайка нижняя наружного корпуса
4. Пламегасящий элемент
5. Фиксирующие шарики
6. Гайка верхняя наружного корпуса
7. Втулка
8. Мембрана
9. Пламеотбойник
10. Седло
11. Подвижной шток
- 12, 13. Пружина
14. Отсечный клапан
15. Шток

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

- Ацетилен от генератора, поступая снизу, поднимает шарик клапана (7), проходит через слой воды и выходит к потребителю, огибая рассекатель (2)
- При обратном ударе под действием давления на воду шарик клапана (7) закрывает входное отверстие, препятствуя проникновению пламени в ацетиленовый генератор
- Ацетилен от генератора поступает в затвор через штуцер (1), пройдя через мембрану (8) и поры пламегасящего элемента (4), и поступает к потребителю
- При обратном ударе ударная волна разрушается пламеотбойником (9), а пламя гасится в порах пламегасящего элемента (4)
- Под действием давления седло (10) и шток (15) смещаются вниз, и отсечный клапан (14) закрывается, перекрывая доступ ацетилена

ГАЗОВЫЕ БАЛЛОНЫ, РЕДУКТОРЫ И РУКАВА



КИСЛОРОД

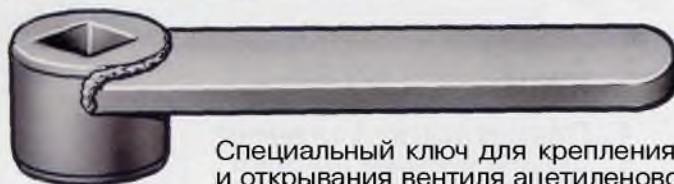
АЦЕТИЛЕН

ПРОПАН

Характеристика баллона	Газ внутри баллона		
	Кислород	Ацетилен	Пропан
Размеры, мм высота диаметр	1370 219	1370 219	950 309
Масса без газа, кг	67	83	35
Давление газа, МПа	15	2	1,6
Состояние газа	Сжатый	Растворенный	Сжиженный
Емкость, дм³	40	40	50
Количество газа	6 м³	5,32 м³	24 кг

Остаточное давление в баллоне должно быть от 0,1 до 0,05 МПа

Тип редуктора	Присоединение к вентилю	Давление на входе/выходе, МПа
Кислородный	Накидной гайкой	20/3
Ацетиленовый	Специальным хомутом	3/0,12
Пропановый	Накидной гайкой с левой резьбой	2,5/0,3



Специальный ключ для крепления редуктора и открывания вентиля ацетиленового баллона



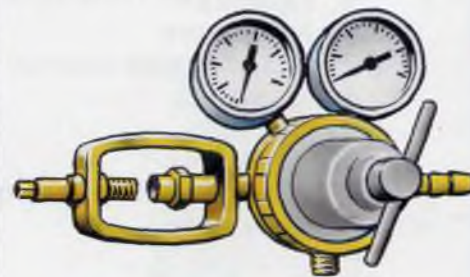
$d_{вн} - 6,3; 8; 9; 10; 12; 12,5; 16 \text{ мм}$

Класс	Рукав	Давление, МПа
I	Ацетиленовый	0,63
II	Для жидкого топлива Внимание! Рукава II класса запрещается делать составными	0,63
III	Кислородный	2,0

Кислородный редуктор



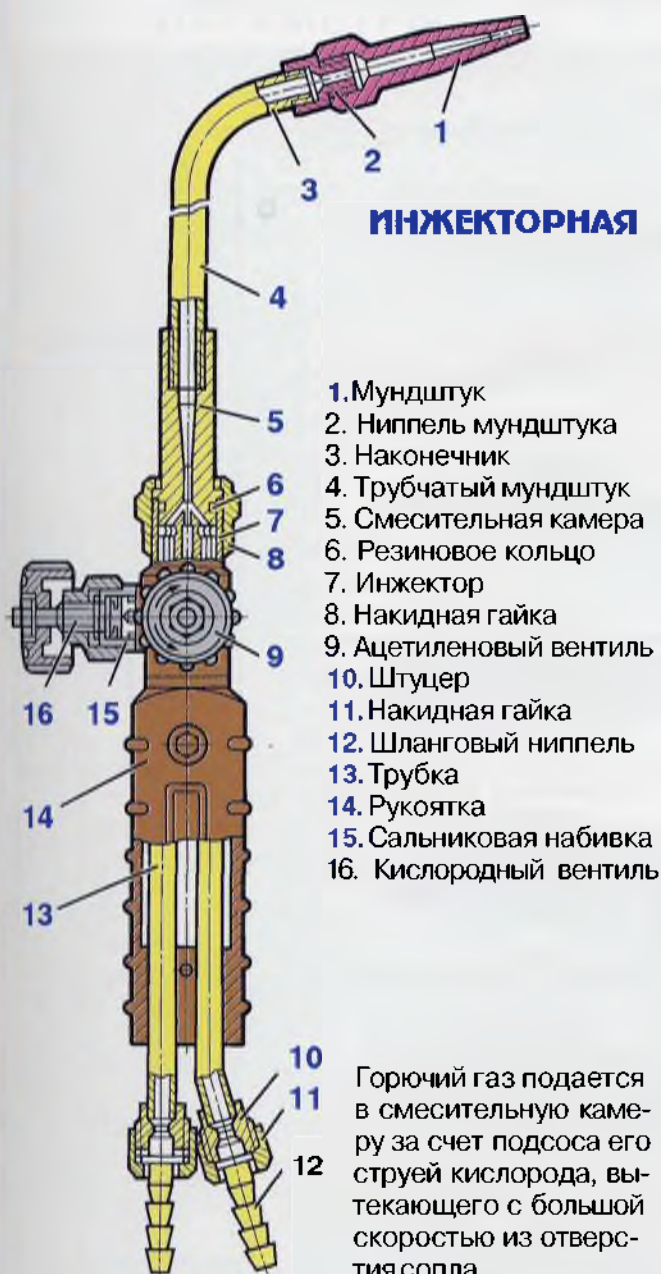
Ацетиленовый редуктор



Пропановый редуктор



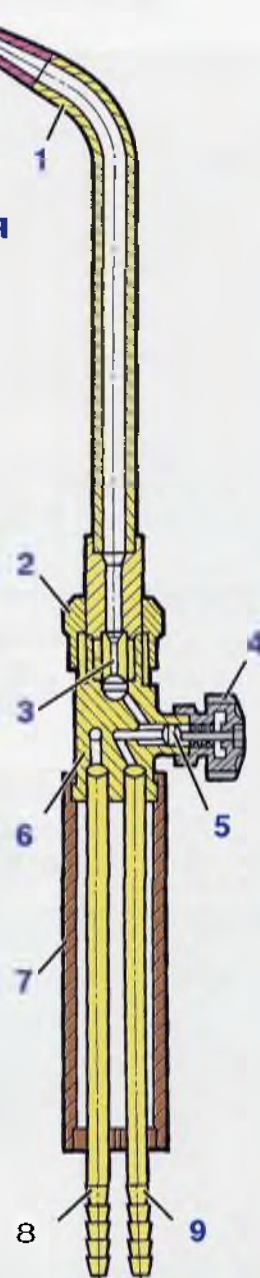
ГАЗОВЫЕ ГОРЕЛКИ



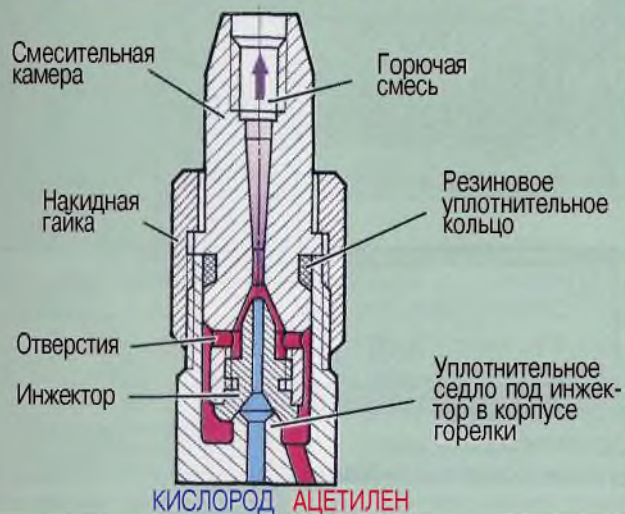
БЕЗЫНЖЕКТОРНАЯ

1. Наконечник
2. Накладная гайка
3. Дозирующие каналы
4. Вентиль
5. Игольчатый шпindel
6. Корпус
7. Рукоятка
8. Кислородный ниппель
9. Ацетиленовый ниппель

