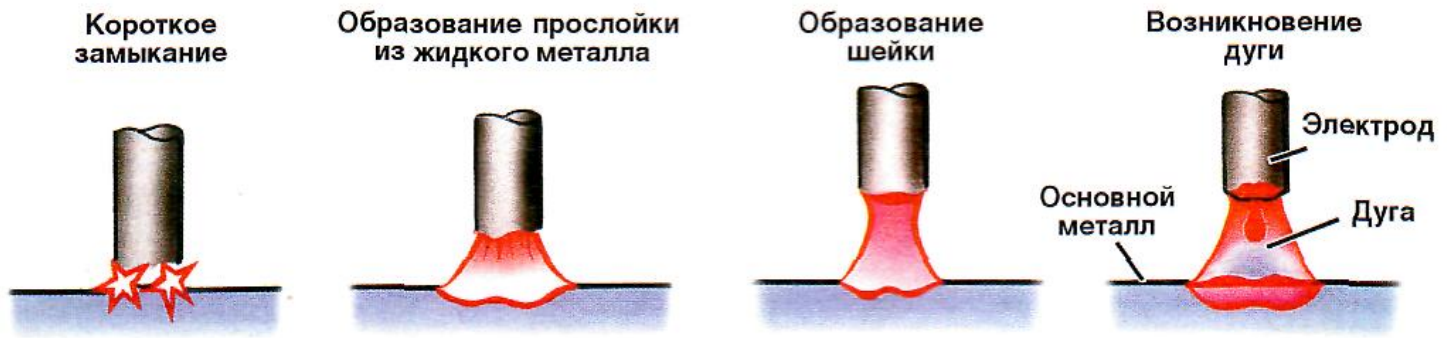
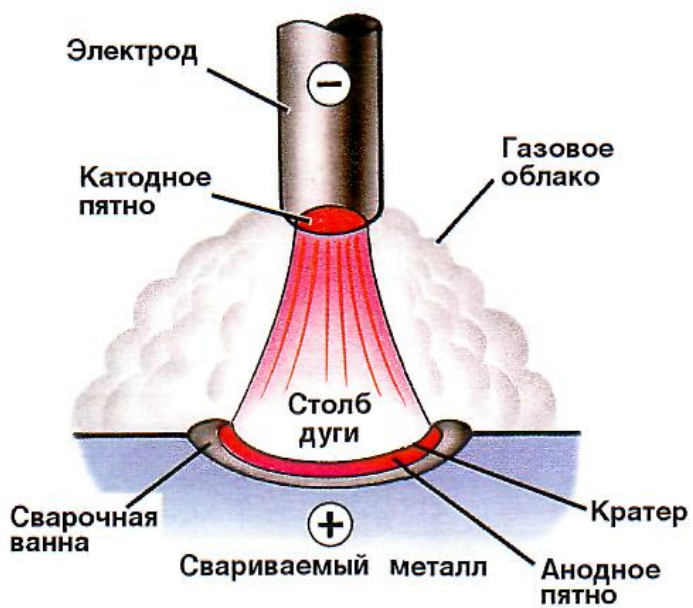


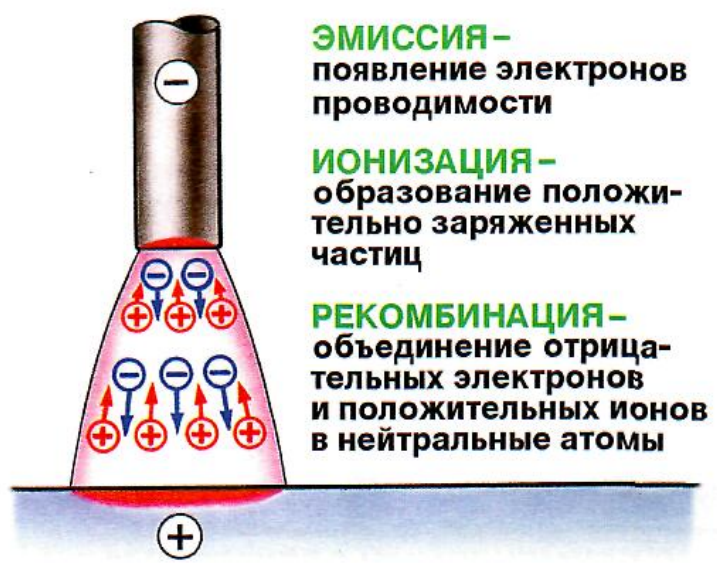
# СВАРОЧНАЯ ДУГА ВОЗНИКНОВЕНИЕ



## СХЕМА ГОРЕНИЯ



## ПРОЦЕССЫ

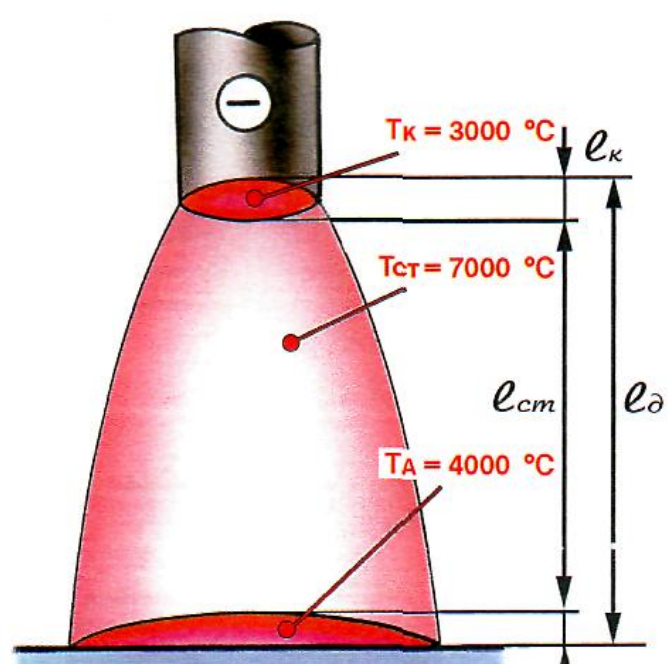


**ЭМИССИЯ** – появление электронов проводимости

**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
- $l_д$  - длина дуги
- $l_д = l_a + l_k + l_{ст}$
- $l_a \approx l_k = 10^{-5} \div 10^{-3}$  см

## ТЕПЛОВАЯ МОЩНОСТЬ ДУГИ

$$Q = 0,24 k I_{св} U_д$$

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);

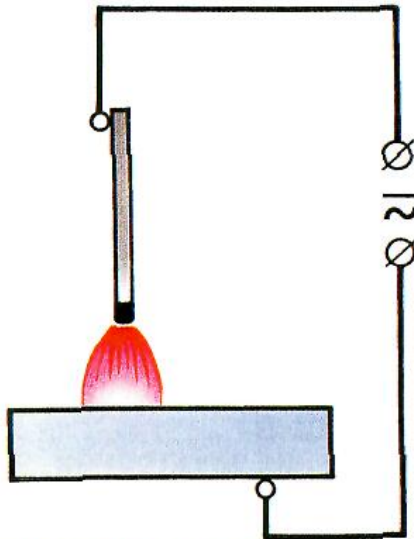
$I_{св}$  - сварочный ток, А;  
 $U_д$  - напряжение на дуге, В

Дорожный информационно-библиотечный центр Восточной Сибири от ул. Давыдова, 15, 650000, г. Красноярск

# КЛАССИФИКАЦИЯ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ К ИСТОЧНИКУ ПИТАНИЯ

## Прямого действия

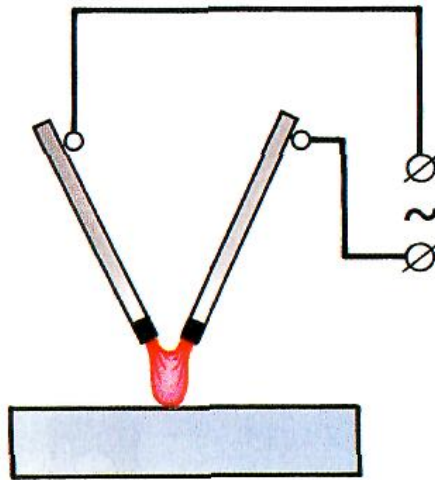


ДУГОВОЙ РАЗРЯД - МЕЖДУ ЭЛЕКТРОДОМ И ИЗДЕЛИЕМ

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

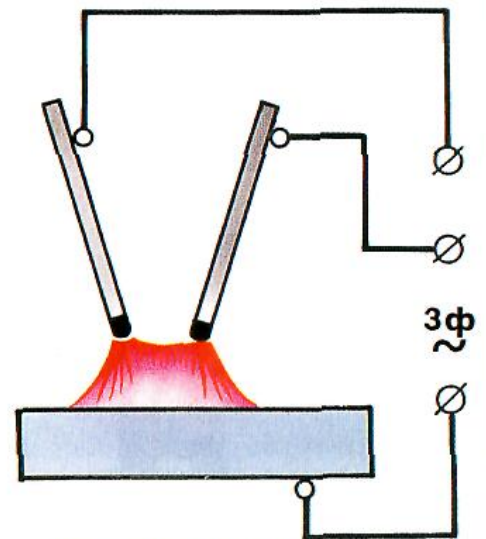


ДУГОВОЙ РАЗРЯД - МЕЖДУ ДВУМЯ ЭЛЕКТРОДАМИ

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ:

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

## Комбинированная



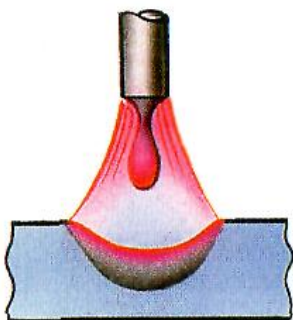
ДВА ДУГОВЫХ РАЗРЯДА - МЕЖДУ ЭЛЕКТРОДАМИ И ИЗДЕЛИЕМ, А ТРЕТИЙ - МЕЖДУ ЭЛЕКТРОДАМИ

ИСПОЛЬЗУЕТСЯ:

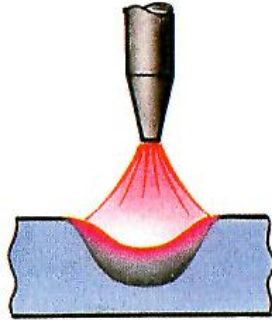
- при сварке спиралешовных труб на станках автоматической сварки под флюсом

## ПО ПРИМЕНЯЕМЫМ ЭЛЕКТРОДАМ

При плавящемся электроде

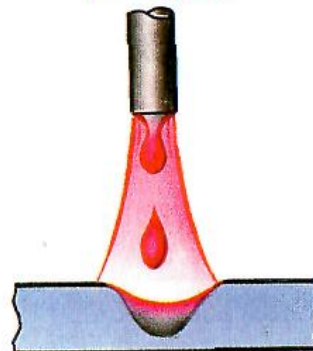


При неплавящемся электроде

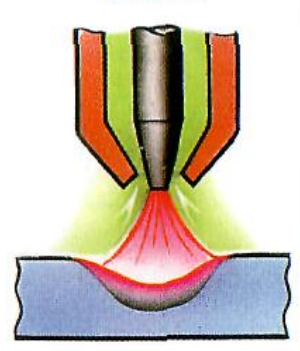


## ПО СТЕПЕНИ СЖАТИЯ ДУГИ

Свободная

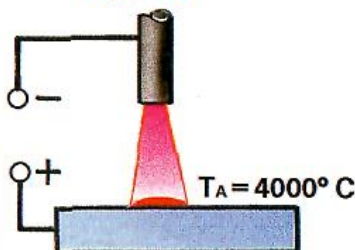


Сжатая

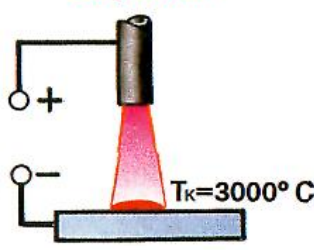


## ПО ПОЛЯРНОСТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

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



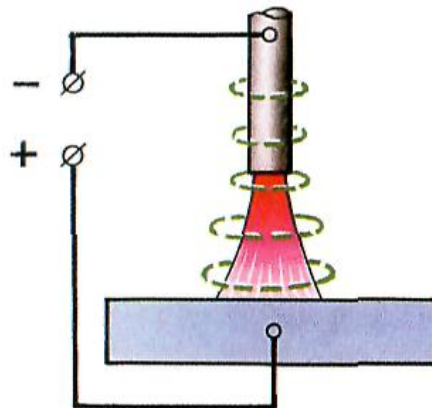
свыше 6 длинная

## ПРИЧИНЫ ОТКЛОНЕНИЯ ДУГИ

- 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
- Из-за этого стабильность горения дуги нарушается, затрудняется процесс сварки

### МАГНИТНОЕ ДУТЬЕ

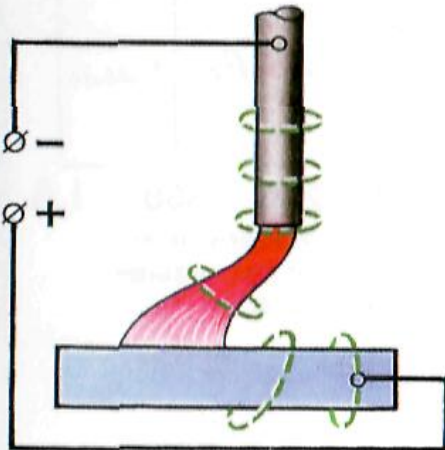
Нормальное положение дуги



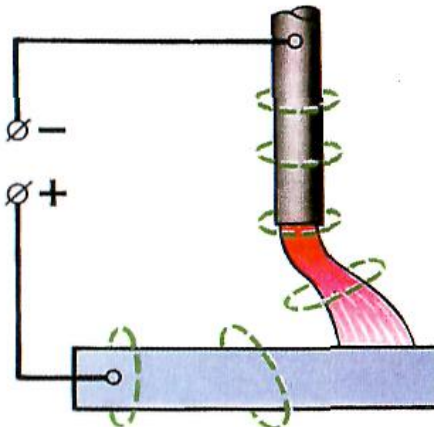
### МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

- Сварка короткой дугой
- Подвод сварочного тока в точке, максимально близкой к дуге
- Изменение наклона электрода
- Размещение у места сварки компенсирующих ферромагнитных масс
- Использование трансформаторов или инверторных источников питания

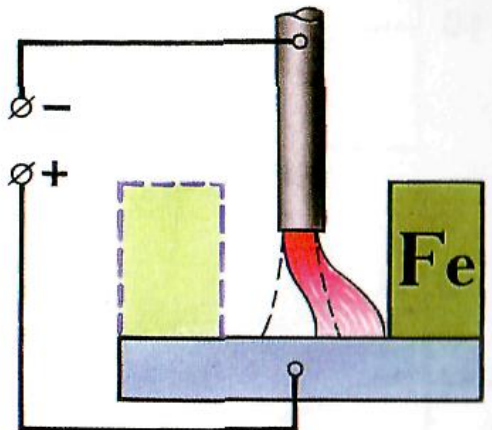
Отклонение влево



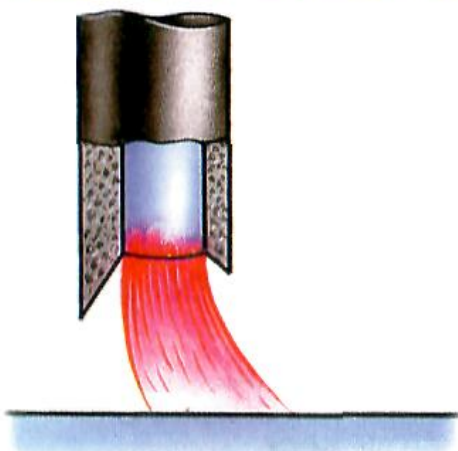
Отклонение вправо



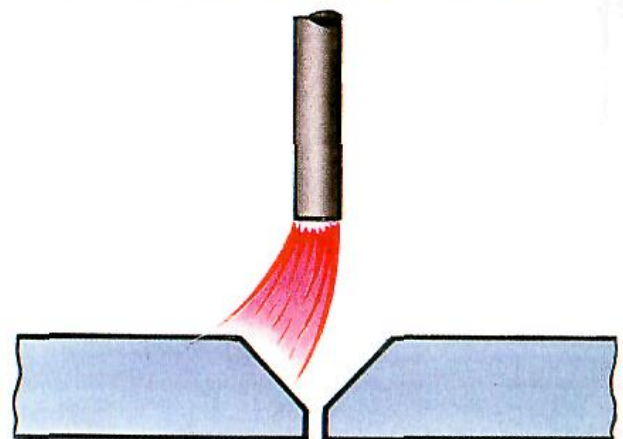
Действие ферромагнитной массы



### НЕСИММЕТРИЧНОСТЬ ОБМАЗКИ ("КОЗЫРЯНИЕ" ЭЛЕКТРОДА)



### ХИМИЧЕСКАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ СВАРИВАЕМОЙ СТАЛИ

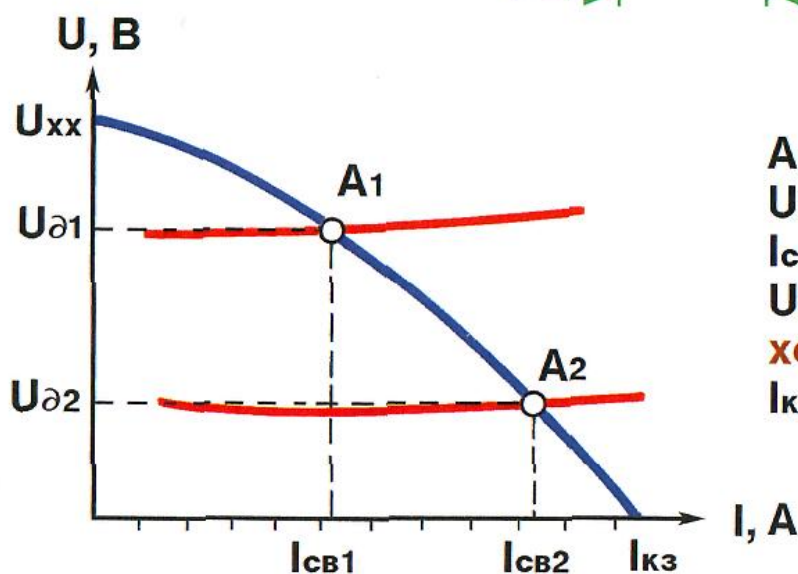
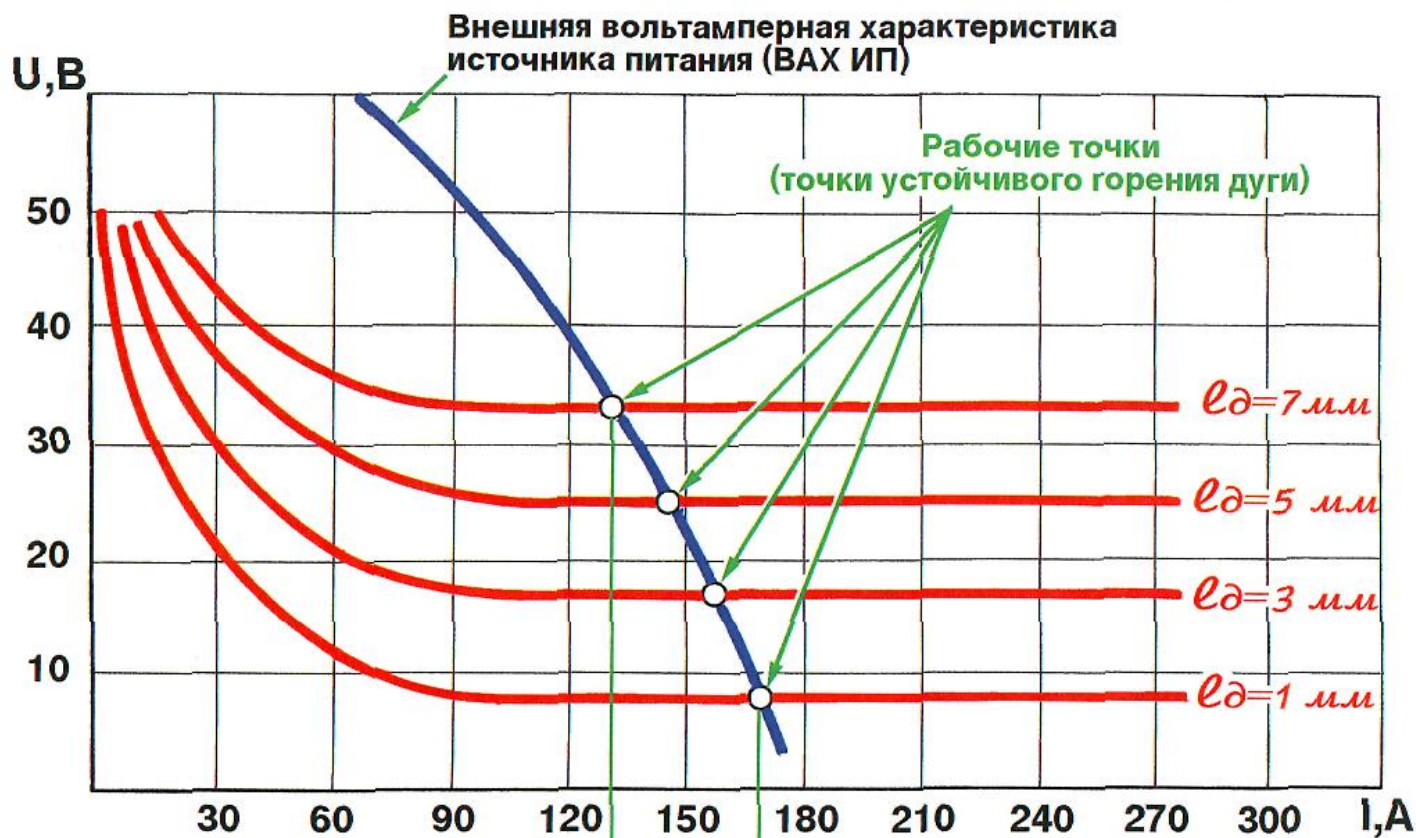


### МЕРЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

- Изменение угла наклона электрода к изделию
- Сварка короткой дугой
- Применение инверторных источников питания

- Использование стабилизаторов дуги
- Изменение угла наклона электрода к изделию
- Применение источников переменного тока и инверторных

# ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДУГИ



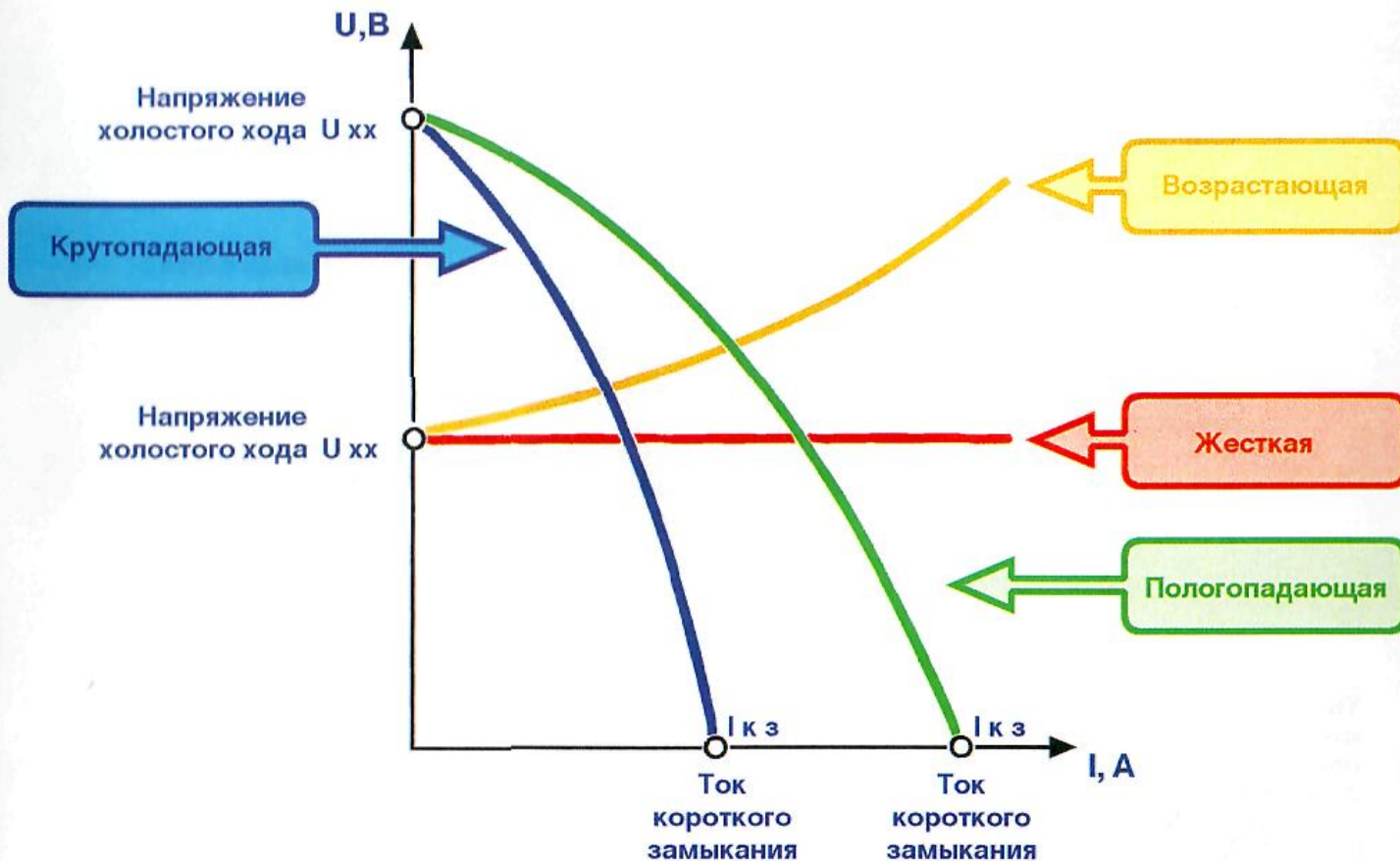
$A_1; A_2$  - рабочие точки  
 $U_{d1}; U_{d2}$  - напряжения на дуге  
 $I_{св1}; I_{св2}$  - сварочный ток  
 $U_{xx}$  - напряжение холостого хода источника питания  
 $I_{кз}$  - ток короткого замыкания

## СООТВЕТВИЕ ВЫБРАННОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ВОЛЬТАМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ СВАРОЧНОЙ ДУГИ

СООТВЕТСТВУЕТ / НЕ СООТВЕТСТВУЕТ

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

## ВНЕШНИЕ ВОЛЬТАМПЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ ДУГИ



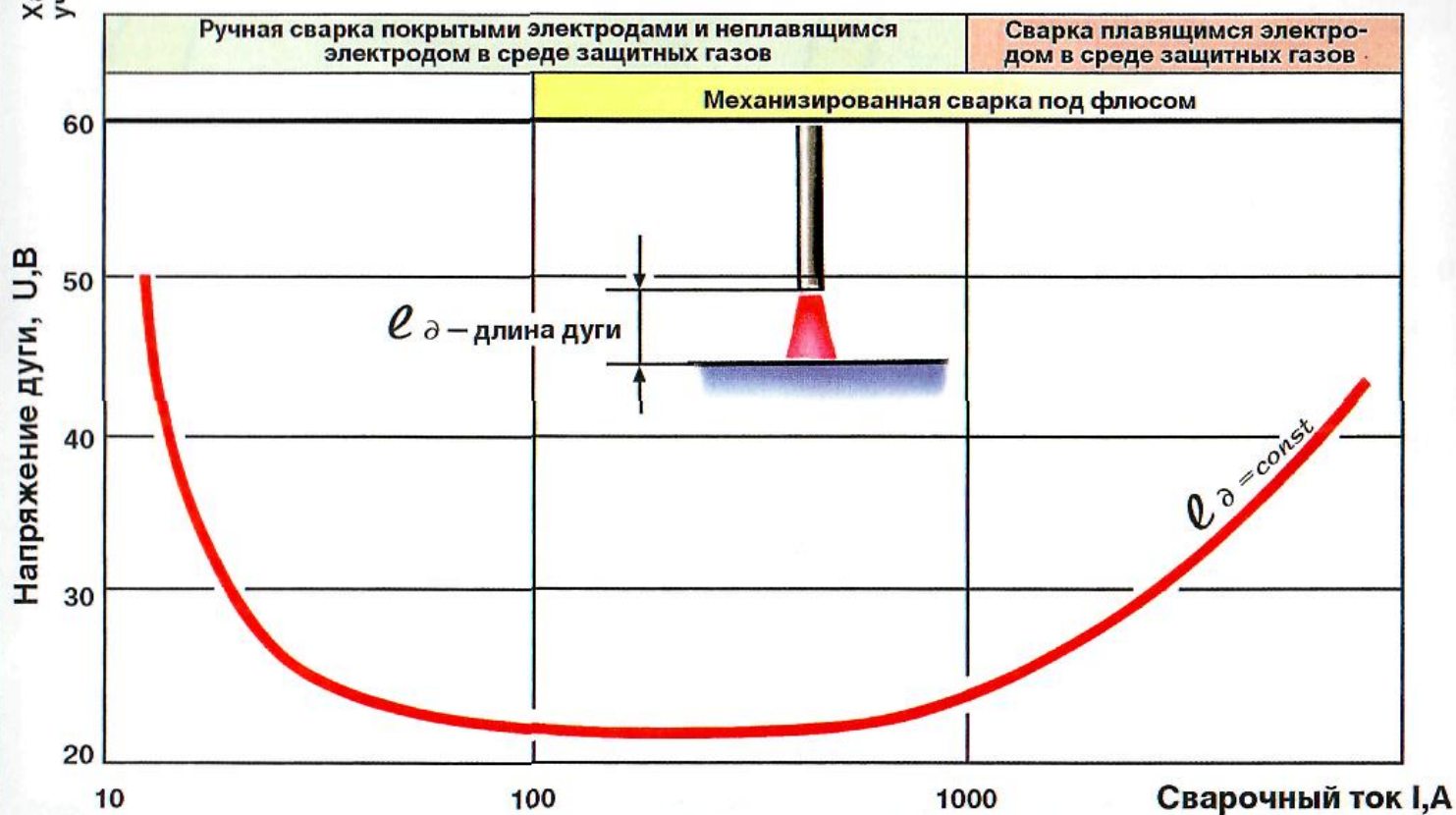
## СТАТИЧЕСКАЯ ВОЛЬТАМПЕРНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СВАРОЧНОЙ ДУГИ

Характеристика участка кривой

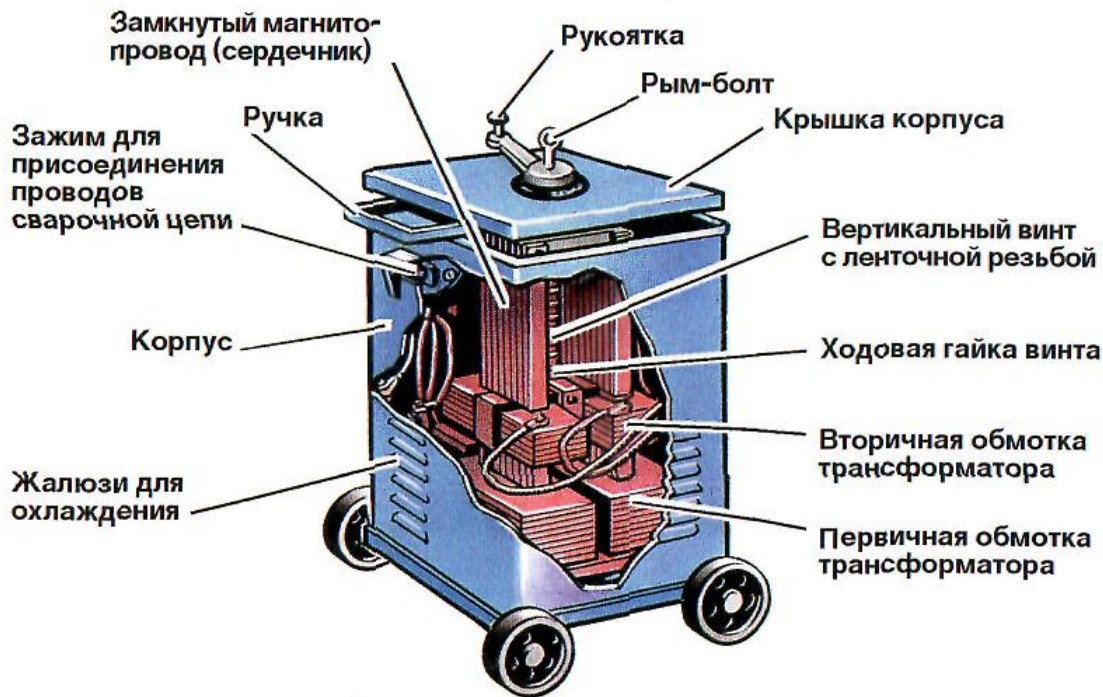
**ПАДАЮЩАЯ.** С увеличением тока напряжение резко падает, так как увеличивается площадь сечения столба дуги и его электропроводность

**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

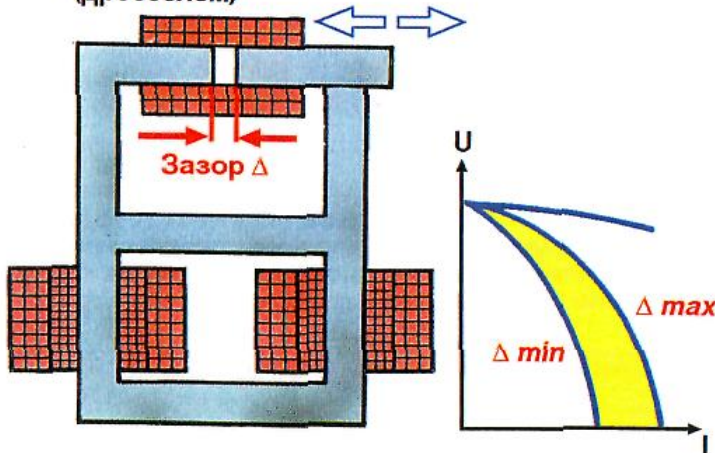


# СВАРОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР

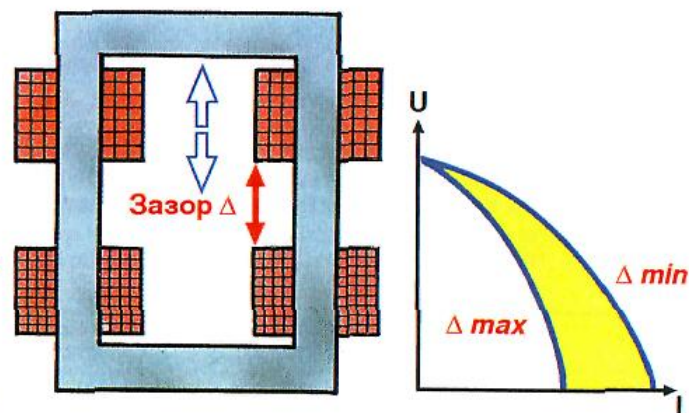


## ФОРМИРОВАНИЕ ПАДАЮЩЕЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

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

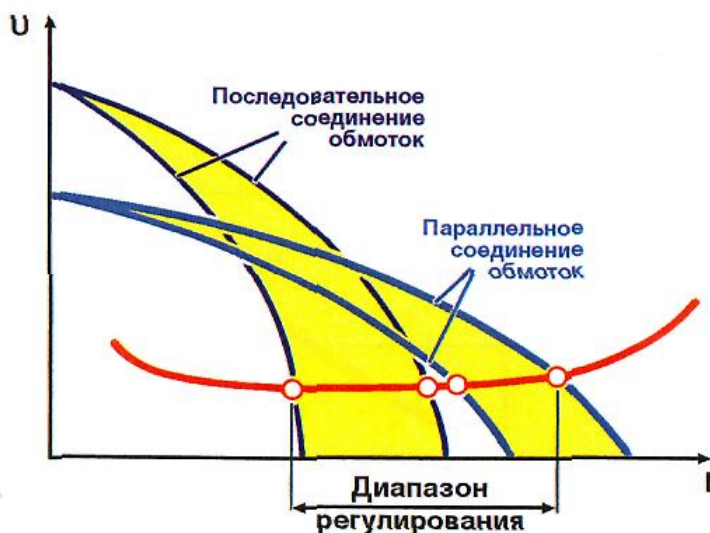


Трансформатор с увеличенным магнитным рассеянием и подвижными катушками

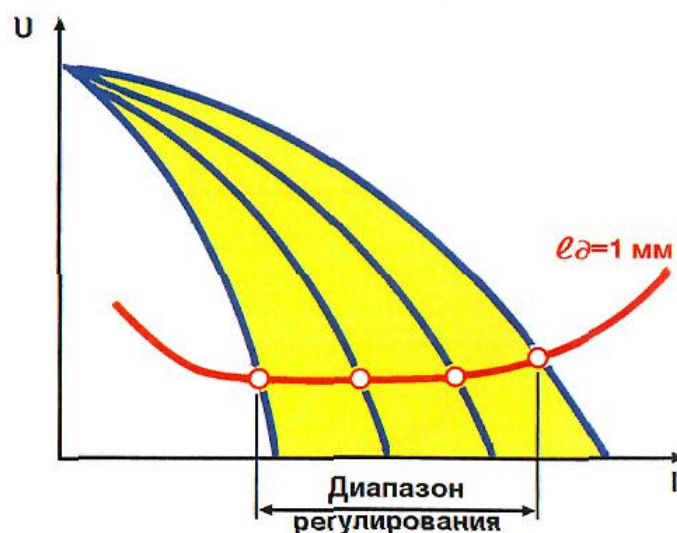


## РЕГУЛИРОВАНИЕ СВАРОЧНОГО ТОКА

Ступенчато: за счет переключения числа витков первичной и вторичной обмоток



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



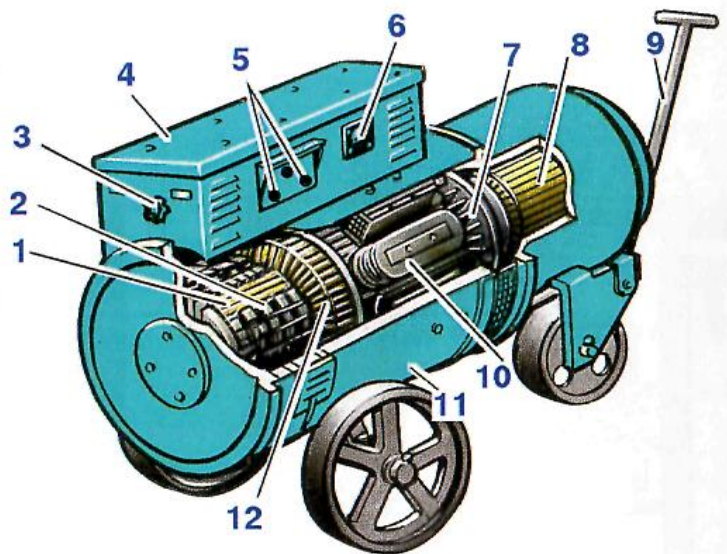
# ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

## СВАРОЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

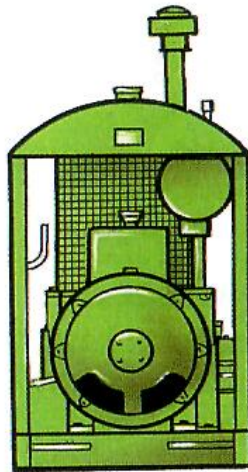
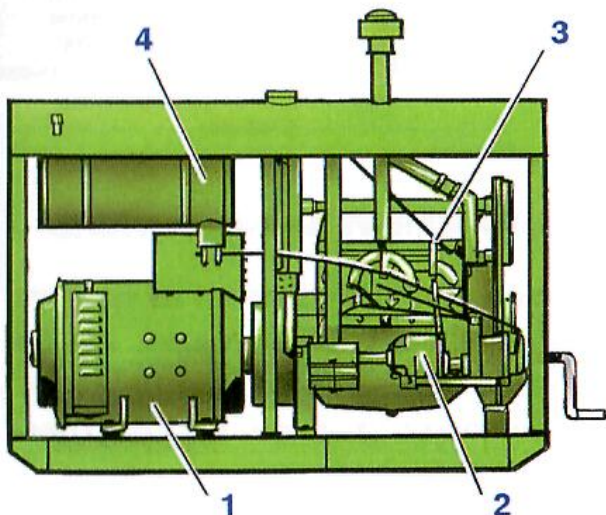
Преобразует механическую энергию электродвигателя в электрическую напряжением и диапазоном токов, необходимыми для сварки

- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 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

