

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Гречко Александр Михайлович
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"

Технология сварки.

Кратко из истории.

Простейшие приемы сварки были известны в 8-7 тысячелетии до н.э.

В основном сваривались изделия из меди, которые предварительно подогревались, а затем сдавливались.

При изготовлении изделий из меди, бронзы, свинца, благородных металлов применялась т.н. литейная сварка. Соединяемые детали устанавливали в специальные формы, подогревали и место соединения заливали заранее приготовленным расплавленным металлом.

Изделия из железа и его сплавов получали их нагревом до т.н. "сварочного жара" в кузнечных горнах с последующей проковкой. Этот способ известен под названием горновая, или кузнечная сварка.



Технология сварки.

Сварка кузнечным способом были актуальны и активно развивались вплоть до начала XIX века. Яркими примерами проявления сварки тех времен в архитектуре могут служить: купол Храма Рок (Dome of the Rock) (г. Иерусалим, Израиль), и аркады Дворца Дожей (Palazzo Ducale) (г.Венеция, Италия)

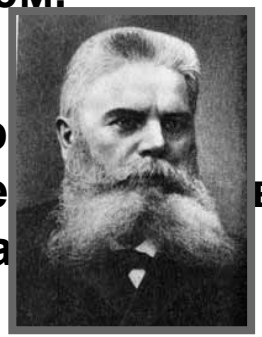




Литейная и кузнечная сварка были распространены вплоть до конца 19 века. Толчком к появлению принципиально новых способов соединения металлов явилось открытие, которое произошло в 1802 г.

Технология сварки.

**Сварка как явление была открыта в 1802 г. русским академиком –
Петровым Василием Владимировичем.**







**Он открыл такой эффект, что, при пр
угольных стержня электричества, ме
электрическая дуга высокой темпера**

Этот же ученый предположил возможность применения этой температуры для сплавления металлов.

И только через 80 лет в конце XX в. благодаря двум ученым Николаю Николаевичу Бенардосу и Николаю Гавриловичу Славянову была впервые в мире предложена дуговая сварка электродом, а спустя несколько лет, Славянов Н.Г. заменил угольные электроды металлическими (расплавляющимися в процессе сварки).

Во всем мире уже более 120 лет пользуются точечной и роликовой контактной сваркой, разработанной Бенардосом Н.Н.

В XXI в. эти способы сварки усовершенствованы, но принцип работы сварки остался тот же, что и в конце XIX в.

Технология сварки.

В начале XX века дуговая электросварка постепенно стала ведущим промышленным способом соединения металлов.

К началу XX века относятся и первые попытки применения для сварки и резания горючих газов в смеси с кислородом.

Первую ацетиленокислородную сварочную горелку (1903-1904 гг). сконструировали французские инженеры Эдмон Фуше и Шарль Пикар, на которую получили патент в Германии.

Они разработали и использовали на практике газосварочную горелку, которая позволила получить температуру газового пламени 3150°С. С этого времени началась эра газовой сварки ацетиленокислородным пламенем.

В России этот способ стал известен приблизительно в 1905 г., но получил распространение после 1911 г. Процесс дуговой сварки совершенствовался, появились ее разновидности: под флюсом, в среде защитных газов и т.п.

Во второй половине XX века для сварки начали использовать другие виды энергии: плазму, электронный, фотонный и лазерный лучи, взрыв, ультразвук и т.п.

Технология сварки.

Сварка металлов – это технологический процесс получения целостного соединения деталей (как правило металлов) в результате процесса их нагрева, пластического деформирования, или объединенного действия и того и другого.



В результате сварки создаются новые межатомные связи.

Межатомные связи между частями заготовок могут быть получены разными способами:

1) в результате совместной кристаллизации после расплавления определенных зон соединяемых частей;

2) за счет местной пластической деформации;

3) при взаимной диффузии атомов соединяемых частей.

Технология сварки.

Физическая сущность процесса сварки заключается в образовании связей между атомами на соединяемых поверхностях.

Для получения сварного соединения требуется сблизить соединяемые поверхности и увеличить энергию атомов нагревом либо давлением.

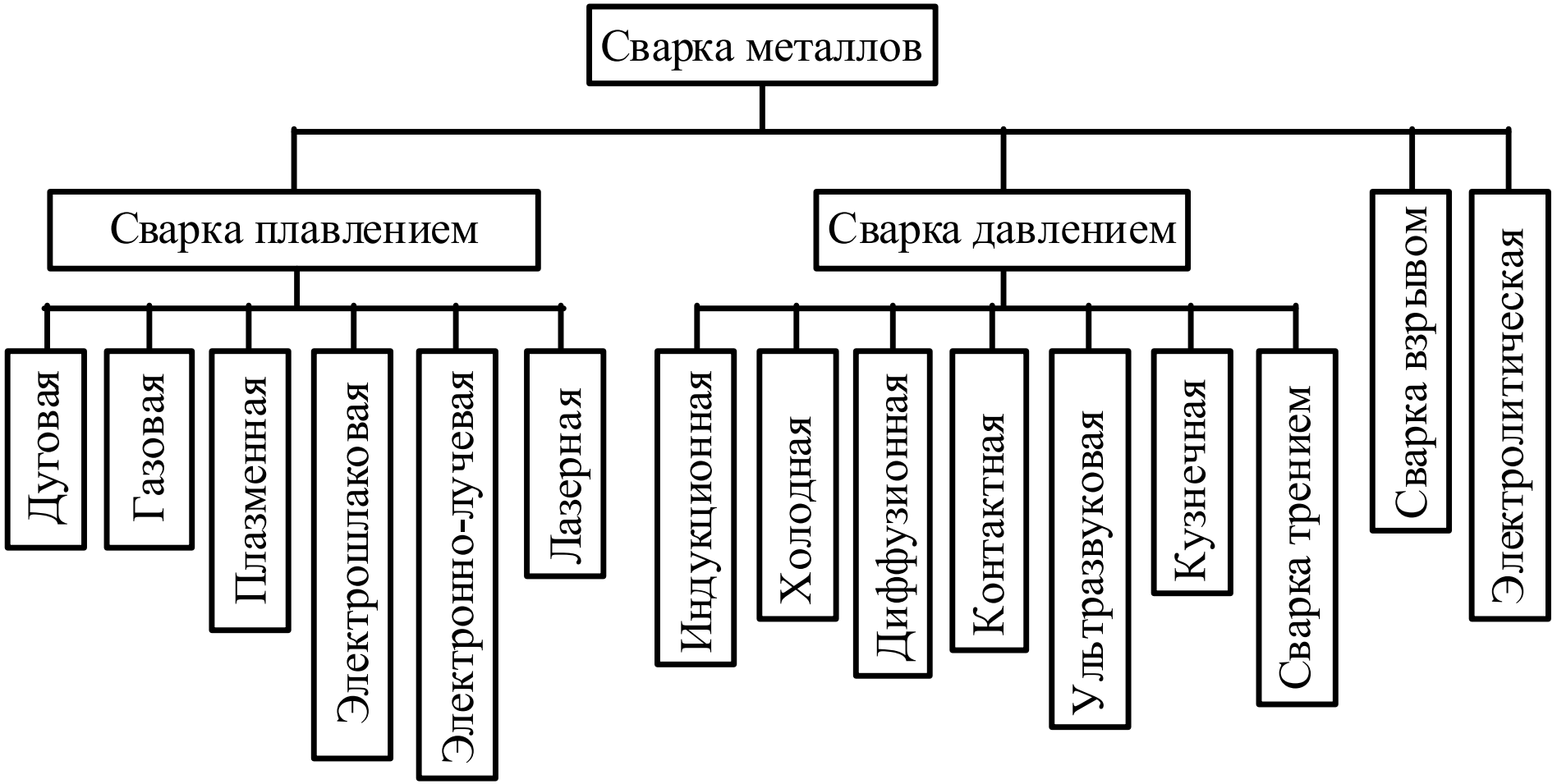
Соответственно, существует два основных класса сварочных процессов:

- ✓ **сварка плавлением;**
- ✓ **сварка давлением.**





Основные виды сварки.



Основные виды сварки.

СВАРКА

Сварка плавлением

1. Дуговая сварка:

а) в зависимости от наличия защитной среды:

- **сварка под слоем флюса;**
- **сварка в защитном газе.**

б) в зависимости от степени механизации процесса:

- **ручная;**
- **полуавтоматическая;**
- **автоматическая.**

Сварка давлением

1. Контактная сварка:

- **стыковая;**
- **точечная;**
- **шовная (роликовая).**

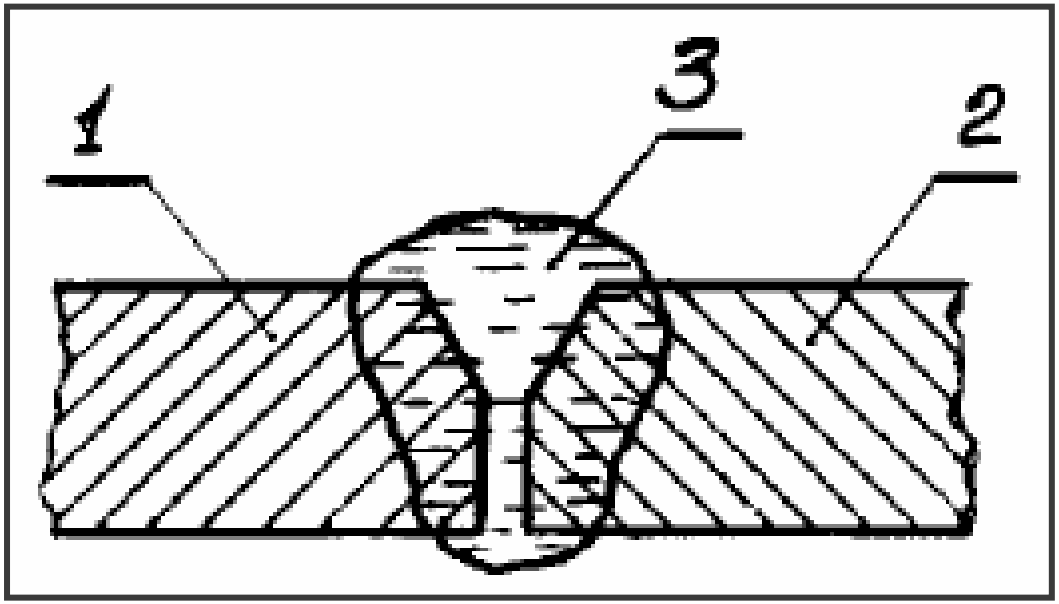
Технология сварки.

При сварке плавлением происходит расплавление кромок соединяемых деталей, а иногда и присадочного материала (электрода) для заполнения шва между деталями.

Для этого область шва разогревают примерно до 2000°С.

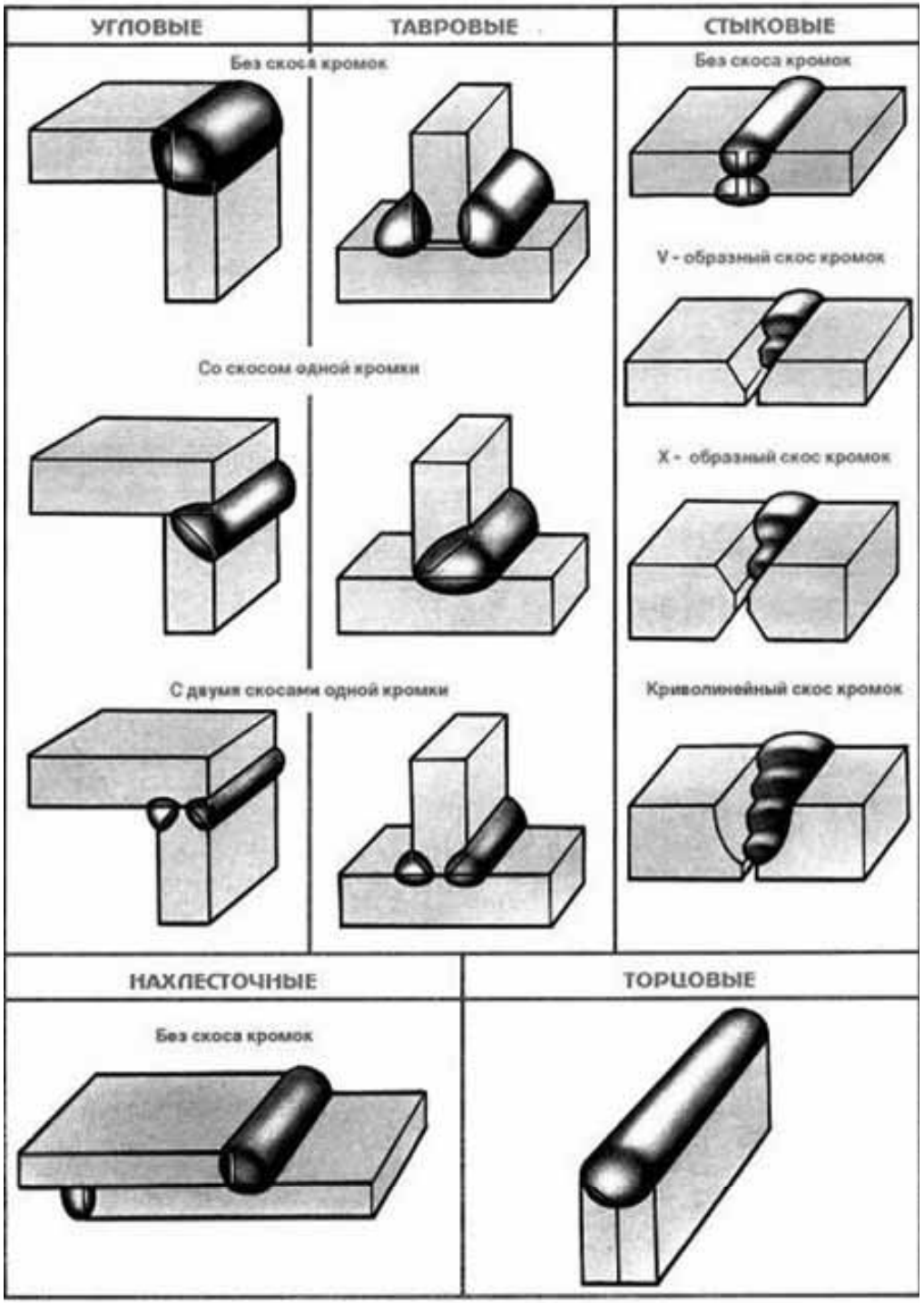
Возникающая область жидкого металла называется сварочной ванной.

Остывая, металл образует сварочный шов.



1, 2 - свариваемые детали;

3 - сварочная ванна (после остывания - сварочный шов).



Основные типы сварных соединений

ГОСТ 5264-80 "Ручная дуговая сварка. Соединения сварные".

- по форме:

- угловые

- тавровые

- стыковые

- нахлесточные

- торцовые

- по типам скосов:

- без скоса кромок

- со скосом одной кромки

- с двумя скосами одной кромки

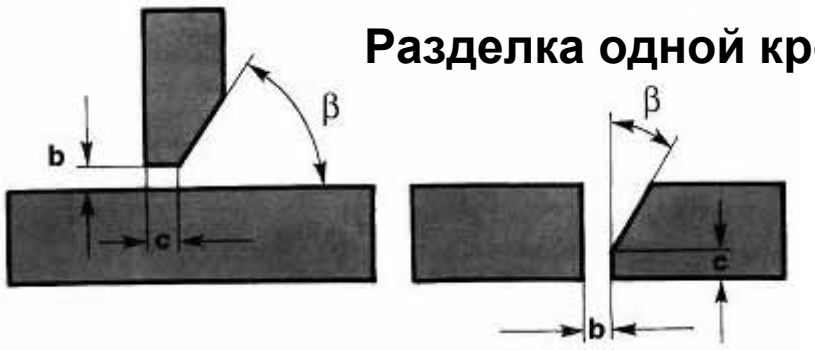
- V-образный скос кромки

- X-образный скос кромки

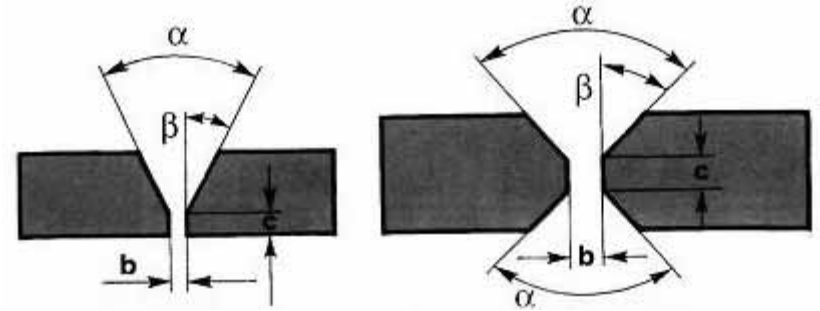
- U-образный скос кромки

- криволинейный скос кромки

Разделка одной кромки



Разделка двух кромок



V-образная **X-образная** **U-образная**

α - угол разделки кромок (60-90°)

β - угол скоса кромки (30-50°)

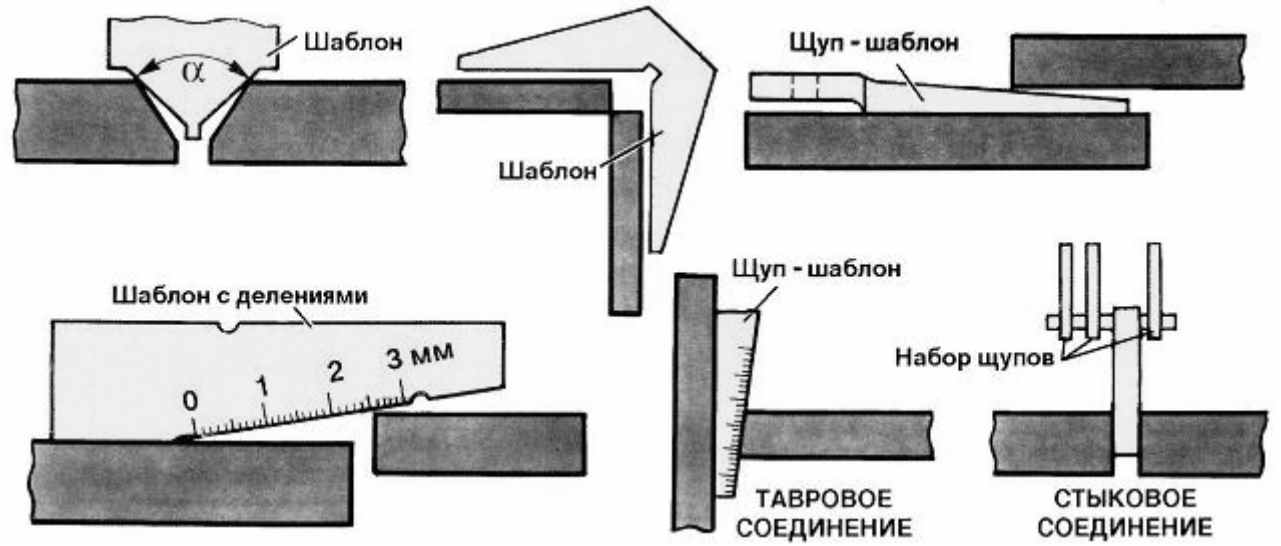
b – зазор (1-4 мм) в зависимости от толщины свариваемого металла

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

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

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

Сборка под сварку 13

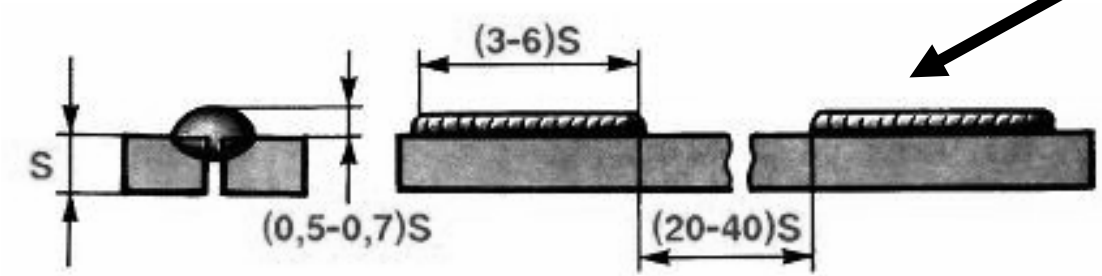


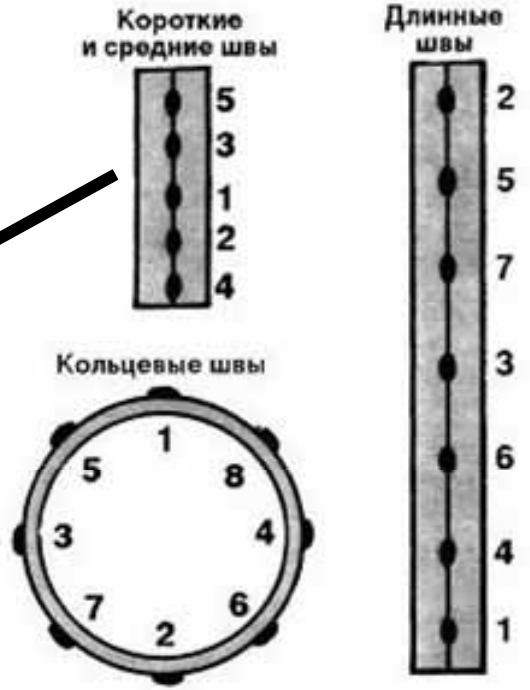
Подготовленные детали собирают под сварку.

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 специальных приспособлениях (кондукторах, кантователях, на стеллажах) или с использованием прихваток (коротких швов).





Кантователь сварочный (ГОСТ 30295-96) – предназначенные для поворота свариваемого изделия вокруг горизонтальной оси в удобное для сварки положение при полуавтоматической и ручной дуговой сварке.

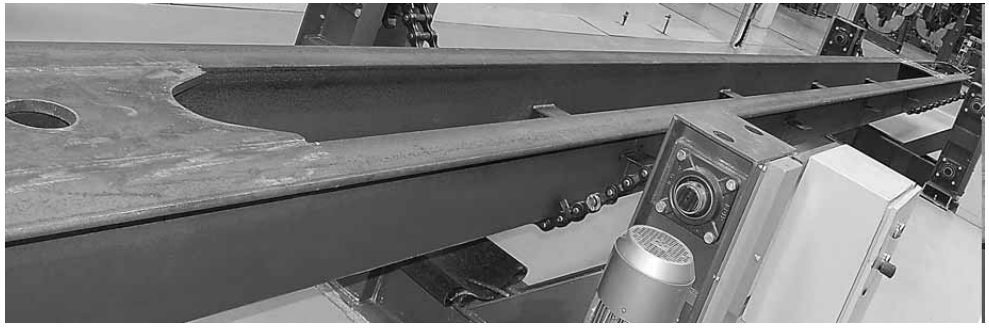
Кантователи применяют для поворота изделия вокруг горизонтальной оси при сборочных и других операциях, предшествующих сварке, а также при зачистке сварных швов и других отделочных операциях (очистка, отделка), при осуществлении которых изделие необходимо периодически поворачивать на определенный угол в удобное для обработки положение и перемещать его с одной позиции на другую.



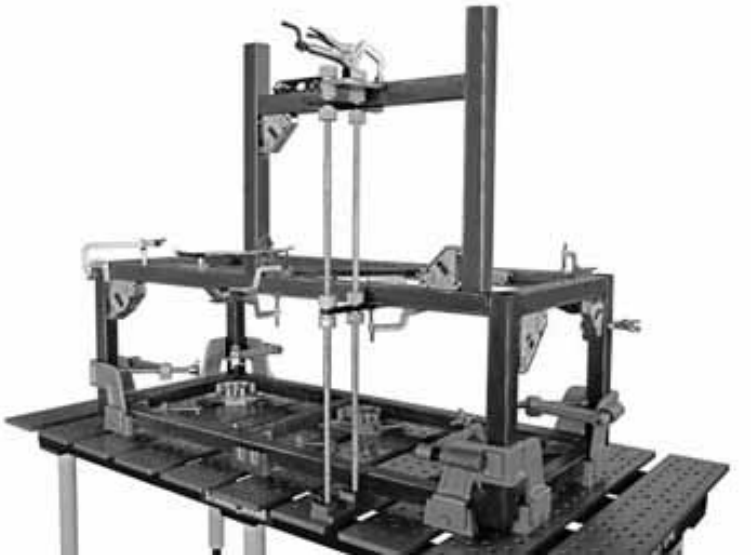


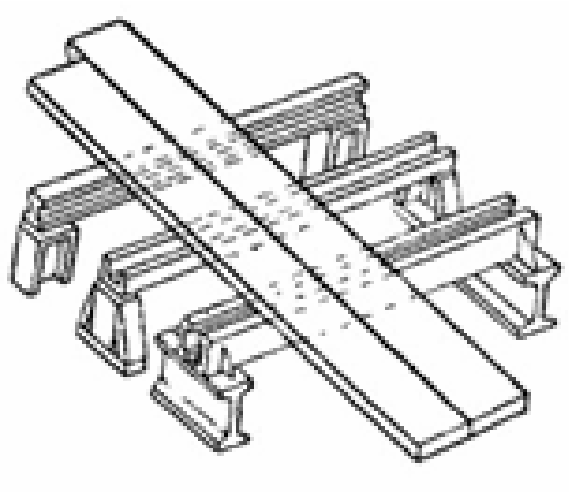
Кантователь статоров ЭМ





Сварочный кондуктор – это одна из разновидностей систем объёмной фиксации деталей для сборки и сварки.



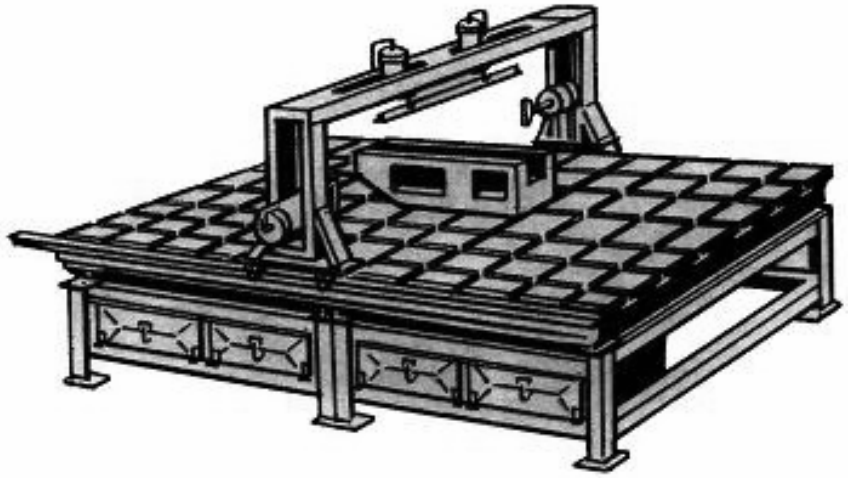


Сварочный кондуктор – специальное приспособление для сборки свариваемых частей и закрепления их в определённом положении друг относительно друга.

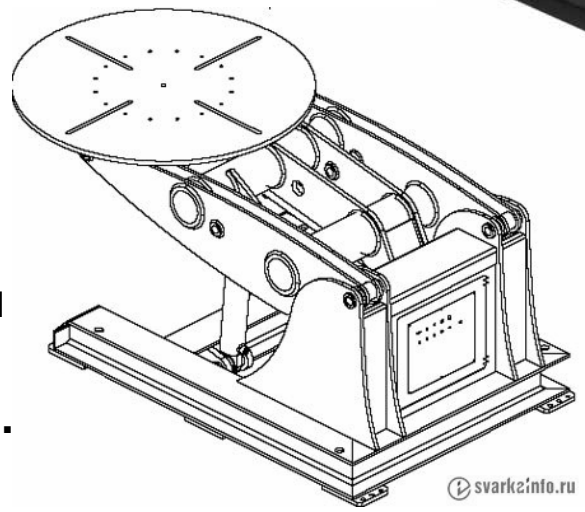
Использование кондуктора предполагает возможность одновременной обработки детали в нескольких местах, что значительно повышает производительность труда.

Применение сварочного кондуктора в процессе изготовления изделий позволяет соблюсти высокую точность сварки, что особенно важно в электромашиностроении.

На производстве кондукторы используются совместно со сварочными роботами, выполняющими сварочные работы.