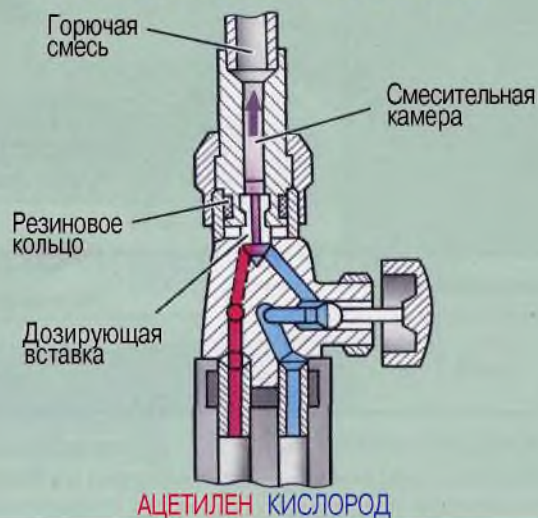
Горючий газ и кислород подаются под одинаковым давлением в смесительную камеру. Образующаяся горючая смесь поступает в мундштук горелки



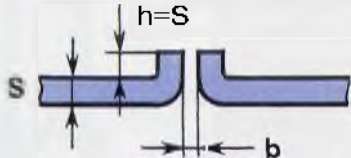
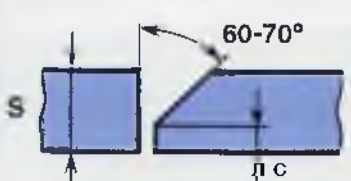
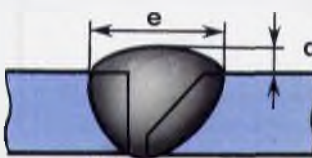
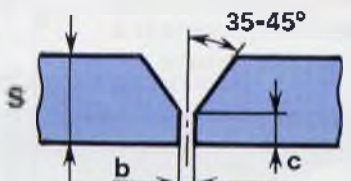
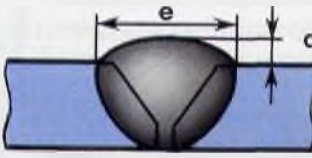
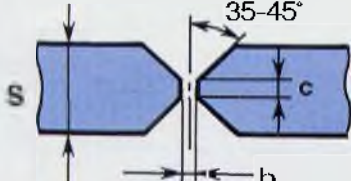
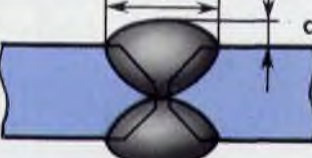
ИНЖЕКТОРНОЕ УСТРОЙСТВО



УЗЕЛ СМЕШЕНИЯ ГАЗОВ



КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОДГОТОВКИ КРОМОК И ШВОВ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Характер шва и форма кромок	Конструктивный элемент		Размеры, мм				
	кромки	шва	S Толщина металла	c Притупление	b $S_{\text{свар}}$	e Ширина шва	a Выпуклость
Односторонний с отбортовкой двух кромок			0,5 - 1	,	0 - 1	1 - 5	,
Односторонний без скоса кромок			1 - 8	,	0,5 - 5	5 - 7	1 - 1,5
Двусторонний без скоса кромок			5 - 6	,	1 - 5	5 - 8	1 - 5
Односторонний со скосом одной кромки			5 - 10	1 - 5	1,5 - 3	5 - 15	1 - 5,5
Односторонний со скосом двух кромок			5 - 15	1,5 - 8	5 - 4	15 - 30	1,5 - 5
Двусторонний с двумя скосами двух кромок			10 - 15 15 - 30	5 - 4 15 - 8	5 - 4 15 - 30	15 - 30 30 - 40	1,5 - 5 5 - 10

Примечание:



При сварке металла разной толщины на более толстом листе на участке длиной не менее $5S$ делают скос с одной или с двух сторон до толщины более тонкого листа, после чего подготавливают кромки

РЕЖИМЫ ГАЗОВОЙ СВАРКИ

ПАРАМЕТРЫ РЕЖИМА



- Мощность пламени
- Вид пламени
- Диаметр присадочной проволоки

ВЫБОР ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ ПЛАМЕНИ

Мощность пламени выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и его теплофизических свойств и регулируют подбором наконечника горелки

Номер наконечника горелки	000	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Толщина свариваемой низкоуглеродистой стали, мм	0,05-0,1	0,1-0,25	0,2-0,5	0,5-1,0	1,0-2,0	2,0-4,0	4,0-7,0	7,0-11,0	11,0-17,0	17,0-30,0	30,0-80,0	св. 80,0

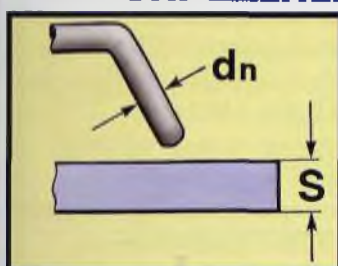
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА ПЛАМЕНИ

Вид пламени регулируют и устанавливают на глаз в зависимости от материала свариваемых деталей

- НОРМАЛЬНОЕ
- НАУГЛЕРОЖИВАЮЩЕЕ
- ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ

ПОКАЗАТЕЛЬ		СВАРИВАЕМЫЙ МЕТАЛЛ							
		Углеродистая сталь	Легированная сталь	Чугун	Медь	Латунь	Алюминий и его сплавы	Цинк	Бронза
Удельный расход (л/ч) на 1 мм толщины металла	ацетилен	100-130	75	100-120	150-200	100-130	75	15-20	70-150
	кислород	110-140	80-85	90-110	165-220	135-175	80-85	20-25	80-165
Соотношение ацетилена и кислорода		1:1,1	1:1,1	1:0,9	1:1,1	1:1,3	1:1,1	1:1,1	1:1,1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРА ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ



Для сварки низко- и среднеуглеродистой стали диаметр присадочной проволоки определяют по формулам в зависимости от способа сварки и толщины металла

При левом способе

$$d_n = S/2 + 1 \text{ (мм)}$$

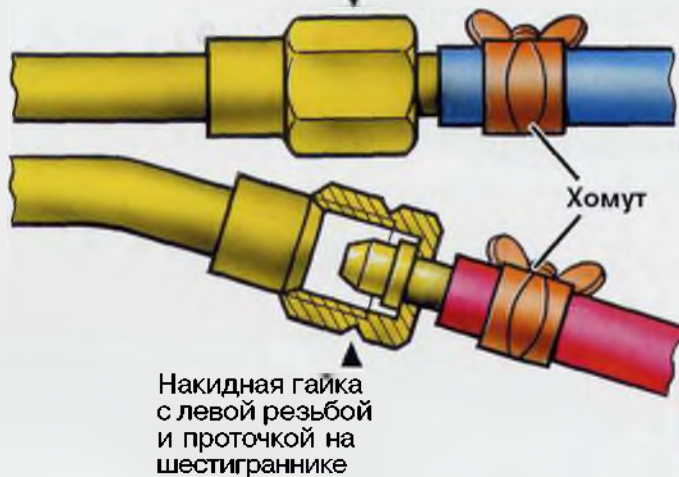
При правом способе

$$d_n = S/2 \text{ (мм)}$$

ПРОВЕРКА ГОРЕЛКИ ПЕРЕ РАБОТОЙ ПРИСОЕДИНЕНИЕ ШЛАНГОВ

ПЕРЕА ПРИСОЕДИНЕНИЕМ К ГОРЕЛКЕ - ШЛАНГ ПРОДУТЬ

Накидная гайка с правой резьбой



КИСЛОРОД

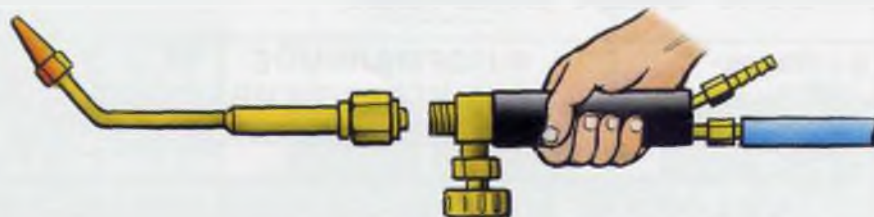
АЦЕТИЛЕН

Хомут

Накидная гайка с левой резьбой и проточкой на шестиграннике

- Присоединить к штуцеру горелки шланг для подачи кислорода
- Проверить горелку на разрезание в ацетиленовом канале
- Присоединить шланг для подачи ацетилена
- Проверить точность и надежность закрепления шлангов хомутами
- Допускается вместо хомутов закреплять шланги не менее чем в двух местах по длине ниппеля мягкой отожженной проволокой

ПРОВЕРКА НА РАЗРЕЖЕНИЕ (ПОДСОС)



- Прикрепить наконечник с помощью накидной гайки
- Присоединить кислородный шланг к ниппелю
- Установить давление кислорода по манометру редуктора (например, для наконечника №4 давление 0,2-0,4 МПа)