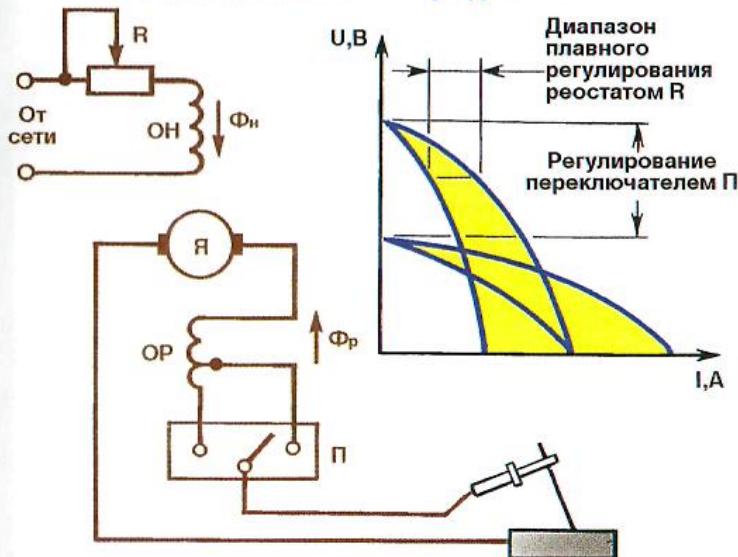
1. Генератор
2. Двигатель
3. Регулятор скорости вращения
4. Бак с горючим

Конструктивно состоит из двигателя внутреннего сгорания и сварочного генератора с самовозбуждением

## СВАРОЧНЫЙ ГЕНЕРАТОР

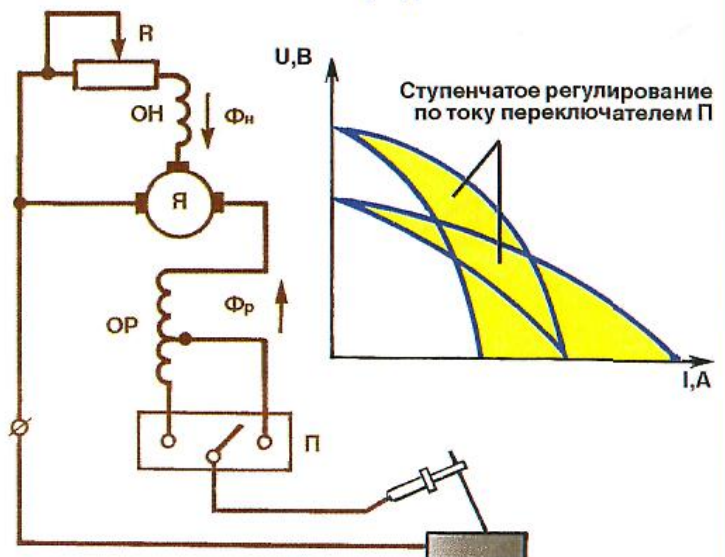
Является составной частью сварочных преобразователей и сварочных агрегатов

С независимым возбуждением



ОН - обмотка намагничивающая  
ОР - обмотка размагничивающая

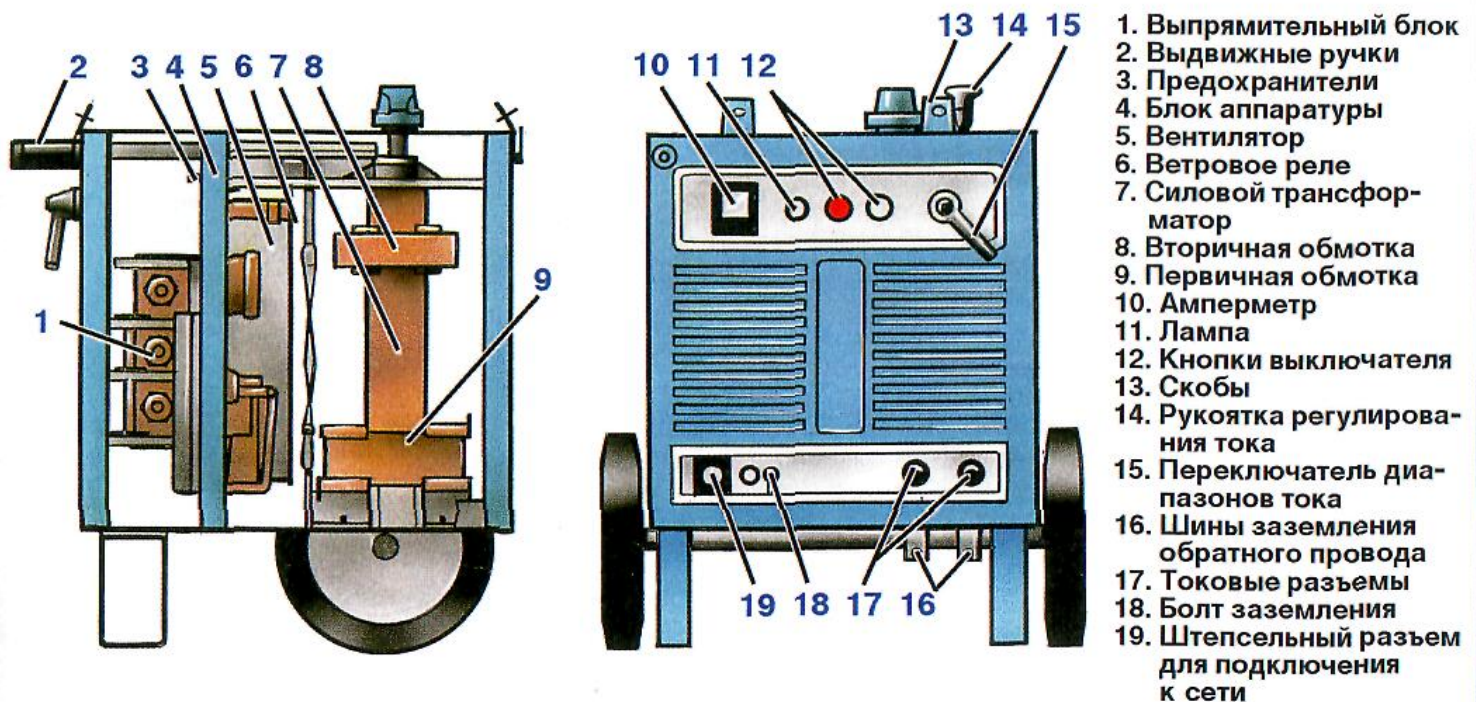
С самовозбуждением



$\Phi_n$  - магнитный поток намагничивающей обмотки  
 $\Phi_p$  - магнитный поток размагничивающей обмотки

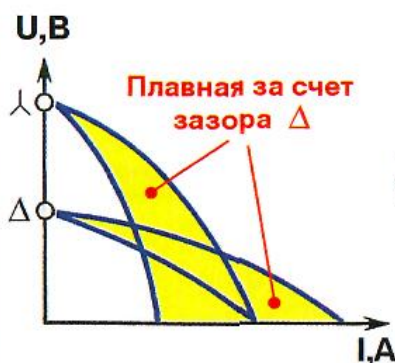
## СВАРОЧНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

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

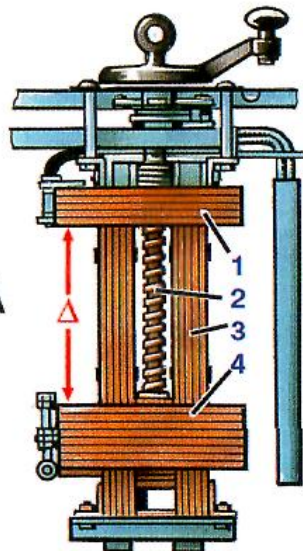


### НЕУПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

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

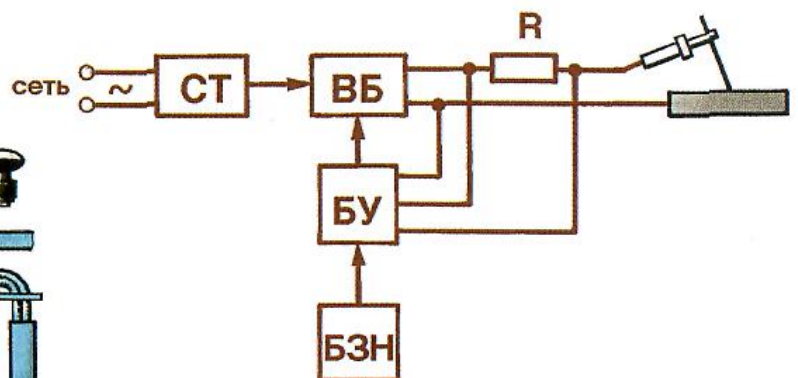


1. Вторичная обмотка
2. Ходовой винт
3. Сердечник трансформатора
4. Первичная обмотка

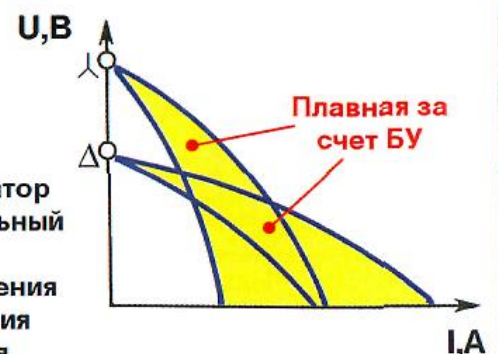


### УПРАВЛЯЕМЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

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



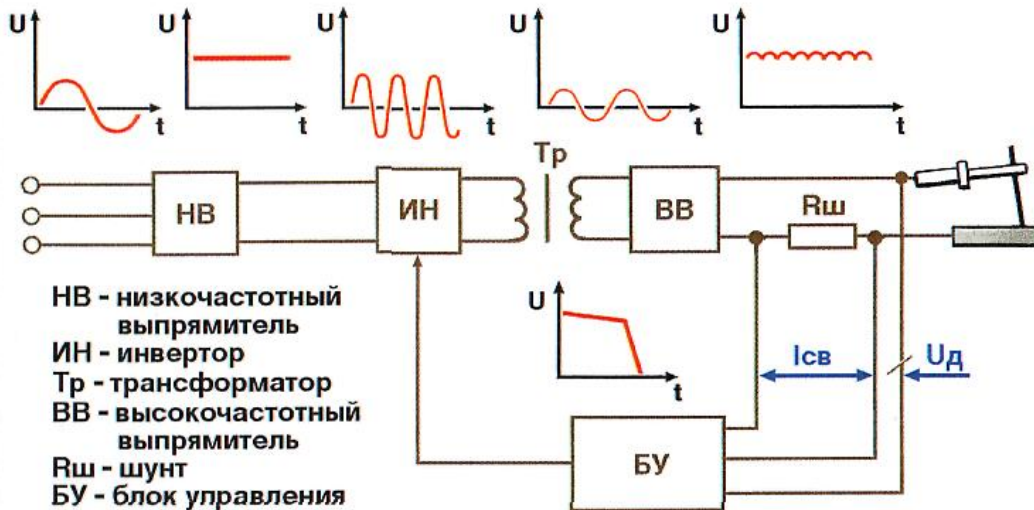
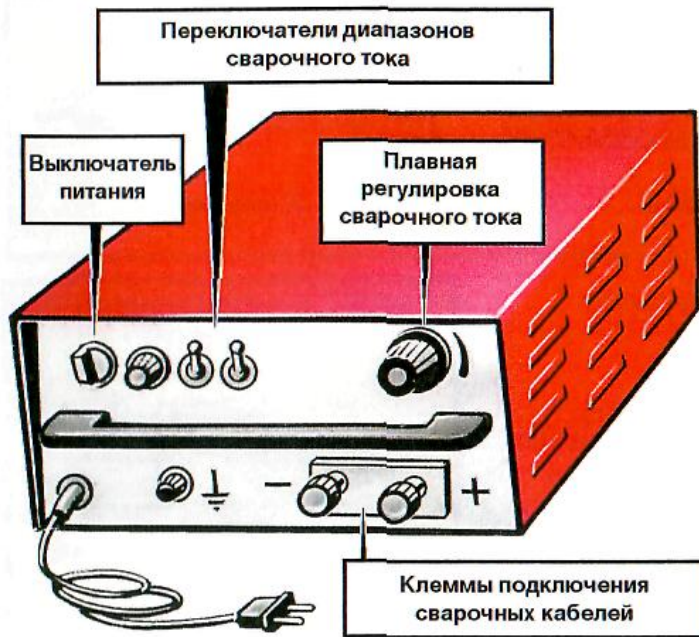
- СТ - сварочный трансформатор  
ВБ - выпрямительный блок  
БУ - блок управления  
БЗН - блок задания напряжения





# ИНВЕРТОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Преобразуют переменное напряжение сети в напряжение и ток для сварки



## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

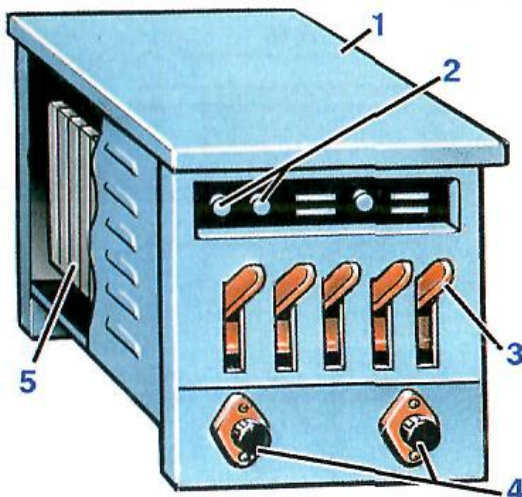
1. Минимальное разбрызгивание
2. Сварка короткой дугой
3. Сварка плохо сваривающихся сталей
4. Минимальный перегрев изделия
5. Высокие характеристики:

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

## ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### БАЛЛАСТНЫЙ РЕОСТАТ

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



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

Состоит из набора нихромовых проволок различного сопротивления, соединенных параллельно

### ОСЦИЛЛЯТОР

Обеспечивает бесконтактное зажигание дуги и стабилизирует ее горение при сварке

ПЗФ - помехозащитный фильтр

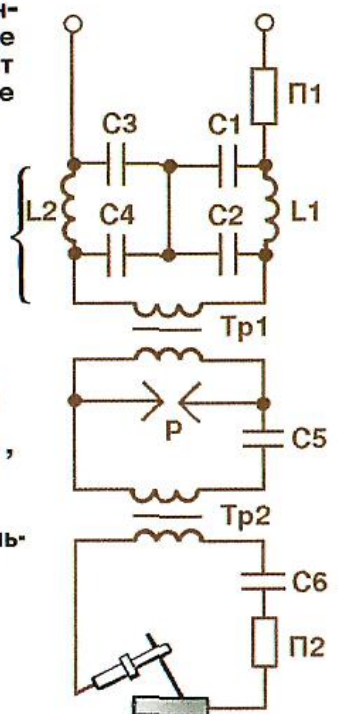
П1 - сетевой предохранитель

П2 - предохранитель трансформатора Тр2

Тр1 - трансформатор, повышающий напряжение до 3-10 кВ

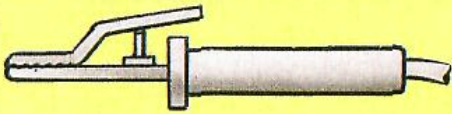
Р, С5, Тр2 - колебательный контур, повышающий частоту до 200-400 кГц

С6 - фильтр низких частот

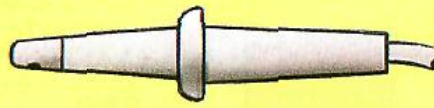


# ОБОРУДОВАНИЕ СВАРОЧНОГО ПОСТА

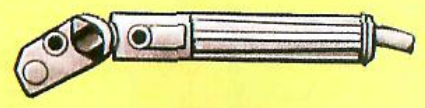
## ЭЛЕКТРОДОДЕРЖАТЕЛИ



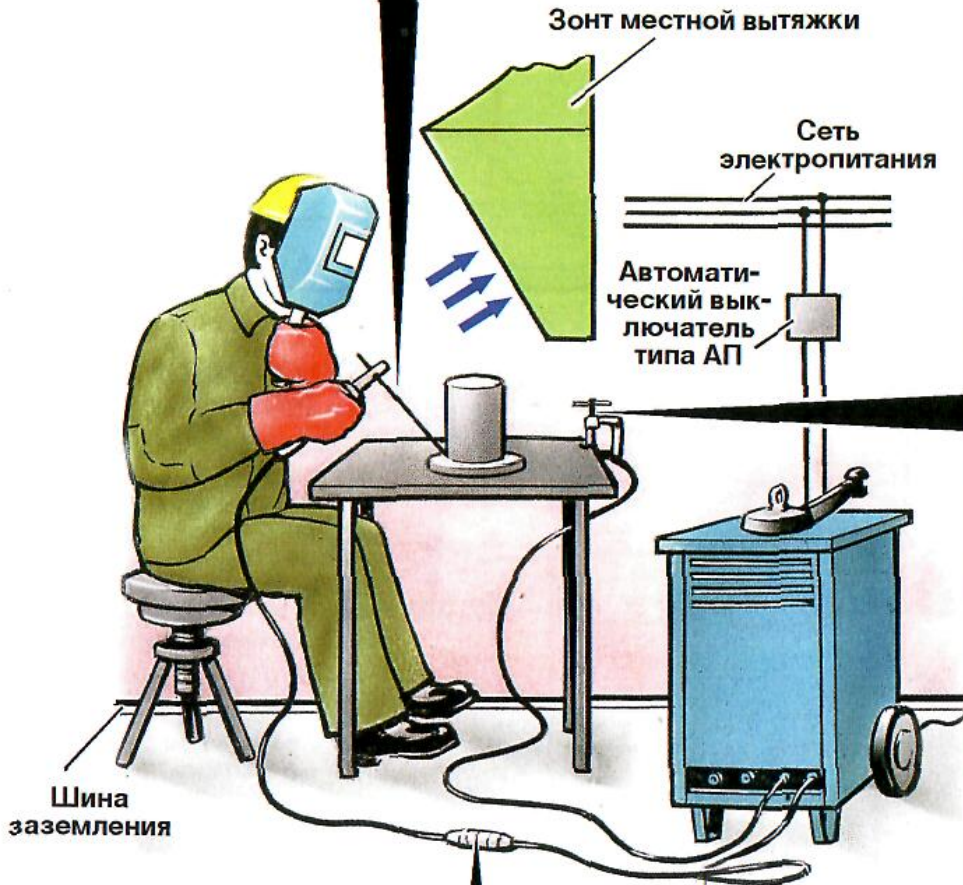
Пассатижный



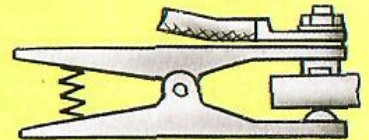
Винтовой



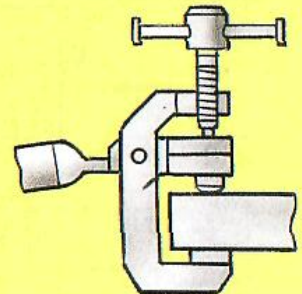
Клиновой



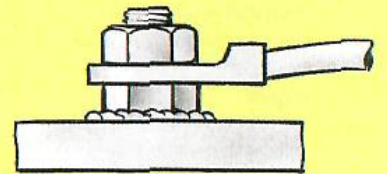
## ТОКОПОДВОДЯЩИЕ ЗАЖИМЫ



Быстросействующий пружинный



С винтовой струбциной



Приваренный к столу

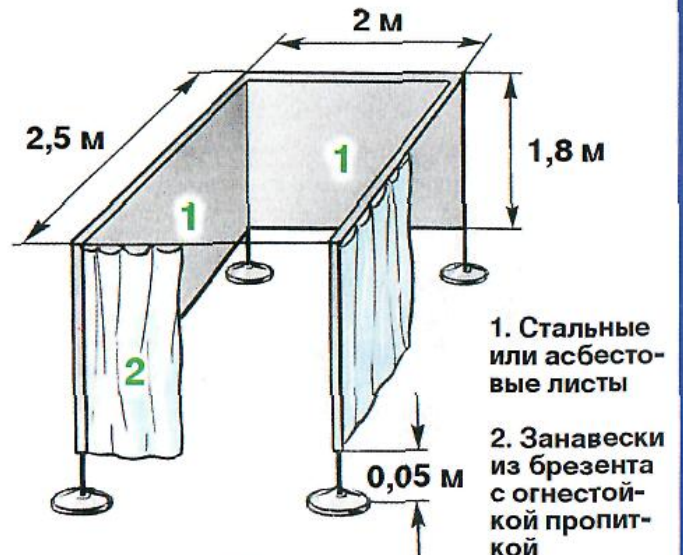
## СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ МУФТА