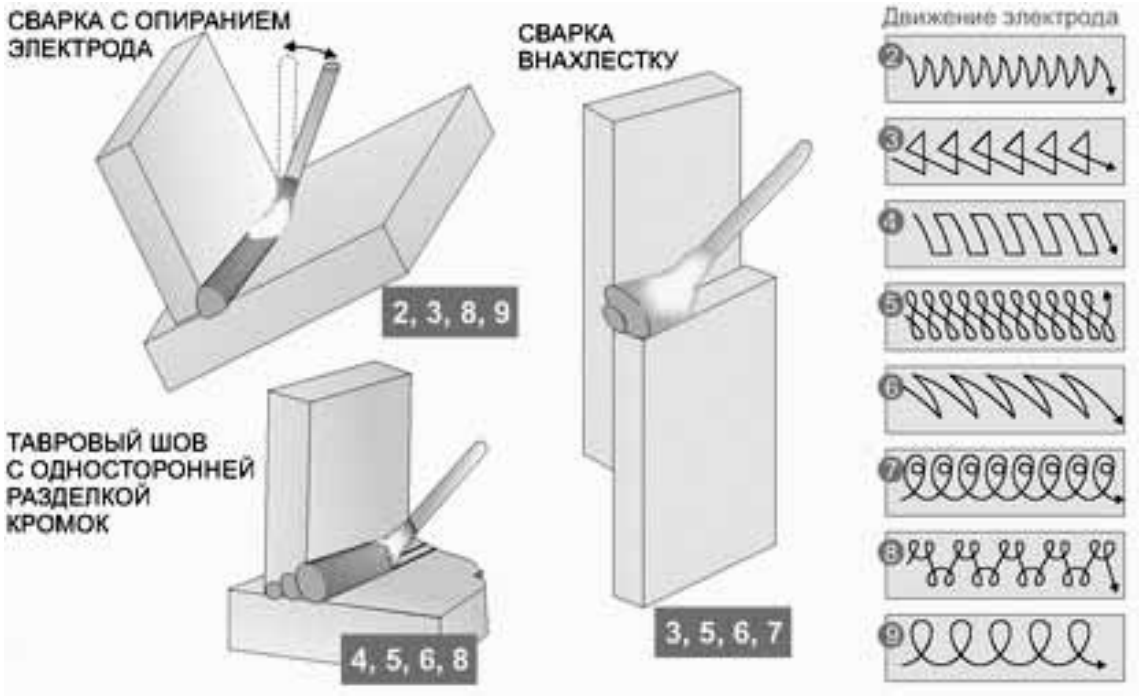


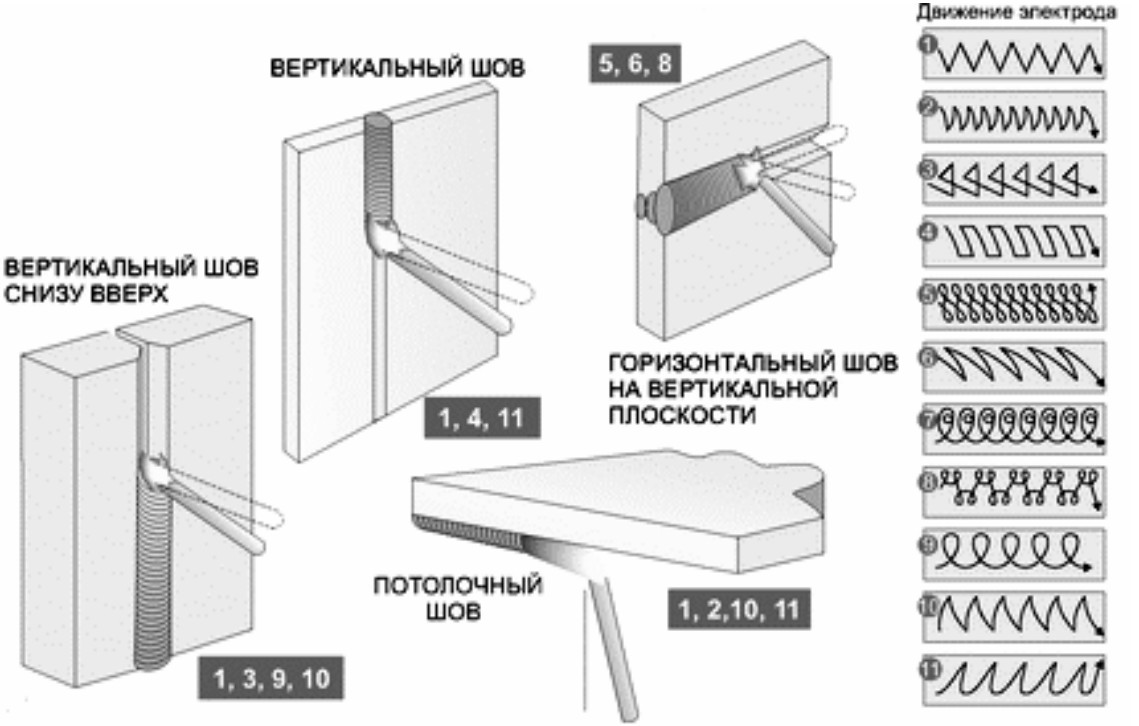


В основе кондуктора лежит жёсткий каркас с прижимами, упорами и фиксаторами. Чтобы во время сварки деталь надёжно лежала в кондукторе, её закрепляют при помощи прижимов.

Упоры и фиксаторы необходимы для того, чтобы подстроить кондуктор под обработку детали любой конфигурации.

В кондукторах применяются как ручные, так и механические прижимы. К последним относятся прижимы гидравлические, пневматические, электромагнитные и вакуумные.



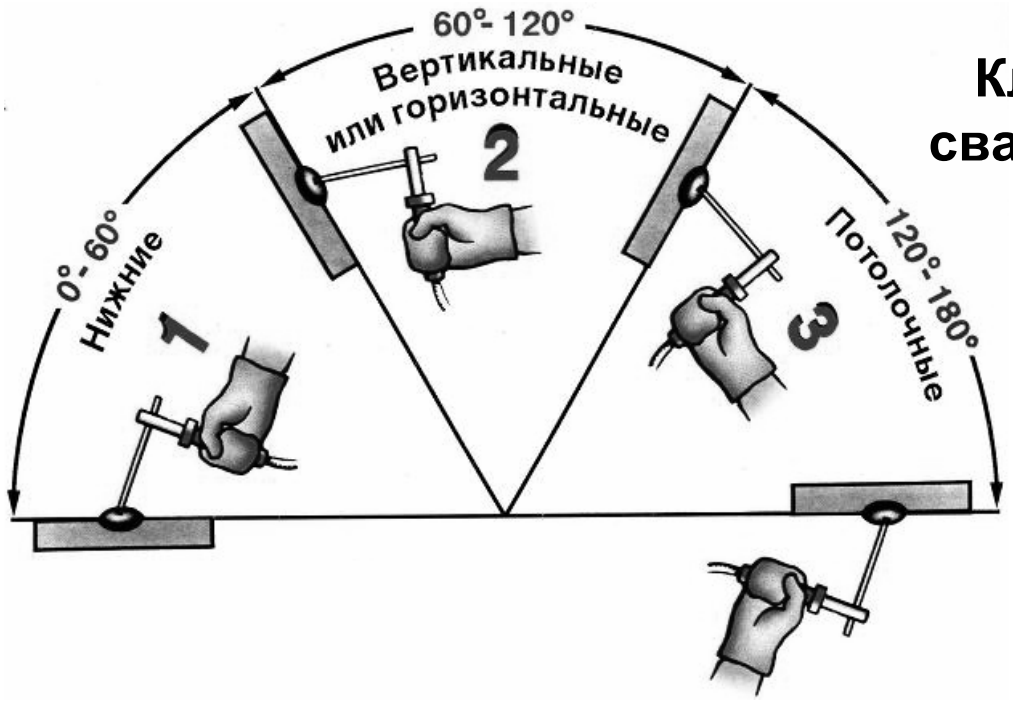


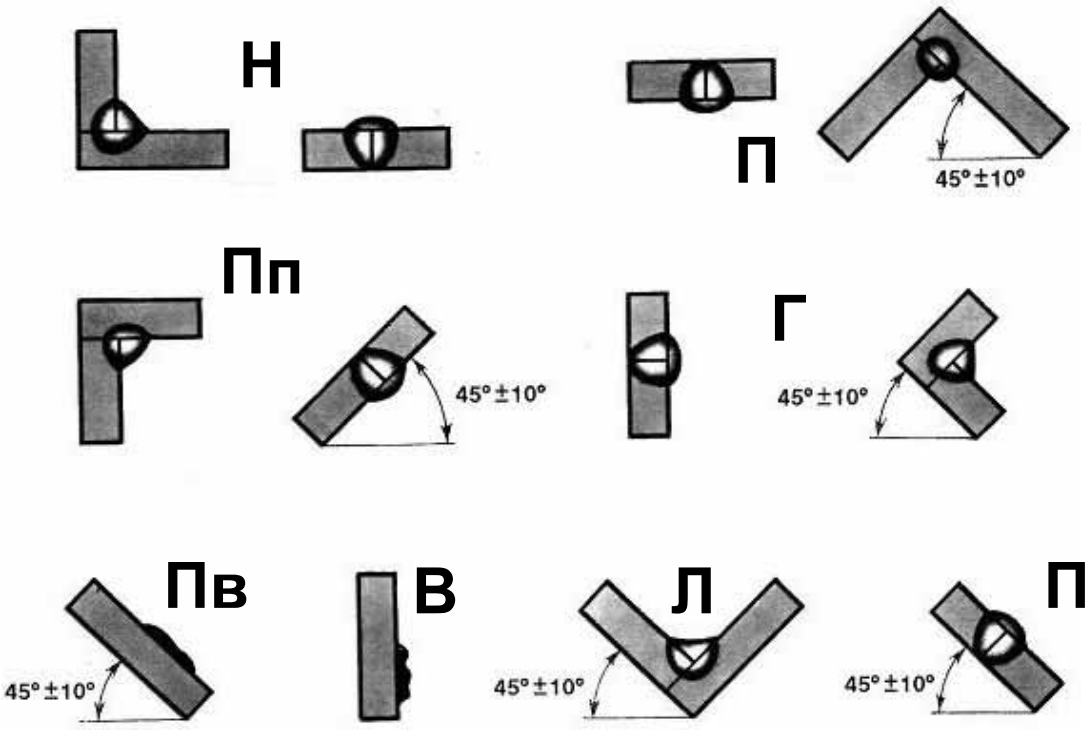
Способы выполнения 17 сварных швов

Схемы выполнения сварных соединений

Сварка в различных пространственных положениях выполняется при изготовлении массивных крупногабаритных конструкций, кантование которых затруднено или невозможно.

Классификация и обозначение сварных швов по их положению в пространстве





Н – нижнее

П – потолочное

Пп – полупотолочное

Г – горизонтальное

В – вертикальное

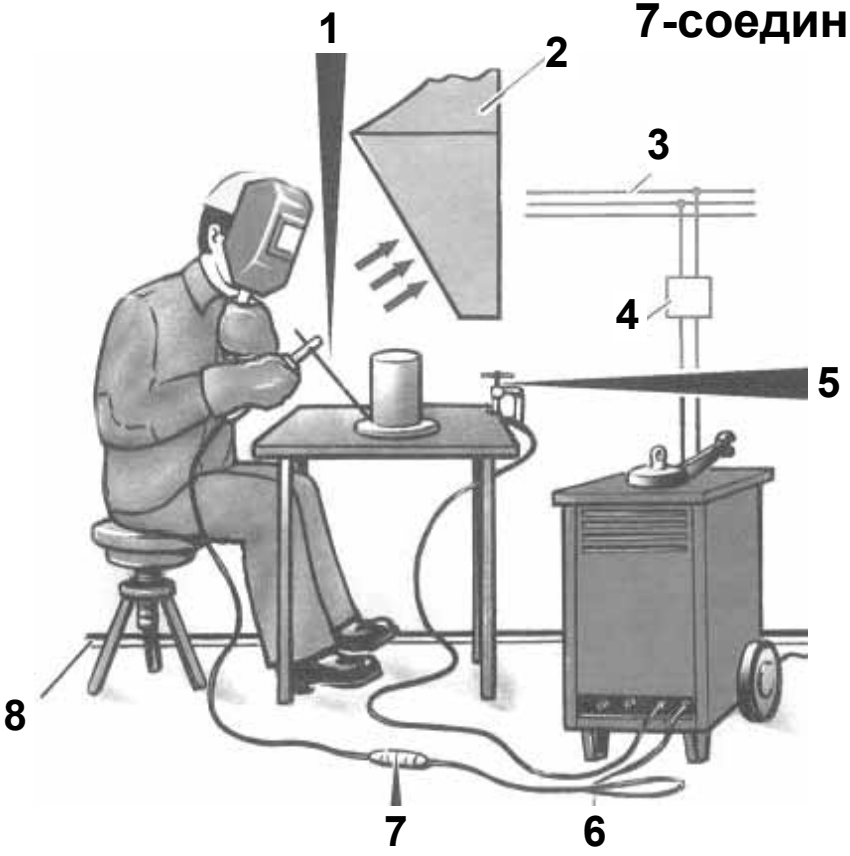
Пв – полувертикальное

Л – в "лодочку"

Пг – полугоризонтальное

Оборудование сварочного поста

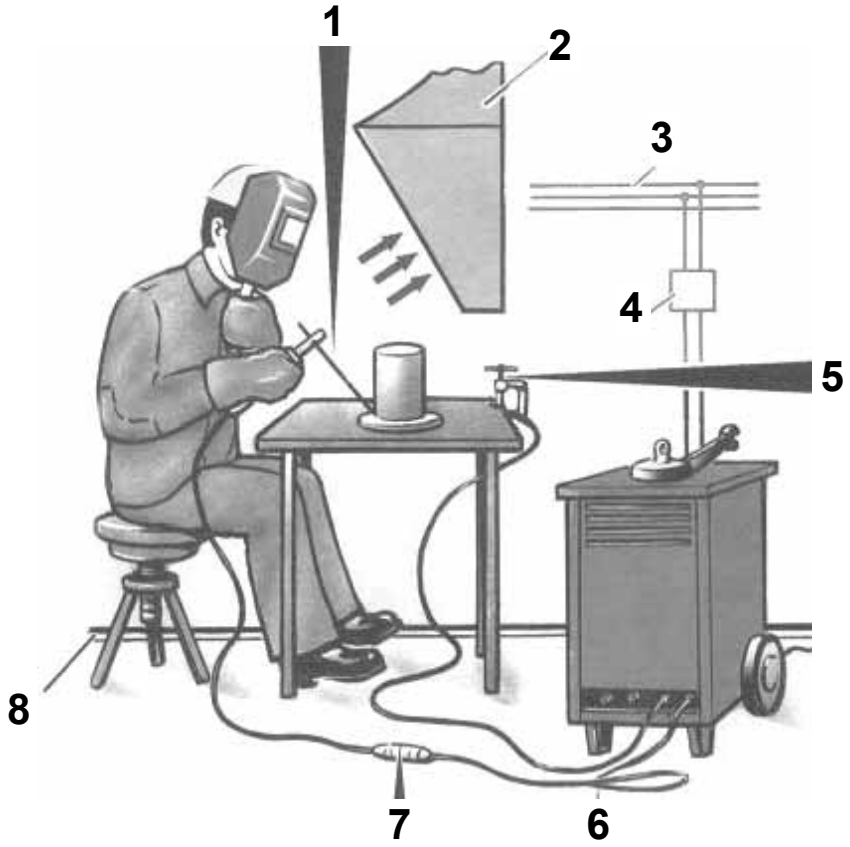
1-электрододержатели
2-местная вытяжка
3-сеть электропитания
4-АВ
5-токоподводящие зажимы
6-сварочный кабель
7-соединительная муфта
8-шина заземления



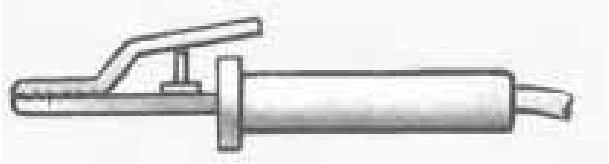
Ограждение сварочного поста



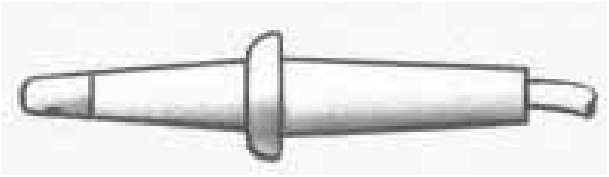
Сварочный ток, А	100	200	300	400	500
Сечение провода, мм^2	10	25	35	50	70



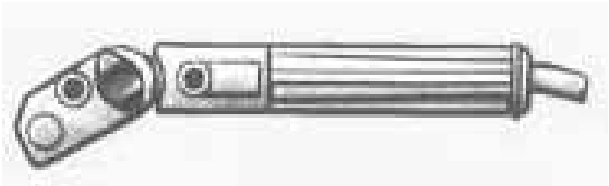
1-электрододержатели



пассатижный

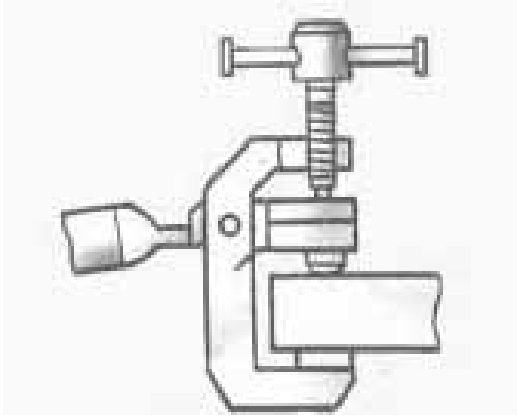


винтовой

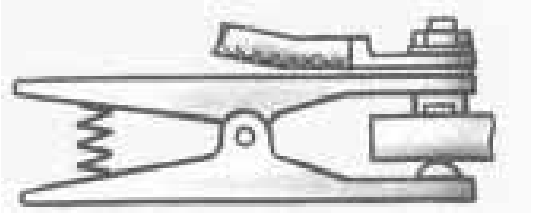


клиновой

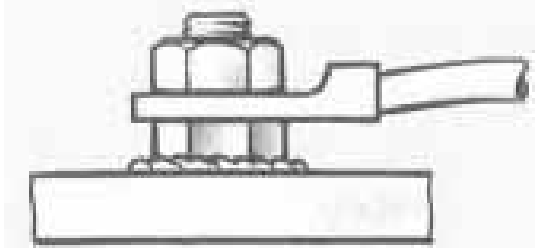
5-токоподводящие зажимы



с винтовой струбциной



быстродействующий пружинный



приваренный к столу

Технология сварки.

Металл сварочного шва значительно отличается от основного: происходит выгорание отдельных элементов, поглощение газов, диффузия примесей.

В зоне шва возникают при остывании остаточные напряжения растяжения, которые могут вызвать даже трещины.

**Этот класс процессов сварки наиболее распространен,
т.к. обеспечивает высокую скорость получения соединений.**

Технологический процесс сварки плавлением включает следующие основные операции:

1) разделка кромок соединяемых деталей;

2) установка и закрепление деталей на специальных сварочных стендах для придания им точного и неизменного положения в процессе сварки;

3) собственно сварка соединения по периметру;

4) очистка шва от остатков шлака;

5) контроль сварного шва.

Технология сварки.

При сварке давлением образование соединения деталей происходит за счет диффузии атомов металлов в месте соприкосновения двух поверхностей.

Процесс диффузии возможен, если расстояние между поверхностями не превышает 10^{-7} мм, причем поверхности должны быть идеально чистыми.

Реальные же поверхности обладают, во-первых, определенной шероховатостью, а, во-вторых, несут на себе слой молекул газов, воды и жировых веществ толщиной 100-200 молекул.

Чтобы получить прочное соединение в данных условиях необходимо:

1) поверхности контакта должны быть тщательно очищены;

2) сдавлены с усилием, достаточным для смятия неровностей и плотного соприкосновения;

3) подогреты для повышения подвижности атомов (но не до плавления!).

Способ применяется для соединения достаточно пластичных металлов: низкоуглеродистых сталей, медных и алюминиевых сплавов, а также благородных материалов (платина, золото).

Технология сварки.

Технологический процесс сварки давлением включает следующие основные операции:

1) очистку соединяемых поверхностей механическим (щётками) и химическим путем (моющими жидкостями);

2) сжатие с определенным усилием соединяемых поверхностей;

3) иногда подогрев места соединения;

4) выдержка (от нескольких минут до нескольких часов).

5) контроль сварного шва.

Технология сварки плавлением.

Виды сварки плавлением.

Способы сварки плавлением различаются источниками тепловой энергии в зоне образования сварочной ванны.

Основная проблема при сварке плавлением – обеспечить расплавление локальных зон соединяемых частей при сохранении формы и свойств материала основной (большей) части заготовок.

Для обеспечения этого условия необходим мощный локальный источник нагрева, в качестве которого может выступать:

- **электрическая дуга - при дуговой сварке;**
- **плазменная струя - при газовой и плазменной сварках;**
- **лазерный луч - при лазерной сварке;**
- **поток электронов - при электронно-лучевой сварке и др.**

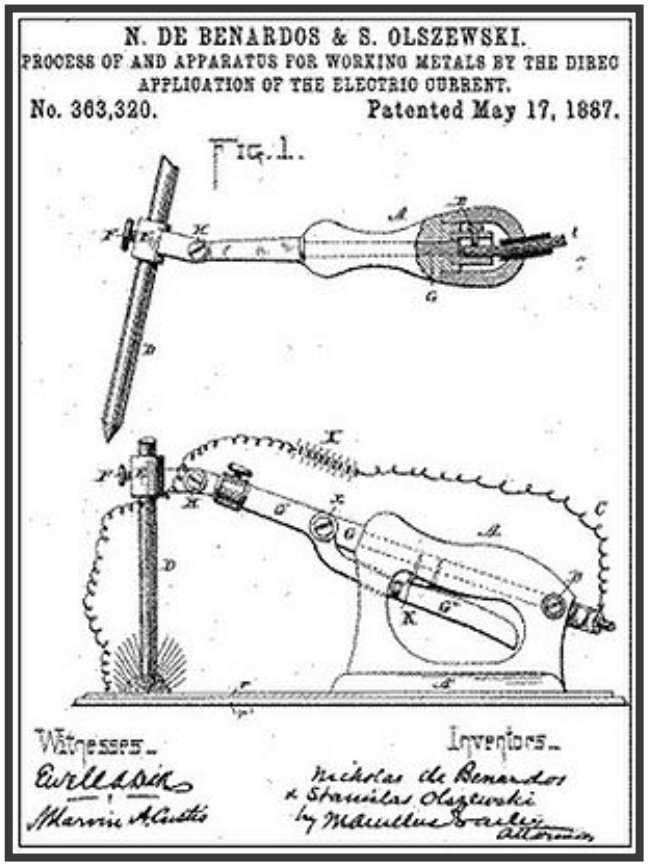
Технология сварки плавлением.

Электрическая дуговая сварка - источником тепла является электрическая дуга - стабильный электрический разряд в ионизированном газе.

Разработана русскими учеными Бенардосом Н.Н., Петровым В.В.



Применяется в двух видах: сварка неплавящимся электродом и сварка плавящимся электродом.


N. DE BENARDOS & S. OLSZEWSKI.
PROCESS OF AND APPARATUS FOR WORKING METALS BY THE DIRECT APPLICATION OF THE ELECTRIC CURRENT.
No. 363,320. Patented May 17, 1887.
Fig. 1.
Witnesses.
Inventors.
Nicholas de Benardos
& Stanislas Olszewski
by Maxwell Bailey
attorney

Наибольшая температура в центре дуги достигает 7000°С.

Для питания сварочной дуги применяют специальные источники тока: сварочные трансформаторы и генераторы.





Патон Евгений Оскарович (1870-1953)



Мост Патона через р. Днепр – первый в мире цельносварной мост (г. Киев). Длина 1543 м. Открытие 5 ноября 1953 года.



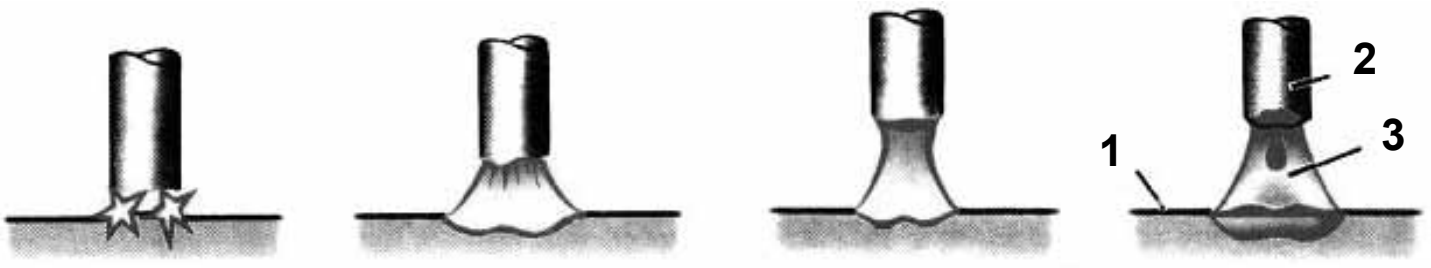


Пролетные строения состоят из 264 однотипных блоков длиной 29 м, во время монтажа которых было сварено 10668 метров швов. Ширина проезжей части 21 м, ширина тротуаров — по 3 м.

«З надією дивлюсь я на нашу талановиту молодь...»

Возникновение сварочной дуги

1 – основной металл
2 – электрод
3 – дуга



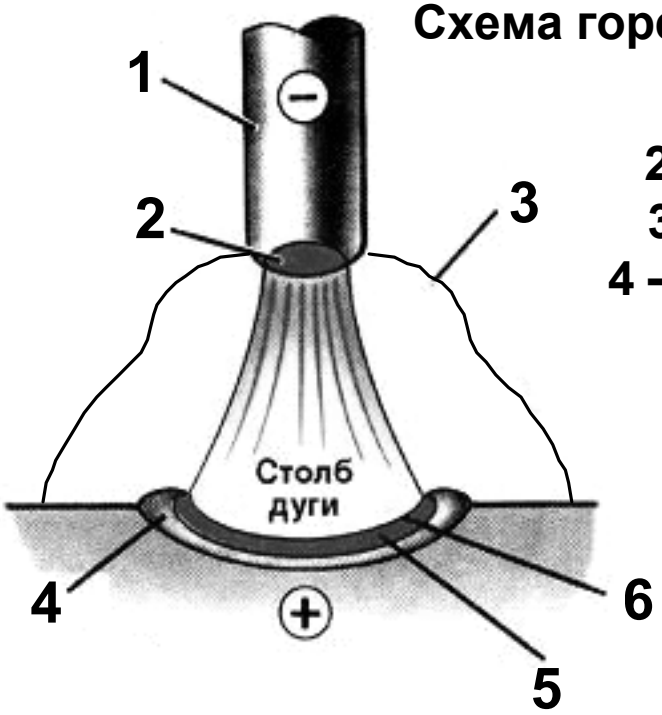
Короткое замыкание

Образование прослойки из жидкого металла

Образование шейки

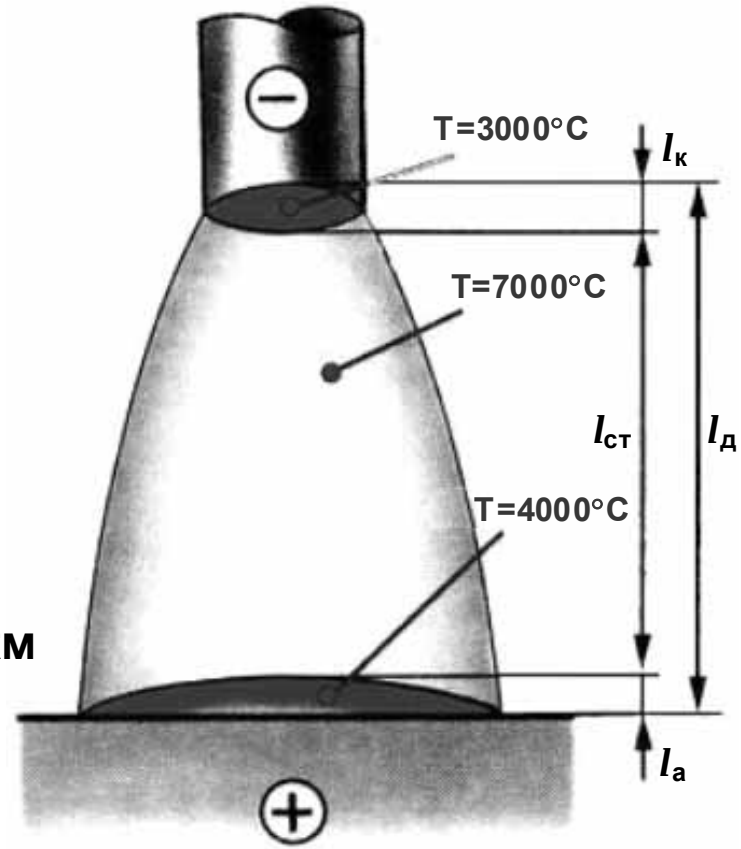
Возникновение дуги

Схема горения дуги



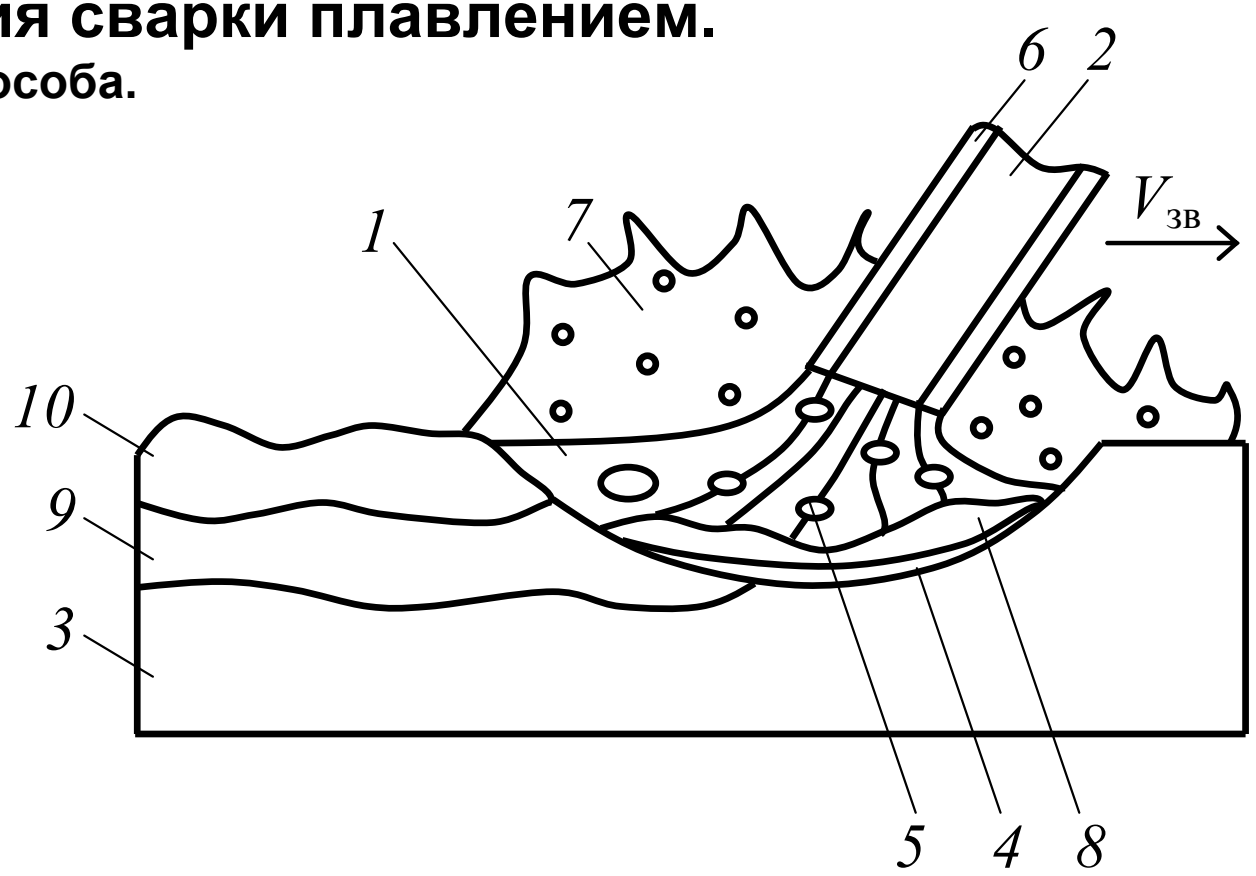
1 – электрод
2 – катодное пятно
3 – газовое облако
4 – сварочная ванна
5 – анодное пятно
6 – кратер

$l_к \approx l_а$ = 0,1-10 мкм



Технология сварки плавлением.