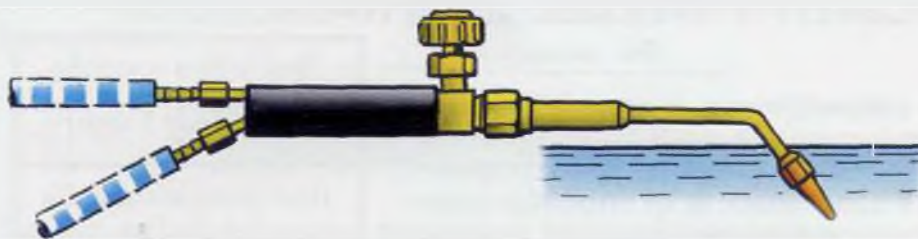


- Полностью открыть вентиль ацетилена, а затем кислорода
- Убедиться в наличии разрежения, поднеся большой палец к ниппелю ацетилена (палец должен присасываться)

ПРИ ОТСУТСТВИИ РАЗРЕЖЕНИЯ

1. **Закрывать** вентиль кислорода и отсоединить наконечник
2. Вывернуть инжектор из смешительной камеры на 1/2 оборота
3. Собрать **горелку** и испытать ее повторно
4. При отсутствии разрежения снять наконечник, вывернуть из него инжектор и мунштук. Проверить, не засорены ли отверстия. При необходимости прочистить мягкой проволокой и продуть **воздухом**
5. Проверить, плотно ли прижат инжектор к седлу корпуса горелки, устранить неплотность

ПРОВЕРКА НА ГАЗОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ



- Присоединять кислородный шланг попеременно к ниппелям кислорода и ацетилена
- Подать кислород под давлением 0,2-0,4 МПа
- Мунштук опустить в воду на 15-20 с
- На поверхности воды не должно быть пузырьков

ПОРЯДОК ЗАЖИГАНИЯ ГОРЕЛКИ

1 При открытых вентилях горелки установить рабочее давление по манометру редуктора (средние значения 4 кгс/см^2 для кислорода и 1 кгс/см^2 для ацетилена) в соответствии с толщиной свариваемого металла. Закрывать вентили



2



Открыть на $1/4$ оборота кислородный, а затем на один оборот ацетиленовый вентили

3



Поджечь горючую смесь. Пламя должно гореть устойчиво, не отрываясь от мундштука

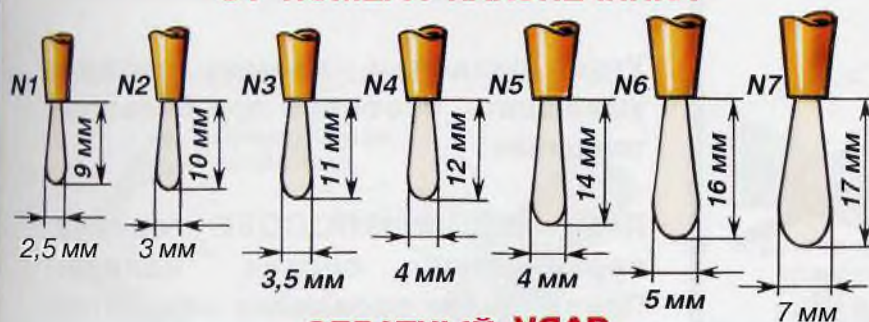
3 По мере нагревания мундштука может образовываться пламя с избытком кислорода. Чтобы исключить это, создают **запас ацетилена**. Необходимо убедиться в его наличии. При этом средняя светящаяся зона пламени должна быть примерно в 4 раза больше длины ядра. Это соответствует 15 % - ному избытку ацетилена в пламени

4



Пламя регулируют ацетиленовым вентилем при полностью открытом кислородном

ФОРМА И РАЗМЕРЫ ЯДРА ПРИ ПРАВИЛЬНО ОТРЕГУЛИРОВАННОМ ПЛАМЕНИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НОМЕРА НАКОНЕЧНИКА



ОБРАТНЫЙ УДАР

Возможная причина	Способ устранения
 Бочкообразная форма сужающейся части канала	Заменить мундштук (неустранимый дефект изготовителя)
 Несовпадение осей выходного канала (1) и конфузора (2)	Развертывание конфузора конической разверткой
 Уменьшение длины выходного участка канала менее трех диаметров выходного отверстия	Заменить мундштук
 Мундштук сильно приближен к детали или засорен	Соблюдать расстояние от мундштука до детали. Прочистить мундштук
Резкое снижение давления кислорода	Отрегулировать подачу

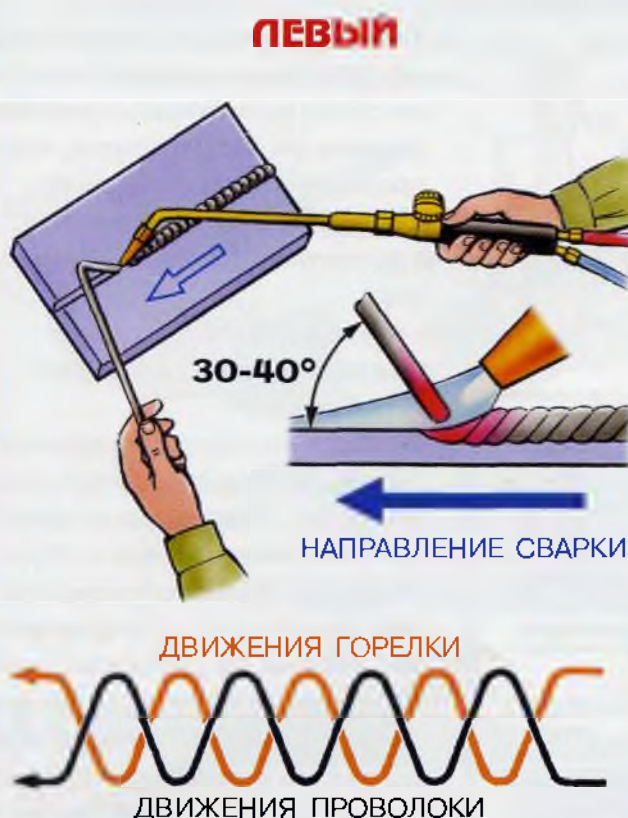
Если при зажигании смеси горелка дает хлопок или при полном открытии ацетиленового вентиля появляется черная копоть, надо проверить:

- затянута ли накидная гайка;
- достаточно ли давление кислорода;
- нет ли воды в шлангах;
- не пережаты ли (придавлены) шланги

При хлопках горелку нужно выключить: перекрыть **сначала ацетиленовый**, а затем **кислородный** вентили. Иногда хлопки и обратные удары вызываются перегревом мундштука после длительной работы. Тогда горелку нужно погасить и охладить мундштук в воде. При частой прочистке мундштука его отверстие разрабатывается. Кроме того, он обгорает в процессе сварки. Сильно разработанный мундштук надо заменить

СПОСОБЫ ГАЗОВОЙ СВАРКИ

ПРИ ПРАВОМ СПОСОБЕ горелку перемещают слева направо, а присадочная проволока перемещается **вслед за горелкой**. Пламя направляют на уже сваренный участок шва. Мундштуком производят незначительные колебания. При сварке листов толщиной менее 8 мм мундштук перемещают вдоль оси шва без колебаний. Конец проволоки держат погруженным в сварочную ванну и спиралеобразными движениями перемешивают жидкий металл для облегчения удаления окислов и шлаков. Правый способ используют при толщинах металла более 3 мм с разделкой кромок. Тепло пламени рассеивается меньше, чем при левом способе



Угол разделки кромок можно уменьшить, особенно при больших толщинах

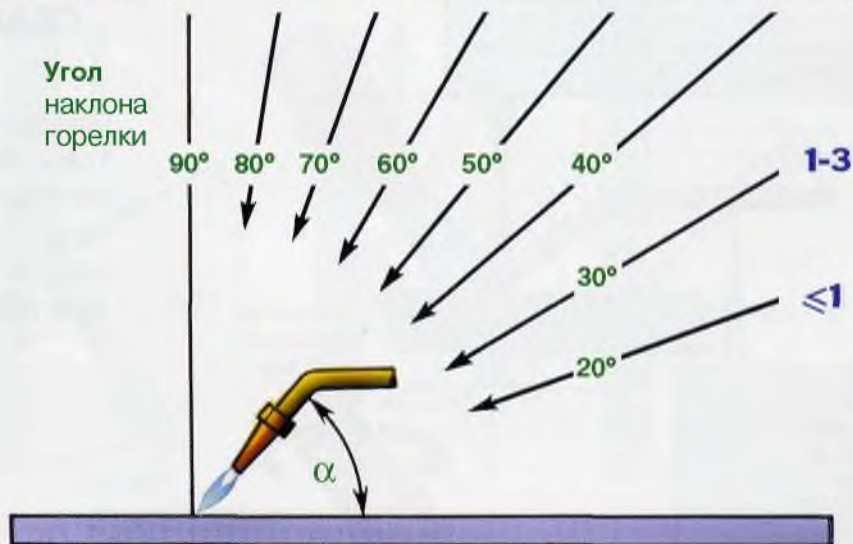
ПРИ ЛЕВОМ СПОСОБЕ горелку перемещают справа налево. Присадочная проволока находится **перед пламенем**, которое направлено на свариваемые кромки. Конец присадочной проволоки находится в восстановительной зоне. Этот способ применяют при сварке тонкостенных (до 3 мм) конструкций и при сварке легкоплавких металлов и сплавов