## СВАРОЧНЫЙ КАБЕЛЬ марок ПРГ, ПРГД, КРПП, КРПГ

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

## ОГРАЖДЕНИЕ СВАРОЧНОГО ПОСТА



## 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
<b>А</b>	Ст0, Ст1, Ст2, Ст3, Ст4, Ст5, Ст6	ВСт 3 кп	<b>0,14 - 0,22</b>	360 - 460
		ВСт 3 пс		370 - 480
<b>Б</b>	БСт0, БСт1, БСт2, БСт3, БСт4, БСт5	ВСт 3 сп		380 - 500
		ВСт 3 Гпс		370 - 490
<b>В</b>	ВСт1, ВСт2, ВСт3, ВСт4, ВСт5	ВСт 3 Гсп		390 - 570
		кп-кипящая, пс-полуспокойная, 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 <b>А</b>	Nb Ниобий <b>Б</b>	W Вольфрам <b>В</b>	Mn Марганец <b>Г</b>	Cu Медь <b>Д</b>	Se Селен <b>Е</b>
Co Кобальт <b>К</b>	Mo Молибден <b>М</b>	Ni Никель <b>Н</b>	P Фосфор <b>П</b>	B Бор <b>Р</b>	Si Кремний <b>С</b>
Ti Титан <b>Т</b>	C Углерод <b>У</b>	V Ванадий <b>Ф</b>	Cr Хром <b>Х</b>	Zr Цирконий <b>Ц</b>	Al Алюминий <b>Ю</b>

## 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

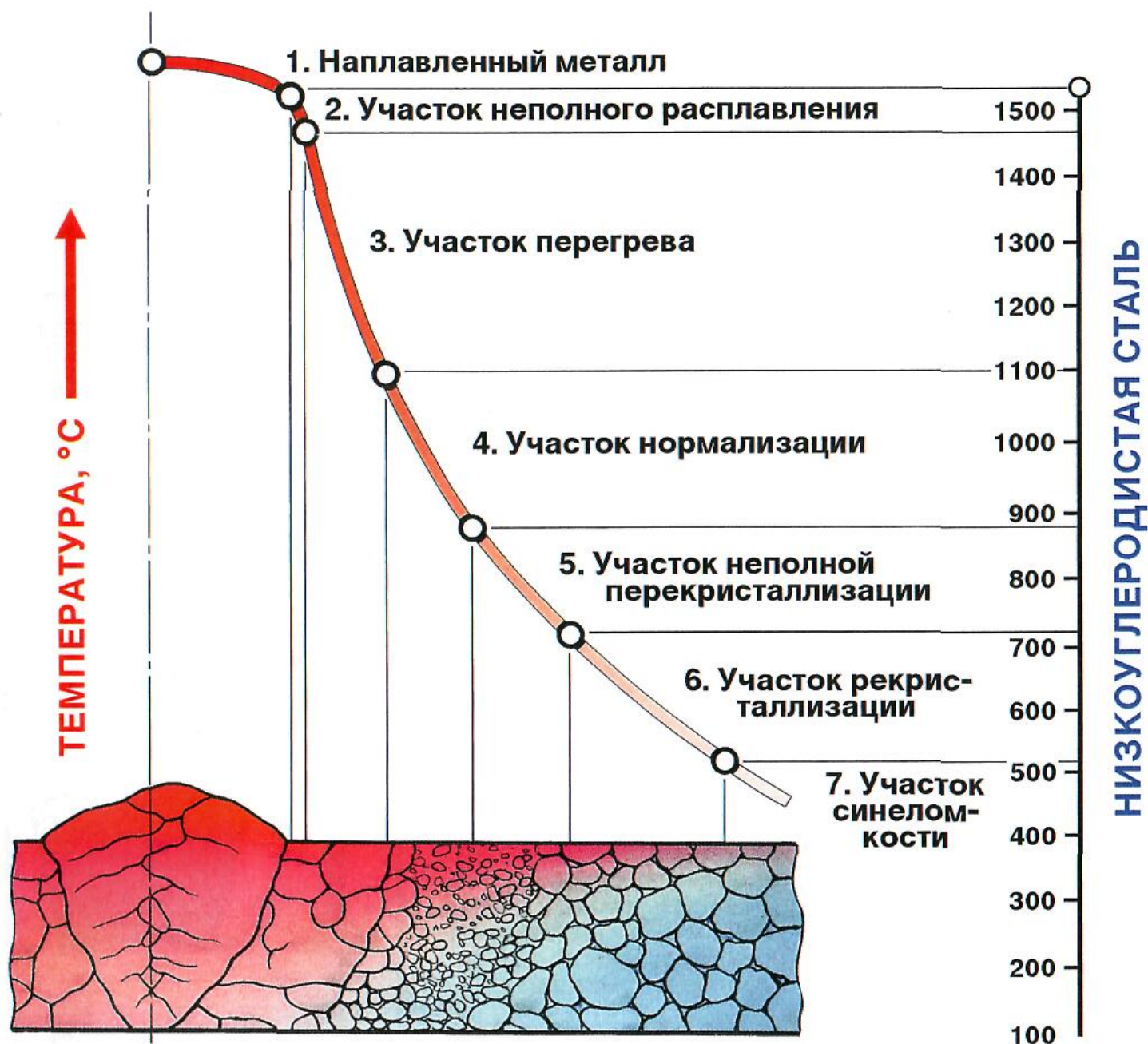
## СТАЛИ И СПЛАВЫ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫЕ (ГОСТ 5632-72)

КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ обла- дают стойкостью против различных видов коррозии		ЖАРОСТОЙКИЕ - стойкие против химического разрушения поверхно- сти в газовых средах при $t > 550$ °С. Работают в ненагруженном или сла- бонагруженном состоянии		ЖАРОПРОЧНЫЕ работают в нена- груженном или слабонагруженном состоянии при высоких $t^{\circ}$ 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	Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст3Гпс	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-IVк	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-Vк	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, °С	Ширина, мм
1	Столбчатая, литая, с пониженными механическими свойствами	1530±5	1/2 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

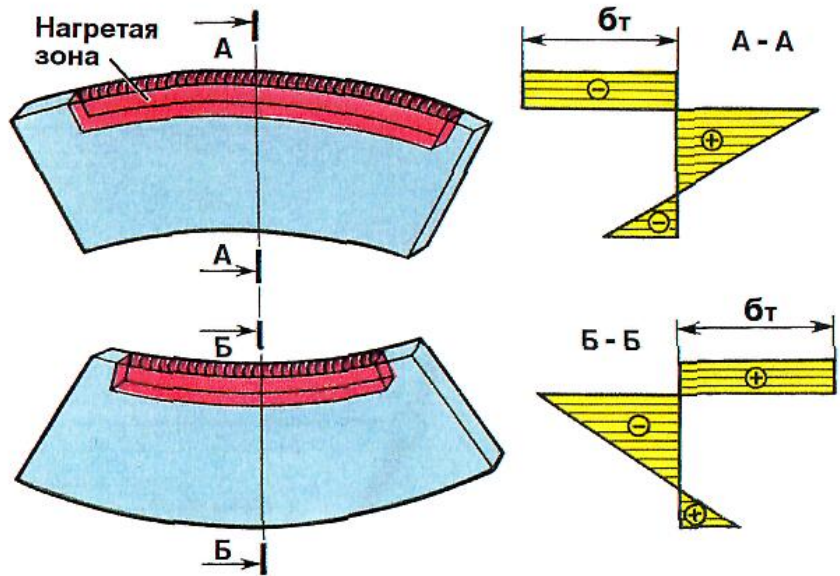
# НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

## 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.

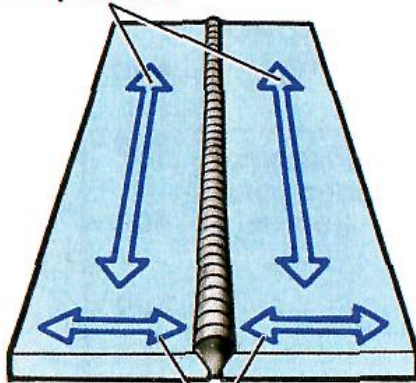
## НЕРАВНОМЕРНЫЙ НАГРЕВ МЕТАЛЛА



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

## ЛИТЕЙНАЯ УСАДКА РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

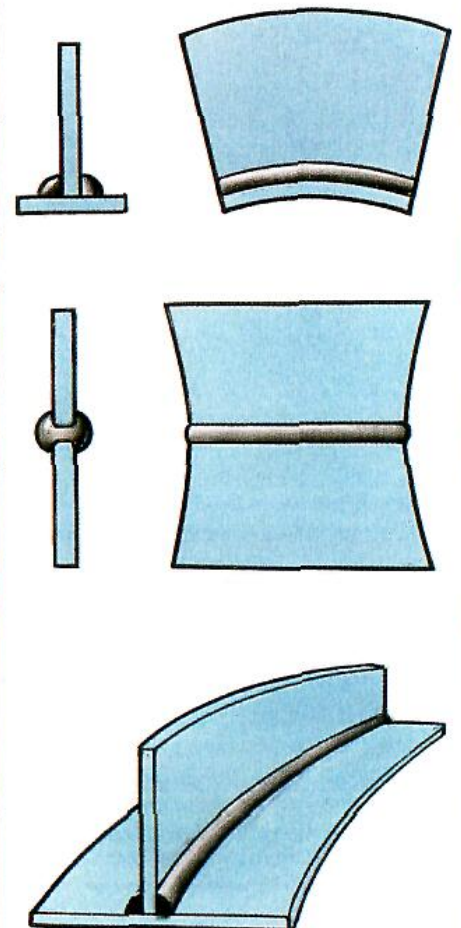
Продольные напряжения



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.

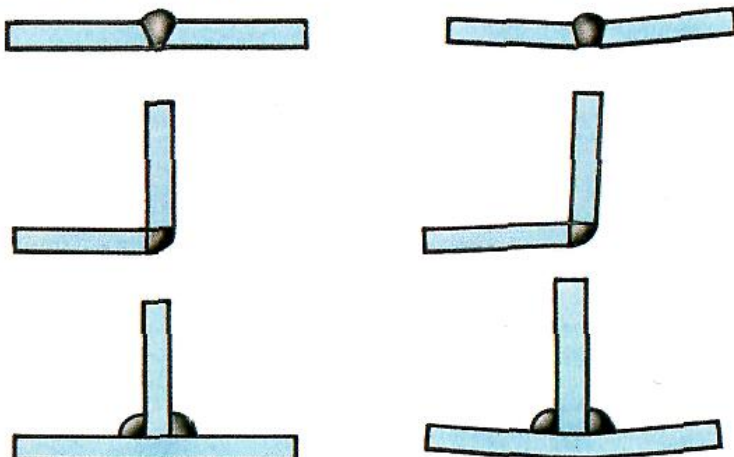
## ДЕФОРМАЦИИ ОТ ПРОДОЛЬНОЙ УСАДКИ



## 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:

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

где C - содержание углерода, %;  
Mn, Cr... - содержание легирующих элементов, %

ГРУППА СВАРИВАЕМОСТИ	$C_{эк}$ , %	МАРКИ СТАЛЕЙ		
		Углеродистые	Легируемые	Высоколегированные
<b>I</b> Хорошая	До 0,25 вкл.	ВСт1; ВСт2; ВСт3; ВСт4; Стали 08; 10; 15; 20; 25	15Г; 20Г; 15Х; 15ХА; 20Х; 15ХМ; 20ХГСА; 10ХСНД; 10ХГСНД; 15ХСНД	08Х20Н14С2; 20Х23Н18; 08Х18Н10; 12Х18Н9Т; 15Х5
<b>II</b> Удовлетворительная	Свыше 0,25 до 0,35 вкл.	ВСт5; Стали 30; 35	12ХН2; 12ХН3А; 20ХН3А; 20ХН; 20ХГСА; 30Х 30ХМ; 25ХГСА	30Х13; 12Х17; 25Х13Н2
<b>III</b> Ограниченная	Свыше 0,35 до 0,45 вкл.	ВСт6 Стали 40; 45	35Г; 40Г; 45Г; 40Г2; 35Х; 40Х; 45Х; 40ХМФА; 40ХН; 30ХГС; 30ХГСА; 35ХМ; 20Х2Н4МА	17Х18Н9; 12Х18Н9; 36Х18Н25С2; 40Х9С2
<b>IV</b> Плохая	Свыше 0,45	Стали 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85	50Г; 50Г2; 50Х; 50ХН; 45ХН3МФА; ХГС; 6ХС; 7Х3	40Х10С2М; 40Х13; 95Х18; 40Х14Н14В2М; 40Х10С2М

ГРУППА СВАРИВАЕМОСТИ	УСЛОВИЯ СВАРКИ
<b>I</b>	Без ограничений, в широком диапазоне режимов сварки независимо от толщины металла, жесткости конструкций, температуры окружающей среды
<b>II</b>	Сварка только при температуре окружающей среды не ниже - 5 °С, толщине металла менее 20 мм при отсутствии ветра
<b>III</b>	Сварка с предварительным или сопутствующим подогревом до 250 °С в жестком диапазоне режимов сварки
<b>IV</b>	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	<b>У</b>
Сварка легированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа	5 типов Э70, Э85, Э100, Э125, Э150	<b>Л</b>
Сварка легированных теплоустойчивых сталей	9 типов Э09М, Э09МХ и др.	<b>Т</b>
Сварка высоколегированных сталей с особыми свойствами	49 типов Э12Х13, Э06Х13М, Э10Х17Т и др.	<b>В</b>
Наплавка поверхностных слоев с особыми свойствами	44 типа Э10Г2, Э11Г3, Э16Г2ХМ и др.	<b>Н</b>

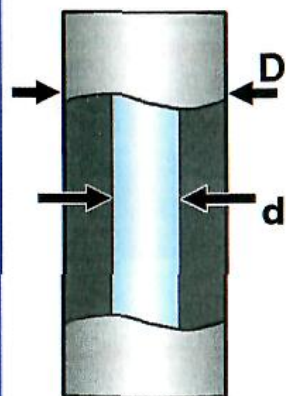
ПО ВИДУ ПОКРЫТИЯ		ОБОЗНАЧЕНИЕ
Сварка во всех пространственных положениях постоянным и переменным током. Не рекомендуется для сталей с повышенным содержанием серы и углерода. Недостаток: возможны трещины в швах, сильное разбрызгивание	Кислые	<b>А</b>
Сварка во всех пространственных положениях постоянным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

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

ПО РОДУ И ПОЛЯРНОСТИ СВАРОЧНОГО ТОКА		
Переменный ток (U <sub>хх</sub> , В)	Постоянный ток (полярность)	Обозначение
Не применяется	<b>обратная</b>	<b>0</b>
<b>50 ± 5</b>	<b>любая</b>	<b>1</b>
	<b>прямая</b>	<b>2</b>
	<b>обратная</b>	<b>3</b>
<b>70 ± 10</b>	<b>любая</b>	<b>4</b>
	<b>прямая</b>	<b>5</b>
	<b>обратная</b>	<b>6</b>
<b>90 ± 5</b>	<b>любая</b>	<b>7</b>
	<b>прямая</b>	<b>8</b>
	<b>обратная</b>	<b>9</b>



## КЛАССИФИКАЦИЯ ПОКРЫТЫХ ЭЛЕКТРОДОВ



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

## 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) - Б 1 0**

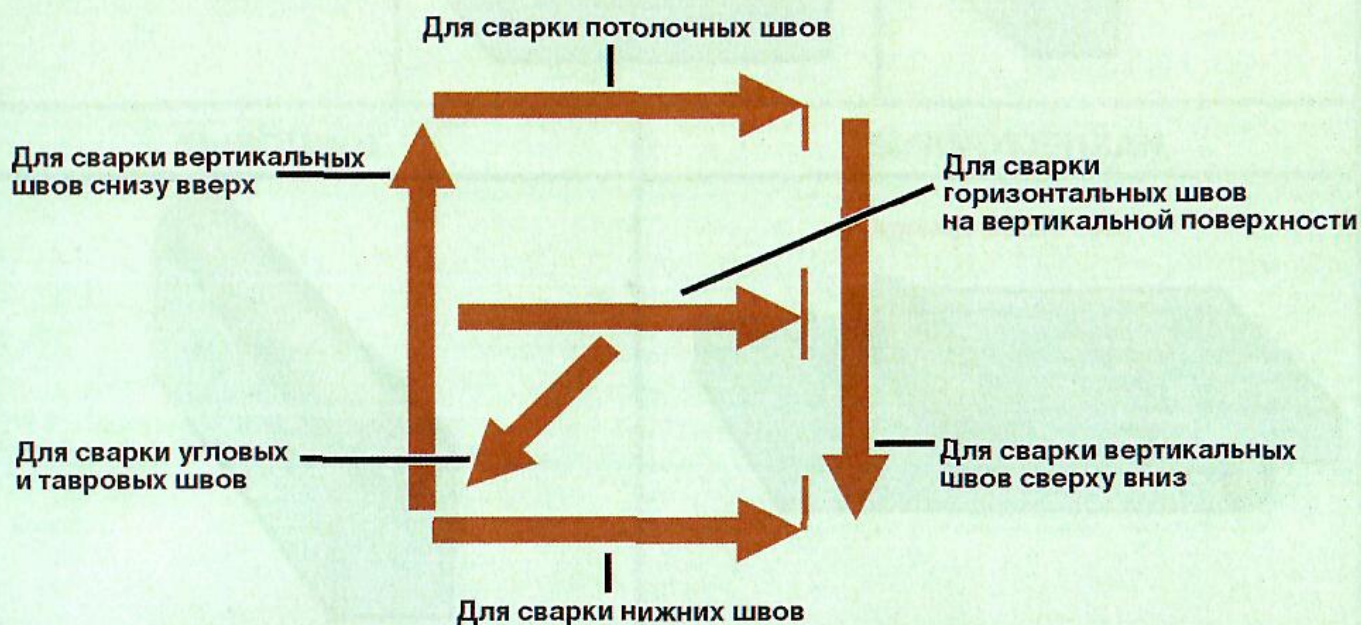
**ГОСТ 9467-75**

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

Постоянный ток,  
обратная полярность  
Допустимое пространственное  
положение - любое

Покрытие основное

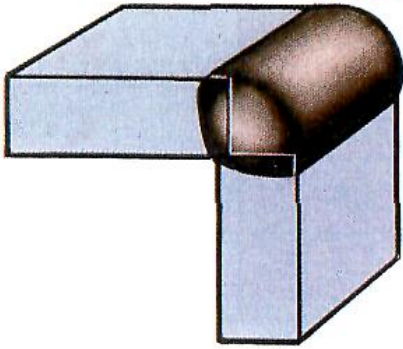
## МАРКИРОВКА ЭЛЕКТРОДОВ ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА



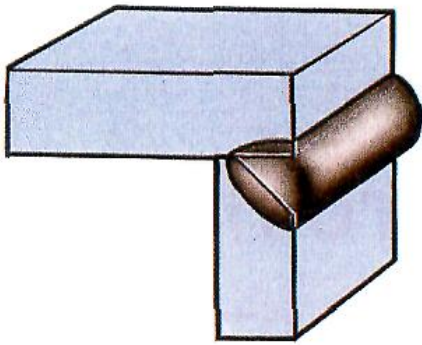
## ОСНОВНЫЕ ТИПЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

## УГЛОВЫЕ

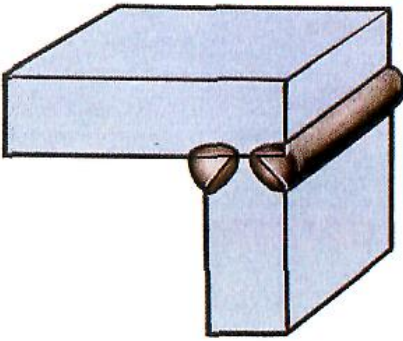
Без скоса кромок



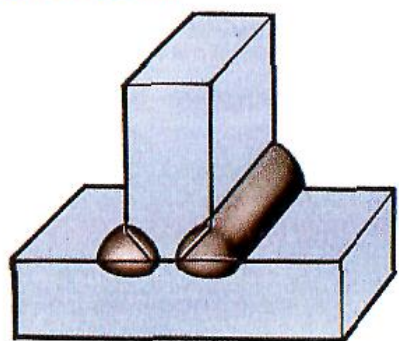
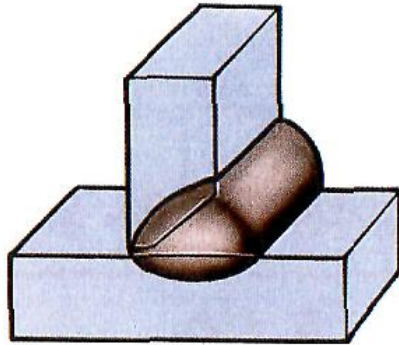
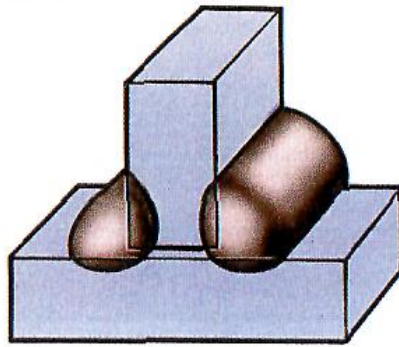
Со скосом одной кромки