Сущность способа.



К электроду 2 и свариваемому изделию 3 для образования и поддержания сварочной дуги 1 от источников сварочного тока подводится постоянный или переменный сварочный ток.

Сварочная дуга 1 горит между металлическим стержнем электрода 2 и основным металлом 3.

Под действием тепла дуги металл электрода, покрытие электрода 6 и основной металл расплавляется, образуя сварочную ванну 4.

Технология сварки плавлением.

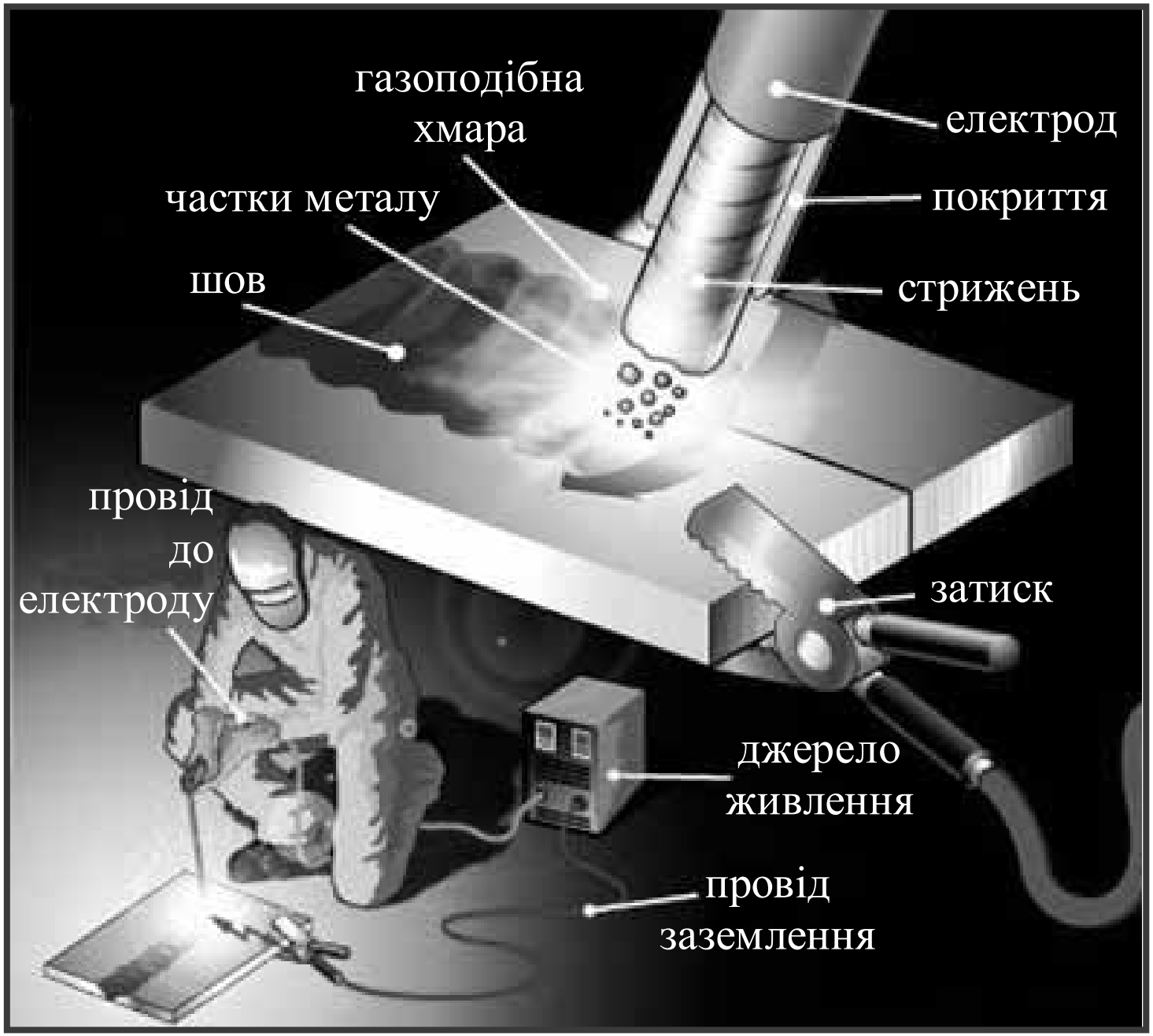
Сущность способа.



Капли жидкого металла 5 с торца расплавленного электродного стержня переносятся в ванну через дуговой промежуток. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода 6, образуя вокруг дуги газовою защиту 7 и жидкую шлаковую ванну 8.

По мере движения дуги, металл сварочной ванны затвердевает, образуется сварочный шов 9 и шлаковую корку 10 на поверхности шва.

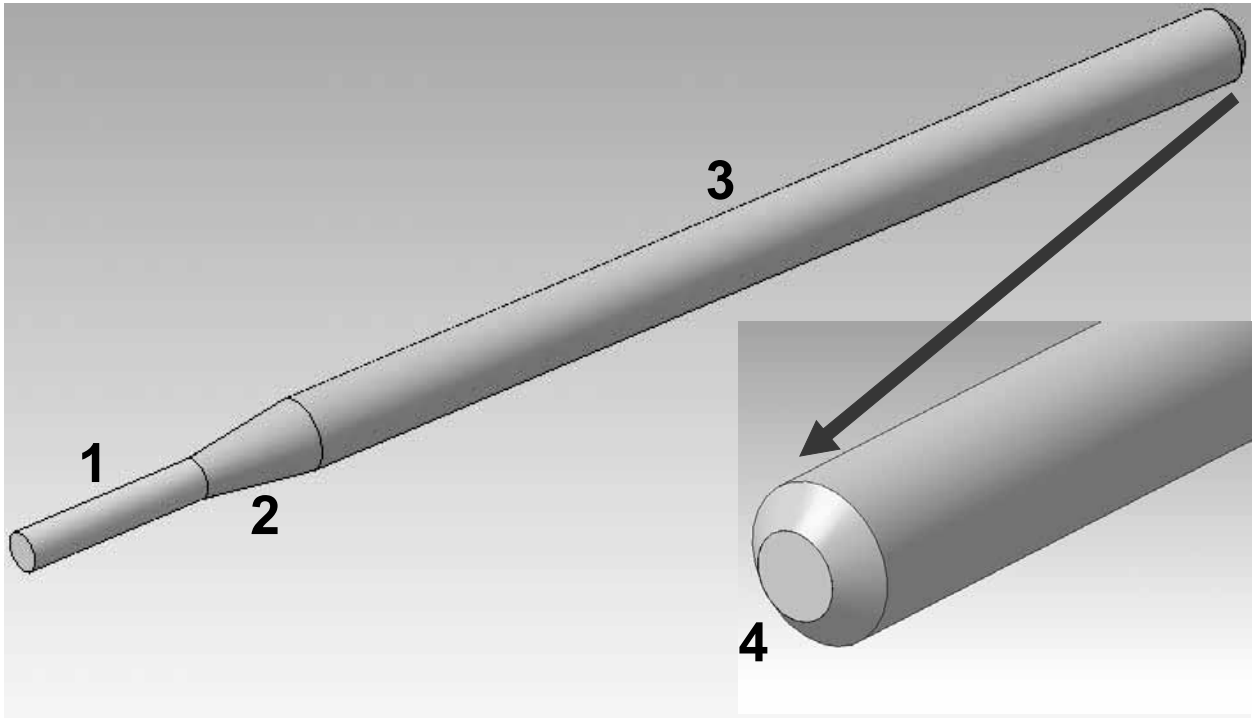
Технология сварки плавлением.



Электроды для дуговой сварки

Несмотря на широкое применение различных механизированных методов сварки плавлением, наибольшее количество сварных конструкций изготавливается методом ручной дуговой сварки.

Ручная дуговая сварка производится покрытыми электродами, конструктивно представляющими собой металлический стержень (проволока) с нанесенным на него опрессовкой под давлением покрытием соответствующего состава (многокомпонентная смесь металлов и их оксидов).



1 – стержень
2 – участок перехода
3 – покрытие электрода
4 – контактный торец без покрытия

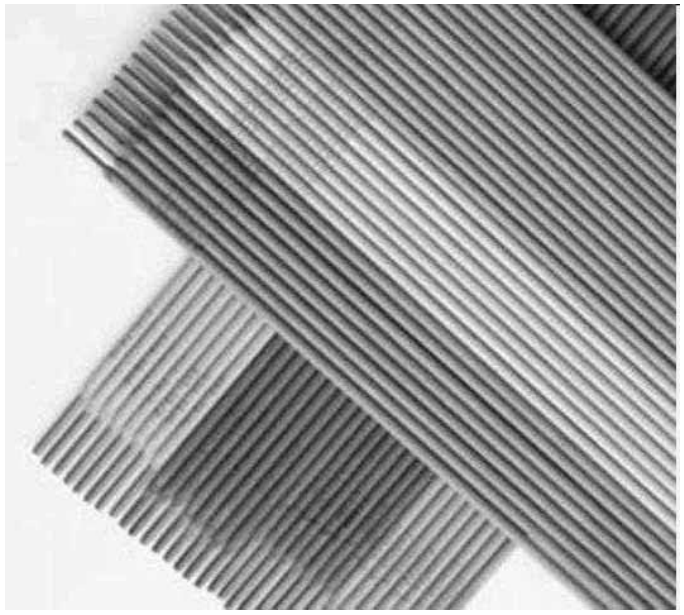
Один из концов стержня освобожден от покрытия для его зажатия в электрододержателе с обеспечением электрического контакта. Второй конец слегка очищен для облегчения зажигания дуги посредством контакта с изделием.

На контактный торец электрода может быть нанесен слой ионизирующего вещества, облегчающего возбуждение сварочной дуги, состав которого должен соответствовать конкретной марке электрода.

В зависимости от толщины свариваемого изделия используется: проволока диаметром 0,3-12 мм, и покрытие толщиной 0,7-2.5 мм.

Самые распространенные электроды диаметром 3, 4, 5, 6 мм (диаметр считается по диаметру проволоки, без учета покрытия).









По назначению электроды подразделяются:

1. Для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей

2. Для сварки легированных конструкционных сталей (с п. 1 – 14 видов)

3. Для сварки легированных теплоустойчивых сталей (9 видов)

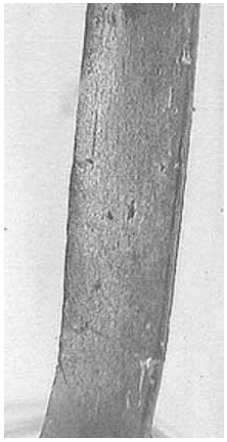
4. Для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами (49 видов)

5. Для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами (44 вида)

По природе материала электроды подразделяются:

- металлические:

1. Плавящийся электрод. Природа такая же или сходная со свариваемым изделием (различные марки сталей).

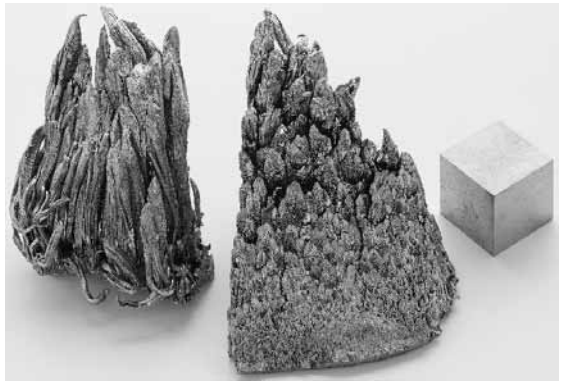


2. Неплавящийся электрод



39
Y 88,906
$4d^1 5s^2$

74
W 183,84
$4f^{14} 5d^4 6s^2$



90
Th 232,038
$6d^2 7s^2$



57
La 138,906
$5d^1 6s^2$

(W – вольфрам, Th – торий, La – лантан, Y – иттрий)

- неметаллические:

1. Неметаллический электрод (графитовый, угольный)

Основное назначение электродных покрытий - обеспечение стабильности горения сварочной дуги и получение металла шва с заранее заданными свойствами (прочность, пластичность, ударная вязкость, стойкость против коррозии и т. п.).

Шлак, образующийся при расплавлении покрытия, создает на поверхности расплавленного металла защитный покров, и служит для защиты электродного металла от воздействия кислорода и азота из воздуха путем образования т.н. шлаковых оболочек.

Покрытие электродов должно обеспечивать следующие функции:

1. Устойчивое горение дуги

2. Защиту расплавленного металла шва от воздействия кислорода и азота из воздуха

3. Раскисление образующихся в металле шва оксидов и удаление невосстанавливаемых оксидов в шлак

4. Изменение состава наплавленного металла вводом в него легирующих примесей

5. Удаление серы и фосфора из расплавленного металла шва

6. Образование шлаковой корки над металлом шва, замедляя его охлаждение и способствуя выходу газов и неметаллических включений на поверхность металла шва

Для выполнения перечисленных выше функций электродное покрытие должно содержать следующие компоненты.

1. Ионизирующие вещества

Предназначены для обеспечения стабильного горения дуги.

В качестве ионизирующих компонентов в покрытие вводят мел, мрамор, поташ (углекислый калий K_2CO_3), полевые шпаты (силикаты $Na[AlSi_3O_8]$, $Ca[Al_2Si_2O_8]$).





2. Газообразующие вещества

При сварке разлагаются или сгорают, выделяя большое количество газов, создающих в зоне дуги газовую оболочку, которая предохраняет металл шва от воздействия атмосферного кислорода и азота.

В качестве газообразующих компонентов в покрытие вводят крахмал $C_6H_{10}O_5$, древесную муку, целлюлозу.

3. Раскисляющие вещества

Вступают в реакцию с оксидами железа и восстанавливают металл шва.
В качестве раскислителей применяются ферросплавы, алюминий, графит.

4. Шлакообразующие вещества

Создают шлаковую защиту расплавленного металла шва и капель электродного металла, проходящих через дуговой промежуток.
Шлаки активно участвуют в металлургических процессах при сварке и способствуют получению качественного шва.

В качестве шлакообразующих веществ применяется полевой шпат (K_2O, Al_2O_3, $6SiO_2$), кварц (SiO_2), мрамор, рутил TiO_2, марганцевая руда.



5. Легирующие вещества

Переходят в процессе сварки из покрытия в металл шва и легируют его для придания необходимых физико-механических свойств.

В качестве легирующих веществ применяется ферромарганец, ферросилиций, феррохром, ферротитан.
Реже применяют различные оксиды металлов (меди, хрома).

6. Связывающие вещества

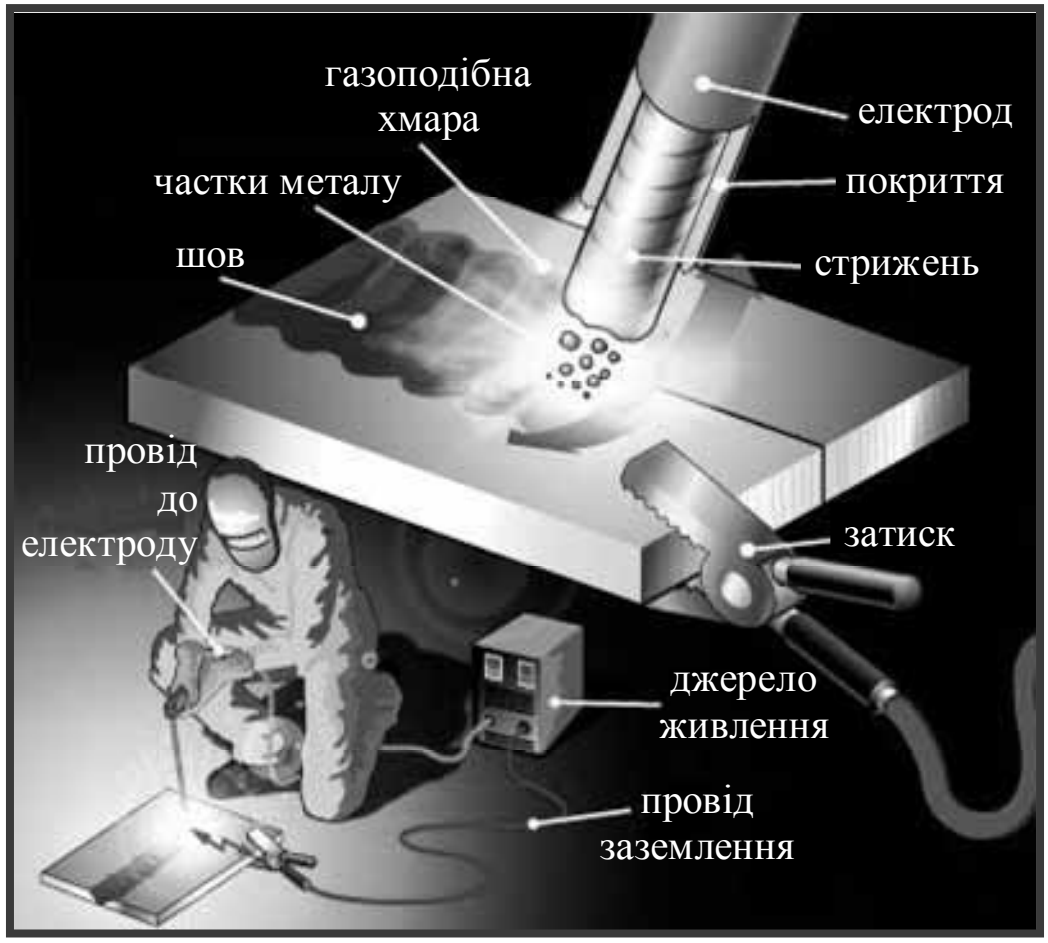
Являются основой для получения вязкой пасты из компонентов покрытия, а также для связывания пасты со стержнем электрода и придания прочности после высыхания покрытия.

В качестве связывающего вещества применяется в основном жидкое стекло.

Технология сварки плавлением.

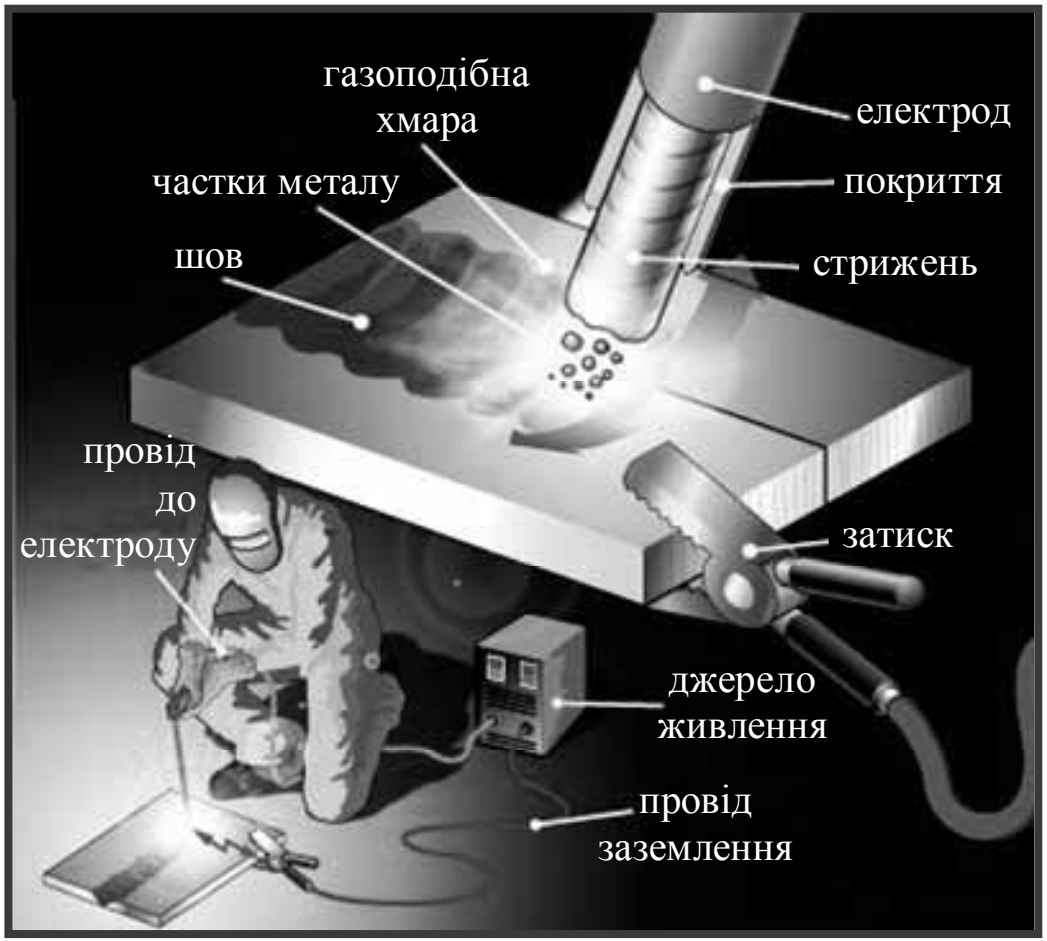
Глубина, на которую расплавляется основной металл, называется глубиной проплавления.

Она зависит от:
- режима сварки (силы сварочного тока и диаметра электрода);
- пространственного положения сварки;
- скорости перемещения дуги по поверхности изделия;
- от конструкции сварного соединения;
- формы и размеров обрабатывания свариваемых кромок и т.п.



Технология сварки плавлением.

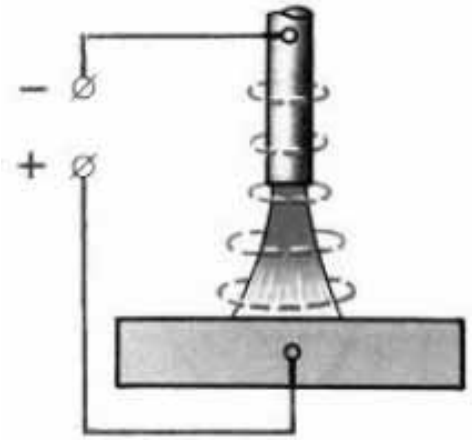
Размеры сварочной ванны зависят от режима сварки и обычно находятся в пределах: глубина до 7 мм, ширина 8-15 мм, длина 10-30 мм.
Процент участия основного металла в формировании металла шва обычно составляет 15-35%.



Покрытие электрода образует вокруг дуги и над поверхностью сварочной ванны газовую атмосферу, которая, вытесняя воздух из зоны сварки, препятствует его взаимодействию с расплавленным металлом.

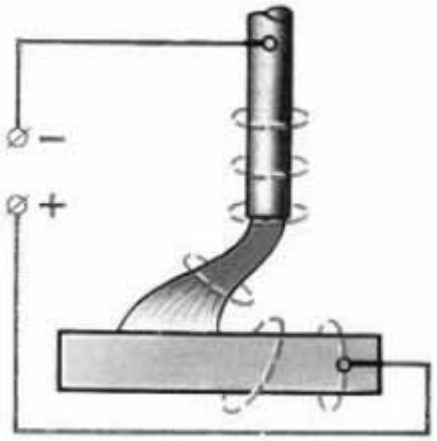
В газовой атмосфере присутствуют также пары основного, электродного металлов, а также легирующих элементов. Шлак, покрывая капли электродного металла и поверхность расплавленного металла сварочной ванны, способствует защите от контакта с воздухом и окисления металла.

Причины отклонения электрической дуги.

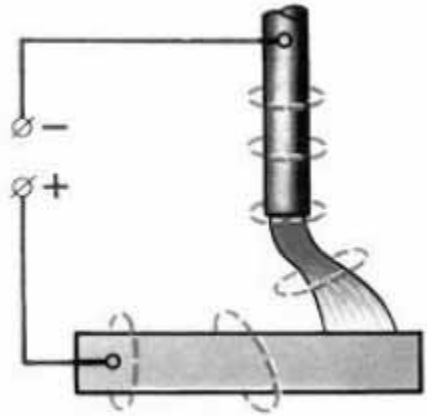


Нормальное положение дуги

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



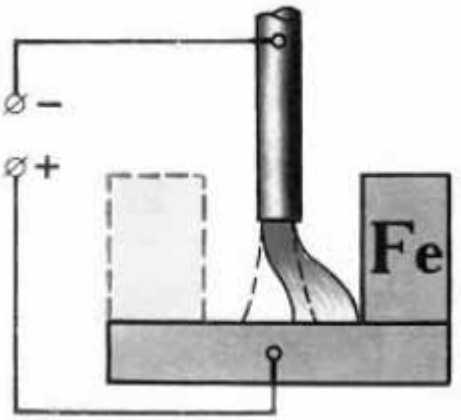
Отклонение влево



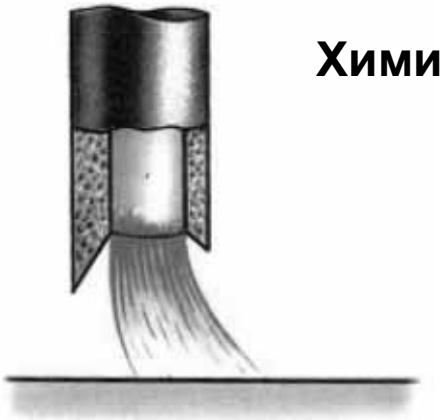
Отклонение вправо

Из-за этого стабильность горения дуги нарушается и затрудняется процесс сварки.

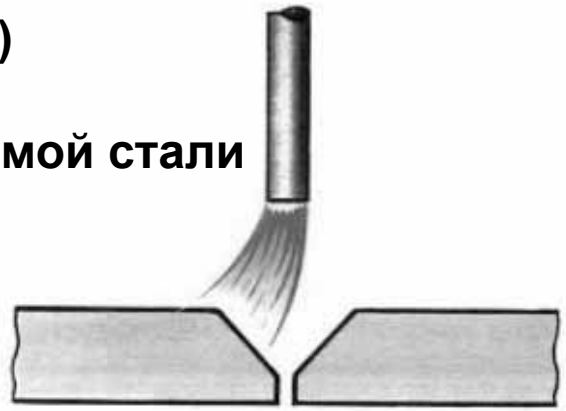
Отклонение дуги может быть вызвано присутствием ферромагнитных масс вблизи места сварки.



Несимметричность обмазки ("козыряние" электрода)



Химическая неоднородность свариваемой стали



Меры предотвращения

1. **Сварка короткой дугой**
2. **Подвод сварочного тока в точке, максимально близкой к дуге**
3. **Изменение угла наклона электрода к изделию**
4. **Размещение у места сварки компенсирующих ферромагнитных масс**
5. **Использование инверторных источников питания**
6. **Использование стабилизаторов дуги**

Технология сварки плавлением.

Так как сварочный ток протекает по металлическому стержню электрода, стержень разогревается.
Температура разогревания зависит от значения сварочного тока и времени его протекания.