КАЧЕСТВО ШВА при правом способе сварки выше, чем при левом, так как металл лучше защищен факелом

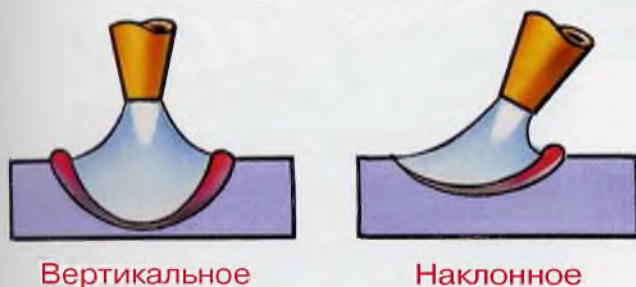
ПОЛОЖЕНИЕ МУНДШТУКА ГОРЕЛКИ

ТОЛЩИНА СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА, мм ≥ 15 10-15 7-10 5-7 3-5

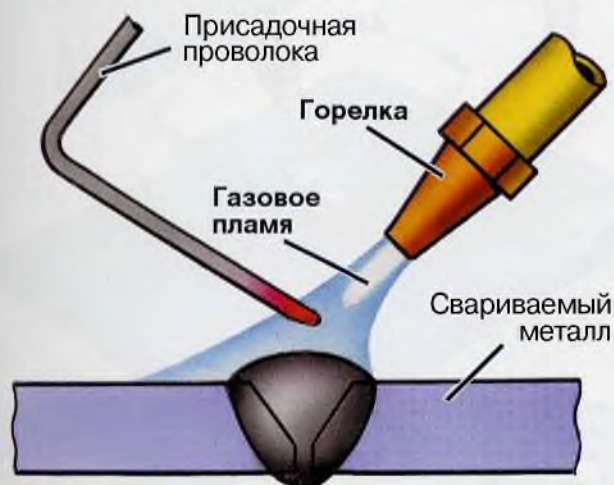
- Скорость нагрева металла регулируется изменением угла наклона мундштука α
- Чем толще металл, тем больше должен быть угол наклона
- Чем больше угол наклона, тем больше передается тепла пламени и, значит, больше глубина проплавления.
- При сварке теплопроводных металлов (например, меди) угол должен быть больше, чем при сварке углеродистых сталей



Воздействие сварочного пламени на жидкий металл ПРИ различных положениях мундштука



Расположение горелки и присадка



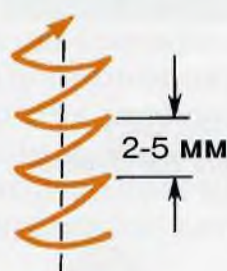
Пламя горелки направляют на свариваемый металл так, чтобы кромки находились в восстановительной зоне пламени на расстоянии 2-6 мм от конца ядра пламени (место максимальной температуры).

Конец присадочной проволоки располагают в восстановительной зоне пламени или погружают в сварочную ванну

СПОСОБЫ ДВИЖЕНИЯ ГОРЕЛКИ

Следует перемещать горелку так, чтобы металл сварочной ванны был всегда защищен от воздуха газами восстановительной зоны пламени

Полумесяцем С задержкой пламени вдоль оси шва



Для сварки листов средних толщин

Для сварки толстолистовых конструкций

С незначительными колебаниями



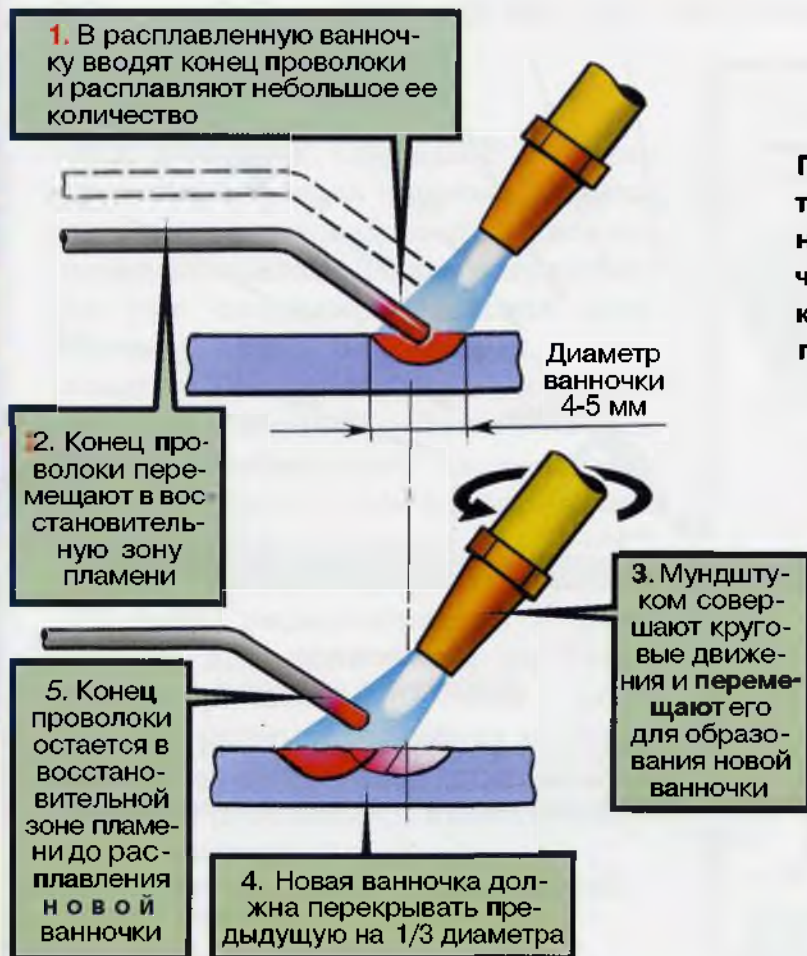
При сварке тонколистовой стали

Петлеобразно



Для сварки листов средних толщин

СВАРКА В НИЖНЕМ ПОЛОЖЕНИИ

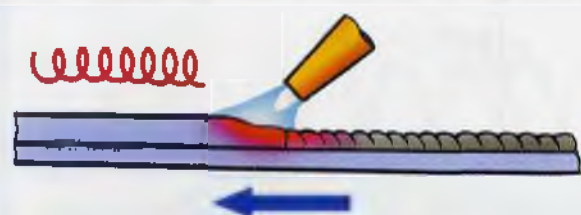
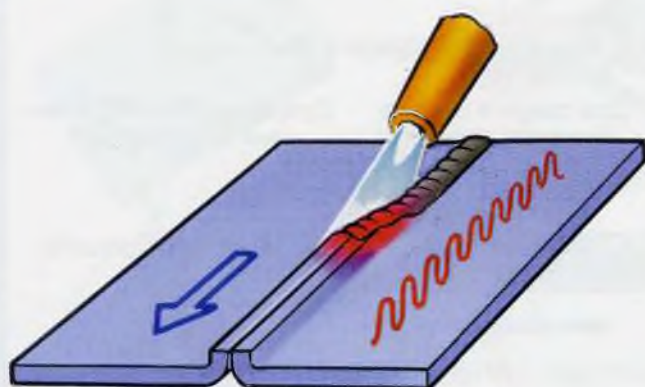


СВАРКА ВАННОЧКАМИ

Применяют при сварке тонких листов и труб из низкоуглеродистых и низколегированных сталей облегченными швами, а также при сварке угловых и стыковых соединений при толщине деталей до 3 мм

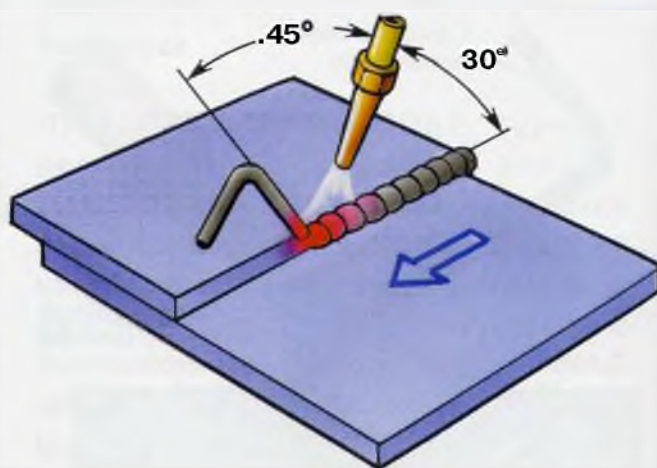


СВАРКА ПЛАСТИН С ОТБОРТОВКОЙ КРОМОК



Шов накладывают левым способом без присадочного материала

ВЫПОЛНЕНИЕ НАХЛЕСТОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ



Шов накладывают левым способом с присадочным материалом

При вынужденных перерывах в работе перед возобновлением процесса сварки нужно переплавить закристаллизовавшийся в кратере металл

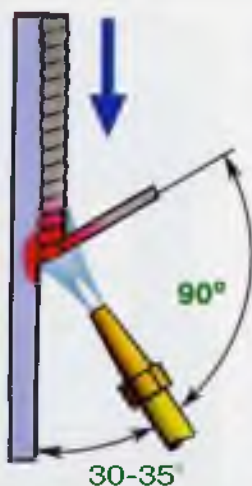
ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ШВЫ

Вертикальные швы **сверху вниз** сваривают только **правым** способом.