С двумя скосами одной кромки

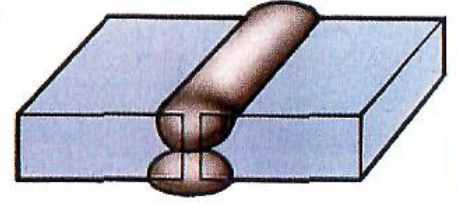


## ТАВРОВЫЕ

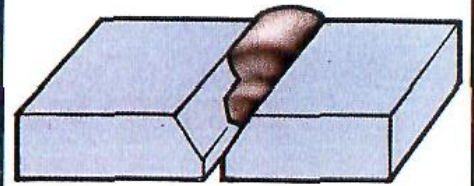


## СТЫКОВЫЕ

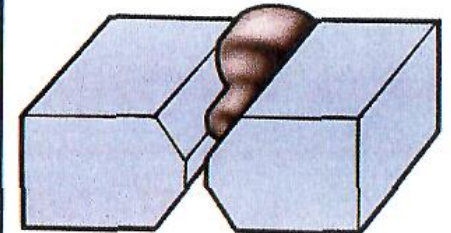
Без скоса кромок



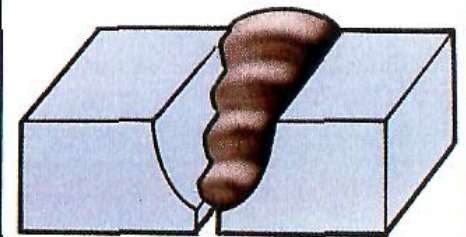
V - образный скос кромок



X - образный скос кромок

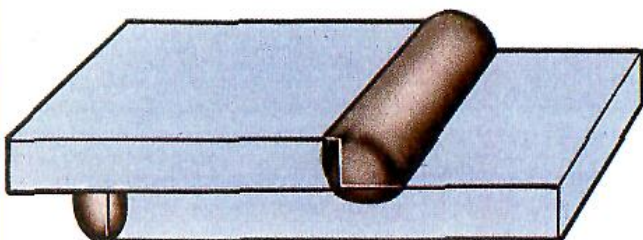


Криволинейный скос кромок

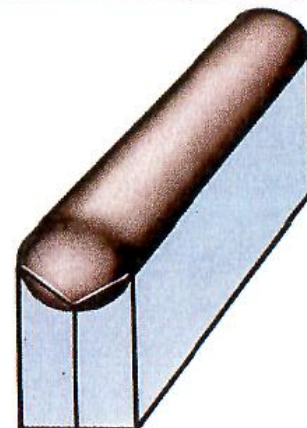


## НАХЛЕСТОЧНЫЕ

Без скоса кромок

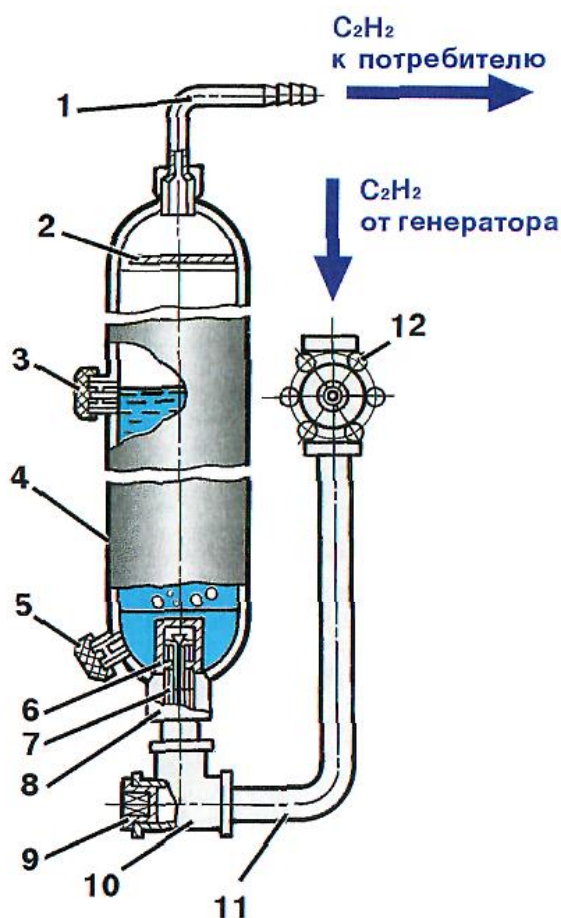


## ТОРЦОВЫЕ



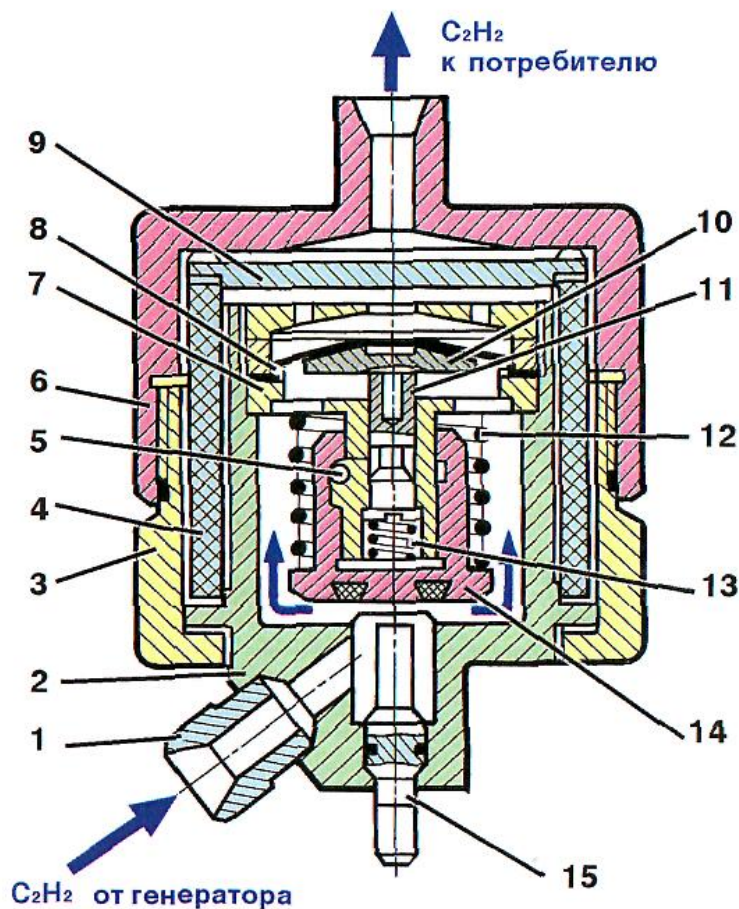
# ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ЗАТВОРЫ

## 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

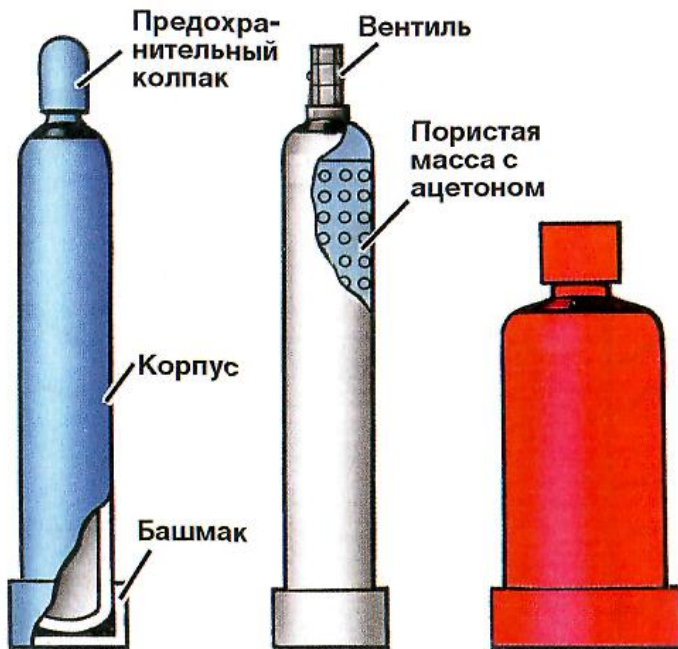


1. Штуцер
2. Внутренний корпус
3. Гайка нижняя наружного корпуса
4. Пламегасящий элемент
5. Фиксирующие шарики
6. Гайка верхняя наружного корпуса
7. Втулка
8. Мембрана
9. Пламеотбойник
10. Седло
11. Подвижной шток
- 12,13. Пружина
14. Отсечный клапан
15. Шток

## 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, дм <sup>3</sup>	40	40	55
Количество газа	6 м <sup>3</sup>	5,32 м <sup>3</sup>	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



СЕЧЕНИЕ РУКАВА

Вулканизированная резина

Тканевые прослойки (из льна)

d<sub>вн</sub> - 6,3; 8; 9; 10; 12; 12,5; 16 мм

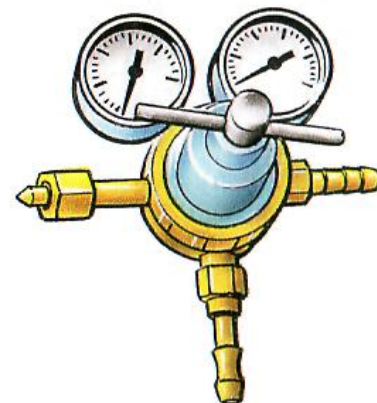
СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ НИППЕЛИ



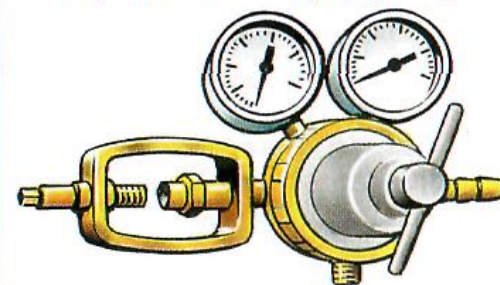
Стальной для ацетиленового рукава  
Латунный для кислородного

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

## Кислородный редуктор



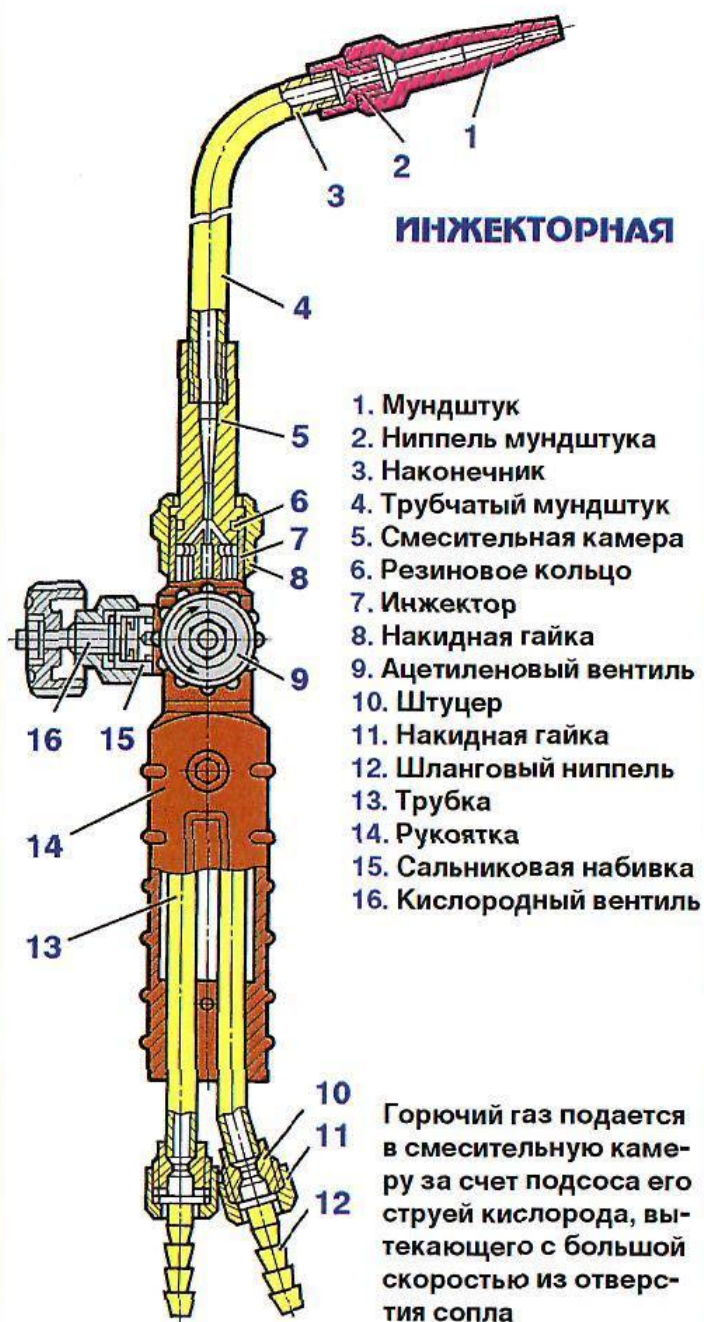
## Ацетиленовый редуктор



## Пропановый редуктор

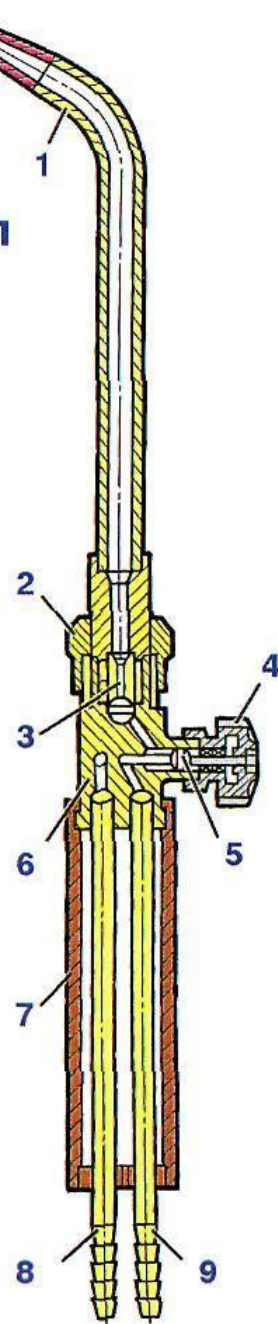


# ГАЗОВЫЕ ГОРЕЛКИ

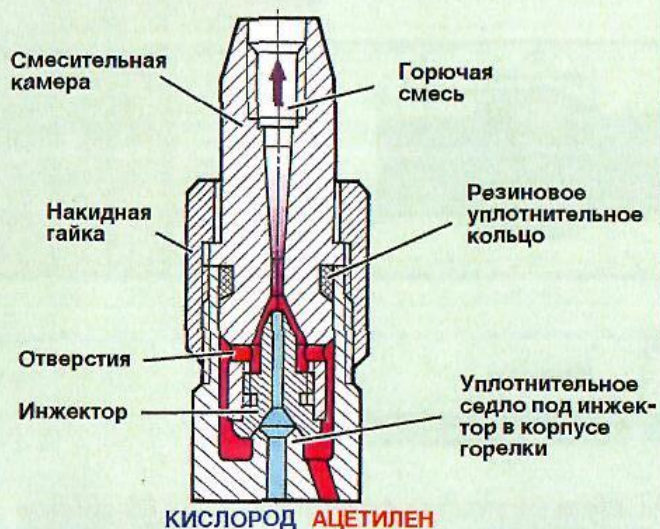


## БЕЗИНЖЕКТОРНАЯ

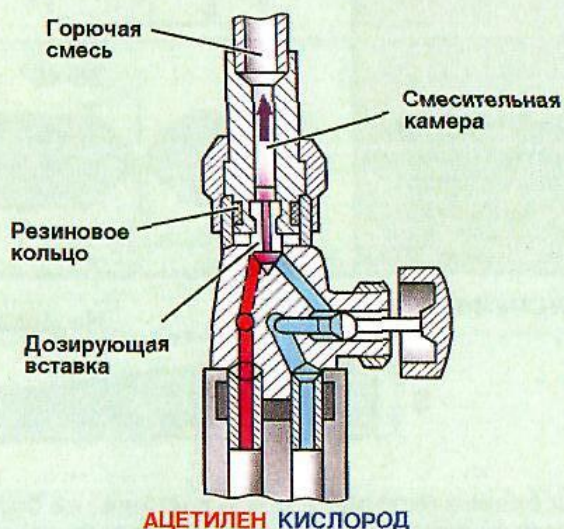
1. Наконечник
2. Накладная гайка
3. Дозирующие каналы
4. Вентиль
5. Игольчатый шпindelь
6. Корпус
7. Рукоятка
8. Кислородный ниппель
9. Ацетиленовый ниппель



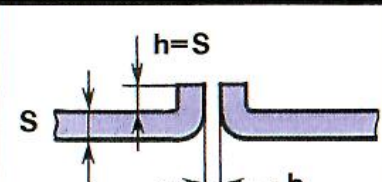
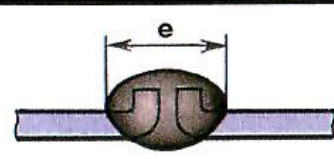
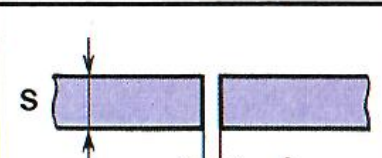
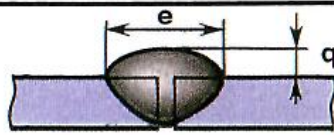
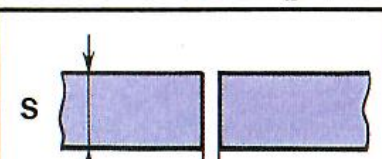
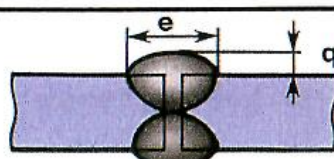
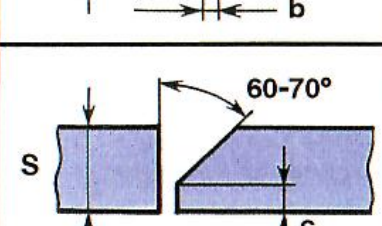
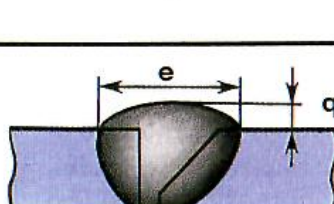
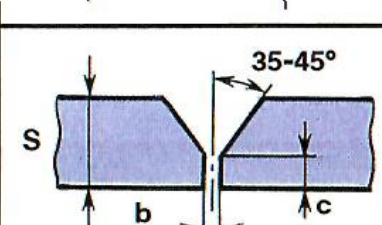
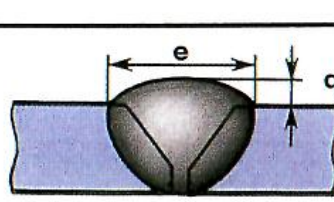
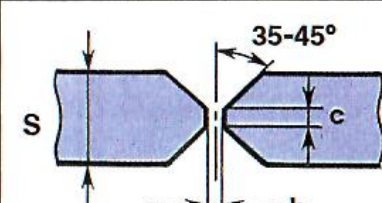
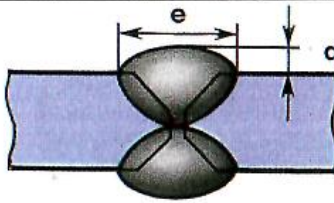
### ИНЖЕКТОРНОЕ УСТРОЙСТВО