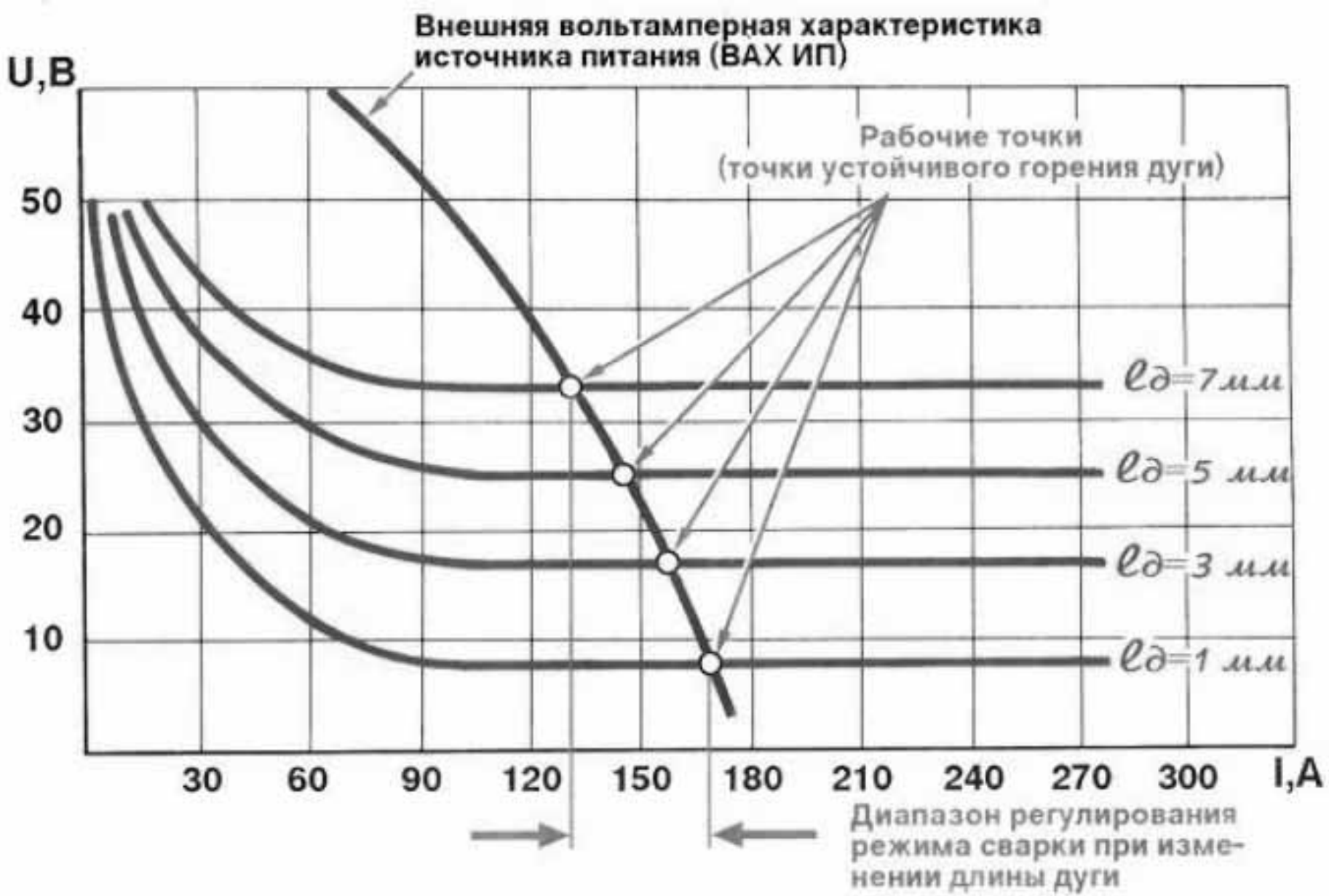
Перед началом сварки металлический стержень имеет температуру окружающего воздуха, а к концу расплавления электрода температура повышается до 500-600 °С (при содержании в покрытии электрода органических веществ - не выше 250 °С).

Это приводит к тому, что скорость расплавления электрода (количество расплавленного электродного металла) в начале и в конце процесса сварки отличается.

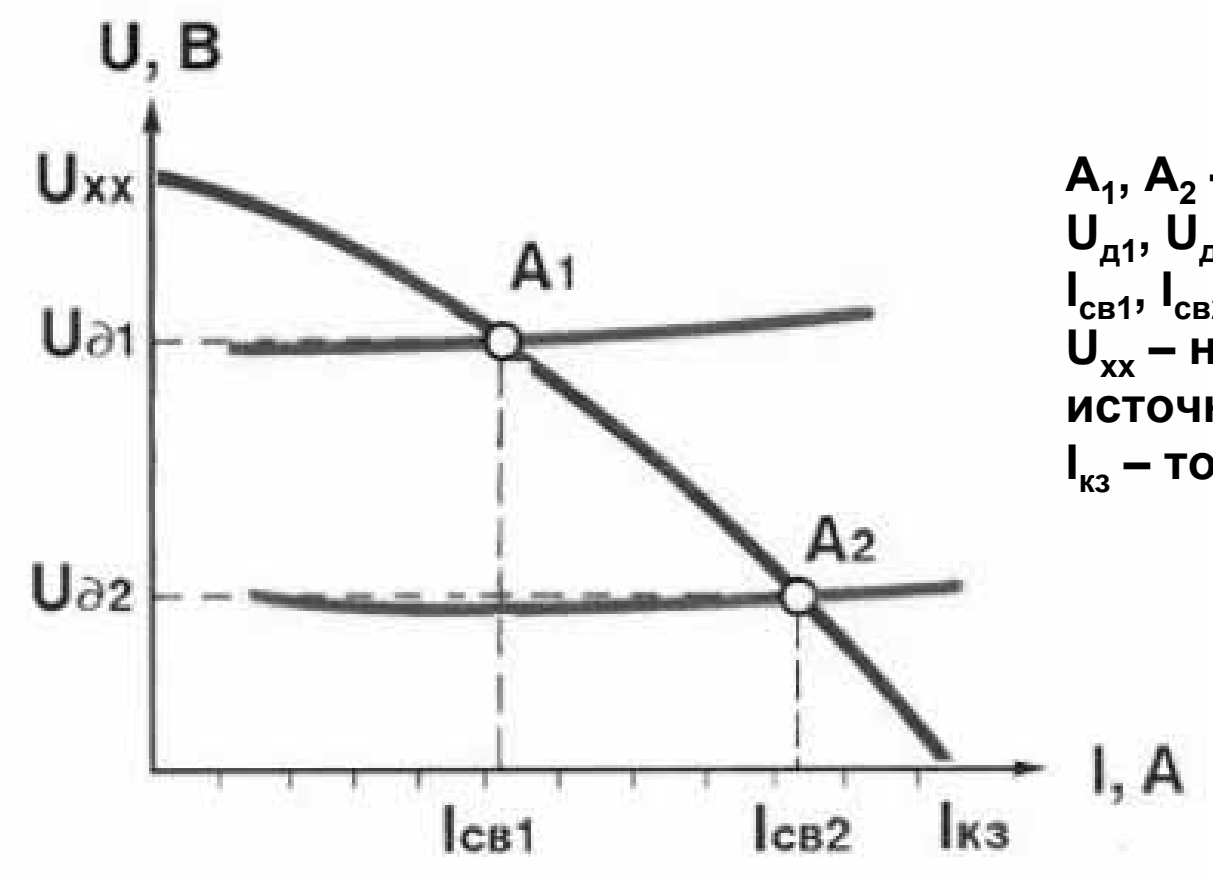
Изменяется и глубина проплавления основного металла из-за изменения условий теплопередачи от дуги к основному металлу через прослойку жидкого металла в сварочной ванне.

В результате изменяется соотношение долей электродного и основного металлов, которые принимают участие в образовании металла шва, а значит меняется состав и свойства металла шва, выполненного одним электродом. Это один из основных недостатков ручной дуговой сварки.

ВАХ дуги


Внешняя вольтамперная характеристика
источника питания (ВАХ ИП)
U,В
Рабочие точки
(точки устойчивого горения дуги)
50
40
30
20
10
lд=7мм
lд=5 мм
lд=3 мм
lд=1 мм
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
I,А
Диапазон регулирования
режима сварки при изме-
нении длины дуги

ВАХ дуги

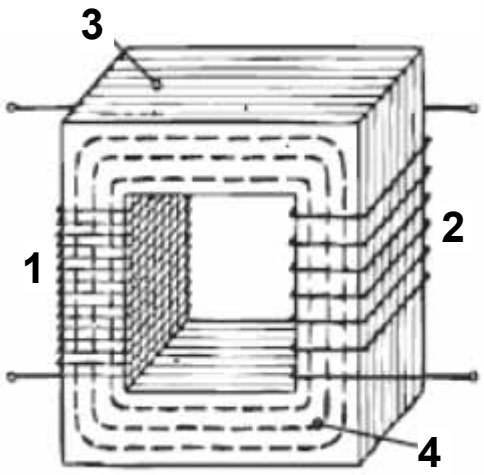


A_1, A_2 – рабочие токи
$U_{д1}$, $U_{д2}$ – напряжение на дуге
$I_{св1}$, $I_{св2}$ – сварочный ток
U_{xx} – напряжение холостого хода источника питания (ИП)
$I_{кз}$ – ток короткого замыкания

Источнику питания необходимо задать (сформировать) падающую вольтамперную характеристику.

Данная процедура выполняется с помощью двух основных видов источников питания дуги – сварочного трансформатора или инвертора.

Сварочный трансформатор



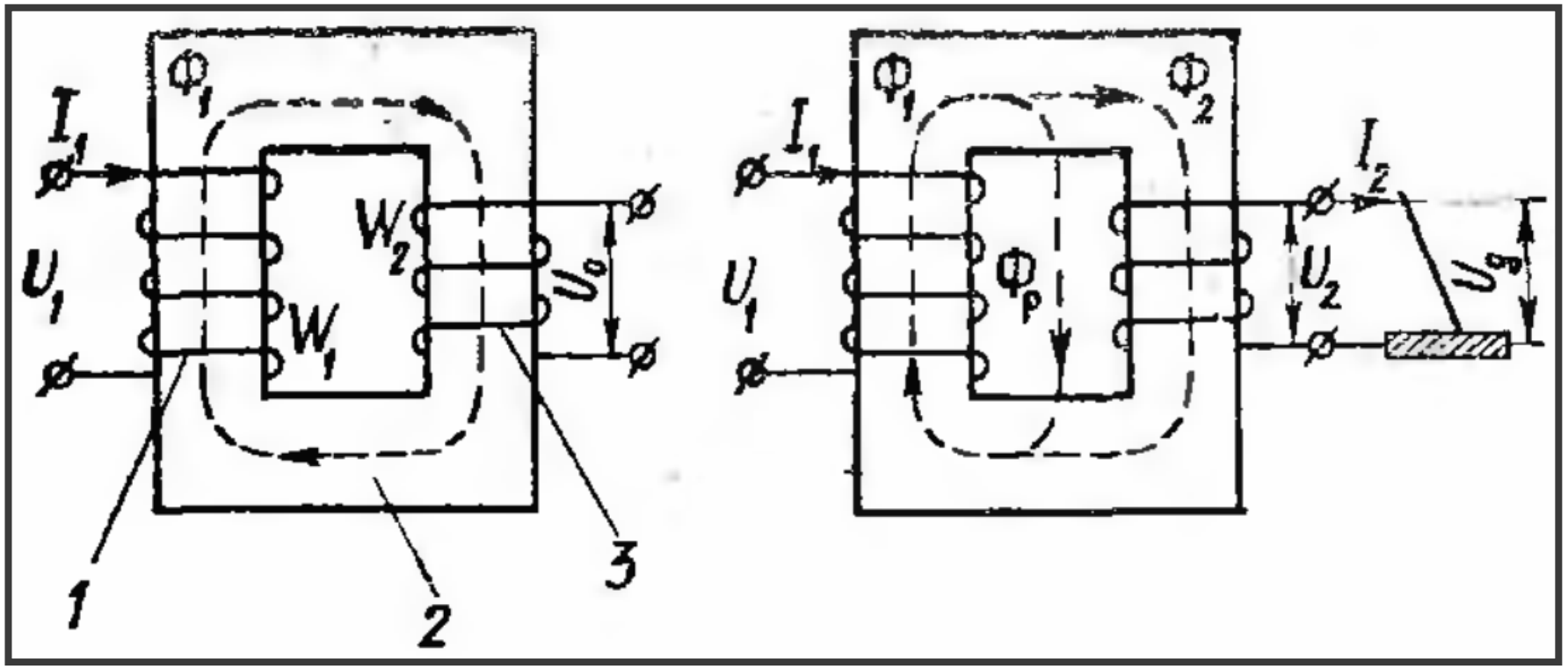


В сварочных трансформаторах сетевое напряжение 220/380 В преобразуется в более низкое 60-90 В.

Понижая с помощью трансформатора напряжение в *k* раз, во столько же раз увеличивают ток во вторичной цепи.

$$K_{\text{n}} = U_1/U_2 = E_1/E_2 = \frac{4{,}44 w_1 f \Phi_{\max}}{4{,}44 w_2 f \Phi_{\max}} = w_1/w_2$$

Принцип действия сварочного трансформатора



Холостой ход **Работа под нагрузкой**

Сварочный трансформатор

Силу тока в дуговой сварке сварочным трансформатором регулируют двумя способами – изменением напряжения холостого хода или же индуктивного сопротивления трансформатора.

Напряжение холостого хода трансформатора равно $U_0=U_1w_2/w_1$

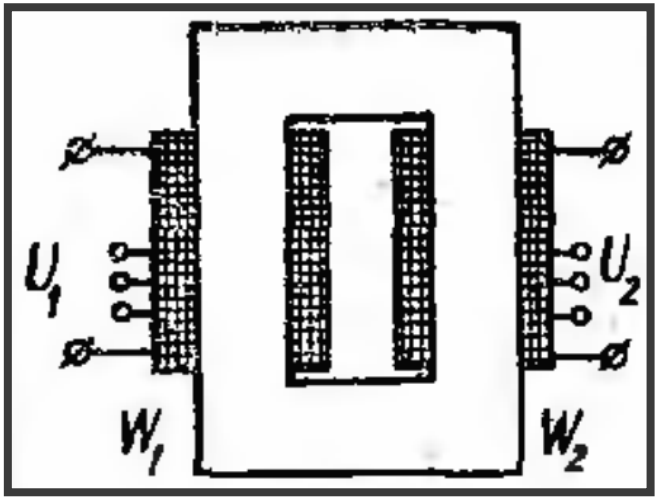
Если дугу подключить к крайним контактам вторичной обмотки, то число витков w_2, которые участвуют в работе, увеличится.
При этом увеличится напряжение холостого хода U_0, а значит сила сварочного тока...

...увеличится!

При увеличении витков первичной обмотки w_1 сила сварочного тока...

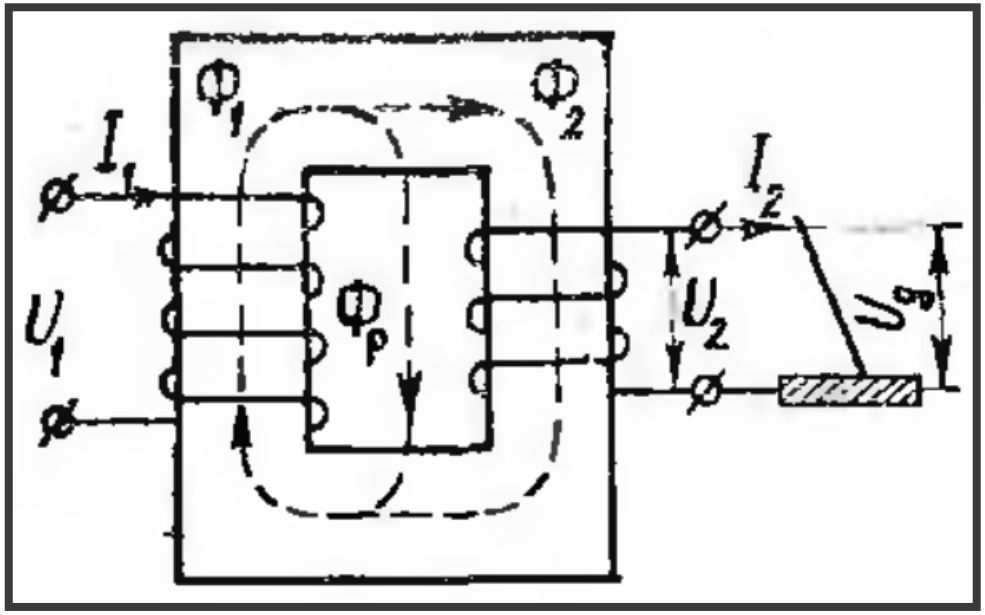
...уменьшится!

Применение секционированных обмоток позволяет регулировать силу тока только ступенчато, не плавно.



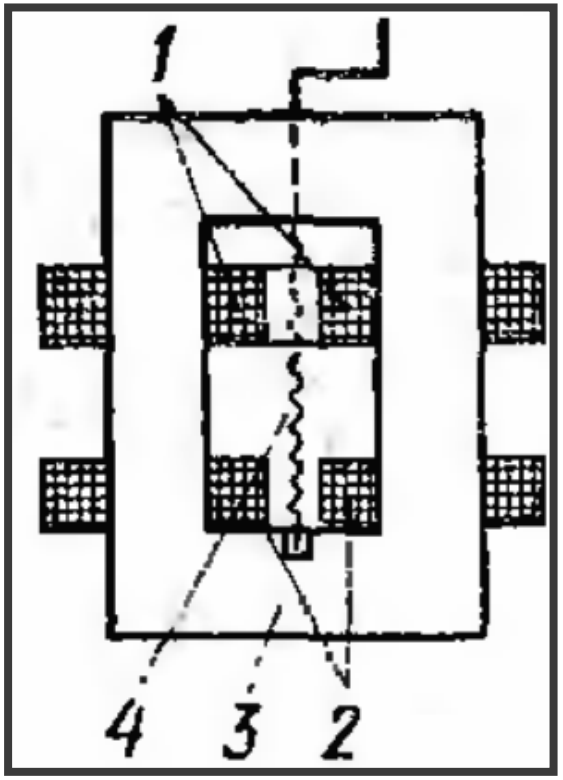
ВАХ дуги при ступенчатом регулировании





Вопрос:
за счет изменения каких параметров можно еще изменять значение сварочного тока, но только более плавно?

Получить плавное регулирование силы сварочного тока позволяет применение специальных конструкций элементов трансформатора.



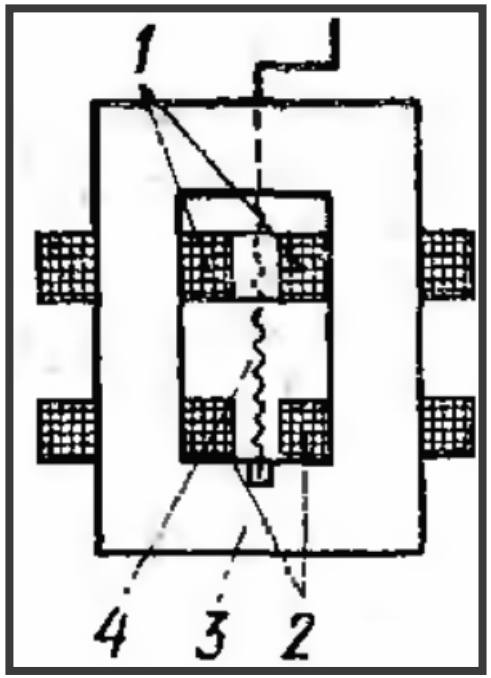
1, 2 – первичная и вторичная обмотки

3 – сердечник

4 – винтовой механизм

Катушки выполнены подвижными

В трансформаторах с подвижными катушками силу тока регулируют плавно с помощью винтового механизма 4, перемещая плавно подвижные обмотки по сердечнику 3.

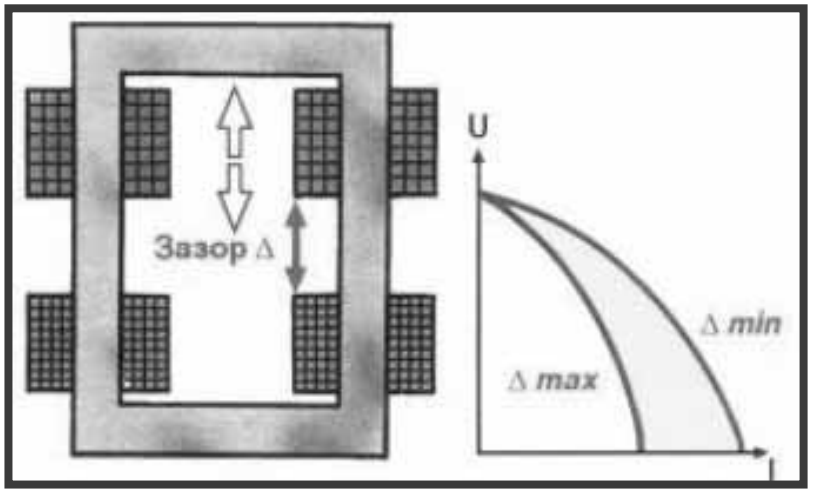


Если увеличить расстояние между первичной 1 и вторичной 2 обмотками, то магнитный поток рассеяния внутри трансформатора возрастет, то есть увеличатся потери энергии внутри трансформатора.

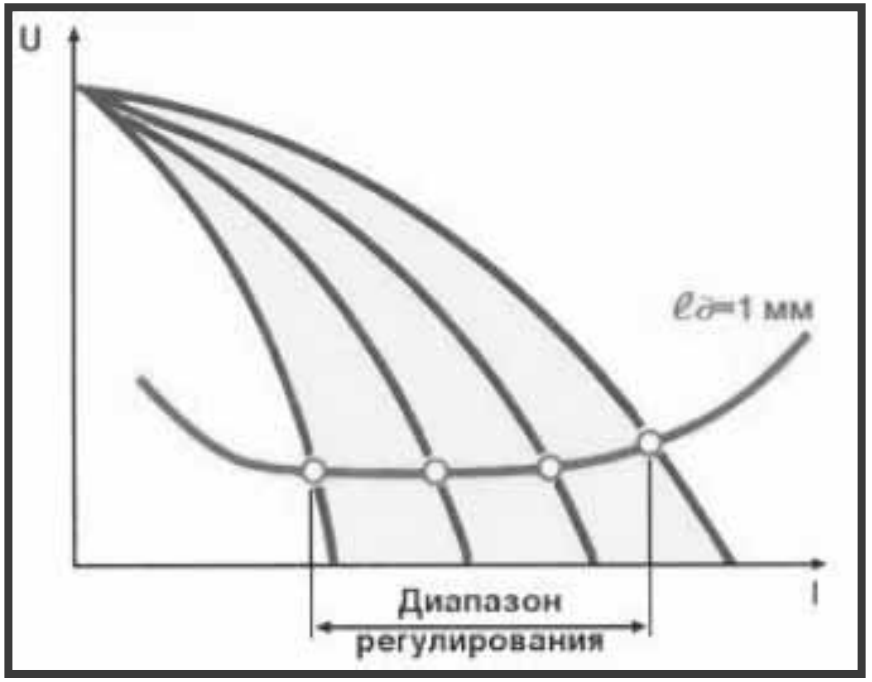
В результате сварочный ток…

…уменьшится!

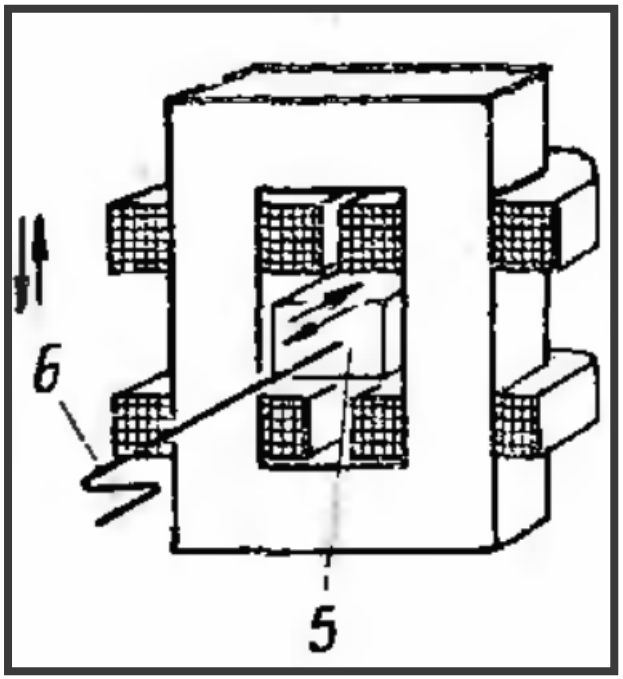
Увеличение расстояние между обмотками приводит к увеличению индуктивного сопротивления трансформатора.



Вопрос:
за счет изменения каких еще параметров можно изменять значение сварочного тока?



Сварочный трансформатор с магнитным шунтом



5 – магнитный шунт

6 – рукоятка регулятора

При введении магнитного шунта 5 между обмотками магнитное сопротивление на пути потока рассеяния…

...уменьшится!

…значит поток рассеяния...

...увеличится!

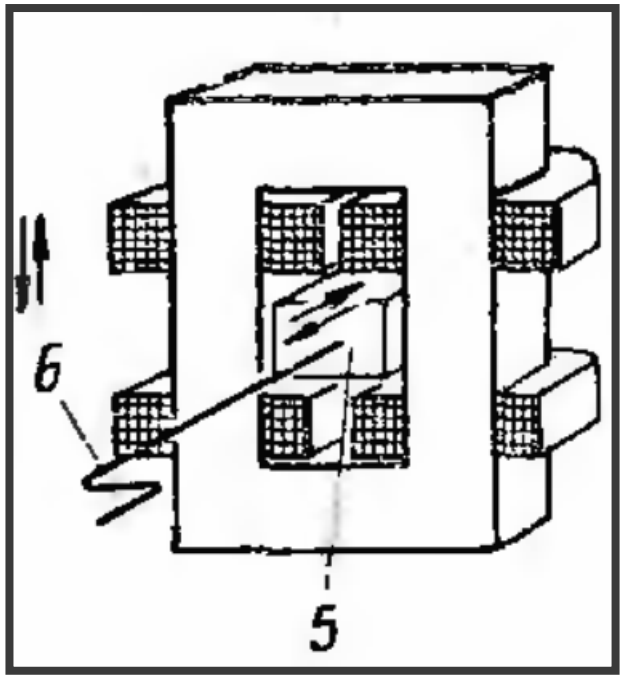
Это приведет к увеличению индуктивного сопротивления трансформатора, а значит сварочный ток...

...уменьшится!

В трансформаторах с подвижными магнитными шунтами, изменяя регулятором 6 положение шунта 5, плавно регулируют силу тока.

Сварочный трансформатор с магнитным шунтом

Силу тока можно регулировать и неподвижным магнитным шунтом, который подмагничивается обмоткой управления постоянного тока.



Если увеличить силу тока в обмотке управления, то магнитное сопротивление шунта...

...увеличится!

При увеличении магнитного сопротивления шунта поток рассеяния…

...уменьшится!

А значит сварочный ток...

...увеличится!

Этот способ плавного регулирования силы тока использован в трансформаторах, которые регулируются подмагничиванием шунта.

Технология сварки плавлением.

Сварка плавлением обычно возможна только в тех случаях, когда свариваемые металлы образуют при расплавлении единую сварочную ванну, т.е. растворяются друг в друге в жидком состоянии.

Поэтому применяется для сварки однородных металлов.

Такая сварка применяется в основном в индивидуальном производстве, при ремонте и сварке малоуглеродистых сталей в полевых условиях.

В зависимости от степени механизации процесса различают ручную, полуавтоматическую и автоматическую сварку.



Скорость отклика 200 мс
Цена 250 грн

Скорость отклика
(из светлого в темный) 50 мкс!

Скорость отклика
(из темного в светлый)
0,25-0,8 сек

Цена 1150 грн



Сварочный инвертор





Технология сварки давлением.

Сварка давлением.

Контактная электрическая сварка.

Принцип сварки - соединяемые поверхности прогревают электрическим током сопротивления, а затем сдавливают.

Контактная электрическая сварка - самый распространенный вид сварки давлением.

Выполняется на специальных сварочных машинах, имеющих мощный источник тока и механизм для сдавливания заготовок.



Машины для контактной сварки Kemecweld (Финляндия)

Технология сварки давлением.

Контактная электрическая сварка основана на нагреве зоны контакта двух частей заготовки в зоне их стыка при их механическом сдавливании.

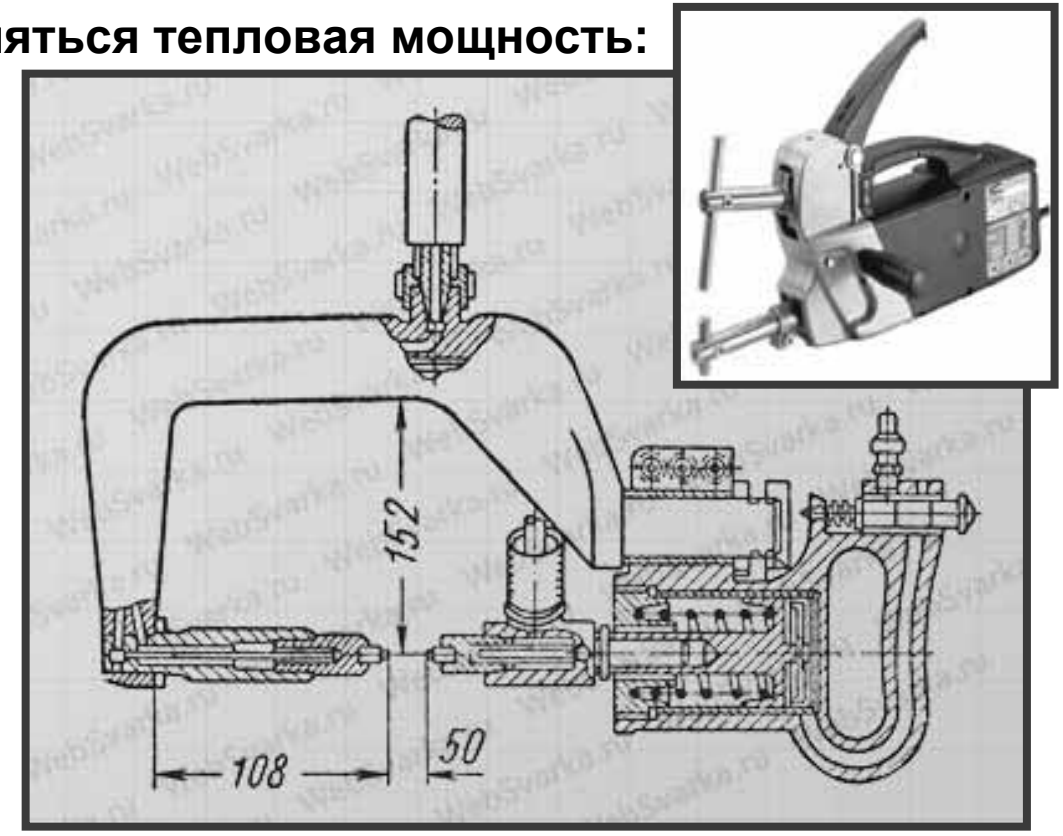
Процесс может быть реализован, если электрическое сопротивление контакта заготовок превышает сопротивление всей электрической цепи.