Швы **снизу вверх** сваривают и **правым** и **левым** способами.

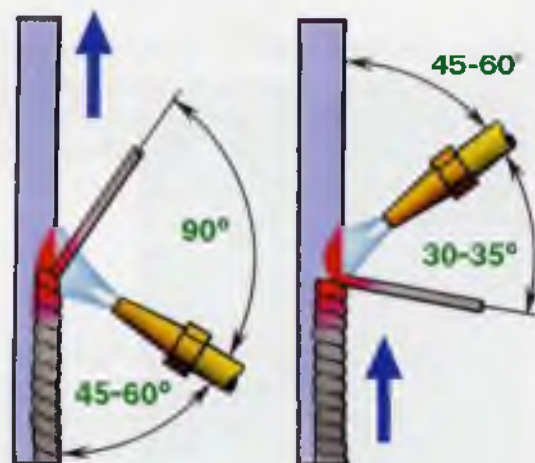
Объем сварочной ванны мал, поэтому металл удерживают от стекания давлением газов пламени или концом присадочной проволоки, погруженной в ванну

Сверху вниз



Правый

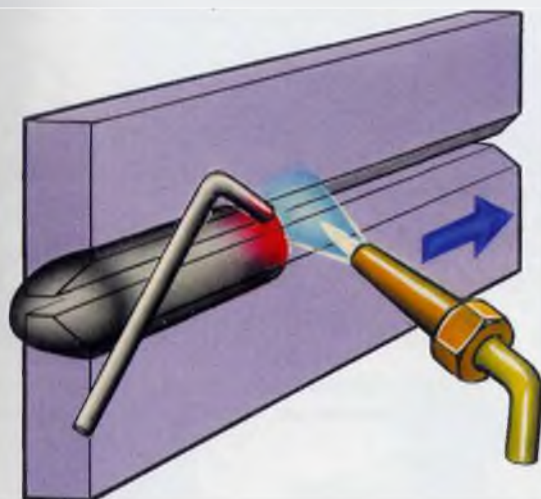
Снизу вверх



Левый

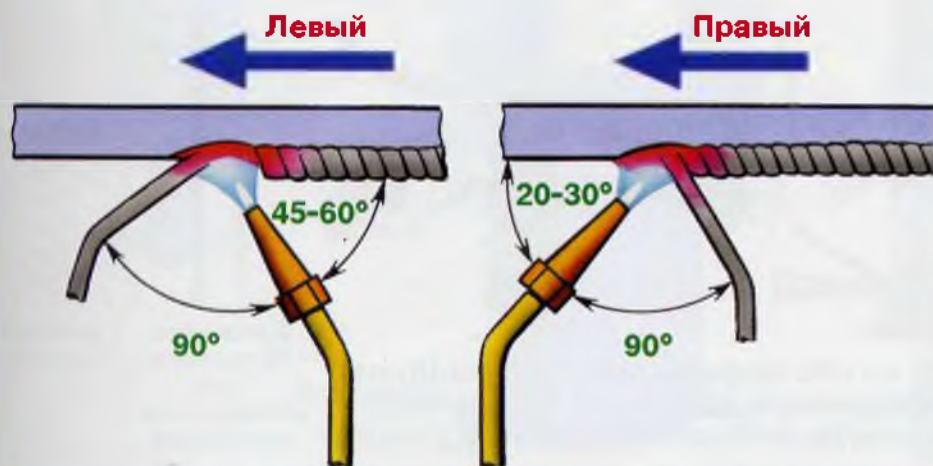
Правый

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ШВЫ НА ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ



Выполняют **правым** способом. При наложении горизонтальных швов на вертикальной плоскости металл стремится стечь на нижнюю кромку. Поэтому проволоку держат сверху, а мундштук горелки - снизу сварочной ванны. Ванна располагается под небольшим углом к оси шва, что удерживает металл от стекания

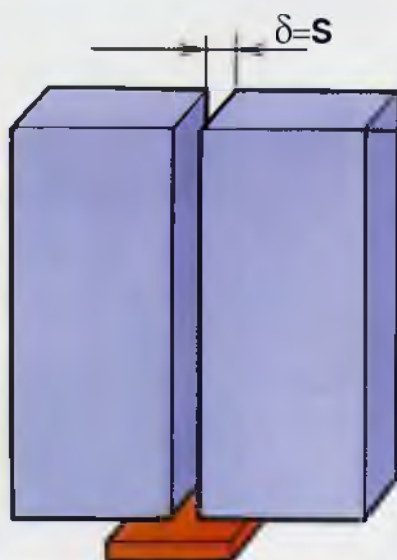
ПОТОЛОЧНЫЕ ШВЫ



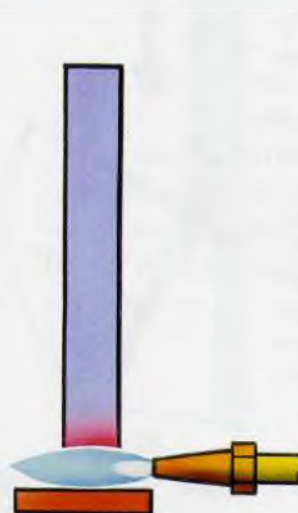
Кромки нагревают до начала оплавления и в этот момент в ванну вводят проволоку, конец которой быстро оплавляется. Металл удерживается от стекания вниз давлением газов пламени. Сварку выполняют как **левым**, так и **правым** способом в несколько слоев с минимальной толщиной каждого слоя. Шов лучше формируется при правом способе

СВАРКА ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТЫКОВЫХ ШВОВ СКВОЗНЫМ ПРОПЛАВЛЕНИЕМ

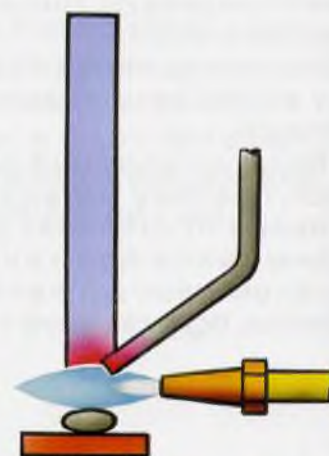
ТОЛЩИНА ЛИСТОВ 10 6 ММ (ОДИН СВАРЩИК)



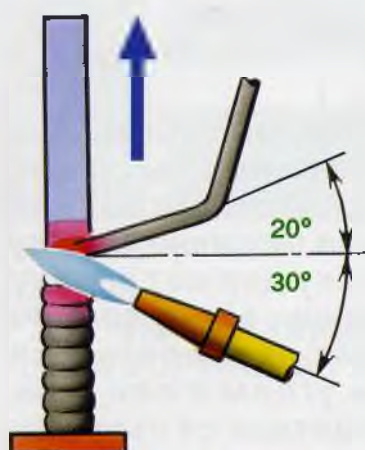
1. Пластины без скоса кромок закрепляют с зазором, равным толщине листа



2. Формируют сварочную ванну



3. Вводят в отверстие присадочную проволоку и формируют первый валик



4. Пламя перемещают вверх, расплавляют кромки основного металла, часть проволоки и формируют второй и последующие слои, заваривая стык до верха. Шов формируется на всю толщину с необходимой геометрией

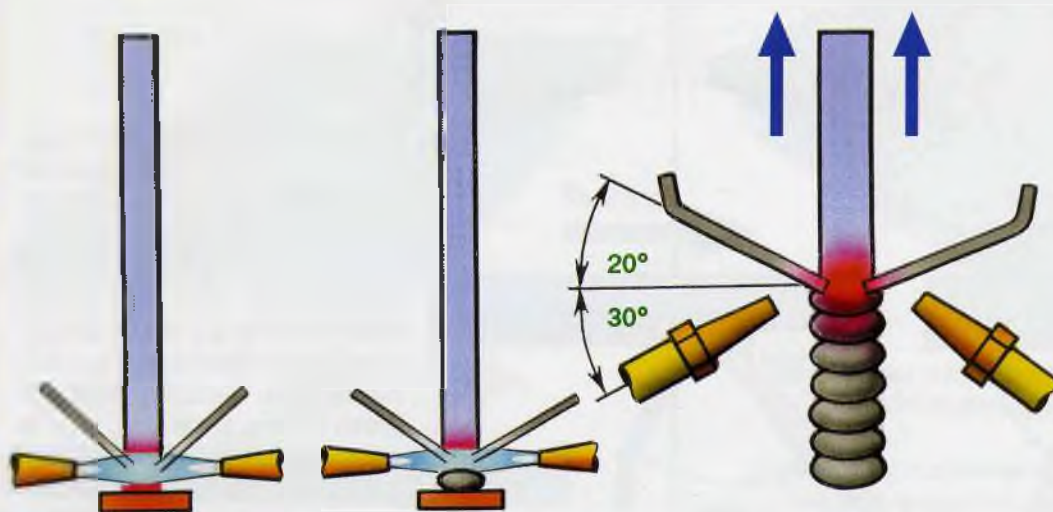
↑
Характеристики сварки

Движение проволоки без поперечных колебаний



Движения горелкой

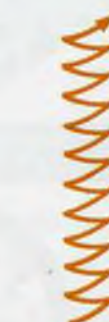
ТОЛЩИНА ЛИСТОВ 6-20 ММ (ДВА СВАРЩИКА)