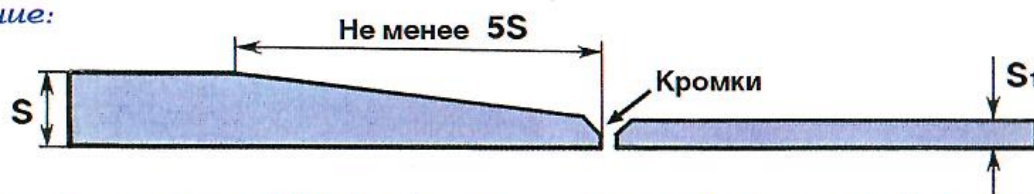
### УЗЕЛ СМЕШЕНИЯ ГАЗОВ



## КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОДГОТОВКИ КРОМОК И ШВОВ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Характер шва и форма кромок	Конструктивный элемент		Размеры, мм				
	кромки	шва	Толщина металла $S$	Притупление $c$	Зазор $b$	Ширина шва $e$	Выпуклость $a$
Односторонний с отбортовкой двух кромок			0,5-1	'	0-1	1-2	'
Односторонний без скоса кромок			1-3	'	0,5-2	5-7	1-1,5
Двусторонний без скоса кромок			3-6	'	1-2	6-8	1-2
Односторонний со скосом одной кромки			5-10	1-2	1,5-3	8-12	1-2,5
Односторонний со скосом двух кромок			6-15	1,5-3	2-4	12-20	1,5-2
Двусторонний с двумя скосами двух кромок			12-25	2-4	2-4	20-34	2-2,5

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

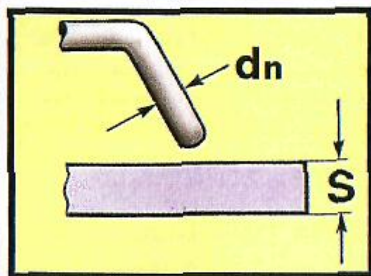
### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА ПЛАМЕНИ

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

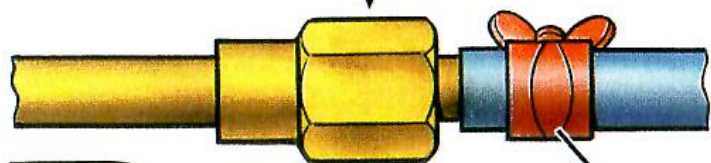
$$d_n = S/2 \text{ (мм)}$$

# ПРОВЕРКА ГОРЕЛКИ ПЕРЕД РАБОТОЙ

## ПРИСОЕДИНЕНИЕ ШЛАНГОВ

ПЕРЕД ПРИСОЕДИНЕНИЕМ К ГОРЕЛКЕ - ШЛАНГИ ПРОДУТЬ

Накидная гайка с правой резьбой



КИСЛОРОД

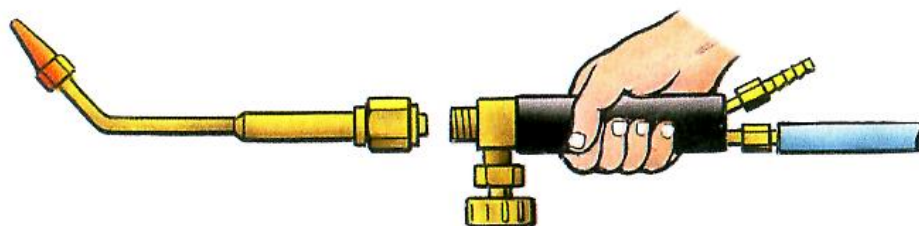


Накидная гайка с левой резьбой и проточкой на шестиграннике

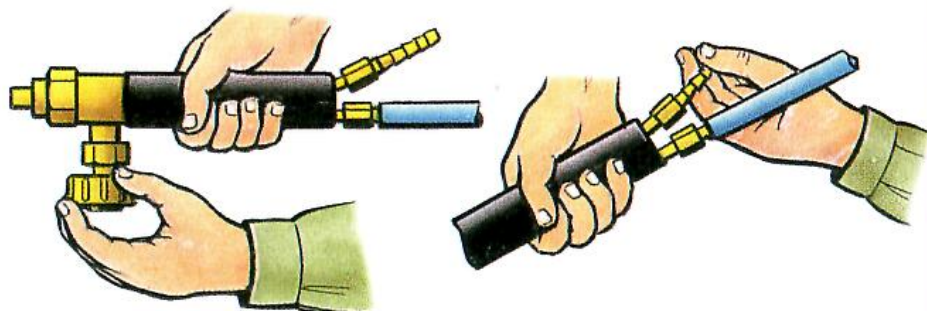
АЦЕТИЛЕН

- 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)

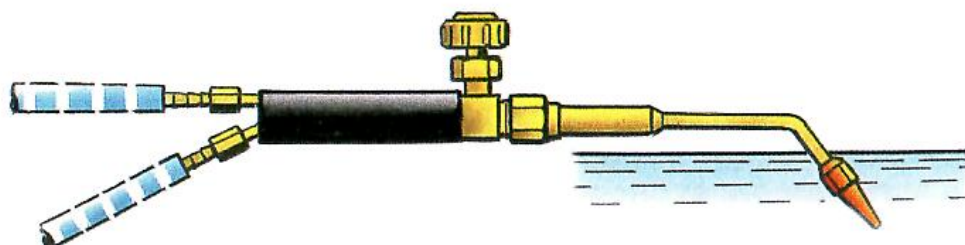


- Полностью открыть вентиль ацетилена, а затем кислорода
- Убедиться в наличии разрежения, поднеся большой палец к ниппелю ацетилена (палец должен присасываться)

ПРИ ОТСУТСТВИИ РАЗРЕЖЕНИЯ

1. Закрыть 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 мундштук. 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
- Мундштук 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<sup>2</sup> для кислорода и 1 кгс/см<sup>2</sup> для ацетилена) в соответствии с толщиной свариваемого металла. Закрыть вентили



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



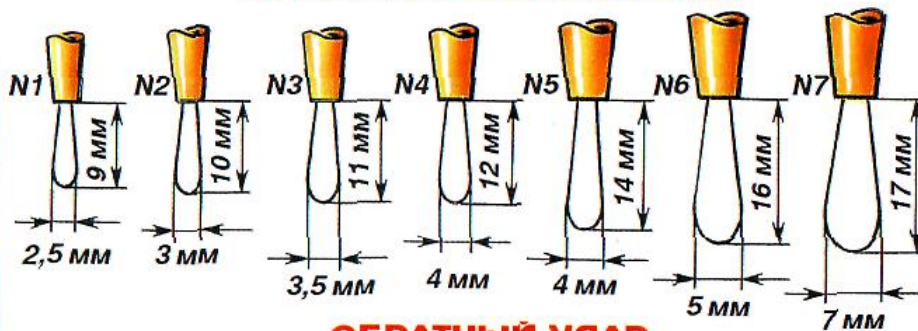
Поджечь горючую смесь. Пламя должно гореть устойчиво, не отрываясь от мундштука

**5** 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



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
<p>Бочкообразная форма сужающейся части канала</p>	Заменить мундштук (неустранимый дефект изготовителя)
<p>Несовпадение осей выходного канала (1) и диффузора (2)</p>	Развертывание диффузора конической разверткой
<p>Уменьшение длины выходного участка канала менее трех диаметров выходного отверстия</p> <p>не менее 3d</p> <p>d</p>	Заменить мундштук
<p>Мундштук сильно приближен к детали или засорен</p>	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:

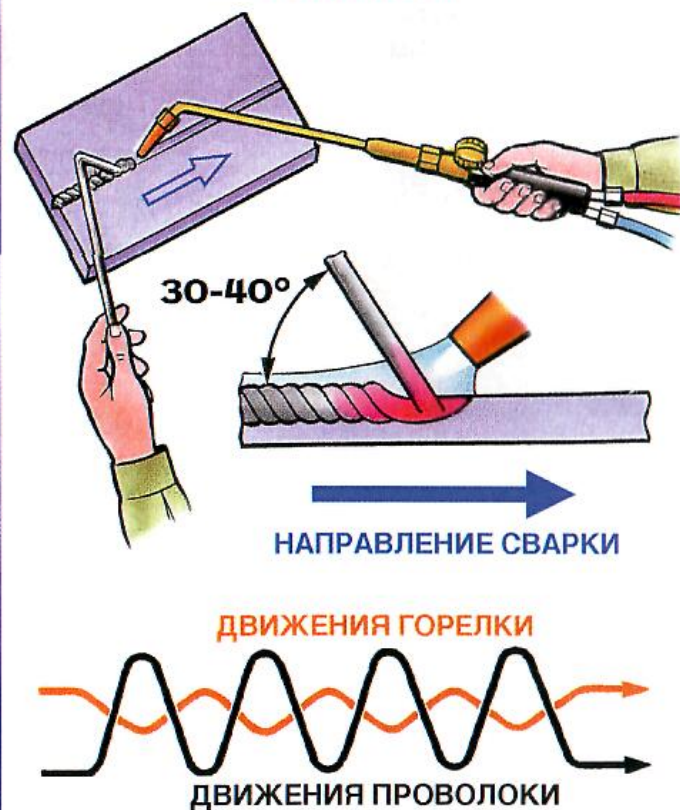
- затянута ли накидная гайка;
- достаточно ли давление кислорода;
- нет ли воды в шлангах;
- не перекручены ли (придавлены) шланги

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

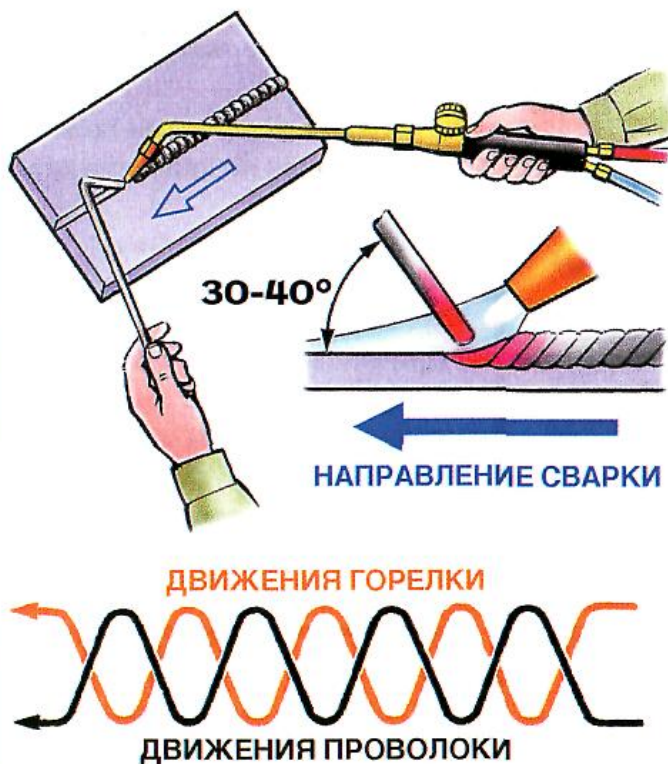
## СПОСОБЫ ГАЗОВОЙ СВАРКИ

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

## ПРАВЫЙ



## ЛЕВЫЙ



Угол разделки кромок можно уменьшить, особенно при больших толщинах

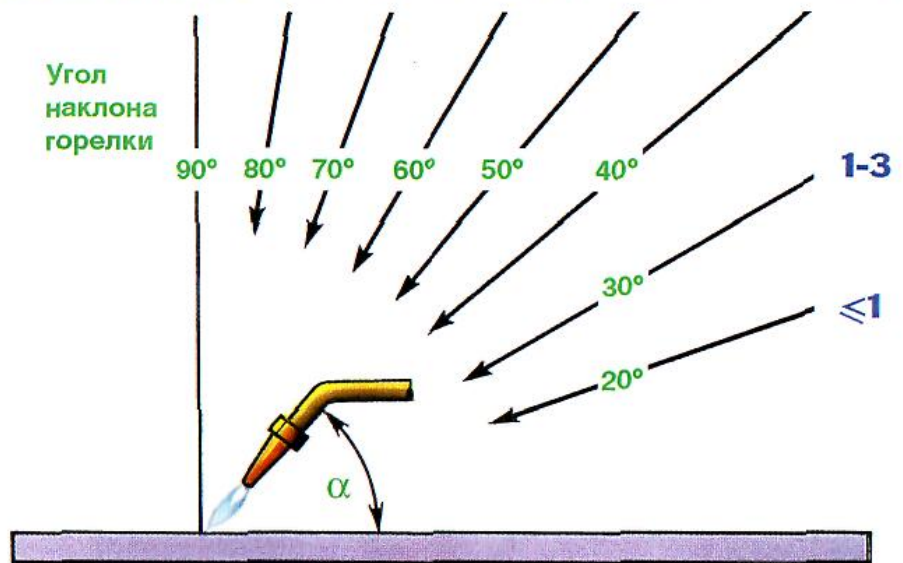
ПРИ ЛЕВОМ СПОСОБЕ горелку перемещают справа налево. Присадочная проволока находится **перед пламенем**, которое направлено на свариваемые кромки. Конец присадочной проволоки находится в восстановительной зоне. Этот способ применяют при сварке тонкостенных (до 3 мм) конструкций и при сварке легкоплавких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

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

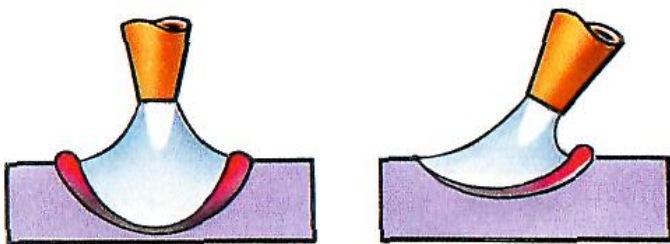
## ПОЛОЖЕНИЕ МУНДШТУКА ГОРЕЛКИ

ТОЛЩИНА СВАРИВАЕМОГО МЕТАЛЛА, мм  $\geq 15$  10-15 7-10 5-7 3-5

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



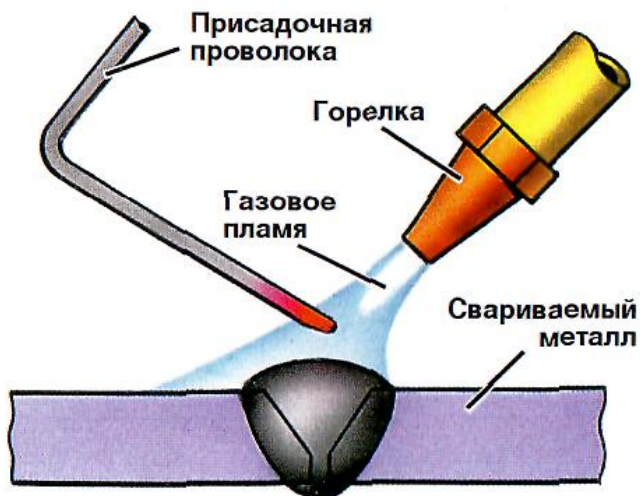
### Воздействие сварочного пламени на жидкий металл при различных положениях мундштука



Вертикальное

Наклонное

### Расположение горелки и присадка

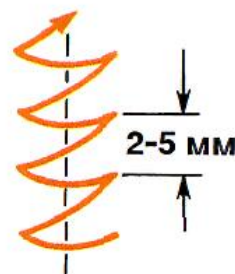


Пламя горелки направляют на свариваемый металл так, чтобы кромки находились в восстановительной зоне пламени на расстоянии 2-6 мм от конца ядра пламени (место максимальной температуры).  
Конец присадочной проволоки располагают в восстановительной зоне пламени или погружают в сварочную ванну

### СПОСОБЫ ДВИЖЕНИЯ ГОРЕЛКИ

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

#### Полумесяцем



Для сварки листов средних толщин

#### С задержкой пламени вдоль оси шва



Для сварки толсто-стенных конструкций

#### С незначительными колебаниями



При сварке тонко-листовой стали

#### Петлеобразно

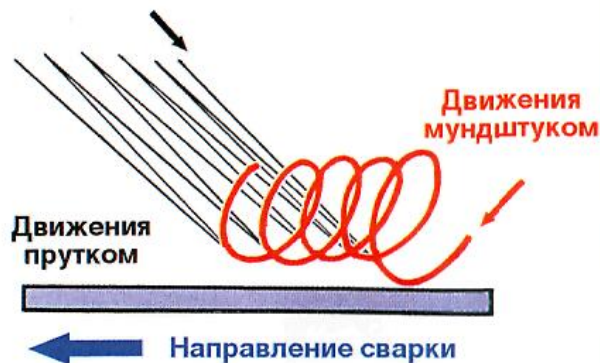
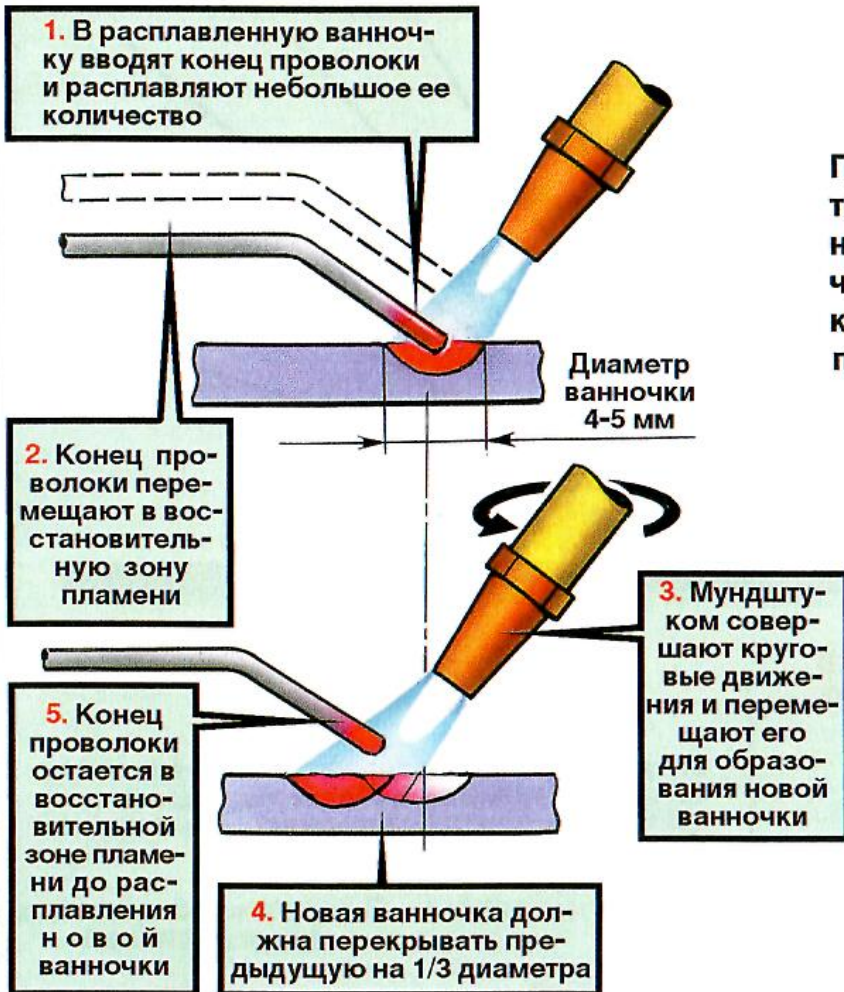


Для сварки листов средних толщин

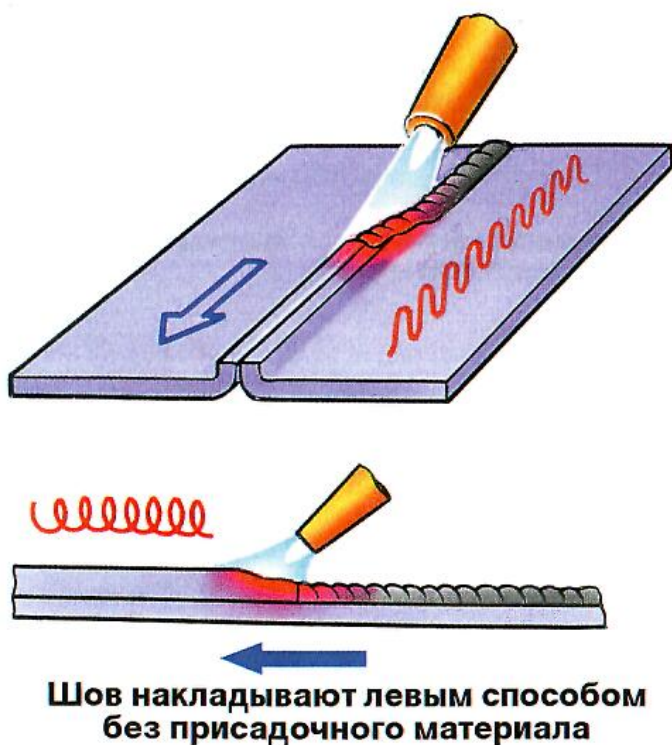
## СВАРКА В НИЖНЕМ ПОЛОЖЕНИИ

### СВАРКА ВАННОЧКАМИ

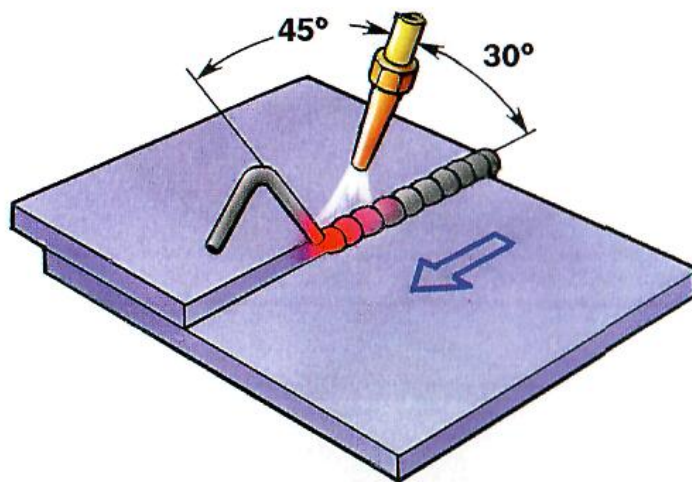
Применяют при сварке тонких листов и труб из низкоуглеродистых и низколегированных сталей облегченными швами, а также при сварке угловых и стыковых соединений при толщине деталей до 3 мм