Тогда в зоне контакта будет выделяться тепловая мощность:

$$W = I^2 \cdot R_k$$

где *I* – величина тока в цепи;
***Rк* – сопротивление контакта.**





Сварочные клещи



Заказать

Описание

Небольшие переносные клещи для точечной сварки DIGITAL MODULAR 400 с большими возможностями. Микропроцессорное управление со специальной функции FUZZY LOGIC(пульсирующая сварка).
Точная настройка параметров. Находят широкое применение на ведущих СТО, работа на выезде, производственных участках и цехах.

Модель	DIGITAL MODULAR 400

Размеры и вес

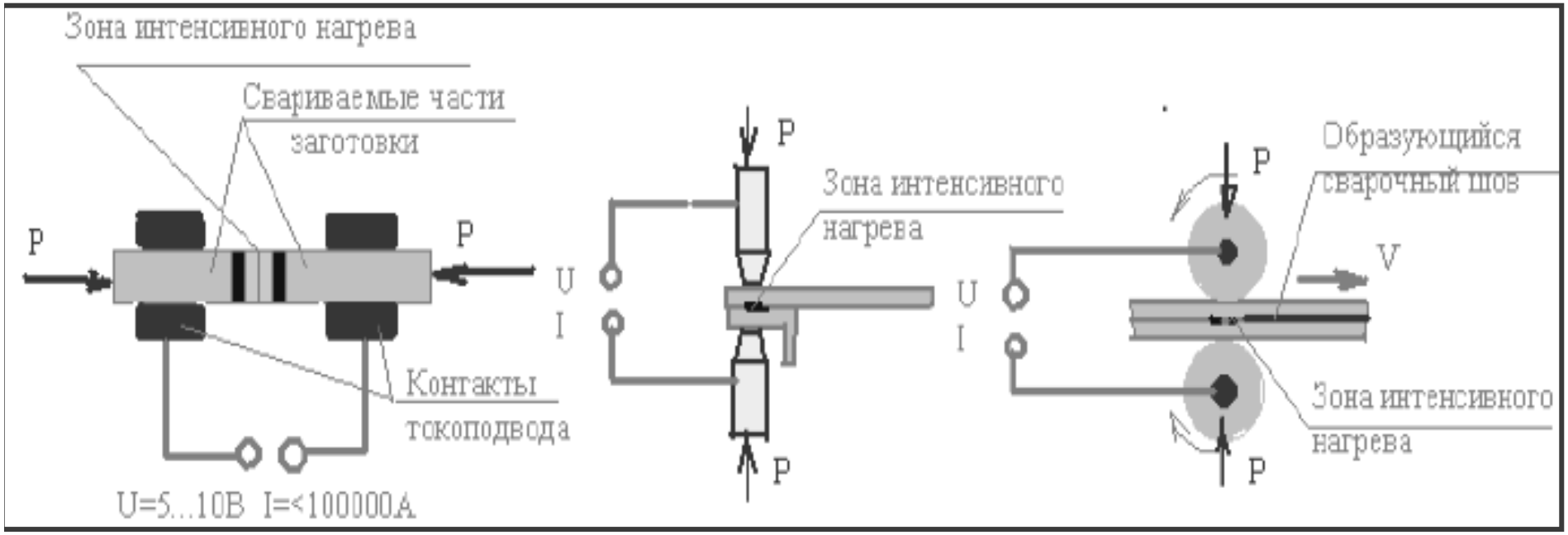
Ширина	100 мм
Высота	440 мм
Глубина	185 мм
Вес	10 кг

Основные характеристики

Напряжение питающей сети, В	400
Частота питающей сети, Гц	50-60
Номинальный сварочный ток, кА	16
Потребляемая мощность, кВт	2,3
Раствор мм	120
Толщина свариваемых металлов, мм, - листы	2,0+2,0
- стержни	2+2

Технология сварки давлением.

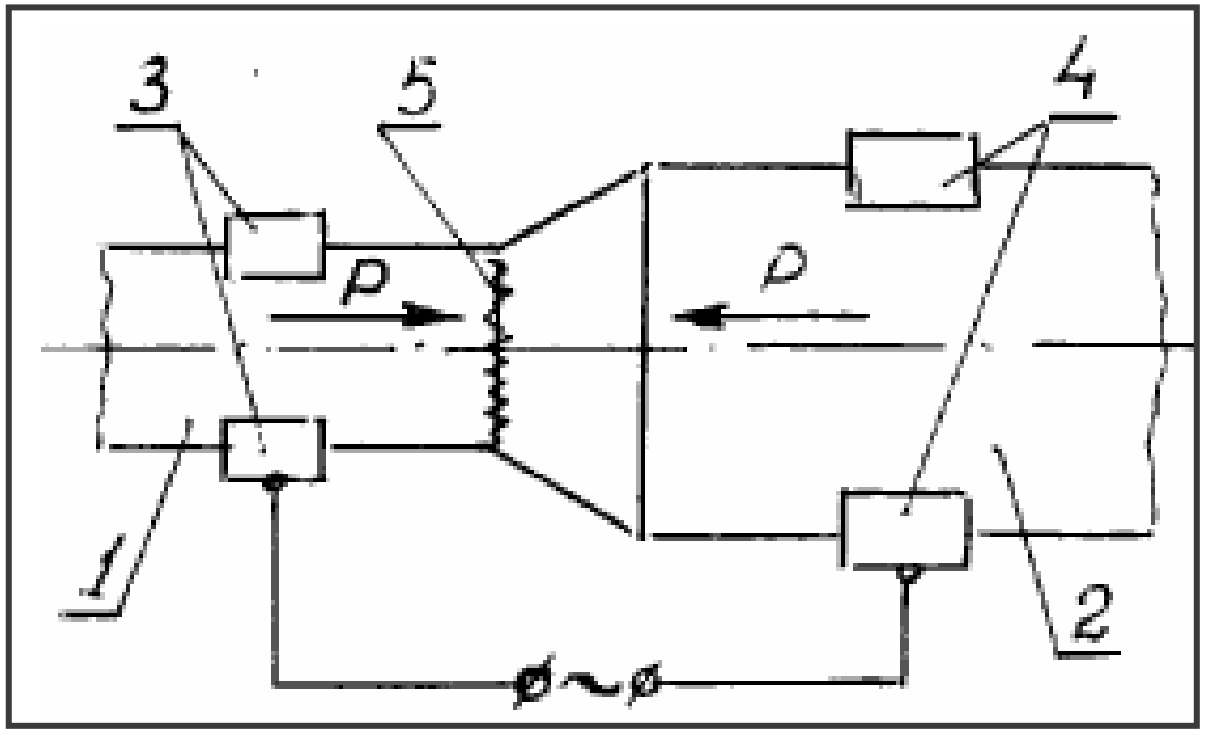
Разновидности контактной электрической сварки.



а) стыковая **б) точечная** **в) шовная (роликовая)**

Технология сварки давлением.

Стыковая контактная сварка применяется для соединения встык деталей типа стержней, толстостенных труб, рельсов и т.п.



Детали 1 и 2 зажимаются мощными захватами 3 и 4, проводящими ток.



После достаточного разогрева ток выключается, а

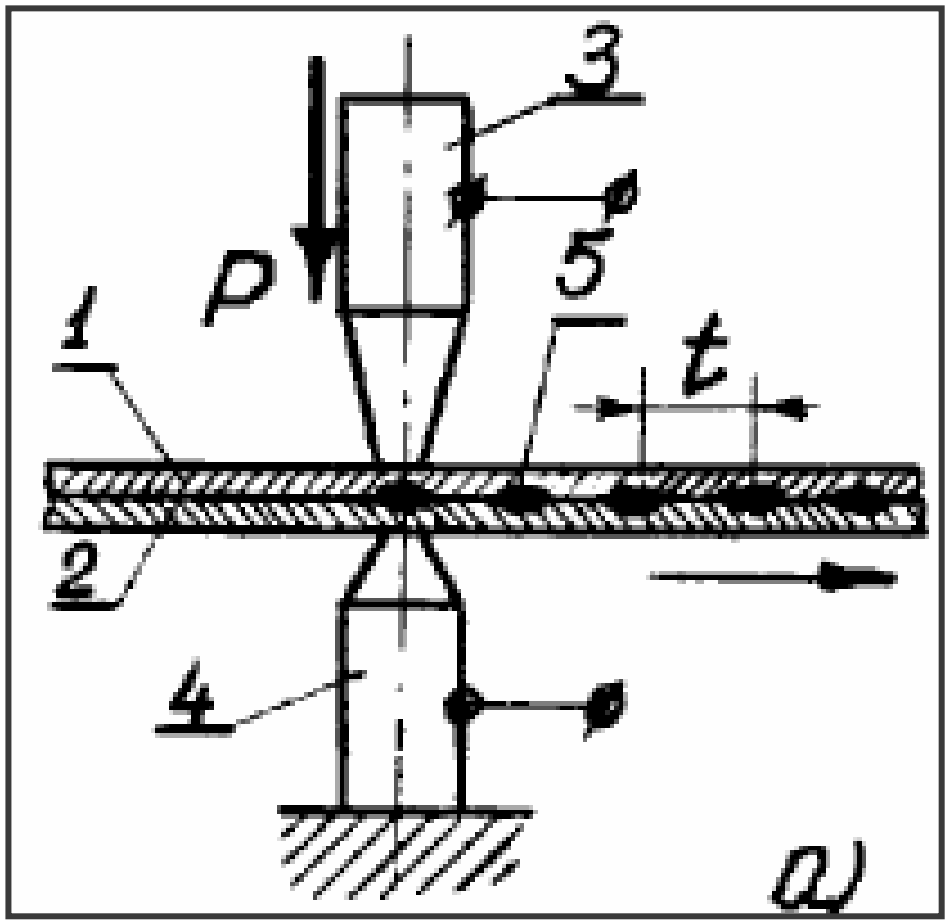
Соединяют разнородные материалы (привариваю колонкам, сваривают режущие инструменты).

Способ высокопроизводительный, универсальны

Технология сварки давлением.

Точечная контактная сварка применяется для соединения листовых конструкций.

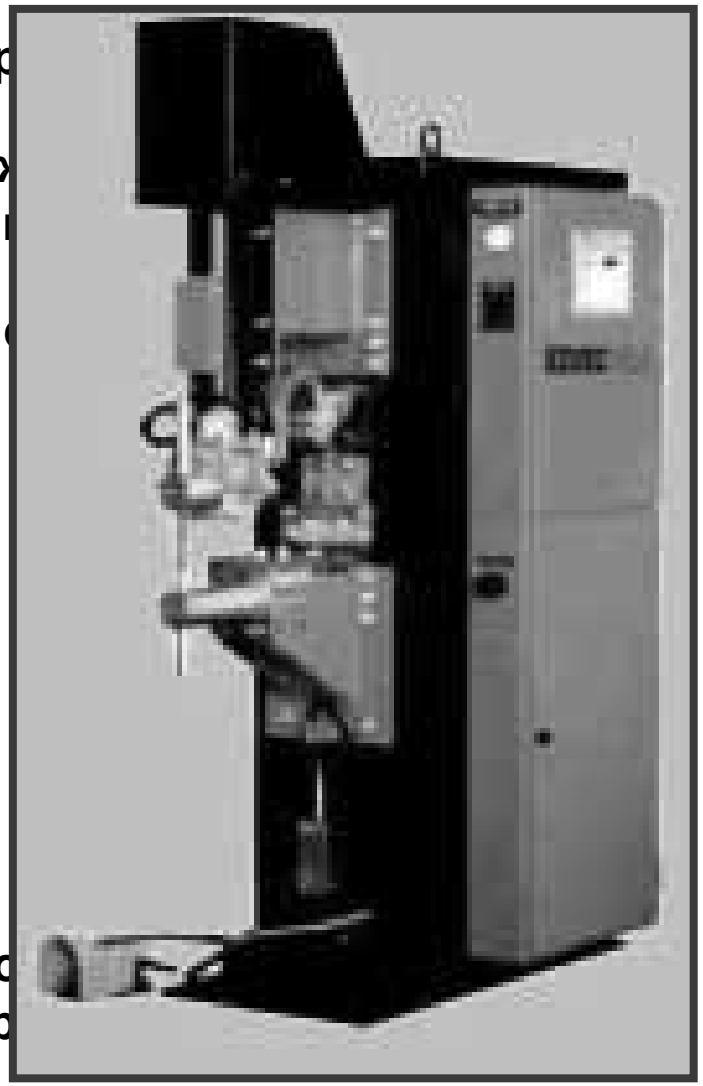
Соединение (шов) получается в виде последовательности точек с шагом *t*.



1, 2 - свар

3, 4 - прих
выполня

5 - точки

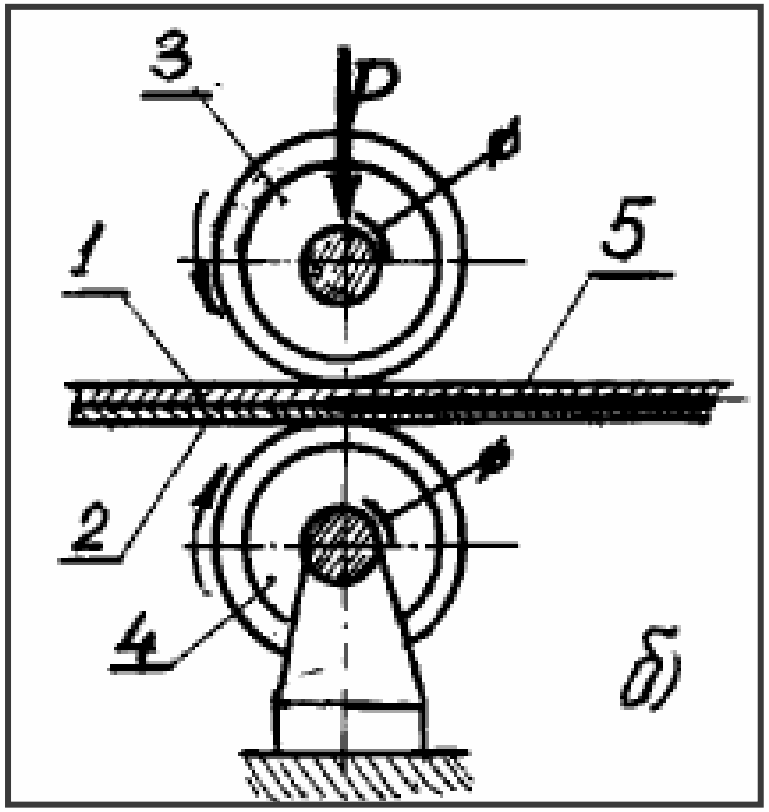


Широко применяется в автомобилестроении, ваго
строительстве, при сборке электрических схем пр

Технология сварки давлением.

Шовная (роликовая) контактная сварка основана на нагреве зоны контакта двух частей заготовки в зоне их стыка при их механическом сдавливании.

Применяется для соединения листовых конструкций для получения сплошного герметичного шва.



1, 2 - свариваемые

3, 4 - ролики, одно
выполняют роль т

5 - сварочный шов



Толщина свариваемых листов 0.3-4 мм.

Сваривают низкоуглеродистые, легированные, кон
легкие сплавы, стальные листы с покрытием (оцин

Технология сварки давлением.

Оборудование для контактной сварки – контактные сварочные машины (стыковые, точечные и шовные).

Они состоят из 3-х частей:

- **источник тока;**
- **прерыватель тока;**
- **механизм давления.**

Источник тока в виде трансформатора дает вторичный ток напряжением *U=5-7 В* и током *I=10-40 kA*.

Механизм давления имеет либо гидравлический, либо механический привод.

Усилие сжатия 3-18 кН.

Технология сварки давлением.

Конденсаторная сварка является отдельным видом контактной сварки.

Энергия для нагрева накапливается в конденсаторе и выделяется в виде разряда, длительностью ~50мкс.

Кратковременность процесса позволяет сваривать заготовки из материалов, различных по своим физико-химическим свойствам (например, с разной теплопроводностью).

Точная дозировка энергии позволяет сваривать очень тонкие детали (до нескольких мкм) или приваривать тонкие элементы к толстым.

Способ широко применяется в радио- и электротехнической промышленности.

Технология сварки давлением.

Холодная (диффузионная) сварка - соединение деталей давлением без подогрева, только за счет совместной пластической деформации и диффузии атомов.

Детали тщательно зачищают химико-механическим путем, помещают в сварочную вакуумную камеру (10^2-10^5 мм рт.ст.), нагревают (800°С) и специальным штампом сдавливают при удельном давлении порядка 0,5-2 кг/мм^2.

Этим способом сваривают детали толщиной 0.2-15 мм.

Получают также точечные, шовные и стыковые соединения.

Хорошо свариваются алюминий, дюралюминий, сплавы кадмия, свинца, меди, никеля, золота, серебра, цинка.

Возможна сварка многих сочетаний разнородных металлов, а также металлов с металлокерамическими сплавами, металлов с керамикой, с графитом и т. д. Способ получил широкое применение для соединения, трудновыполнимых другими способами.

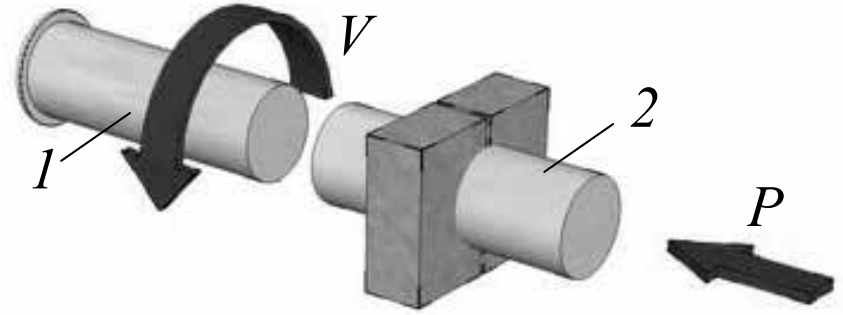
Технология сварки давлением.

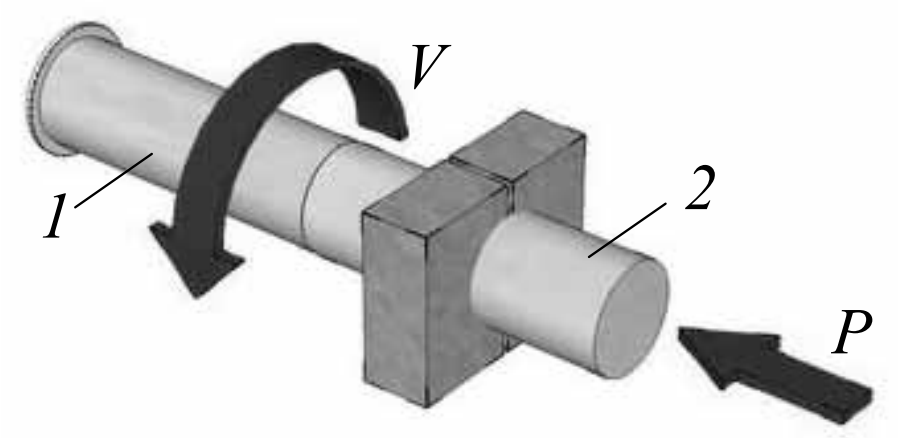
Сварка трением

Для нагрева места сварки можно использовать превращение механической энергии в тепловую, которое происходит при трении металлов (сварка трением изобретена О. Чудиковым).

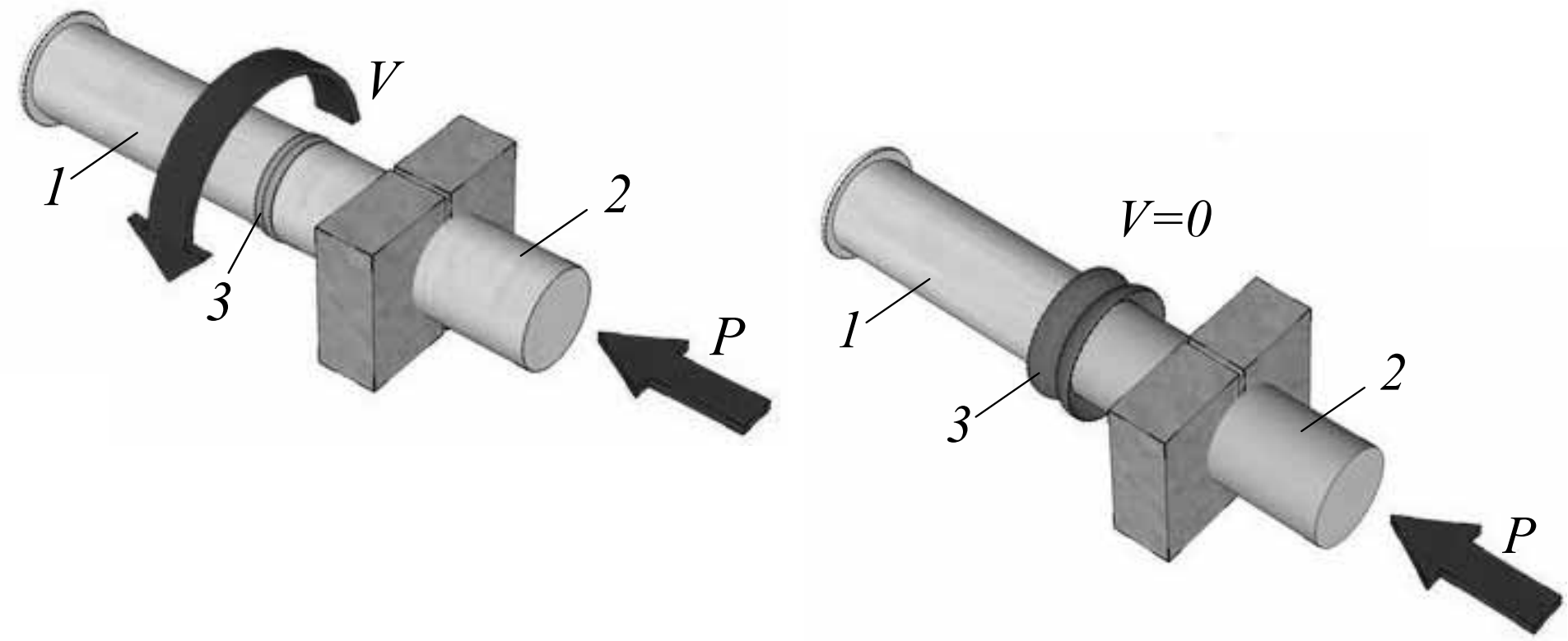
Метод широко применяется для соединения круглых цилиндрических стержней или труб.

Детали закрепляют в зажимах машины и приводят в соприкосновение торцами.





Технология сварки давлением.



Деталь 2 остается неподвижной, деталь 1 приводится во вращение со скоростью *V* = 500-1500 об/мин и постоянно прижимается к неподвижной детали с силой *P*.

В результате трения торцы деталей быстро разогреваются и через малый промежуток времени наблюдается место оплавления 3; при этом автоматически выключается фрикционная муфта машины, прекращая вращение.

Технология сварки давлением.

В ряде случаев данный способ сварки достаточно эффективен. Он отличается высокой производительностью (время сварки для разных деталей 1,5-50 сек), высоким качеством и стабильностью сварки.

Так как процесс автоматизирован, то все параметры (число оборотов, усилие сжатия, время сварки) отличаются высоким постоянством. Способ является экономическим, обладает высоким КПД.

Потребление мощности к единице плоскости сварки составляет 15-20 Вт/мм^2, а потребление электроэнергии в 10-15 раз меньше, чем при контактной сварке.



Технология сварки давлением.

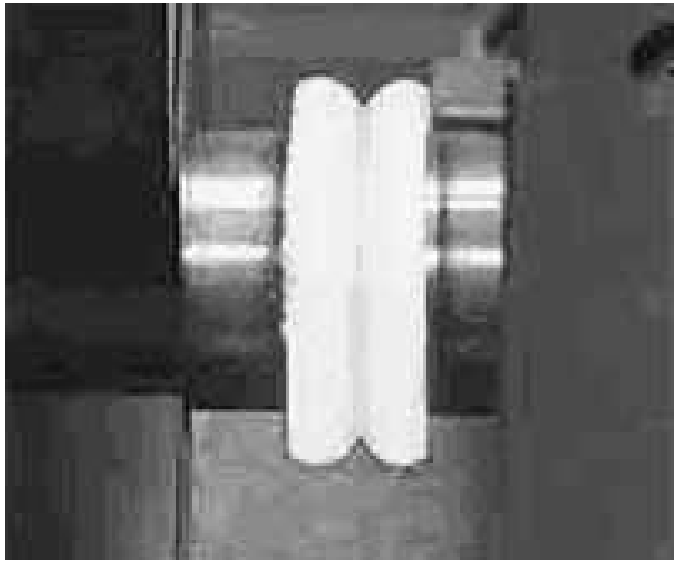
Сварка трениям позволяет сваривать разнородные металлы (алюминий с медью, алюминий со сталью, медь со сталью и т.п).
Ширина зоны влияния сварного соединения составляет не больше 2-3 мм.

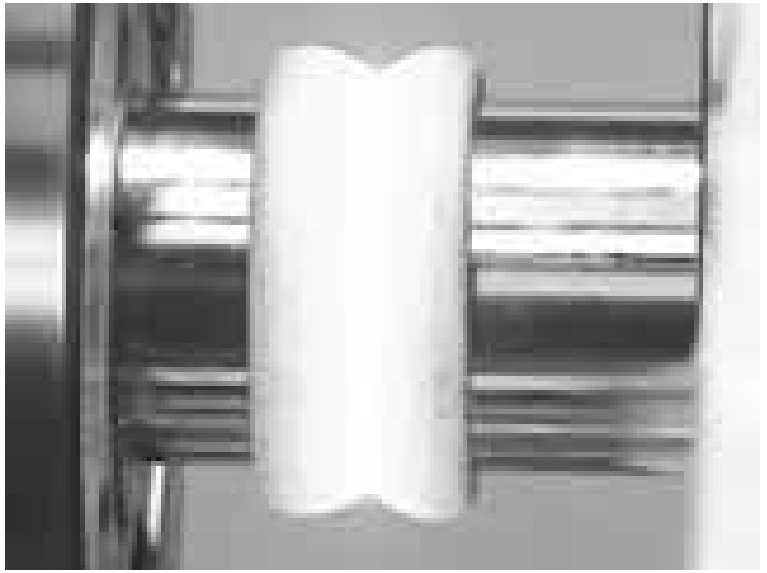
Этим способом можно соединять заготовки диаметром от 0.75 до 140 мм.

Способ высокопроизводительный, соединяются разнородные металлы (алюминий с медью, алюминий со сталью, медь со сталью и пр.).

Особенно эффективная сварка заготовок металлорежущего инструмента (сверл, метчиков) из углеродной и быстрорежущей стали.







Технология сварки давлением.

Индукционная (высокочастотная) сварка.

Металл нагревается пропусканием через него токов высокой частоты и сдавливается. Наибольшее применение пока находит сварка труб.

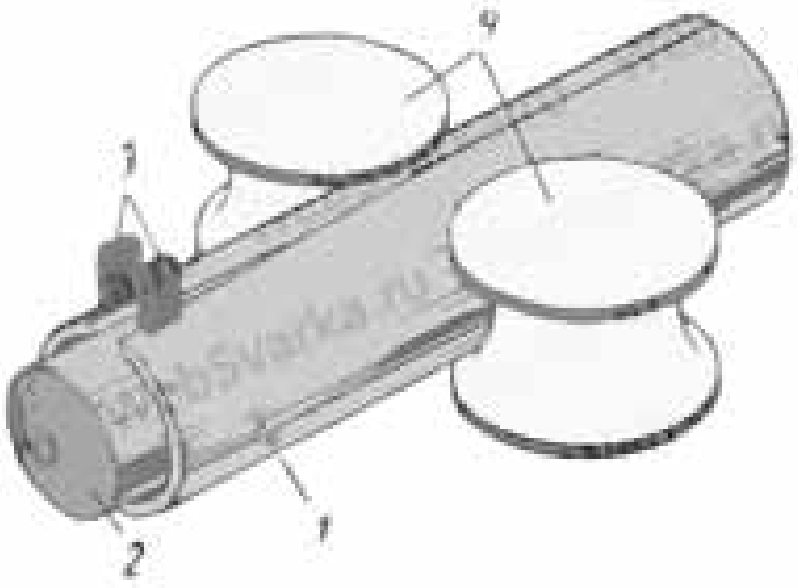


Схема сварки с подводом тока контактами.

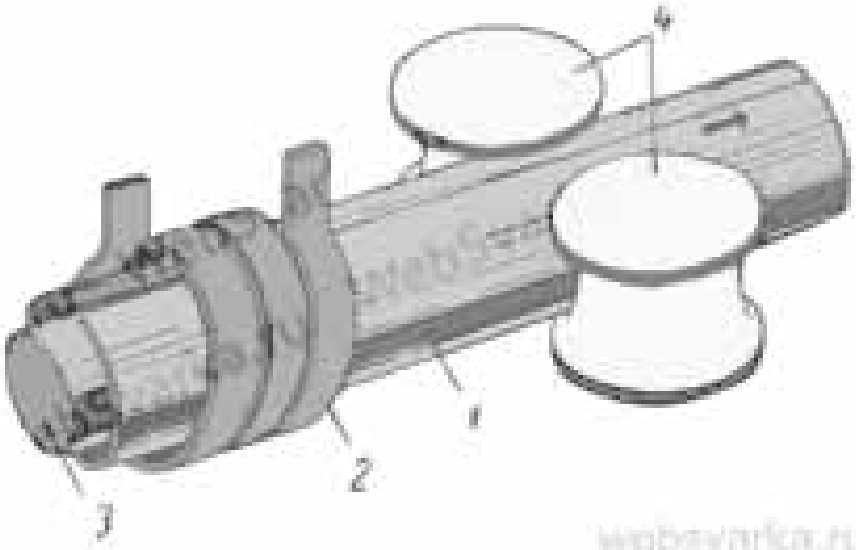


Схема сварки труб с индукционным подводом тока

1 - труба
2 - ферритный сердечник
3 – контакты
4 - обжимные ролики

1 – труба
2 – индуктор
3 – сердечник
4 - обжимные ролики

Технология сварки.