Два сварщика, располагаясь по обе стороны листа, формируют сварочную ванну, вводят присадочную проволоку и, перемещая горелки вверх, укладывают слои до полного заваривания стыка

↑
Характеристики сварки

Движение проволоки без поперечных колебаний

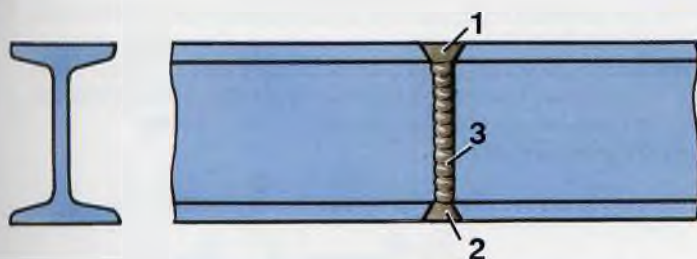


Движения горелкой

СВАРКА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

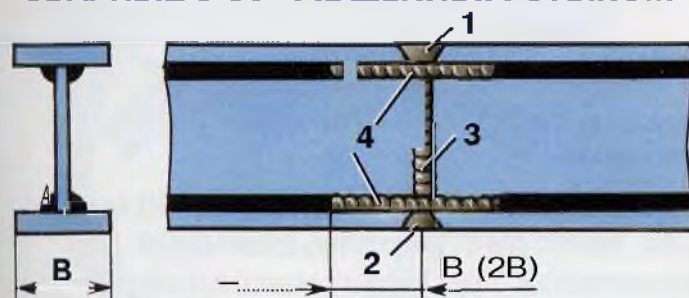
БАЛКИ

ПРОКАТНЫЕ



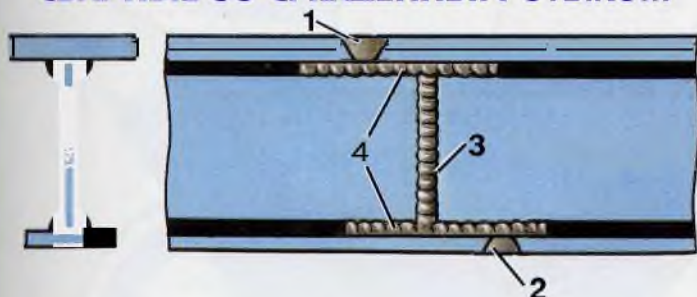
Монтажные стыковые швы выполняют сначала на толстом, а затем на тонком металле. Поэтому сначала накладывают швы полки (1 и 2), а затем - стенки (3)

СВАРНЫЕ С СОВМЕЩЕННЫМ СТЫКОМ



Угловые швы соединения стенки с полкой (4) выполняют в последнюю очередь. Продольные швы не доводят до конца балки на величину, равную одной ширине полки (низкоуглеродистая сталь) или двум (легированная сталь)

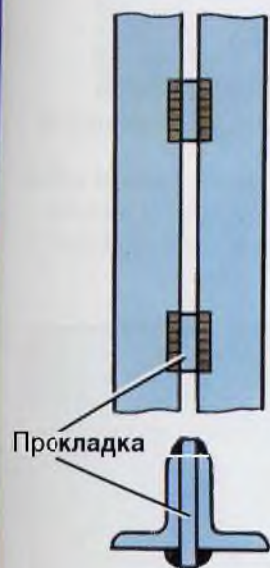
СВАРНЫЕ СО СМЕЩЕННЫМ СТЫКОМ



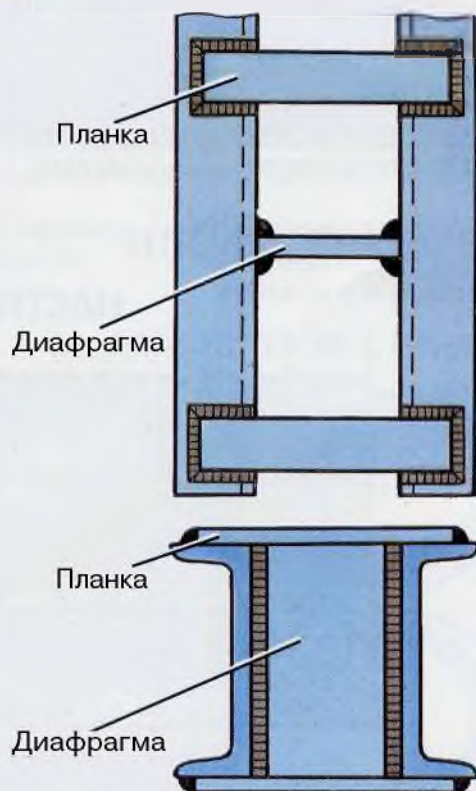
Если толщина полки разная, то вначале выполняют стыковой шов полки с большей толщиной (1), а затем с меньшей (2). Желательно, чтобы угловые швы (4) накладывали одновременно два сварщика от концов к середине монтажного стыка

СТОЙКИ

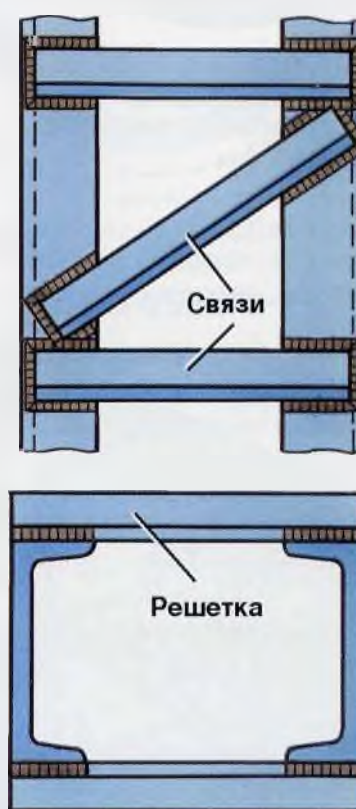
МАЛОМОЩНАЯ



СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

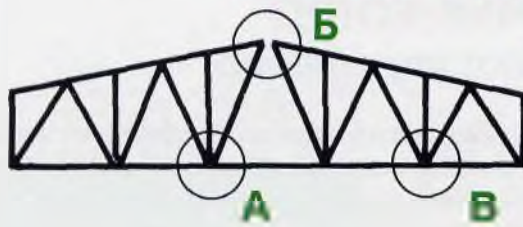


ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ



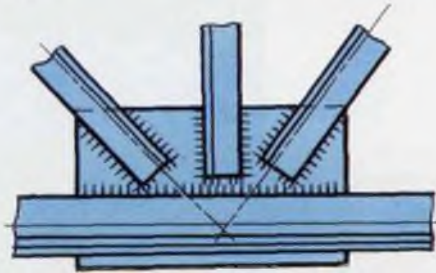
СВАРКА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

ФЕРМЫ

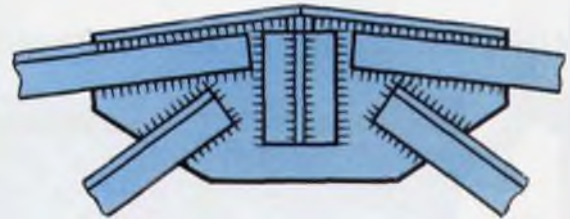


Узлы фермы сваривают последовательно - от середины фермы к опорным узлам. Сначала выполняют стыковые, а затем угловые швы. Если швы разного сечения, то вначале накладывают швы с большим сечением, а затем с меньшим