### СВАРКА ПЛАСТИН С ОТБОРТОВКОЙ КРОМОК



### 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

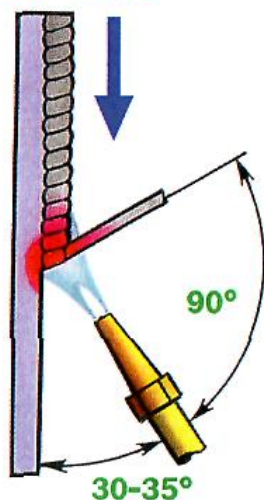
## ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ШВЫ

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

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

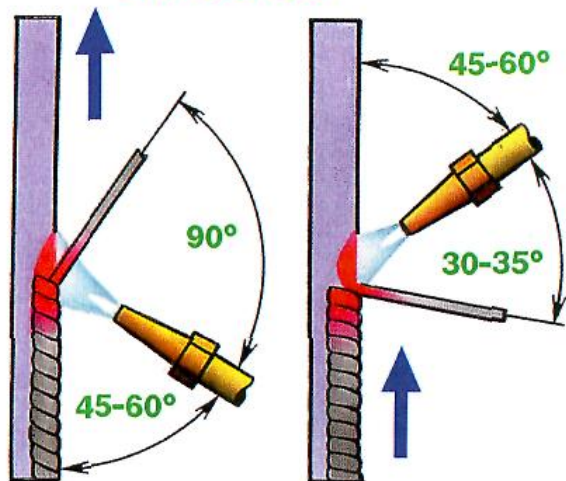
Объем сварочной ванны мал, поэтому металл удерживают от стекания давлением газов пламени или концом присадочной проволоки, погруженной в ванну

Сверху вниз



Правый

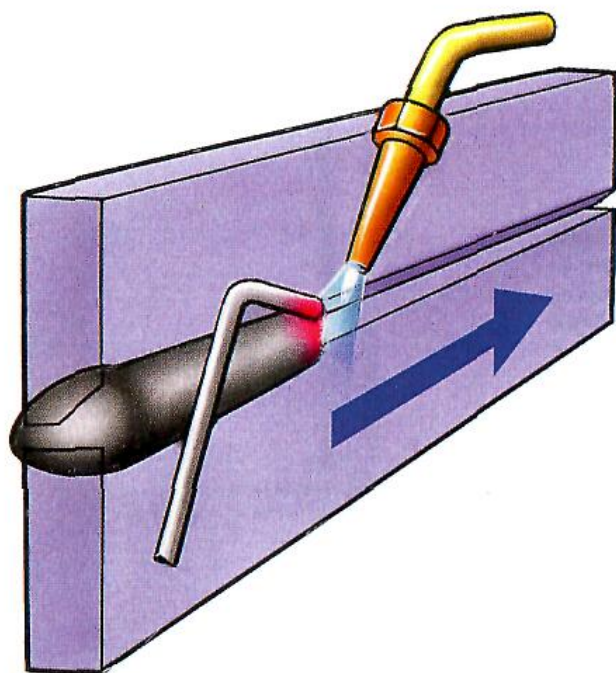
Снизу вверх



Левый

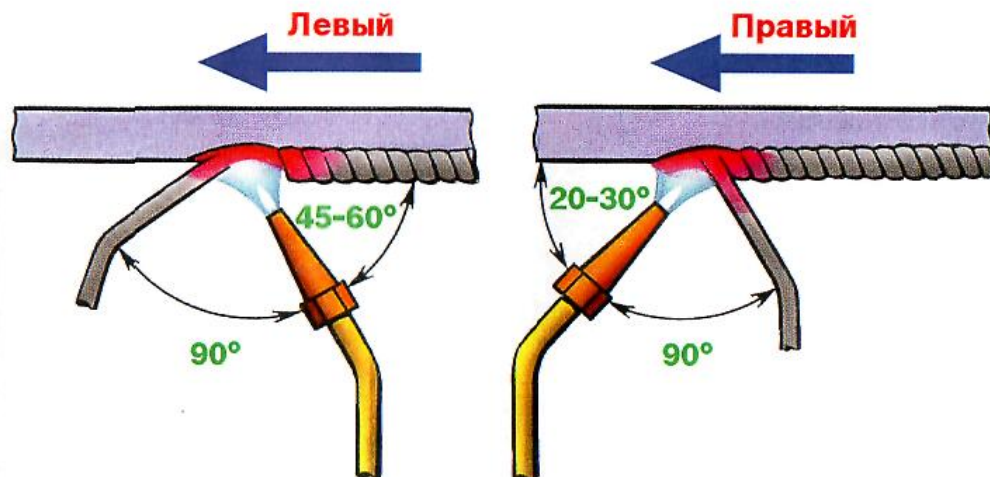
Правый

## 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

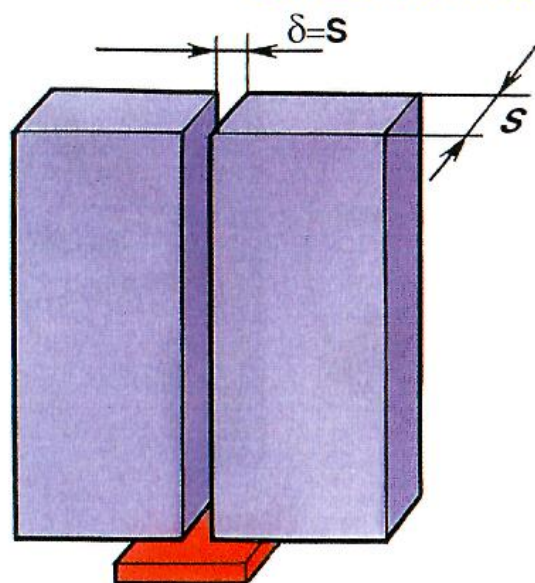
## ПОТОЛОЧНЫЕ ШВЫ



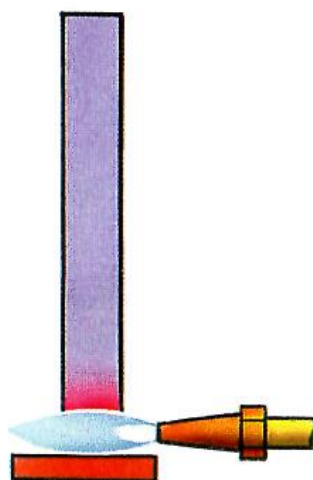
Кромки нагревают до начала оплавления и в этот момент в ванну вводят проволоку, конец которой быстро оплавляется. Металл удерживается от стекания вниз давлением газов пламени. Сварку выполняют **как левым, так и правым способом** в несколько слоев с минимальной толщиной каждого слоя. Шов лучше формируется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

# СВАРКА ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТЫКОВЫХ ШВОВ СКВОЗНЫМ ПРОПЛАВЛЕНИЕМ

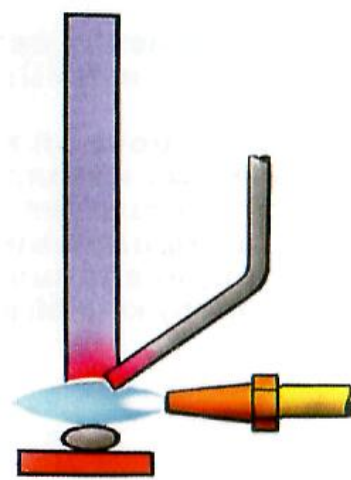
ТОЛЩИНА ЛИСТОВ ДО 6 ММ (ОДИН СВАРЩИК)



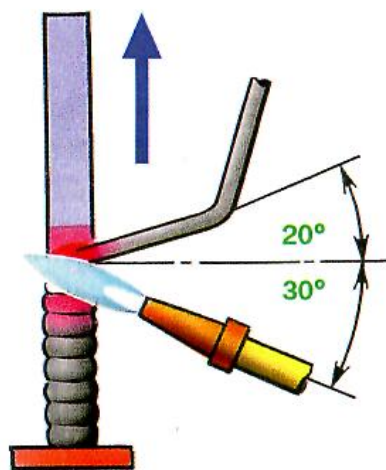
1. Пластины без скоса кромок закрепляют с зазором, равным толщине листа



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

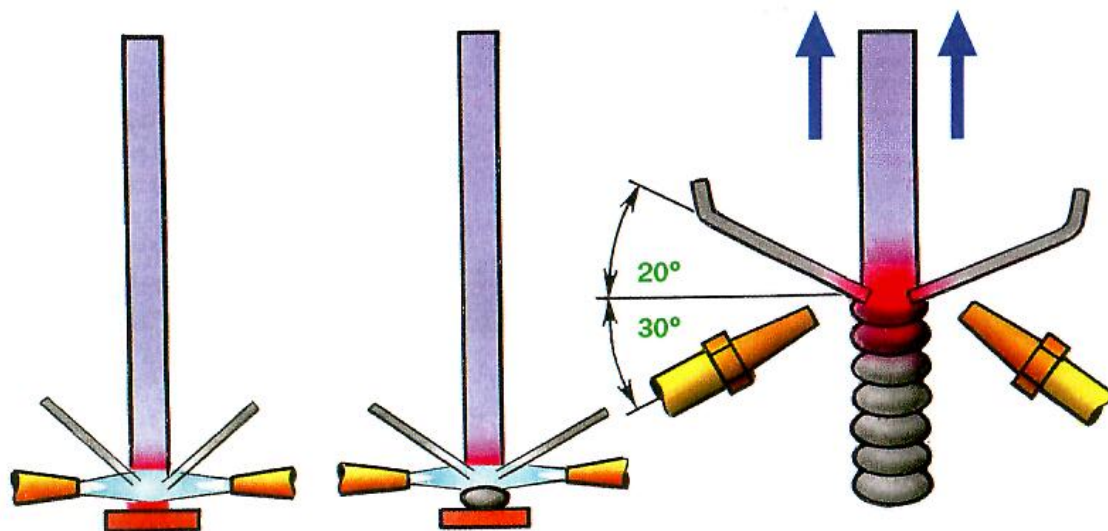
Направление сварки

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

Направление сварки

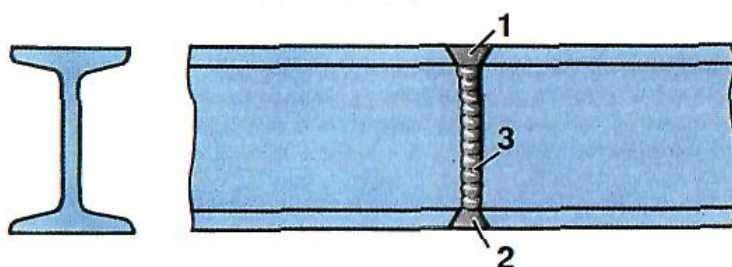
Движение проволоки без поперечных колебаний



Движения горелкой

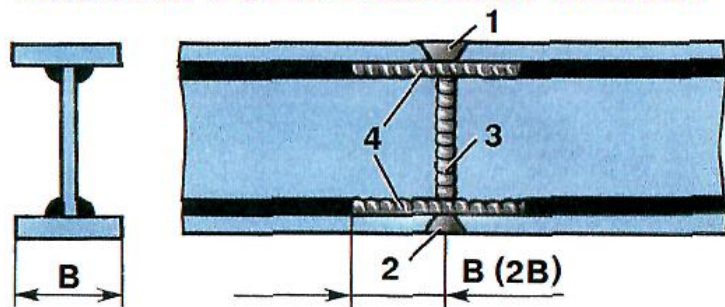
# СВАРКА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

## ПРОКАТНЫЕ БАЛКИ



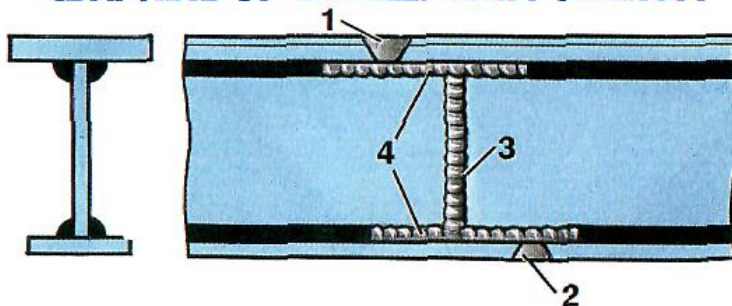
Монтажные стыковые швы выполняют сначала на толстом, а затем на тонком металле. Поэтому сначала накладывают швы полки (1 и 2), а затем - стенки (3)

### 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



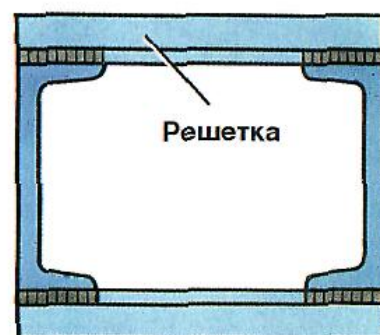
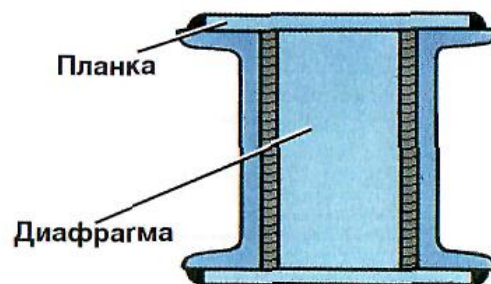
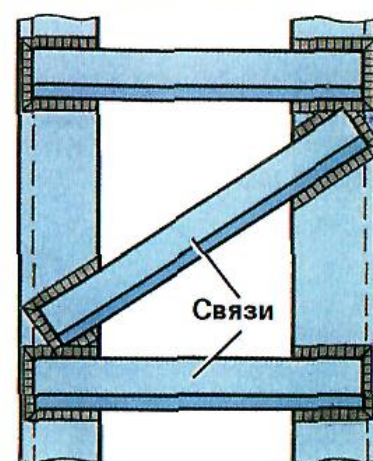
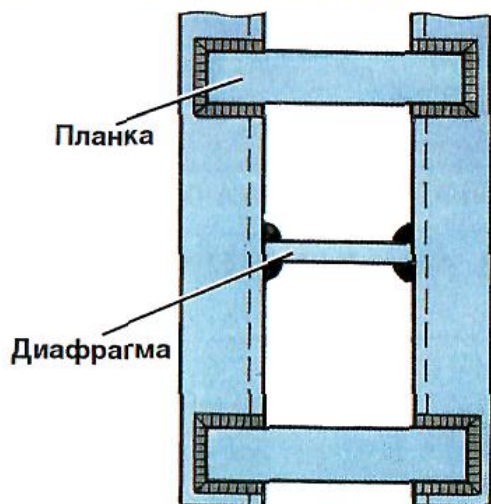
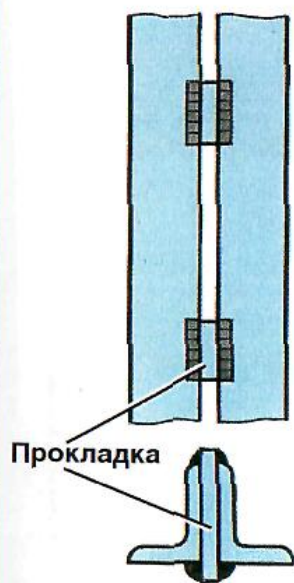
Если толщина полки разная, то вначале выполняют стыковой шов полки с большей толщиной (1), а затем с меньшей (2). Желательно, чтобы угловые швы (4) накладывали одновременно два сварщика от концов к середине монтажного стыка

## СТОЙКИ

### МАЛОМОШНАЯ

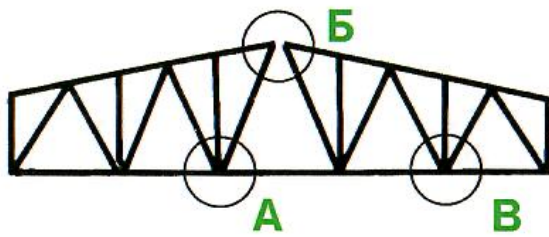
### СРЕДНЕЙ МОШНОСТИ

### ВЫСОКОЙ МОШНОСТИ



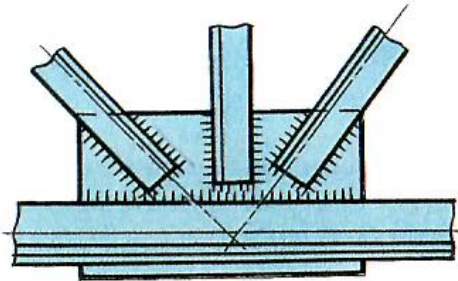
# СВАРКА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ

## ФЕРМЫ

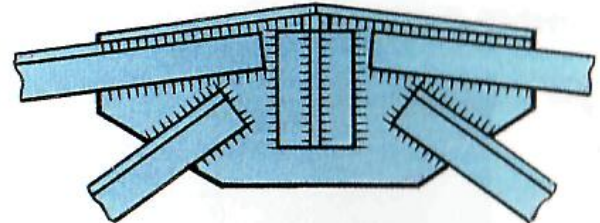


Узлы фермы сваривают последовательно - от середины фермы к опорным узлам. Сначала выполняют стыковые, а затем угловые швы. Если швы разного сечения, то вначале накладывают швы с большим сечением, а затем с меньшим

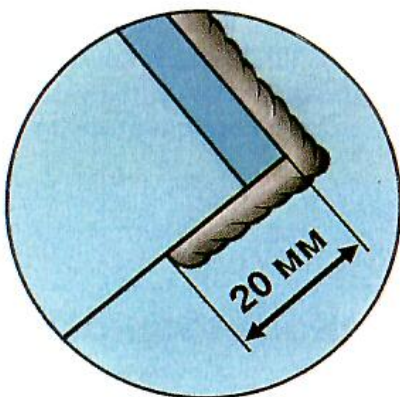
А, В



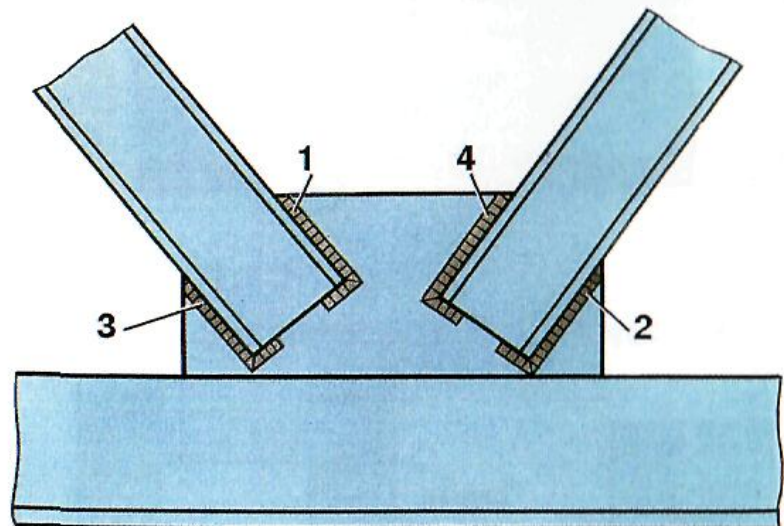
Б



Каждый элемент при сборке прихватывают швом длиной 30-40 мм. Ближко 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