Технологические возможности методов сварки.

1) Свариваемые материалы.

Методы сварки практически позволяют соединять все виды металлов и даже неметаллов.

Однако каждый конкретный метод сварки предназначен для сварки определенного набора материалов.

2) Форма.

Сварка позволяет получать изделия самой сложной формы, что и естественно, так как, соединяя между собой даже части простейшей формы можно получить сколь угодно сложную по форме конструкцию.

3) Размеры.

Не ограничены. Пролеты мостов, вышки длиной сотни метров, а сварные трубопроводы для нефти и газа – сотни километров.

В то же время сварка применяется и в микроэлектронике для соединения изделий размером менее 0.01 мм.

Технология сварки.

4) Точность.

Данный параметр определяется в очень широких пределах.

Если электродуговая сварка приводит к значительной тепловой деформации заготовки и точность ее весьма невелика - допустимые отклонения выше 0.1 мм и могут составлять более 1 мм, то в микроэлектронике погрешность может не превышать 0.01 мм.

5) Шероховатость.

Шероховатость наиболее распространенных видов сварки весьма высока и превышает 100 мкм.

Поэтому, сварные швы на важных в функциональном отношении поверхностях обрабатываются механически, например, шлифованием.

Так при сварке труб для газопровода или нефтепровода образующиеся неровности на внутренней поверхности трубы приводят к увеличению сопротивления прокачиванию.

Поэтому они должны быть обработаны, что в технологическом отношении представляет определенные трудности.



РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Гречко Александр Михайлович
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"

Сварочный инвертор

Отличие сварочного трансформатора от инвертора.

Сварочный трансформатор - это обычный, классический трансформатор, только со специально повышенным магнитным рассеиванием.

Рассеивание необходимо для создания условий горения электрической дуги (крутоспадающую вольтамперную характеристику источника питания).

Когда происходит вращение рукоятки на трансформаторе – внутри регулируется магнитное рассеивание магнитопровода трансформатора.

Чем выше магнитное рассеивание, тем меньше сварочный ток.

Магнитное рассеивание регулируется:

1. Увеличением расстояния (зазора) между первичной и вторичной обмотками трансформатора

2. Введением в магнитную цепь трансформатора магнитного шунта без либо с подмагничивающей обмоткой

Технические характеристики сварочных трансформаторов с увеличенным магнитным рассеянием (с подвижным шунтом)

Характеристика	Тип						
	СТАН-0	СТАН-1	ОСТА-350	СТШ-230	СТШ-300|	СТШ-5Ш	СТШ-500-80
Напряжение холостого хода, В	55;65;80	60; 70	70	61	63	62	80
Продолжительность работы ПР, %	65	65	65	20	60	60	60
Номинальный сварочный ток, А	120	350	350	250	300	500	500
Номинальная мощность, кВ-Л	7,6	20,2	20,0	16,3	20,5	33,0	44,5
Пределы регулирования сварочного тока, А	20-150	60—480	50-445	70-260	110-405	145—650	60-650
Коэффициент мощности (cos q>)	0,51	0,52	0,70	0,40	0,52	0,50	0,62
Габаритные размеры, мм:							
длина	690	870	810	420	545	670	980
ширина	429	520	450	260	695		
высота	485	800	710	425	707	753	766
Масса, кт	85	185	200	44	158	220	323

Технические характеристики сварочных трансформаторов с неподвижным шутим и обмоткой управления

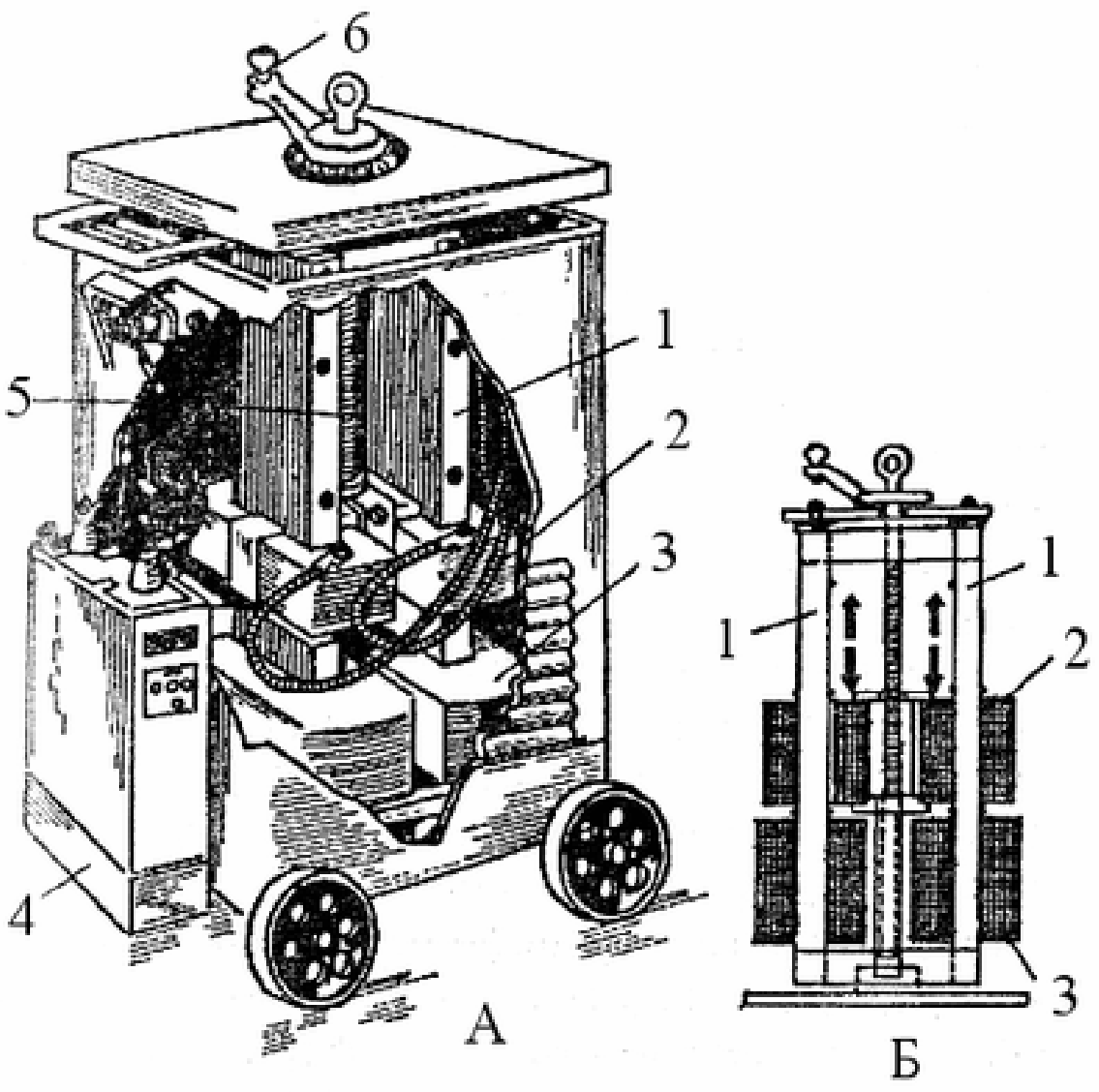
	Тип	
Характеристика	ТДФ-1Ш1	ТДФ-2001
Номинальный сварочный ток, А	1000	2000
Пределы регулирования сварочного тока, А:		
в диапазоне малых токов	400-700	800—1500
в диапазоне больших токов	700-1200	1500—2200
Напряжение холостого хода, В:		
при минимальном сварочном токе	68	74
при максимальном сварочном токе	71	79
Номинальная мощность, кВ-Л	82	170
Масса, кг	720	980

Технические характеристики сварочных трансформаторов с увеличенным магнитным рассеянием (с подвижными обмотками)

Характеристика	Тип						
	ТС-120	тс-300	ТС-500	тск-300	ТСК-500	ТД-300	ТД-500
Напряжение холостого хода, В	68	63	60	63	60	61; 79	60; 76
Номинальный сварочный ток, А	120	300	500	300	500	300	500
Номинальная мощность, кВ-А	9	20	32	20	32	20	32
Пределы регулирования сварочного тока. А:							
в основном диапазоне	50—160	110-385	165-650	110-385	165—650	160—385	240-650
в дополнительном диапазоне	—	30—100	40—165	30-100	40—165	60—160	90—240
Коэффициент мощности	0,43	0,51	0,53	0,72	0,65	0,53	0,65
Габаритные размеры, мм: длина	650	760	840	760	840	692	720
ширина	340	520	576	520	576	620	570
высота	800	970	1060	970	1060	710	835
Масса, кг	90	180	250	215	280	137	210

Примечание. Продолжительность работы ПР % для всех трансформаторов — 60%.

Сварочный трансформатор ТСК-500 с подвижными обмотками



А - внешний вид

Б - схема регулирования сварочного тока

1-сердечник
2-вторичная обмотка
3-первичная обмотка
4-подключение к сети
5-винт
6-рукоятка винта

Высота – 1060 мм, длина – 840 мм, ширина – 576 мм, масса – 280 кг!

Сварочный инвертор

Инвертор – это новое поколения сварочного оборудования.







Основные характеристики	
Габаритные размеры, мм:	400x165x290
Масса нетто, кг:	8
Номинальное напряжение питающей сети, В:	220
Номинальный сварочный ток, А:	160
Охлаждение:	принудительное
ПВ, %:	60
Потребляемая мощность, кВа, не более:	5,3
Пределы рег. свар. тока, А:	20-160
Регулирование сварочного тока:	плавное



Сварочный инвентор – это уже электронный прибор.
На выходе инвентора создается дуга постоянного тока, что по сравнению с дугой переменного тока благоприятно сказывается на устойчивости ее горения.

Основная идея инверторов держится на следующем принципе.

Что если трансформировать ток (напряжение) не на промышленной частоте 50 Гц, а попробовать выполнить данную операцию на значительно более высоких частотах?

Главное, что для трансформации тока высокой частоты требуется трансформатор гораздо меньших размеров.

Напряжение 220 В 50 Гц преобразуется в инверторе в тоже напряжение, но гораздо более высокой частоты (1-100 кГц).

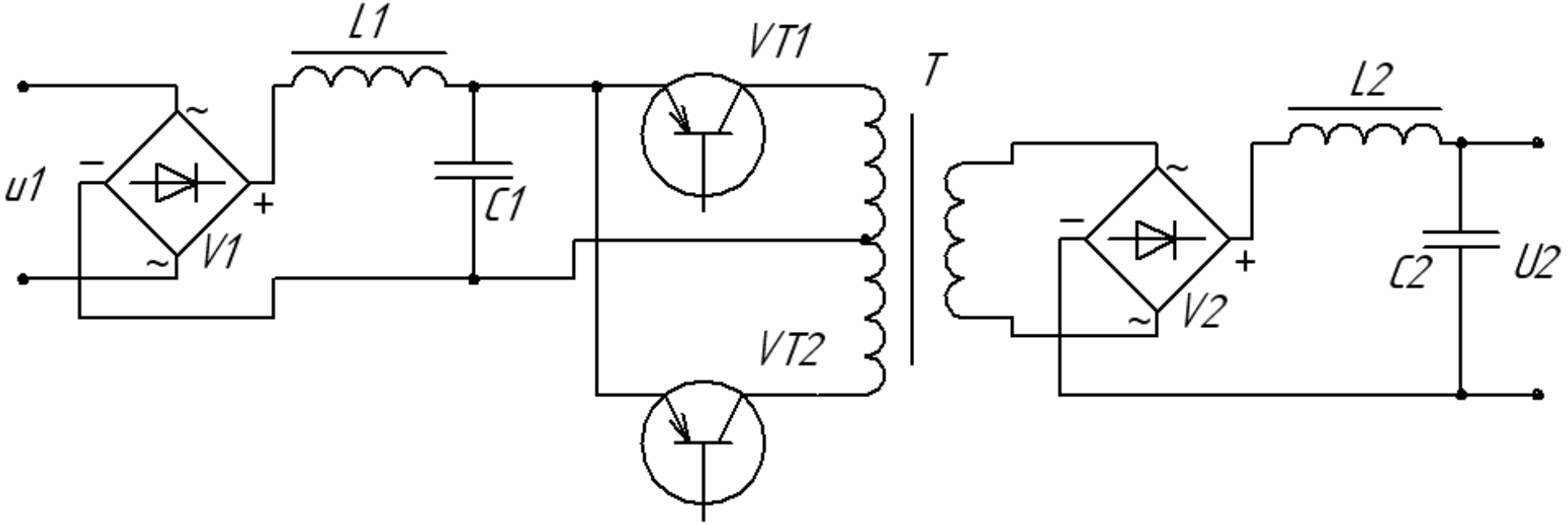
Далее через трансформатор значительно меньших размеров номинальное входное напряжение преобразуется в низкое напряжение, и далее выпрямляется и сглаживается L-C фильтром.

Почему же обычный трансформатор потребляет больше мощности, чем инвертор?

Дело в том, что в обычном трансформаторе значительная мощность тратится на магнитное рассеивание.

Принцип действия инвертора

Рассмотрим процесса инвертирования на схеме выпрямителя с двухтактным транзисторным инвертором, которая является наиболее удобной для описания протекающих процессов.



u1 – входное напряжение сети **T – понижающий трансформатор**

V1, V2 – выпрямители (диодные мосты)

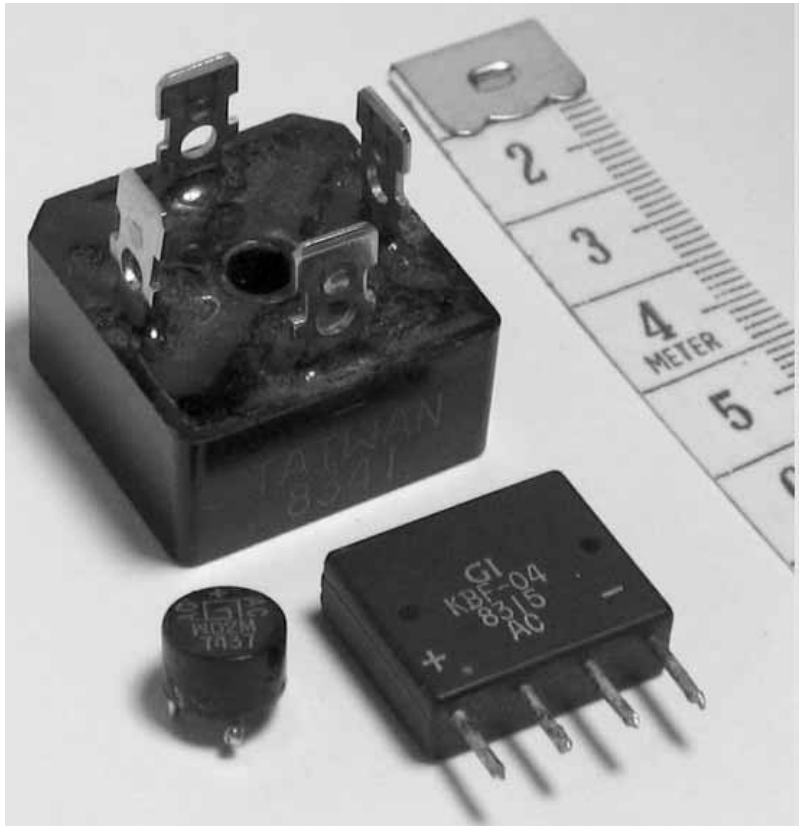
L1-C1 (L2-C2) – сглаживающие фильтры, построенные на катушках индуктивности L1 (L2) и конденсаторах C1 (C2)

VT1, VT2 – биполярные транзисторы

U2 – выходное напряжение, которое подается на электрод и заготовку

Принцип действия диодного моста

Диодный мост – электрическая схема, предназначенная для преобразования ("выпрямления") переменного тока в пульсирующий.
Такое выпрямление называется двухполупериодным





Лео Гретц
(Leo Graetz)

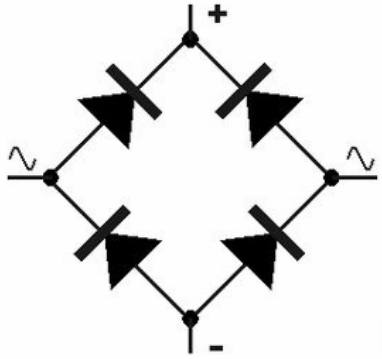
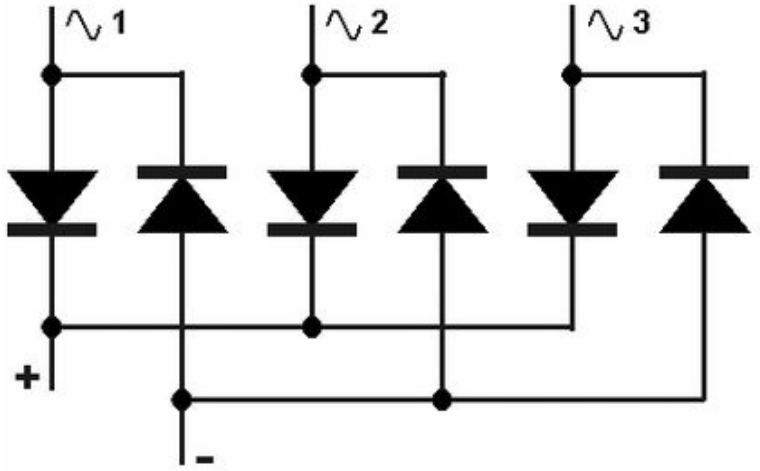


Схема Гретца

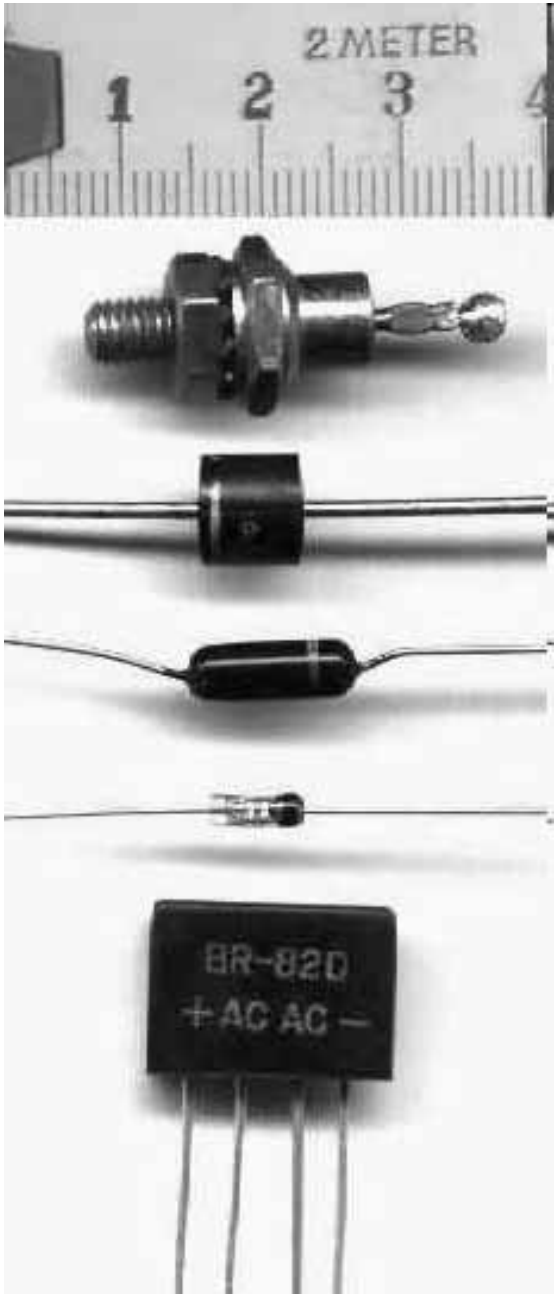


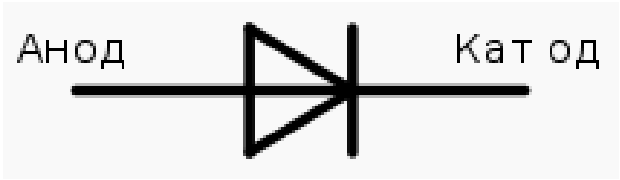
Андрей Николаевич Ларионов

Схема Ларионова



Различные типы диодов





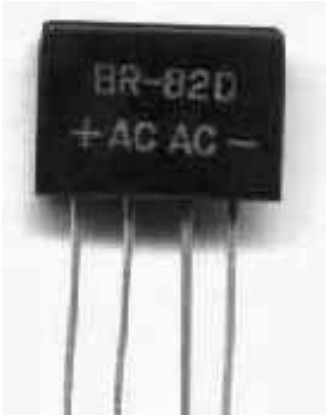
В 1919 г. Вильям Генри Иклс ввёл в оборот слово "диод", образованное от греческих корней "di" – два, и "odos" – путь.

На корпусе диода катод, как правило, обозначается полоской или точкой.

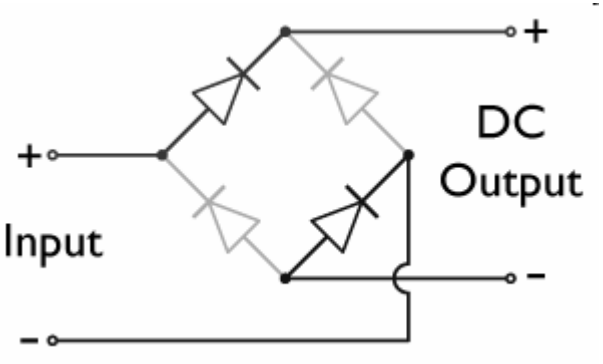


Принцип действия диодного моста

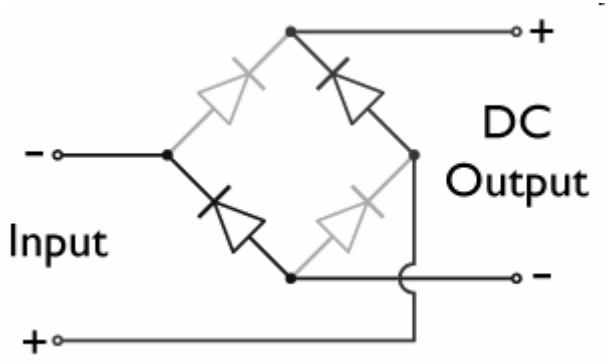
На вход (INPUT) схемы подаётся переменное напряжение (обычно синусоидальное, но не обязательно).



В каждый из полупериодов ток проходит только через 2 диода, 2 других – заперты.



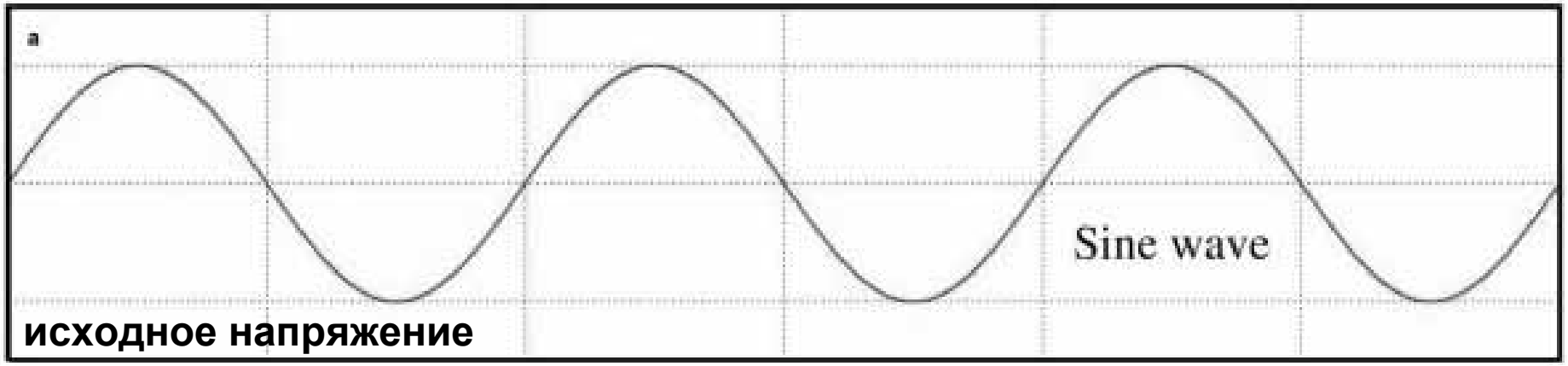
Выпрямление положительной полуволны



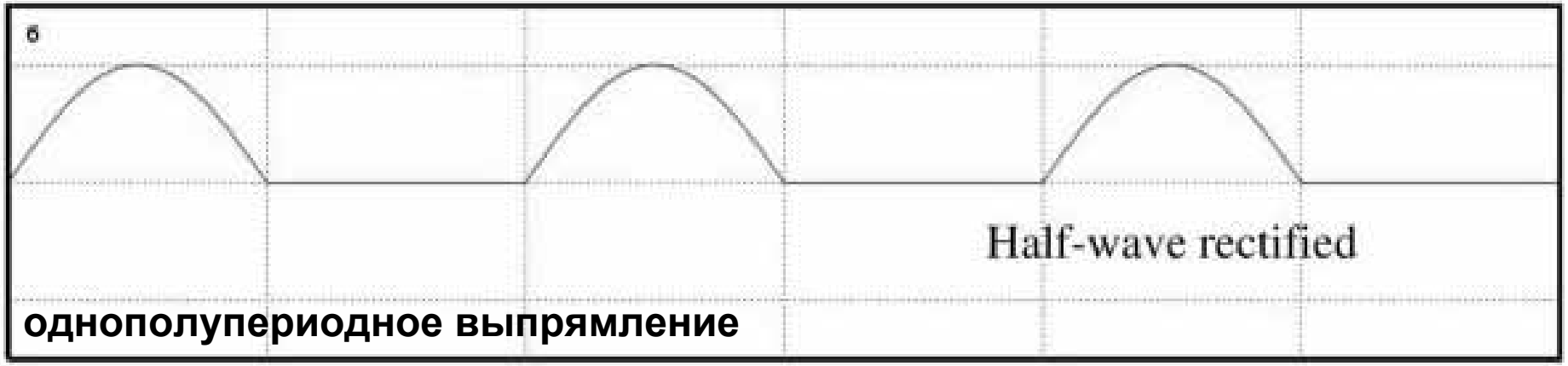
Выпрямление отрицательной полуволны

Напряжение на нагрузке, сохраняя знак, пульсирует с частотой, равной удвоенной частоте питающего напряжения

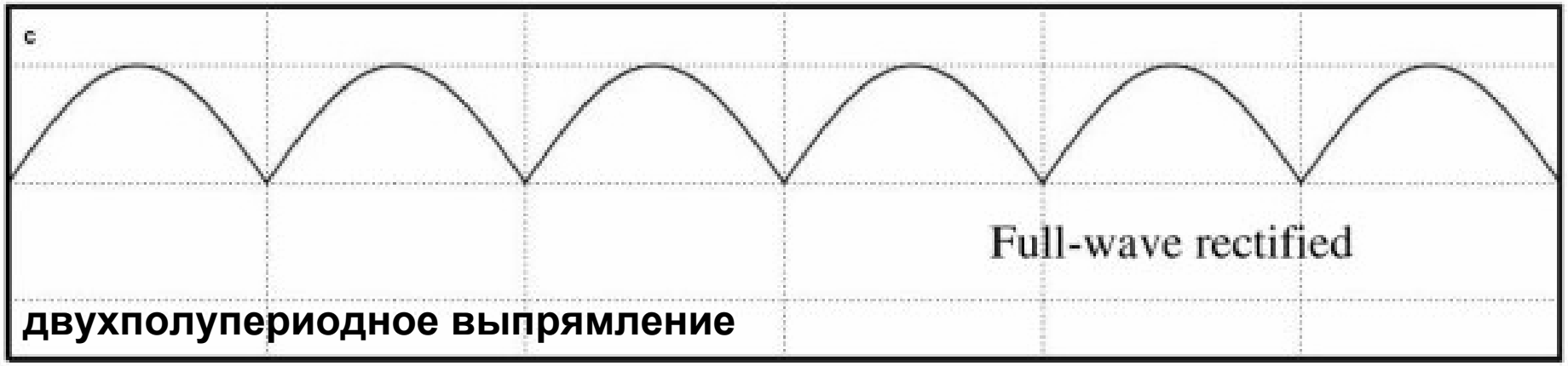
Принцип действия диодного моста



исходное напряжение



однополупериодное выпрямление

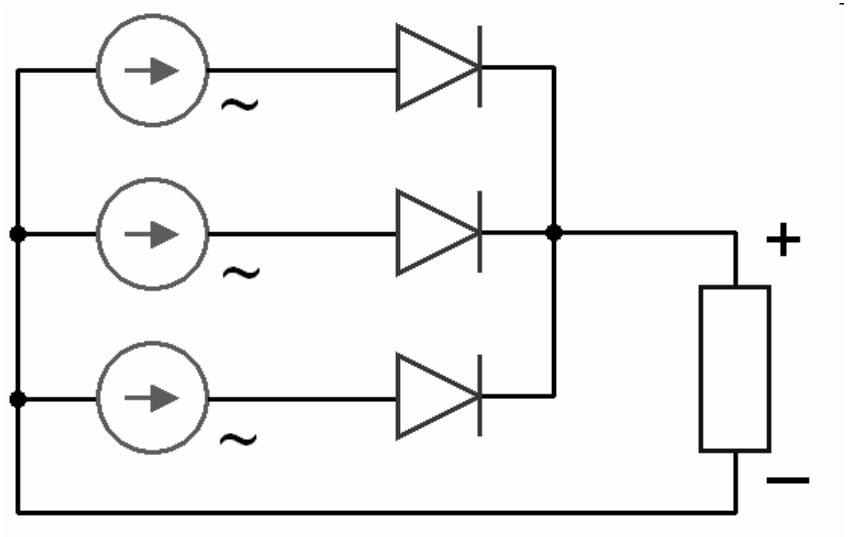


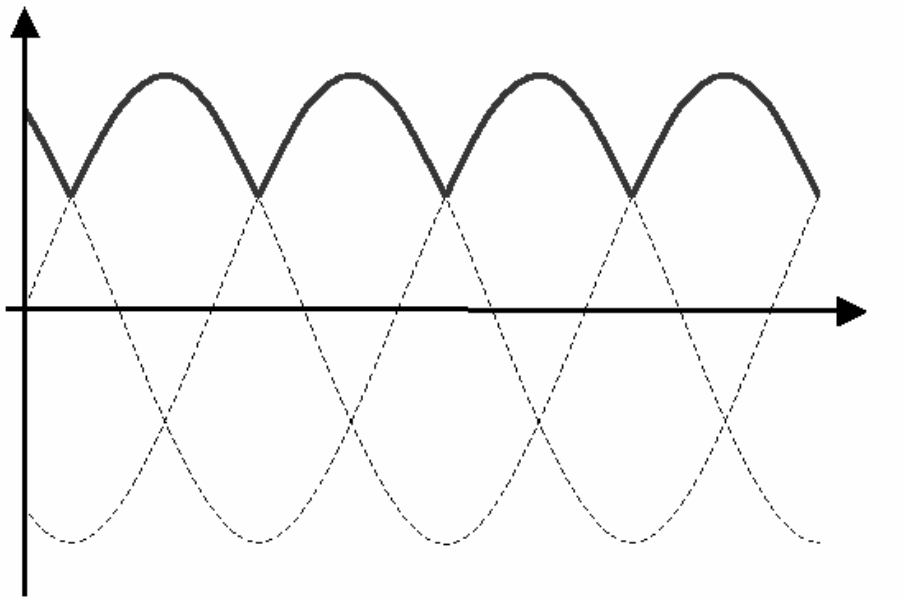
двухполупериодное выпрямление

Трёхфазный выпрямитель Миткевича Владимира Федоровича

В 1901 г. предложил для преобразования переменного тока в постоянный схему трёхфазного однополупериодного выпрямителя.