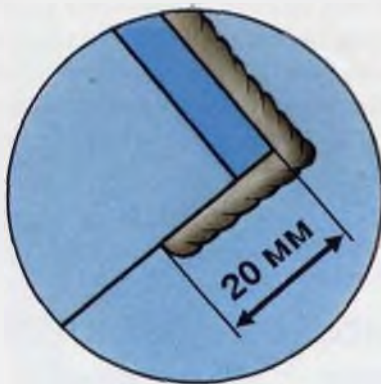
A, B



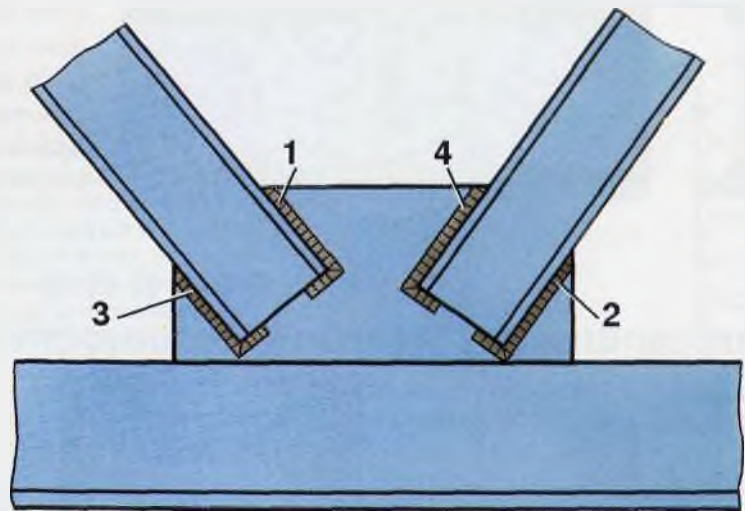
B



Каждый элемент при сборке прихватывают швом длиной 30-40 мм. Близко расположенные швы нельзя выполнять сразу. Вначале дают остыть тому участку основного металла, где будет накладываться близко расположенный шов. Это снизит перегрев металла и пластические деформации



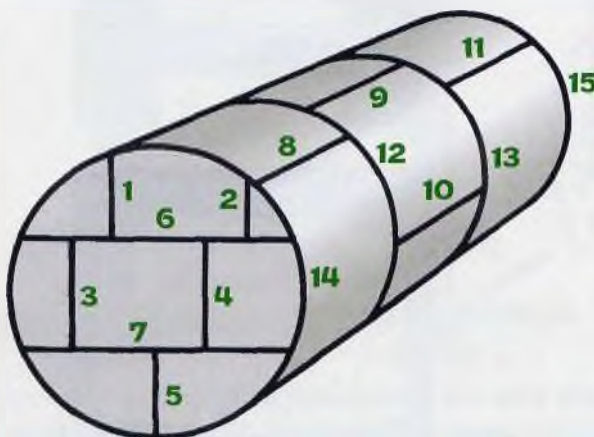
Конец продольного шва выводят на торец привариваемого элемента на длину 20 мм



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ШВОВ

ЛИСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

РЕЗЕРВУАР



НАСТИЛ

11	10	2	9	8	1	7	6
	5			4		3	14
19	18	17	16	15			
		13		12			

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ШВОВ

ГАЗОВАЯ СВАРКА ТРУБОПРОВОДОВ

- Диаметр труб от 14 до 159 мм. Толщина стенки от 1 до 4,5 мм

- Трубы $\varnothing$ 14-48 мм с толщиной стенки до 3 мм сваривают **левым способом**

- Трубы $\varnothing$ 57-159 мм с толщиной стенки более 3 мм сваривают **правым способом**

ПОВОРОТНЫЕ СТЫКИ



- Сварочная ванночка должна располагаться ниже верхней точки трубы

- В конце шва выполняют соединение типа "замок"



НЕПОВОРОТНЫЕ СТЫКИ



- Начало шва
- Окончание шва



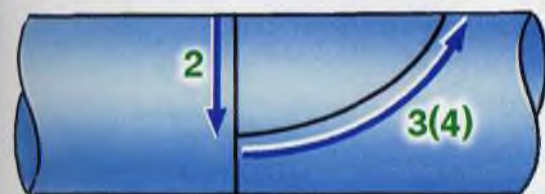
- Сварку выполняют преимущественно **правым способом**

- Во время сварки одного стыка не допускаются перерывы в работе

- Присадочный пруток располагают более полого к изделию

- По окончании сварки пламя горелки отводят от расплавленного металла постепенно

СТЫКИ ТРУБ С КОЗЫРЬКАМИ



1. Вырезают козырек газовым пламенем
2. Заваривают оставшуюся часть стыка (шов 1) с внутренней стороны трубы
3. Очищают кромки трубы и козырька
4. Заваривают козырек в последовательности 2-3-4

вид сверху



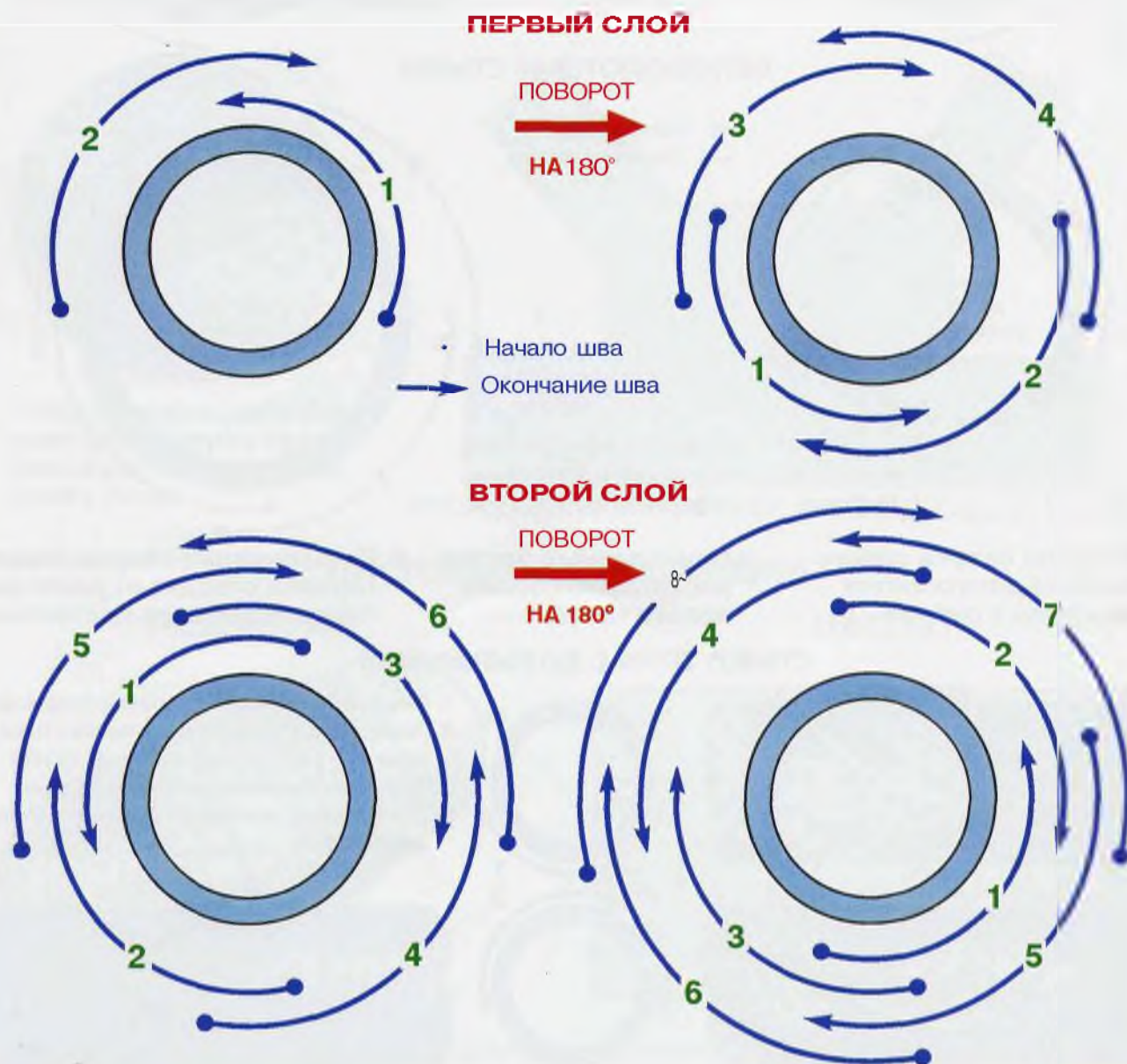
ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА ТРУБОПРОВОДОВ

- Диаметр труб от 50 до **1200** мм. Толщина стенки от 2,5 мм до 25 и более

Толщина стенки, мм . . .	4-6	7-11	12-14	15-17	18-22	23-25
Число слоев	2	3	4	5	6	7
Корневой шов выполняют электродом диаметром 3 мм						

- После каждого прохода обязательно зачищают поверхность предыдущего шва от шлака
- Стыки труб диаметром 219 мм и более сваривают одновременно два сварщика
- Ширина шва должна перекрывать ширину разделки на 1,5-2 мм в каждую сторону
- Стыки труб диаметром 219 мм и менее независимо от толщины стенки выполняет один сварщик
- Сварку ведут возможно короткой дугой
- Облицовочный шов должен иметь плавное сопряжение с поверхностью трубы