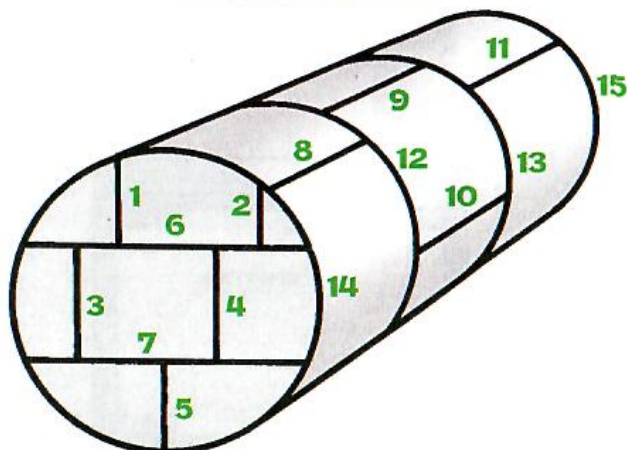
Конец продольного шва выводят на торец привариваемого элемента на длину 20 мм



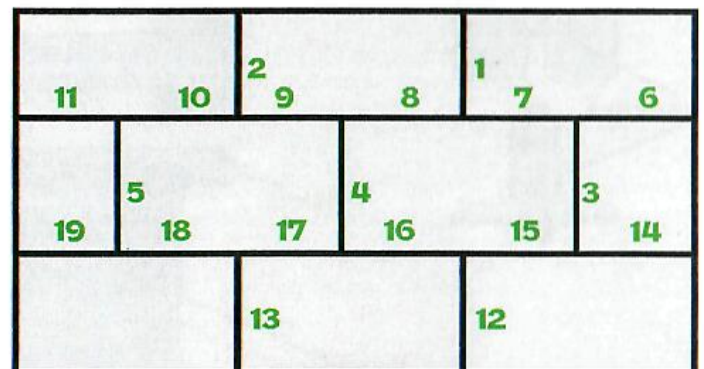
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ШВОВ

## ЛИСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

### РЕЗЕРВУАР



### НАСТИЛ



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ШВОВ



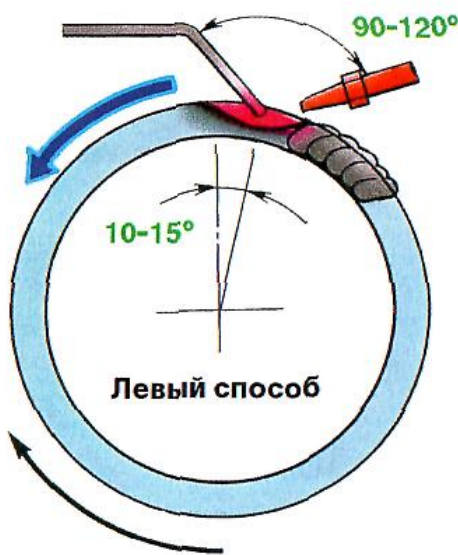
# ГАЗОВАЯ СВАРКА ТРУБОПРОВОДОВ

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

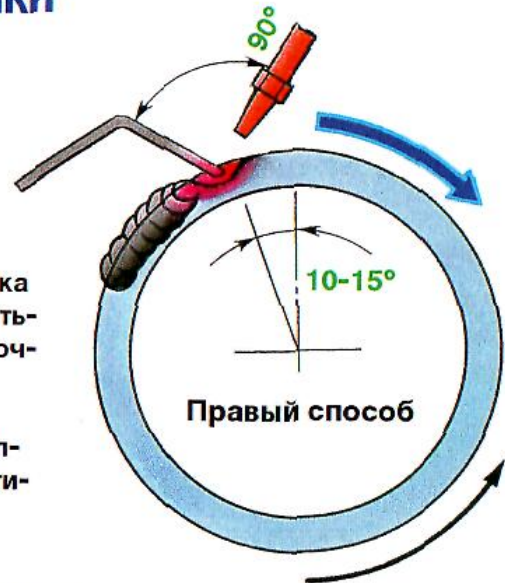
- Трубы  $\varnothing$  14-48 мм с толщиной стенки до 3 мм сваривают **левым способом**

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

## ПОВОРОТНЫЕ СТЫКИ



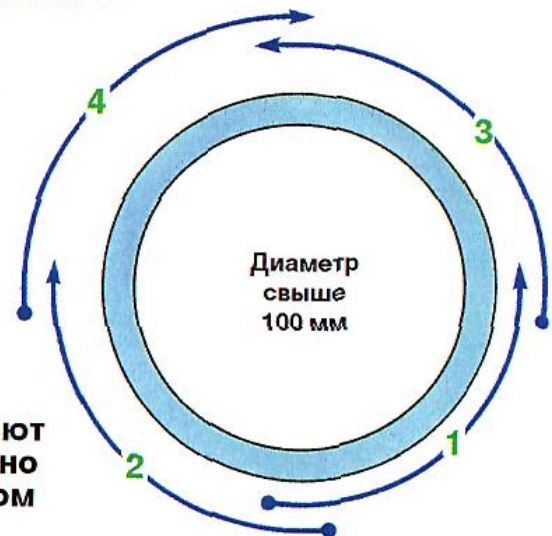
- Сварочная ванночка должна располагаться ниже верхней точки трубы
- В конце шва выполняют соединение типа "замок"



## НЕПОВОРОТНЫЕ СТЫКИ



- Начало шва
- Окончание шва

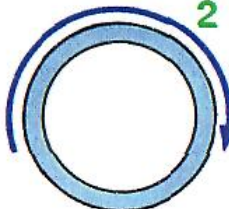
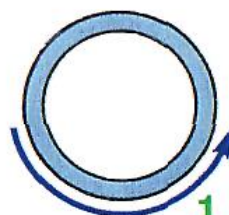
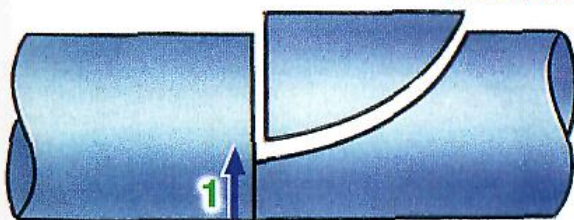


- Во время сварки одного стыка не допускаются перерывы в работе

- Присадочный пруток располагают более полого к изделию

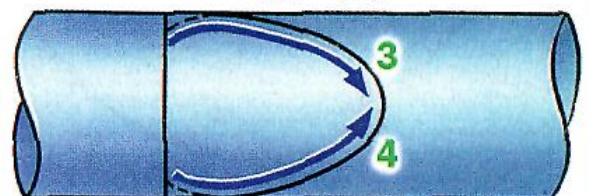
- По окончании сварки пламя горелки отводят от расплавленного металла постепенно

## 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

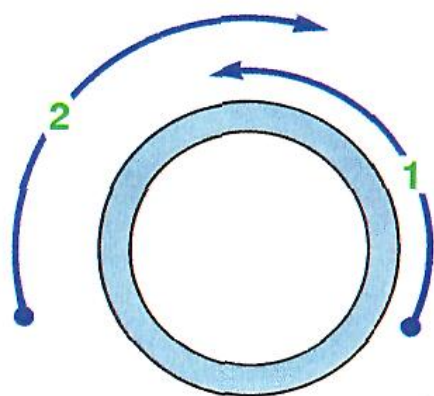
- Диаметр труб от 50 до 1200 мм. Толщина стенки от 2,5 мм до 25 и более

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						

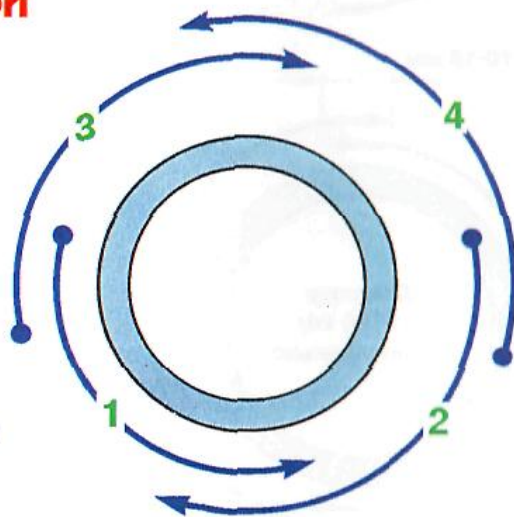
- После каждого прохода обязательно зачищают поверхность предыдущего шва от шлака
- Стыки труб диаметром 219 мм и более сваривают одновременно два сварщика
- Ширина шва должна перекрывать ширину разделки на 1,5-2 мм в каждую сторону
- Стыки труб диаметром 219 мм и менее независимо от толщины стенки выполняет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

### СВАРКА ТРУБ С ПОВОРОТОМ НА 180°

#### ПЕРВЫЙ СЛОЙ



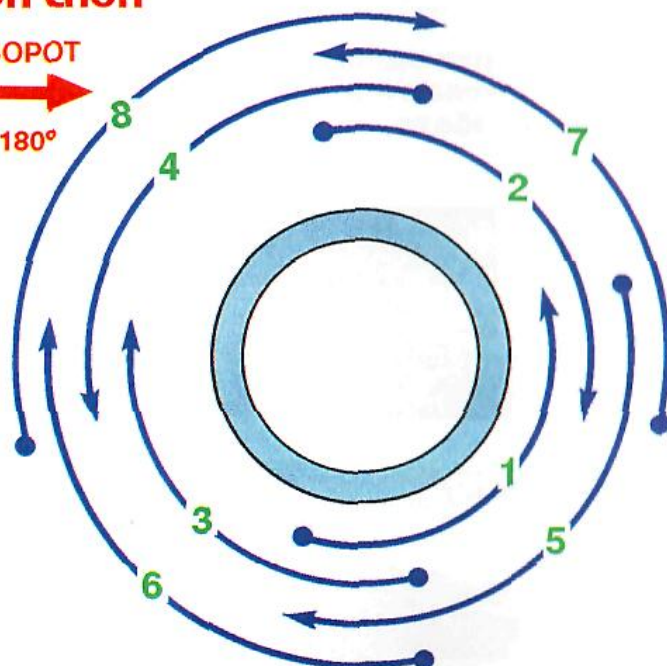
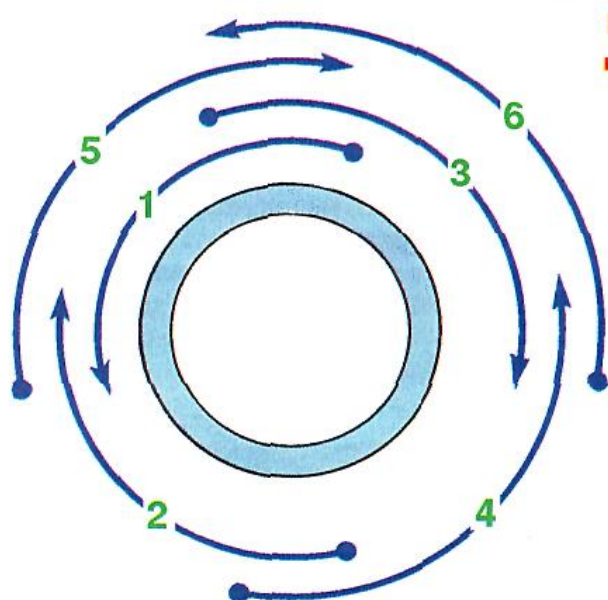
ПОВОРОТ  
→  
НА 180°



● Начало шва  
→ Окончание шва

#### ВТОРОЙ СЛОЙ

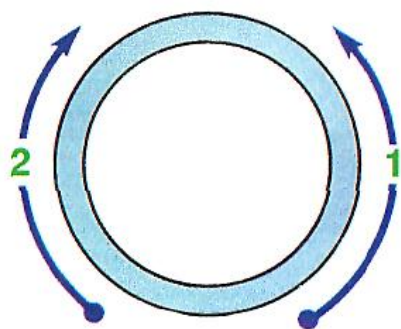
ПОВОРОТ  
→  
НА 180°



# ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ СВАРКА ТРУБОПРОВОДОВ

## СВАРКА ТРУБ С ПОВОРОТОМ НА 90°

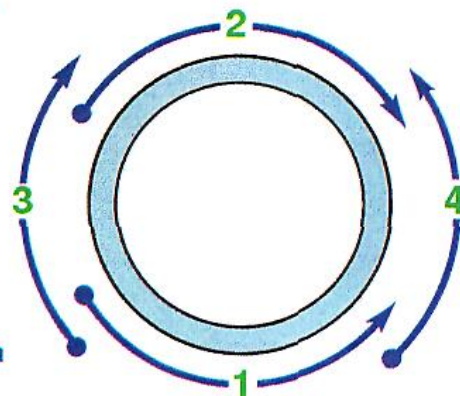
### ПЕРВЫЙ СЛОЙ



ПОВОРОТ



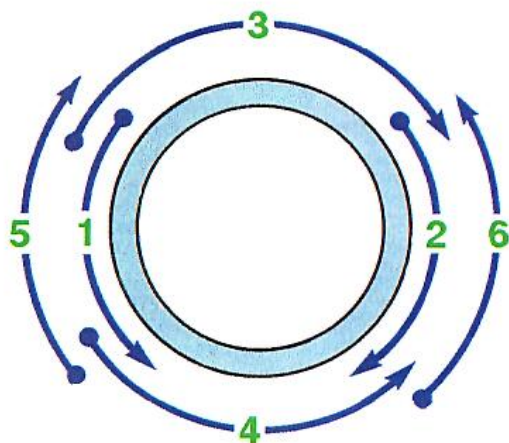
НА 90°



● Начало шва

→ Окончание шва

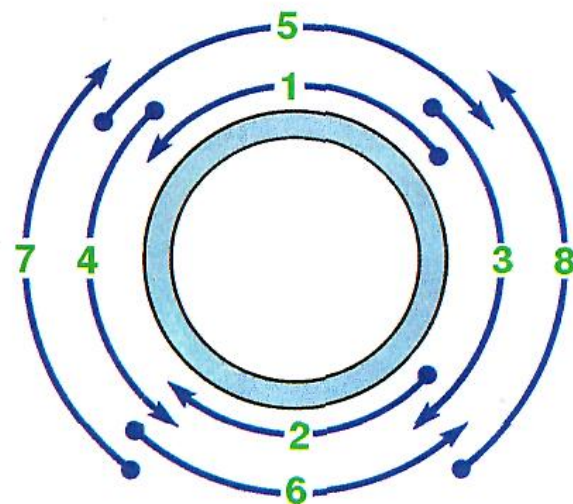
### ВТОРОЙ СЛОЙ



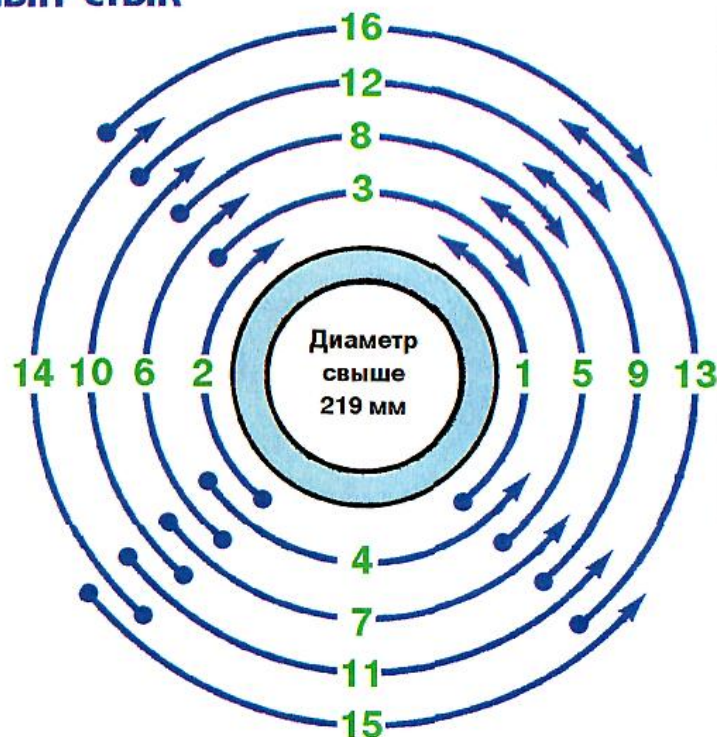
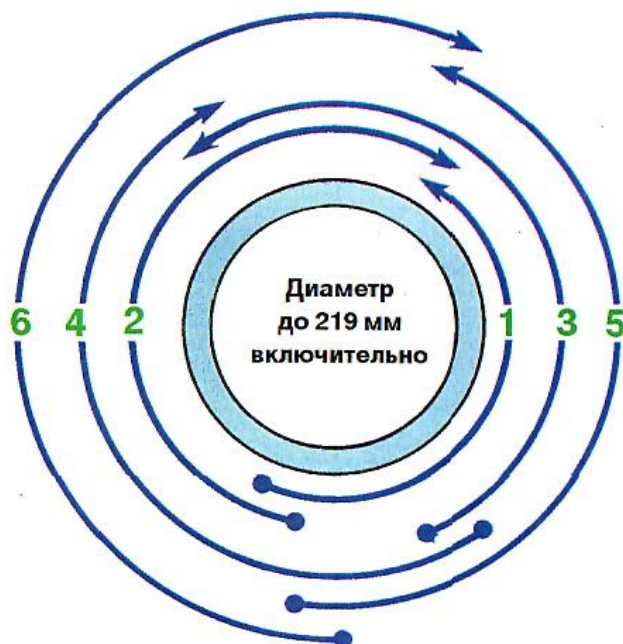
ПОВОРОТ



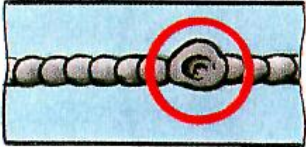
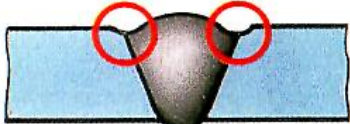

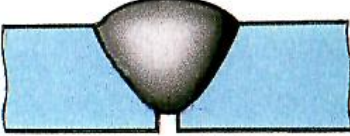

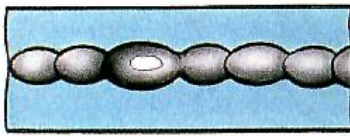
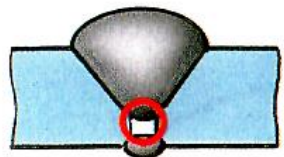





НА 90°



### НЕПОВОРОТНЫЙ СТЫК



## ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ ШВОВ

НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИЧИНА	НАИМЕНОВАНИЕ	ПРИЧИНА
<b>КРАТЕРЫ</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Обрыв дуги</li> <li>- Неправильное выполнение конечного участка шва</li> </ul>	<b>ПОДРЕЗЫ</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Большой сварочный ток</li> <li>- Длинная дуга</li> <li>- При сварке угловых швов - смещение электрода в сторону вертикальной стенки</li> </ul>
<b>ПОРЫ</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Быстрое охлаждение шва</li> <li>- Загрязнение кромок маслом, ржавчиной и т.п.</li> <li>- Непросушенные электроды</li> <li>- Высокая скорость сварки</li> </ul>	<b>НЕПРОВАР</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Малый угол скоса вертикальных кромок</li> <li>- Малый зазор между ними</li> <li>- Загрязнение кромок</li> <li>- Недостаточный сварочный ток</li> <li>- Завышенная скорость сварки</li> </ul>
<b>ВКЛЮЧЕНИЯ ШЛАКА</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Грязь на кромках</li> <li>- Малый сварочный ток</li> <li>- Большая скорость сварки</li> </ul>	<b>ПРОЖОГ</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Большой ток при малой скорости сварки</li> <li>- Большой зазор между кромками</li> <li>- Под свариваемый шов плохо поджата флюсовая подушка или медная подкладка</li> </ul>
<b>НЕСПЛАВЛЕНИЯ</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Плохая зачистка кромок</li> <li>- Большая длина дуги</li> <li>- Недостаточный сварочный ток</li> <li>- Большая скорость сварки</li> </ul>	<b>НЕРАВНОМЕРНАЯ ФОРМА ШВА</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Неустойчивый режим сварки</li> <li>- Неточное направление электрода</li> </ul>
<b>НАПЛЫВ</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Большой сварочный ток</li> <li>- Неправильный наклон электрода</li> <li>- Излишне длинная дуга</li> </ul>	<b>ТРЕЩИНЫ</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Резкое охлаждение конструкции</li> <li>- Высокие напряжения в жестко закрепленных конструкциях</li> <li>- Повышенное содержание серы или фосфора</li> </ul>
<b>СВИЦЫ</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Низкая пластичность металла шва</li> <li>- Образование закалочных структур</li> <li>- Напряжение от неравномерного нагрева</li> </ul>	<b>ПЕРЕГРЕВ (ПЕРЕЖОГ) МЕТАЛЛА</b> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Чрезмерный нагрев околошовной зоны</li> <li>- Неправильный выбор тепловой мощности</li> <li>- Завышенные значения мощности пламени или сварочного тока</li> </ul>