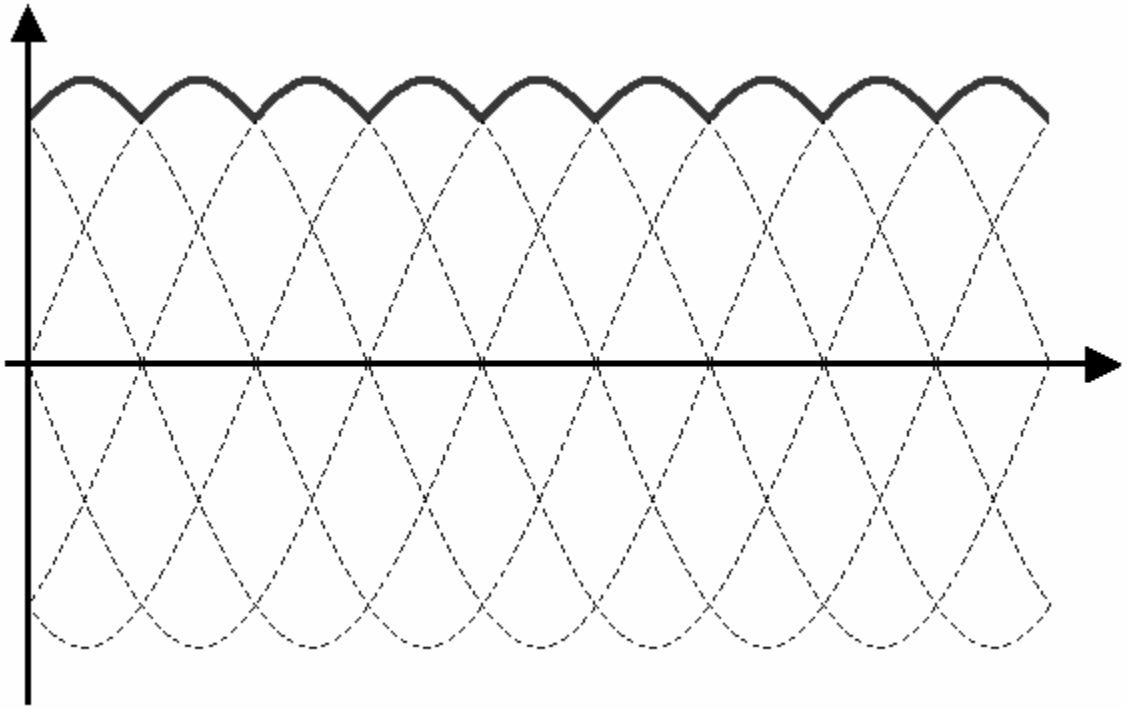


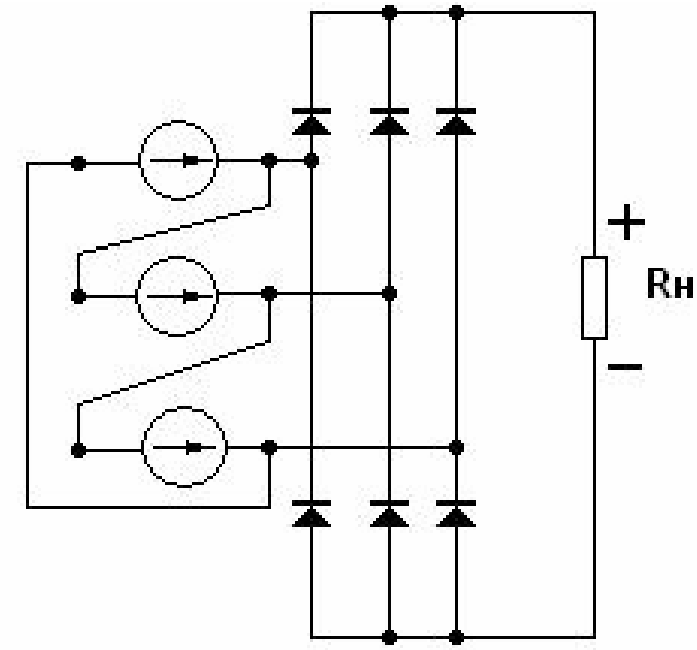




Трехфазный выпрямитель Ларионова на трех параллельных полумостах

При выпрямлении трехфазного тока трехфазным выпрямителем Ларионова результат получается гораздо более "гладким".

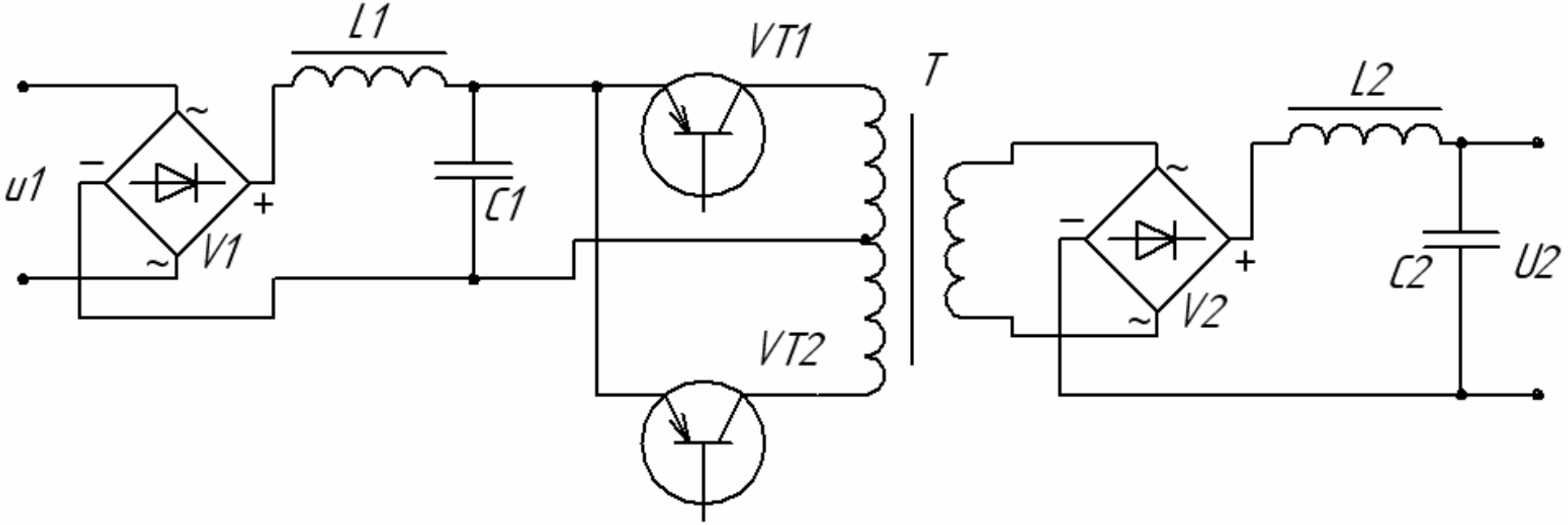




Для получения постоянного (а не пульсирующего) напряжения, все рассмотренные схемы необходимо дополнить сглаживающими фильтрами на конденсаторе и дросселе.

Принцип действия инвертора

Входной выпрямитель V1 преобразует переменное напряжение сети в постоянное, которое сглаживается с помощью низкочастотного фильтра L1-C1.

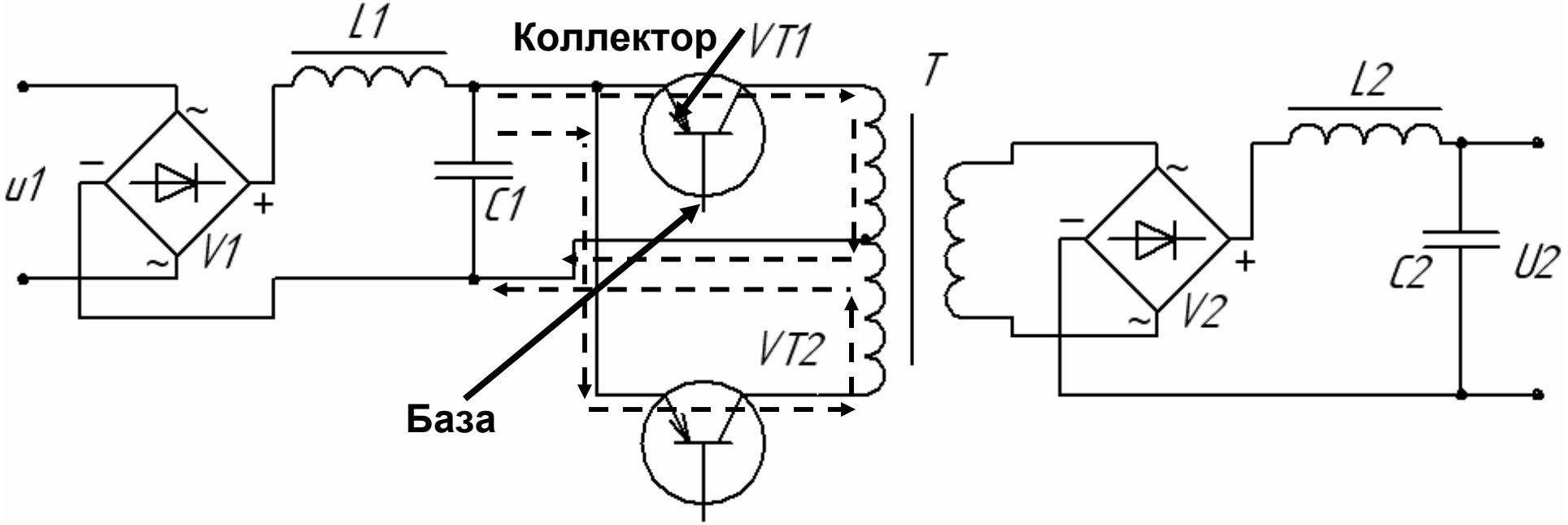


Затем выпрямленное напряжение преобразуется в однофазное переменное напряжение более высокой частоты с помощью инвертора, построенного на двух транзисторах VT1 и VT2.

Далее это переменное напряжение понижается трансформатором T, выпрямляется диодным мостом V2 и проходит через высокочастотный сглаживающий фильтр L2-C2 и подается на сварочную дугу в виде сглаженного напряжения.

Принцип инвертирования

При подаче сигнала на базу транзистора VT1 отпирается его коллекторная цепь, и по первичной обмотке трансформатора T в интервале времени t_1 протекает ток в направлении, показанном синей линией.

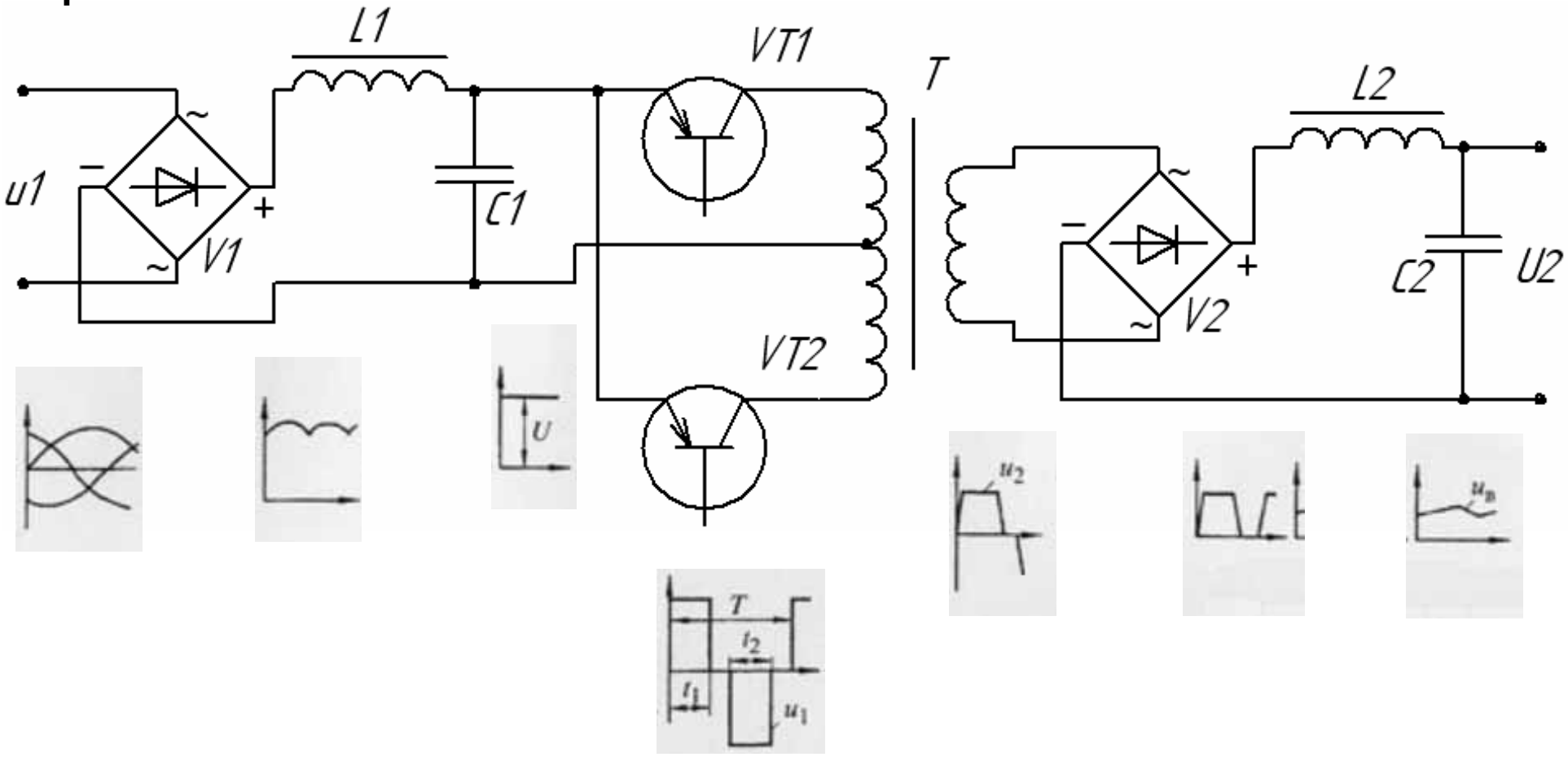


При снятии сигнала с базы данный ток прекращается.

С некоторой задержкой времени подается сигнал на базу транзистора VT2, он отпирается, при этом в интервале времени t_2 ток по трансформатору протекает уже в другом направлении, показанном желтой линией.

Принцип инвертирования

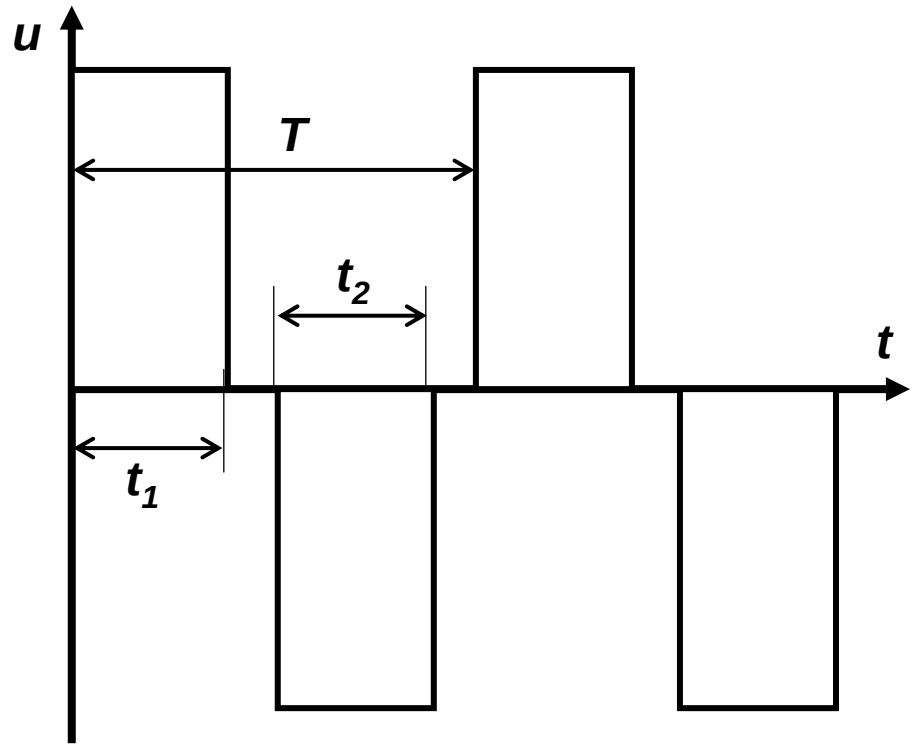
Таким образом, по первичной обмотке трансформатора Т протекает переменный ток.



Принцип инвертирования

Инвертор – это устройство, преобразующее постоянное напряжение в высокочастотное переменное напряжение.

Длительность периода протекания тока (T) и частота переменного тока (f = 1/T) зависят от частоты (дискретности) запуска (отпирания) транзисторов, определяемой системой управления.



Обычно частота устанавливается на уровне 1-100 кГц.

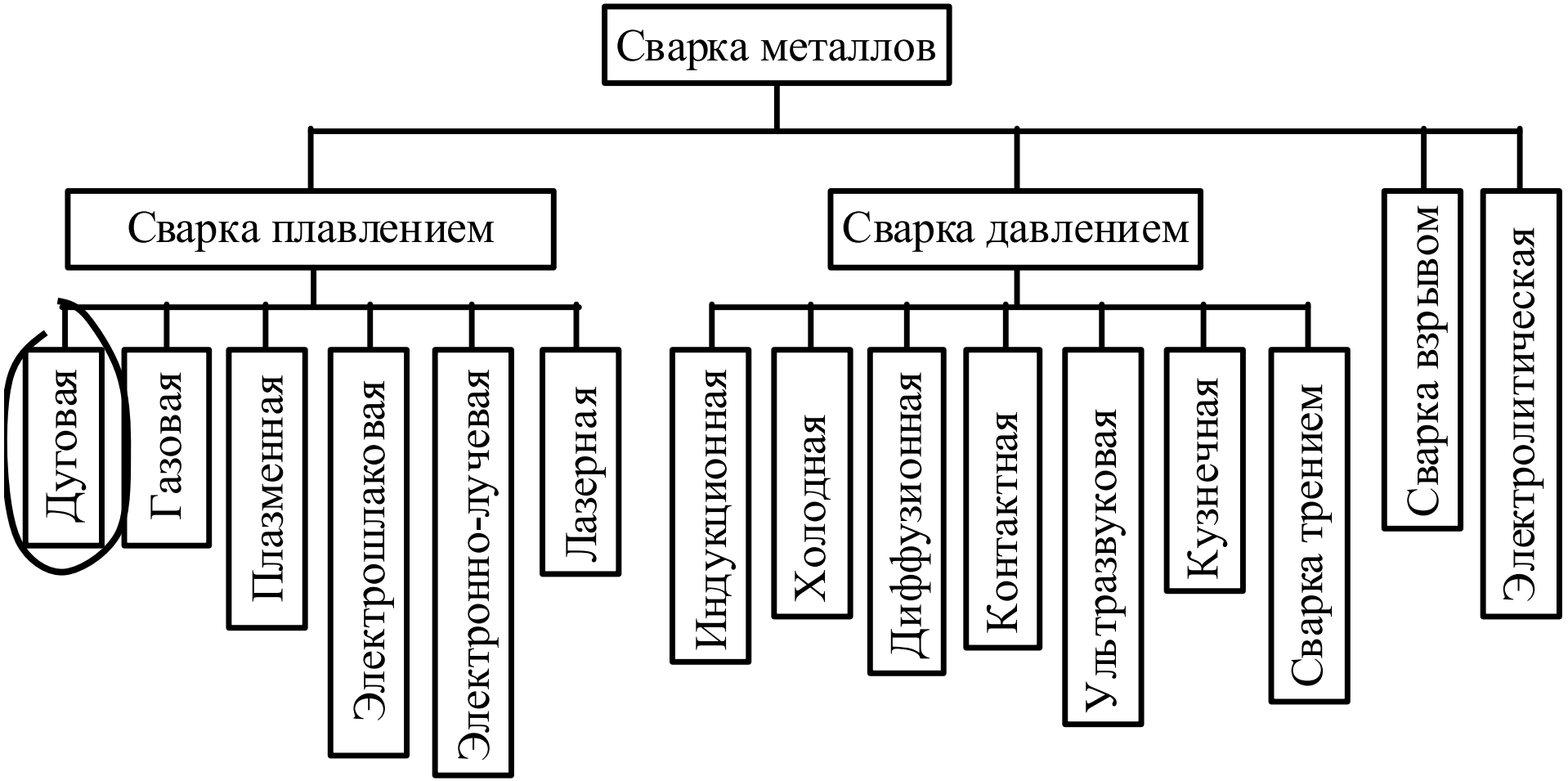
Так как данная частота не зависит от частоты сети, такой инвертор называют автономным.



РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Гречко Александр Михайлович
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"

Основные виды сварки.



Дуговая сварка в защитных газах

Дуговая сварка в защитных газах имеет высокую производительность, легко поддается автоматизации и позволяет выполнять соединение металлов без применения электродных покрытий и флюсов.

Этот способ сварки нашел широкое применение при изготовлении конструкций из сталей, цветных металлов и их сплавов.

Классификация способов дуговой сварки в защитных газах

- в зависимости от типа защитных газов

- сварка в среде инертных газов (Ar, He)

- сварка в среде активных газов (CO_2, N_2, смеси Ar-O_2, Ar-N_2, Ar-H_2, Ar-CO_2)

- в зависимости от типа электрода

- сварка плавящимся электродом

- сварка неплавящимся (W) электродом

Періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва

Період	Ряд	Г Р У П И							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	1	1 **H** 1,0079 Гідроген Водень							2 **He** 4,0026 Гелій
2	2	3 **Li** 6,941 Літій	4 **Be** 9,012 Берилій	5 **B** 10,81 Бор	6 **C** 12,0 Карбон Вуглець	7 **N** 14,0 Нітроген Азот	8 **O** 15,9 Оксиген Кисень	9 **F** 18,998 Флуор Фтор	10 **Ne** 20,179 Неон
3	3	11 **Na** 22,990 Натрій	12 **Mg** 24,305 Магній	13 **Al** 26,981 Алюміній	14 **Si** 28,086 Силіцій Кремній	15 **P** 30,973 Фосфор	16 **S** 32,06 Сульфур Сірка	17 **Cl** 35,45 Хлор	18 **Ar** 39,948 Аргон
4	4	19 **K** 39,098 Калій	20 **Ca** 40,08 Кальцій	21 **Sc** 44,956 Скандій	22 **Ti** 47,90 Титан	23 **V** 50,941 Ванадій	24 **Cr** 51,996 Хром	25 **Mn** 54,938 Манган Марганець	26 **Fe** 55,847 Ферум Залізо / 27 **Co** 58,933 Кобальт / 28 **Ni** 58,70 Нікол Нікель
	5	29 **Cu** 63,546 Купрум Мідь	30 **Zn** 65,39 Цинк	31 **Ga** 69,72 Галій	32 **Ge** 72,59 Германій	33 **As** 74,921 Арсен Миш'як	34 **Se** 78,96 Селен	35 **Br** 79,904 Бром	36 **Kr** 83,80 Криптон
5	6	37 **Rb** 85,468 Рубідій	38 **Sr** 87,62 Стронцій	39 **Y** 88,906 Ітрій	40 **Zr** 91,22 Цирконій	41 **Nb** 92,906 Ніобій	42 **Mo** 95,94 Молібден	43 **Tc** [98,906] Технецій	44 **Ru** 101,07 Рутеній / 45 **Rh** 102,905 Родій / 46 **Pd** 106,4 Паладій
	7	47 **Ag** 107,868 Аргентум Срібло	48 **Cd** 112,41 Кадмій	49 **In** 114,82 Індій	50 **Sn** 118,71 Станум Олово, цина	51 **Sb** 121,75 Стибій	52 **Te** 127,60 Телур	53 **I** 126,904 Іод Йод	54 **Xe** 131,30 Ксенон
6	8	55 **Cs** 132,91 Цезій	56 **Ba** 137,33 Барій	57 ***La** 138,905 Лантан	72 **Hf** 178,49 Гафній	73 **Ta** 180,948 Тантал	74 **W** 183,85 Вольфрам	75 **Re** 186,207 Реній	76 **Os** 190,2 Осмій / 77 **Ir** 192,22 Іридій / 78 **Pt** 195,09 Платина
	9	79 **Au** 196,967 Аурум Золото	80 **Hg** 200,59 Меркурій Ртуть	81 **Tl** 204,37 Талій	82 **Pb** 207,2 Плюмбум Свинець, оливо	83 **Bi** 208,980 Бісмут Вісмут	84 **Po** [209] Полоній	85 **At** [210] Астат	86 **Rn** [222] Радон
7	10	87 **Fr** [223] Францій	88 **Ra** 226,025 Радій	89 ****Ac** [227] Актиній	104 **Unq** [261] Уннілквадій	105 **Unp** [262] Уннілпентій	106 **Unh** [263] Уннілгексій	107 **Uns** [264] Уннілсептій	108 **Uno** [265] Уннілоктій / 109 **Une** [266] Унніленій / 110 **Uun** [272] Унуннілій
Вищі оксиди		R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4
Леткі водневі сполуки					RH_4	RH_3	H_2R	HR	

*Лантаноїди	58 **Ce** 140,12 Церій	59 **Pr** 140,908 Празеодим	60 **Nd** 144,24 Неодим	61 **Pm** [145] Прометій	62 **Sm** 150,36 Самарій	63 **Eu** 151,96 Європій	64 **Gd** 157,25 Гадоліній	65 **Tb** 158,925 Тербій	66 **Dy** 162,50 Диспрозій	67 **Ho** 164,93 Гольмій	68 **Er** 167,26 Ербій	69 **Tm** 168,934 Тулій	70 **Yb** 173,04 Ітербій	71 **Lu** 174,97 Лютецій
**Актиноїди	90 **Th** 232,038 Торій	91 **Pa** [231] Протактиній	92 **U** 238,029 Уран	93 **Np** [237] Нептуній	94 **Pu** [244] Плутоній	95 **Am** [243] Америцій	96 **Cm** [247] Кюрій	97 **Bk** [247] Берклій	98 **Cf** [251] Каліфорній	99 **Es** [254] Ейнштейній	100 **Fm** [257] Фермій	101 **Md** [258] Менделєвій	102 **No** [259] Нобелій	103 **Lr** [260] Лоуренсій

Порядковий номер — 26 — Символ елемента
Атомна маса — 55,847 — Fe Ферум Залізо — Назва елемента

Дуговая сварка в защитных газах

Для защиты зоны сварки используют инертные газы гелий и аргон, реже используют активные газы – азот, водород и углекислый газ. Применяют также смеси отдельных газов в различных пропорциях.