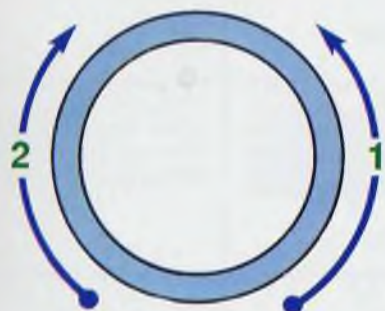
СВАРКА ТРУБ С ПОВОРОТОМ НА 180°



ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА ТРУБОПРОВОДОВ

СВАРКА ТРУБ С ПОВОРОТОМ НА 90°

ПЕРВЫЙ СЛОЙ

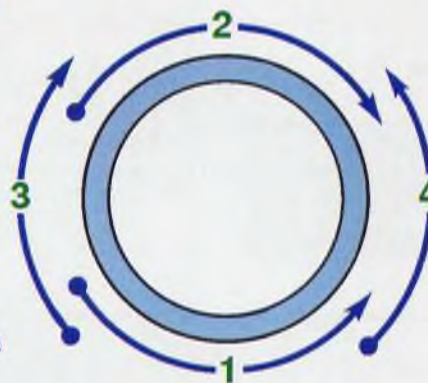


ПОВОРОТ

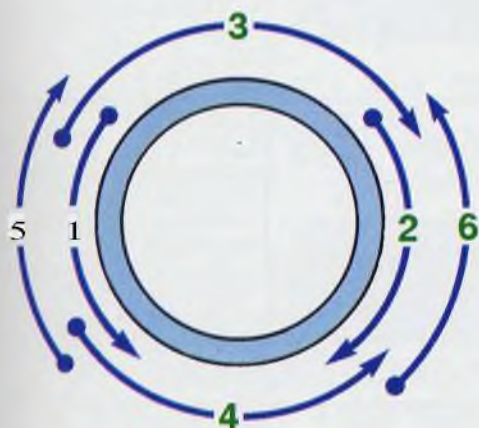


НА 90°

● Начало шва
→ Окончание шва



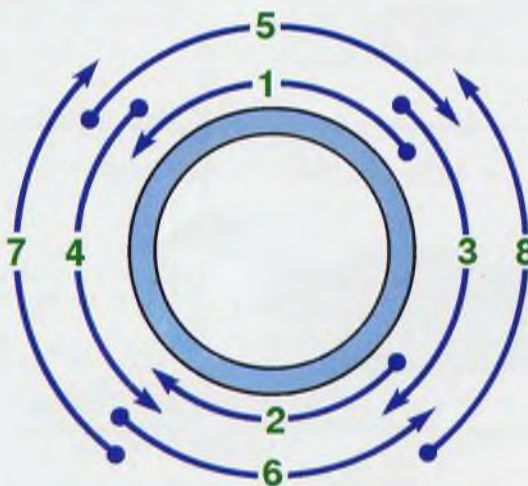
ВТОРОЙ СЛОЙ



ПОВОРОТ



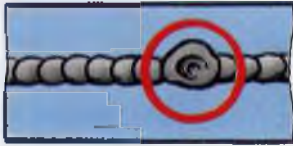
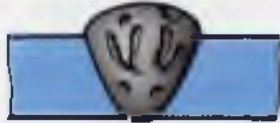
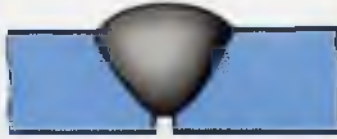
НА 90°



НЕПОВОРОТНЫЙ СТЫК



ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ ШВОВ

НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИЧИНА	НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИЧИНА
КРАТЕРЫ 	- Обрыв дуги - Неправильное выполнение конечного участка шва	ПОДРЕЗЫ 	- Большой сварочный ток - Длинная дуга - При сварке угловых швов - смещение электрода в сторону вертикальной стенки
ПОРЫ 	- Быстрое охлаждение шва - Загрязнение кромок маслом, ржавчиной и т.п. - Непросушенные электроды - Высокая скорость сварки	НЕПРОВАР 	- Малый угол скоса вертикальных кромок - Малый зазор между ними - Загрязнение кромок - Недостаточный сварочный ток - Завышенная скорость сварки
ВКЛЮЧЕНИЯ ШЛАКА 	- Грязь на кромках - Малый сварочный ток - Большая скорость сварки	ПРОЖОГ 	- Большой ток при малой скорости сварки - Большой зазор между кромками - Под свариваемый шов плохо поджата флюсовая подушка или медная подкладка
НЕСПЛАВЛЕНИЯ 	- Плохая зачистка кромок - Большая длина дуги - Недостаточный сварочный ток - Большая скорость сварки	НЕРАВНОМЕРНАЯ ФОРМА ШВА 	- Неустойчивый режим сварки - Неточное направление электрода
НАПЛИВ 	- Большой сварочный ток - Неправильный наклон электрода - Излишне длинная дуга	ТРЕЩИНЫ 	- Резкое охлаждение конструкции - Высокие напряжения в жестко закрепленных конструкциях - Повышенное содержание серы или фосфора
СВИЩИ 	- Низкая пластичность металла шва - Образование закалочных структур - Напряжение от неравномерного нагрева	ПЕРЕГРЕВ (ПЕРЕЖОГ) МЕТАЛЛА 	- Чрезмерный нагрев околошовной зоны - Неправильный выбор тепловой мощности - Завышенные значения мощности пламени или сварочного тока

Пособие **предназначено для** теоретической подготовки, повышения квалификации и переподготовки рабочих следующих профессий:



газосварщик;
электрогазосварщик;
электросварщик ручной сварки

Пособие **может быть использовано** при подготовке и обучении рабочих следующих профессий:



газорезчик;
контролер сварочных работ;
наладчик сварочного и газоплаз-
морежательного оборудования
оператор проекционной аппаратуры
и газорезательных машин;
электровибронаплавщик;
электросварщик на автоматических
и полуавтоматических машинах

ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИИ РАБОЧИХ ПО СВАРКЕ СОГЛАСНО ЕДИНОМУ
ТАРИФНО-КВАЛИФИКАЦИОННОМУ СПРАВОЧНИКУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ (ЕТКС РФ), РАЗДЕЛУ «СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ»,
УТВЕРЖДЕННОМУ МИНИСТЕРСТВОМ ТРУДА И СОЦИАЛЬНОГО
РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 15.11.99 №45

НАИМЕНОВАНИЕ ПРОФЕССИИ	ДИАПАЗОН РАЗРЯДОВ
Газорезчик	1 5
Газосварщик	2 - 6
Контролер сварочных работ	2 6
Наладчик сварочного и газоплазморежательного оборудования	3 - 6
Оператор проекционной аппаратуры и газорезательных машин	2, 4
Электровибронаплавщик	2 - 4
Электрогазосварщик	2 6
Электросварщик на автоматических и полуавтоматических машинах	2 6
Электросварщик ручной сварки	2 6

**Приведены только те профессии, для которых предназначено или может быть использовано Пособие*

СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

ЗАО "ЭКОНИКА-ТЕХНО"

т. 374 - 99 • 26

ф. 374 - 67 • 51

ООО "ИТЦ ГЕЛИОС"

т. 230 - 68 - 76

ф. 230 - 68 - 75

**111395, Москва,
аллея Первой Маевки, 15**

**109068, Москва,
ул. Ленинская Слобода, 23**

**Плакаты и пособия по безопасности труда,
выпущенные издательством "СОУЭЛО",
можно приобрести в городах:**

**Астрахань (тел. 32-29-87), Барнаул (22-20-95), Владимир (31-72-40),
Волгоград (34-66-03), Екатеринбург (22-71-28), Ижевск (48-75-55),
Казань (36-59-93), Киров (62-45-63, 32-22-44), Краснодар (55-10-40
доб. 2-12), Красноярск (22-29-88), Курск (56-70-62), Липецк (43-02-74),
Минск (16-21-64, 222-79-15), Н. Новгород (34-36-40, 30-16-43), Орен-
бург (41-86-34, 62-44-31), Пермь (64-62-35), С. Петербург (312-14-53,
319-97-96), Саратов (24-03-67), Славянск-на-Кубани (2-12-27), Томск
(26-27-50), Тула (36-23-17), Уфа (22-34-15), Хабаровск (23-55-81),
Чебоксары (62-27-34), Актюбинск (54-19-13), Алматы (36-76-64),
Усть-Каменогорск (25-35-59, 25-73-38)**

ISBN 5 - 93709 - 001 - 2

© Издательство "Соуэло", Москва, 2000 г. Лицензия ЛР 063516

Телефон (095) 250-52-22, факс 250-46-84

Составители В.А. Лосев, Н.А. Юхин. Художник В.П. Гасилин

Компьютерная верстка - А.В. Цылев. Редактор А.О. Ключарев

Отпечатано в А/О "Машмир". Заказ 883. Тираж 2000 экз