Газовая защита вытесняет из зоны сварки окружающий воздух, защищая место сварки от негативного воздействия кислорода и азота, содержащегося в воздухе.

При сварке в условиях, когда возможно выдувание газовой защиты, используют дополнительные защитные устройства.

Эффективность газовой защиты зоны сварки зависит от:

- типа свариваемого соединения (материал, толщина, обработка торцов);

- скорости сварки;

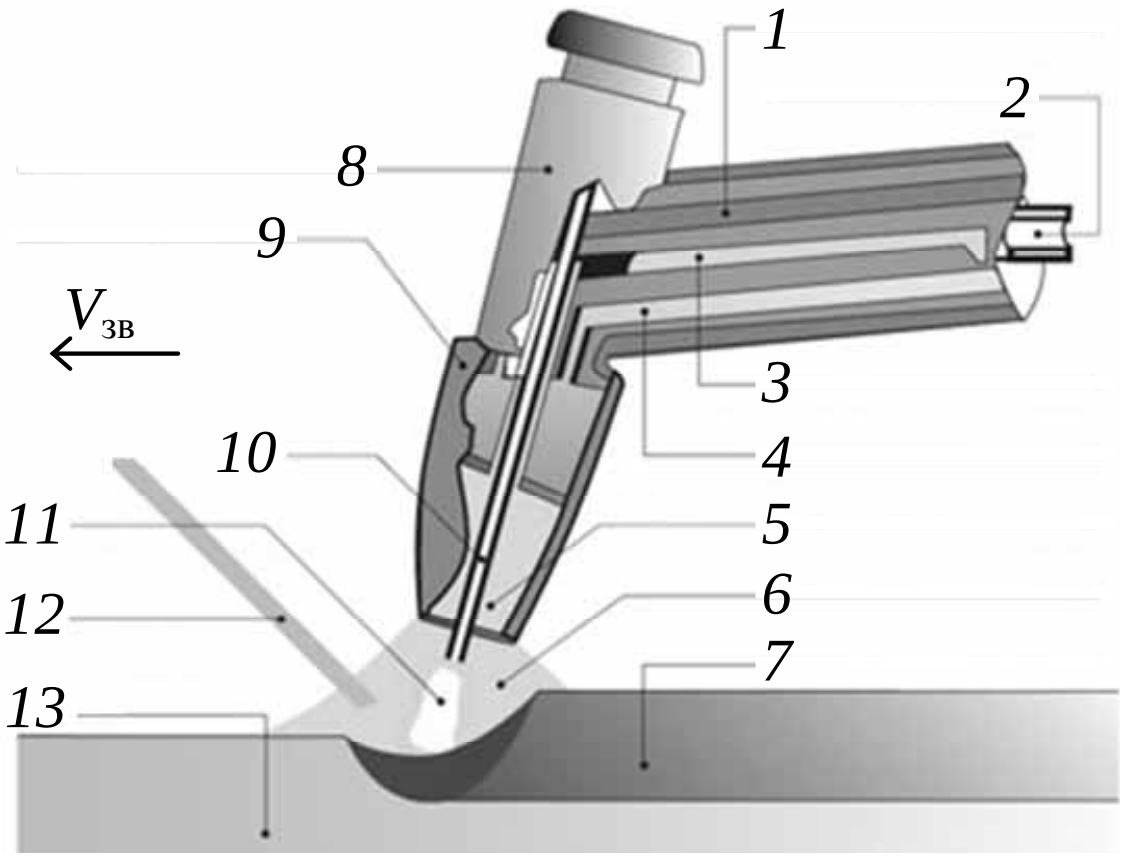
- расхода защитного газа;

- размера сопла, через которое защитный газ поступает в место сварки;

- расстояния от сопла до изделия (≈5-40 мм).

Схема дуговой сварки в защитных газах

Показана схема аргоновой дуговой сварки неплавящимся электродом:



1 – охлаждающая жидкость (холодная)

2 – токоподвод

3 – подача аргона

4 – охлаждающая жидкость (горячая)

5 – защитный газ (аргон)

6 – защитная атмосфера

7 – затвердевший металл

8 - горелка



9 – газовое сопло

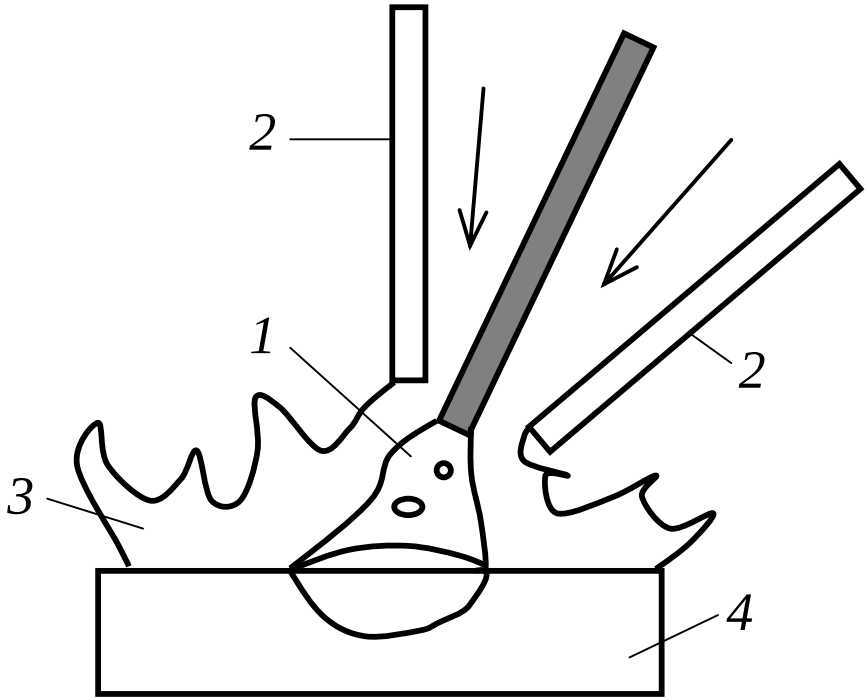
10 – вольфрамовый электрод

11 – дуга

12 – присадочный материал

13 – свариваемый металл

При дуговой сварке в защитных газах в зону дуги 1 через сопло 2 непрерывно подается защитный газ 3.



Энергией дуги расплавляется основной металл 4 и, если сварку выполняют плавящимся электродом, расплавляется и электрод.

Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизируясь, образует сварной шов.

При сварке неплавящимся электродом сам электрод не расплавляется, а его расход вызван испарением металла или частичным оплавлением при значительном сварочном токе.

Образование сварного шва происходит за счет расплавления кромок основного металла или присадочного металла, который дополнительно вводится в место сварки.

Дуговая сварка в защитных газах

Свойства защитных газов влияют на технологические свойства дуги и форму швов.

Дуга в гелии имеет более высокое напряжение, а образуемый шов имеет меньшую глубину проплавления и большую ширину.

Поэтому гелий целесообразно использовать при сварке тонколистового металла.

Но гелий легче воздуха и аргона, поэтому сварка в гелии требует повышенной его затраты (в 1,5-3 раза) для качественной защиты зоны сварки.



1,5 кг/мм^2

1 МПа = 10 атм.

15 МПа = 112510 мм рт ст



Баллон с газообразным аргоном (40 л, 10,85 кг), давление 15 МПа (1 Па = 1 Н/м^2), масса – 75 кг.

Дуговая сварка в защитных газах

В сравнении с другими способами сварка в защитных газах обладает значительными преимуществами:

1. Высокое качество сварных соединений при сварке различных металлов (нержавеющая сталь, чугун, титан, алюминий, медь) и сплавов разной толщины;

2. Возможность сварки в разных пространственных положениях с возможностью визуального наблюдения за образованием шва;

3. Высокая производительность и простота автоматизации;

4. Относительно низкая стоимость при использовании активных (не инертных) защитных газов.

К недостаткам способа относится необходимость применения защитных средств от светового и теплового излучений дуги, дороговизна инертных газов.

На практике наибольшее распространение получили аргоновая сварка и сварка в среде углекислого газа.

Дуговая сварка в защитных газах

Аргон – третий по распространённости элемент в земной атмосфере (после азота и кислорода) – 0,93 % по объёму воздуха.
Аргон – инертный одноатомный газ без цвета, вкуса и запаха, в 1,38 раза тяжелее воздуха.



Название "аргон" происходит от древнегреческого слова ἀργός – ленивый, медленный, неактивный.
Это название подчеркивало важнейшее свойство элемента – его химическую неактивность.

Аргон – самый распространённый инертный газ в земной атмосфере.
В 1 м³ воздуха содержится 9,34 л аргона (например в том же объеме воздуха содержится 18,2 см³ неона, 5,2 см³ гелия, 1,1 см³ криптона, 0,09 см³ ксенона).

Из-за высокой стоимости аргона наибольшее распространение на предприятиях получила сварка в среде углекислого газа.

"09" июня 2011 г. ("13" апреля 2015 г.)

Наименование	Ед. измерения	Цена с НДС, грн
Аргон газообразный, сорт высший ГОСТ 10157-79 (99,993%)	Баллон 40 л	126-00 (240-00)
Аргон газообразный, особой чистоты ГОСТ 10157-79 (99,999%)	Баллон 40 л	500-00 (660-00)
Углекислый газ, высший сорт ГОСТ 8050-85 (99,8%)	Баллон 40 л	174-00
Углекислый газ, повышенной чистоты ГОСТ 8050-85 (99,99%)	Баллон 40 л	660-00
Двуокись углерода жидкая, ГОСТ 8050-85	кг	договорная

Плотность углекислого газа примерно в 1,5 раза больше плотности воздуха и составляет 1,98 г/л (0,00198 кг/л) – т.е. 40 л – это 0,0792 кг, а 1 кг – это ≈506 л.

Дуговая сварка в защитных газах

Углекислый газ – оксид углерода (диоксид углерода, двуокись углерода, угольный ангидрид) – CO_2, бесцветный газ, без запаха, со слегка кисловатым вкусом, в 1,5 раза тяжелее воздуха. Концентрация углекислого газа в атмосфере Земли составляет в среднем 0,038 % и каждый год увеличивается.













Углекислотная сварка

Углекислый газ имеет следующие особенности:

1. При повышении давления превращается в жидкость

2. При охлаждении с давлением переходит в твердое состояние – сухой лед

3. Сухой лед при повышении температуры переходит сразу же в газ, минуя жидкое состояние

Жидкий углекислый газ (углекислота) представляет собой бесцветную жидкость без запаха.

При комнатной температуре она существует только при давлении свыше 5850 кПа (43880 мм рт ст!).
Плотность жидкой углекислоты сильно зависит от температуры.

Например, при температуре ниже +11°С жидкая углекислота тяжелее воды, при температуре выше +11°С – легче.

В результате испарения 1 кг жидкой углекислоты при нормальных условиях образуется примерно 509 л газа.

При температуре -56,6°С и давлении 520 кПа (5,2 кг/см^2, 3893 мм.рт.ст) жидкая углекислота превращается в твердое вещество – "сухой лед".

Углекислотная сварка

Для сварки применяют углекислоту по ГОСТ 8050-76, поставляемую в баллонах в жидком состоянии.

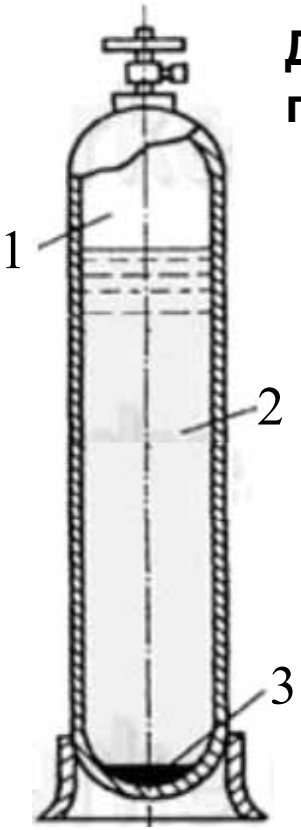


В стандартный баллон емкостью 40 л (720 грн) заливают 25 кг жидкой углекислоты, что составляет 12,67 м^3 газа при давлении 7 МПа (70 атм, 1 атм=10 тонн/м^2).

Этого количества газа достаточно на ≈25-30 часов работы.
Расход углекислого газа 6-8 л/мин
(расход аргона для сварки стали 5-10 л/мин,
расход аргона для сварки цветных металлов 10-20 л/мин).

При испарении 1 кг жидкой углекислоты при 0°С и 760 мм.рт.ст. образуется 506,8 л (дм^3) газа (506,8*25=12670 дм^3).





Для отбора газа баллон должен оснащаться редуктором, подогревателем газа и осушителем газа.

1 – CO_2+воздух
2 – жидкий CO_2 (>98,8%)
3 – H_2O (до 0,1%)

При выходе углекислого газа из баллона в результате его расширения происходит адиабатическое охлаждение газа.

При высокой скорости расхода газа (>18 л/мин) это может привести к замерзанию содержащихся в газе паров воды и закупорке редуктора.

В связи с этим между редуктором и вентилем баллона размещают подогреватель газа.

При прохождении газа по змеевику он подогревается электрическим нагревательным элементом, включенным в сеть с напряжением 24 (36) В.

Для удаления влаги из углекислого газа применяется осушитель газа.

Он представляет собой корпус, заполненный материалом, хорошо впитывающим влагу (силикагелем, медным купоросом или алюмогелем), которые перед заправкой в осушитель необходимо прокалить при температуре 250-300°С в течение 2-2,5 ч.

Углекислотные огнетушители ВВК 1,4 (ОУ2)

Огнетушитель CO_2 (углекислотный) переносной вместимостью баллона 2 л (1,4 кг), предназначен для тушения загорании различных веществ, горение которых не может происходить без доступа воздуха, загорании на электрифицированном железнодорожном транспорте, электроустановок, находящихся под напряжением не более 10 кВ, загорания в музеях, картинных галереях и архивах, широкое распространение в офисных помещениях при наличии оргтехники, а так же в жилом секторе.

Преимуществом углекислотных огнетушителей является отсутствие следов тушения т.к. углекислота после использования не оставляет следов и грязи.

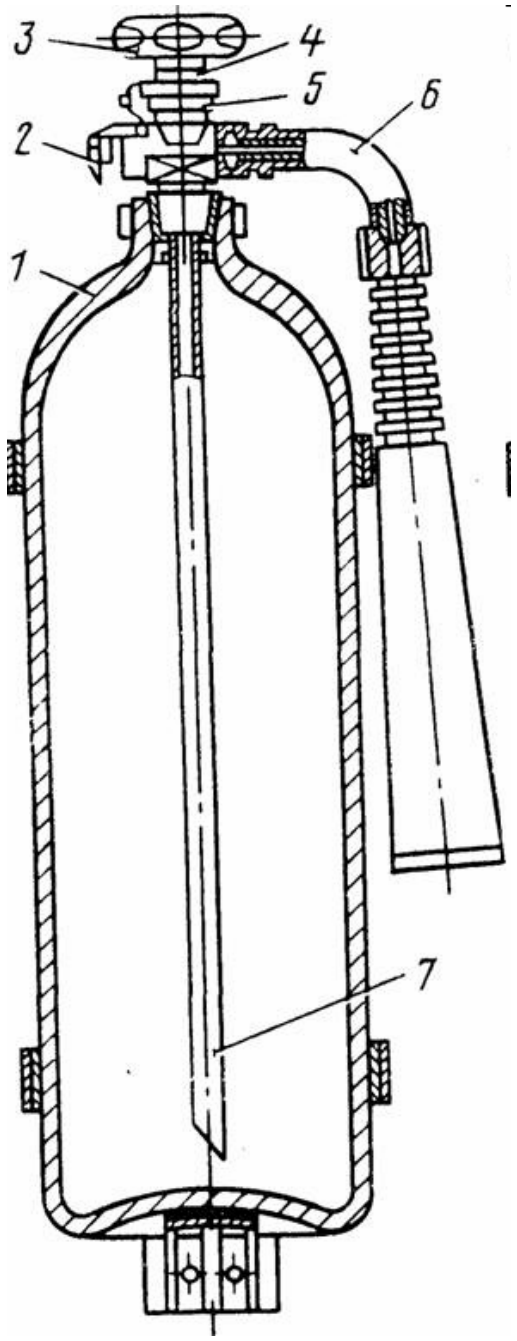
Огнетушители не предназначены для тушения загорании веществ, горение которых может происходить без доступа воздуха (алюминий, магний и их сплавы, натрий, калий).



Огнетушитель состоит из стального высокопрочного баллона 1, в горловину которого ввернуто запорно-пусковое устройство 3 (вентиль), сифонной трубки 7, которая служит для подачи углекислоты из баллона к вентилю, и раструба-снегообразователя 6.



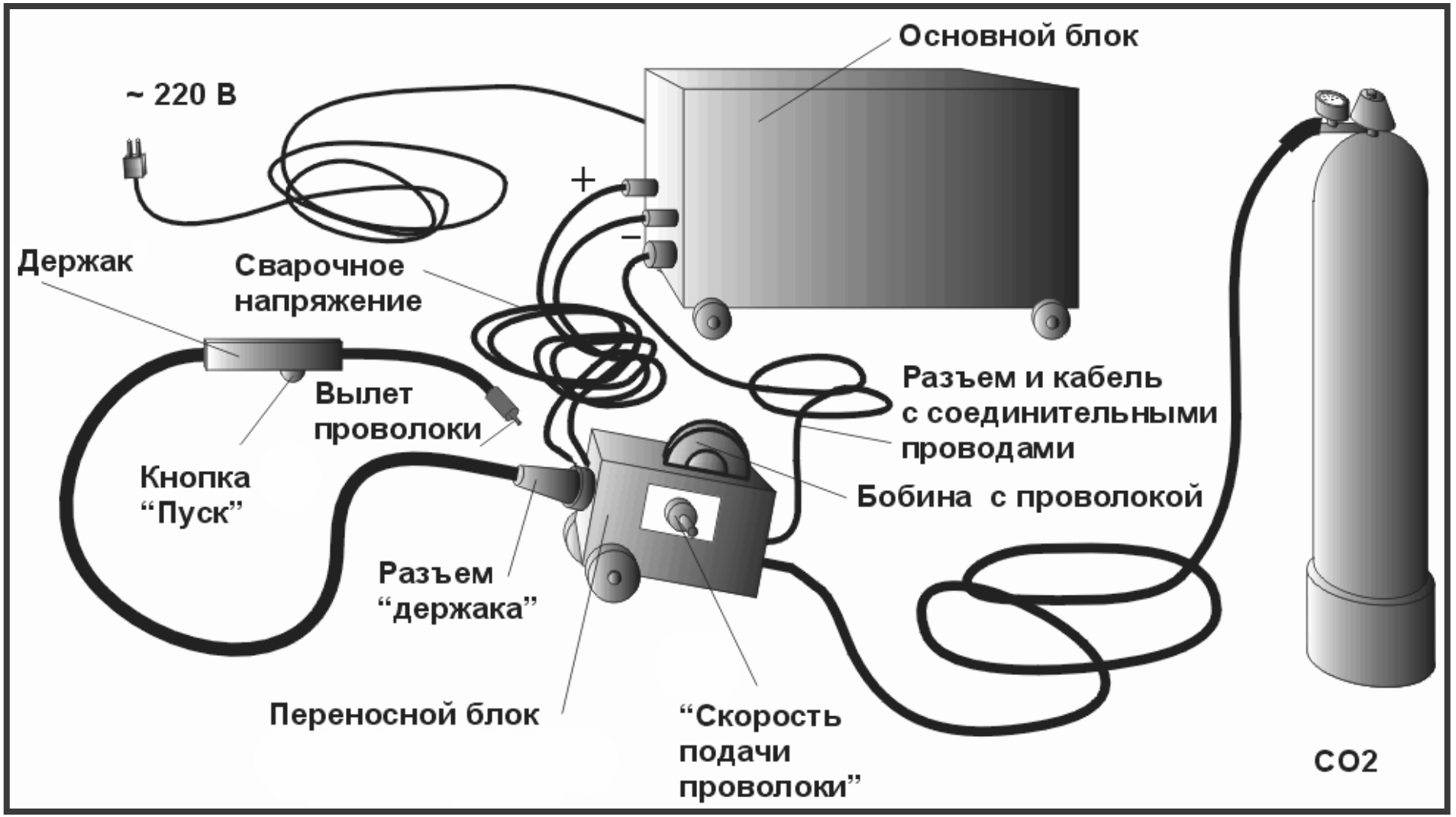
Для приведения в действие углекислотного огнетушителя необходимо направить раструб-снегообразователь на очаг пожара и отвернуть до отказа маховичок или нажать на рычаг запорно-пускового устройства.



При переходе углекислоты из жидкого состояния в газообразное происходит увеличение её объема в 400-500 раз, сопровождаемое резким охлаждением до температуры -72 °С и частичной кристаллизацией; во избежание обморожения рук нельзя дотрагиваться до металлического раструба.

Эффект пламегашения достигается:
а) понижением температуры очага возгорания ниже точки воспламенения и б) вытеснением кислорода из зоны горения негорючим углекислым газом.

Оборудование при углекислотной сварке



Углекислотная сварка

Способ сварки в защитной среде углекислого газа разработан советскими учеными К.В. Любавским и Н.М. Новожиловым в начале 50-х годов XX века.

При сварке в среде углекислого газа:

1. Зона нагрева – узкая, в связи с чем свариваемые детали не подвергаются значительным тепловым деформациям и получают незначительное тепловое воздействие;

2. Улучшаются механические характеристики сварных швов (прочность, ударная вязкость) при соединении деталей;

3. Качественный шов получается даже при сварке недостаточно тщательно очищенных и подогнанных друг к другу поверхностей свариваемых деталей, а также при сварке листов различной толщины.

В зону дуги подают CO_2, выполняющий роль защитного газа, струя которого обтекая электрическую дугу в зоне сварки, предохраняет металл от воздействия атмосферного воздуха (окисления и азотирования).

CO_2 является наиболее дешевым и приемлемым защитным газом, хотя газовые смеси, состоящие из аргона и CO_2 позволяют получить сварочный шов более высокого качества по сравнению со сваркой в среде с CO_2.

Углекислотная сварка

Поступающий в зону сварки углекислый газ защищает место сварки от вредного влияния атмосферы воздуха.

Но углекислый газ является… активным газом!

При высокой температуре сварочной дуги углекислый газ частично распадается на окись углерода и кислород:

$$2CO_2 \Leftrightarrow 2CO + O_2.$$

В результате в зоне дуги образуется смесь из трех различных газов: углекислого газа, окиси углерода и кислорода (!!!).

Мы пытались уменьшить вредное воздействие кислорода на место сварки, но получается, что мы еще и дополнительно ввели кислород!

Что же делать?

"Раскислять" кислород путем легирования электрода!

С целью уменьшения окислительного действия кислорода применяют электродную проволоку с повышенным содержанием раскисляющих присадок (марганца, кремния) типа Св-08ГС-0 или Св-08Г2С-0.

Углекислотная сварка

Таким образом достигают повышения прочности сварного шва и основного металла.

Индекс "0" означает омеднение сварочной проволоки, что гарантирует:

1. Ее сохранность от коррозионного повреждения при хранении

2. Обеспечивает надежный электрический контакт в токоподающем механизме аппарата

3. Обеспечивает надежное и стабильное горение дуги

При углекислотной сварке получается качественный, практически беспористый шов с высокими механическими свойствами.

Диаметр проволоки подбирается в зависимости от материала свариваемых деталей и их толщины (свариваются детали до 25-30 мм).







Аббревиатура видов сварки



Аббревиатура видов сварки

Сварка неплавящимся (вольфрамовым, графитовым) электродом

В англоязычной литературе такая сварка называется gas tungsten arc welding (GTA welding, TGAW) или tungsten inert gas welding (TIG welding, TIGW), в немецкоязычной литературе – wolfram-inertgasschweißen (WIG).

Наибольшее распространение получила аббревиатура TIG.



Сварка чаще всего проводится в среде защитного газа (аргон, гелий, азот и их смеси) для защиты шва и электрода от влияния атмосферы, и для устойчивого горения дуги.



Сварку можно проводить как с присадочным материалом, так и без. В качестве присадочного материала используются металлические прутки, проволока, полосы.

Аббревиатура видов сварки

Сварка плавящимся электродом

В англоязычной литературе называется gas metal arc welding (GMA welding, GMAW), в немецкоязычной литературе – metallschutzgasschweißen (MSG).

Разделяют сварку в атмосфере инертного газа (metal inert gas, MIG) и в атмосфере активного газа (metal active gas, MAG).

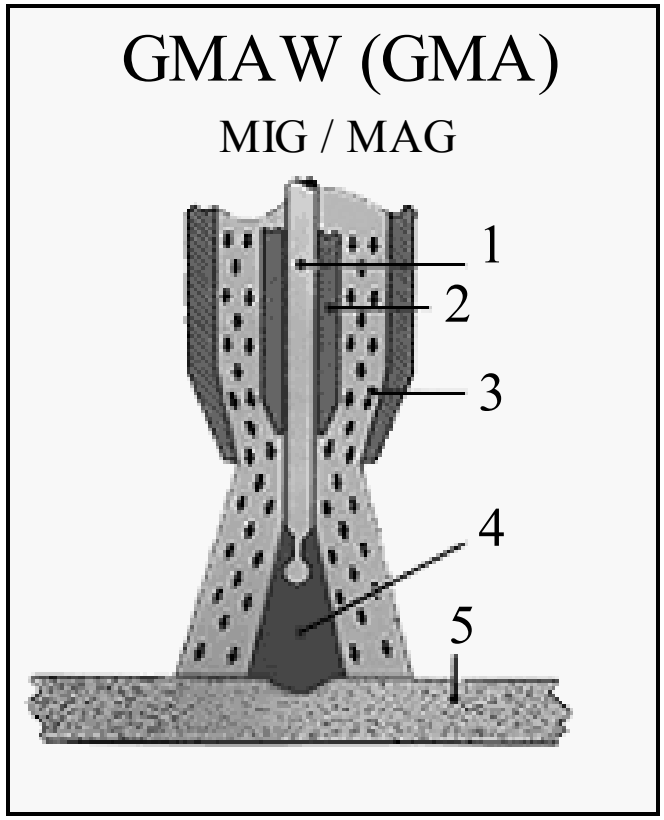


В качестве электрода используется металлическая проволока, к которой через специальное приспособление (токопроводящий наконечник) подводится ток.



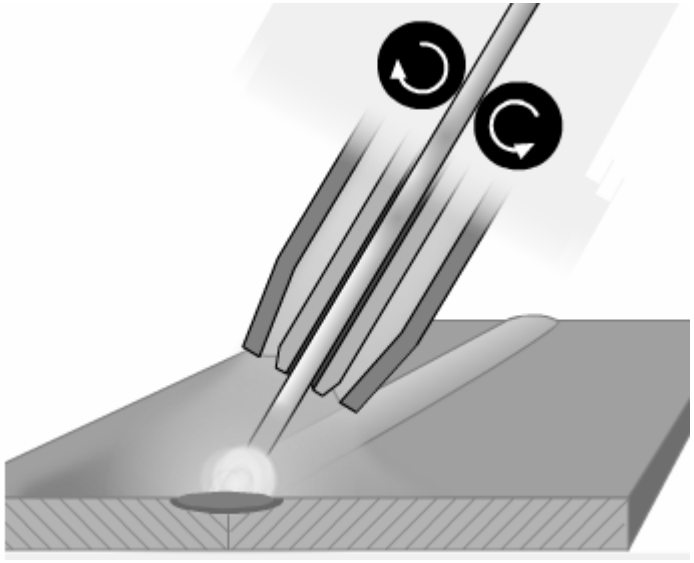
Сварка плавящимся электродом

Электрическая дуга расплавляет проволоку, и для обеспечения постоянной длины дуги проволока подаётся автоматически механизмом подачи проволоки.



Для защиты от атмосферы применяются защитные газы (аргон, гелий, углекислый газ и их смеси), подающиеся одновременно из наконечника с электродной проволокой.

1 – электрод (проволока)
2 – контактный наконечник (+)
3 – газ
4 – дуга
5 – деталь (-)



Сварка плавящимся электродом

Однако углекислый газ является активным газом – при высоких температурах происходит его диссоциация с выделением кислорода, который окисляет металл.

Поэтому приходится в сварочную проволоку вводить специальные раскислители.

Раскислителями служат элементы, обладающие большей "любовью" к кислороду, чем железо. Это Mn, Si, Ti, Al.

Данные элементы, находясь в расплавленном металле сварного шва, легче вступают в химические соединения с кислородом, благодаря чему они отбирают кислород от окислов железа и, будучи сами нерастворимыми в стали или обладая ограниченной растворимостью, в виде окислов всплывают на поверхность сварочной ванны.

Большинство раскислителей (Mn, Si, Ti) в электродные покрытия вводятся не в чистом виде, а в виде сплавов с железом, т.е. в виде ферросплавов. Алюминий применяется в виде металлического порошка или в виде ферроалюминия. Наиболее дешевым и чаще всего применяемым раскислителем является ферромарганец.

Другим следствием влияния кислорода, связанным с окислением, является резкое снижение поверхностного натяжения, что приводит к более интенсивному разбрызгиванию металла, чем при сварке в аргоне или гелии.

Запорожский завод ферросплавов



В НАЧАЛО
Обращение
История
Настоящее
Политика качества
Продукция
Марганец •
Ферросилиций •
Ферромарганец •
Ферросиликомарганец •
Известь •
Шлак •
Сырье
Социальная сфера
Контакты, реквизиты
Корпоративное управление

2003 2003

Продукция

Основная продукция завода – различные марки ферросплавов: ферросиликомарганец, ферросилиций, ферромарганец, марганец металлический, с различным содержанием фосфора, и других элементов в зависимости от требований заказчика. Кроме этого, выпускаются металлургическая известь, реализуются ферросплавные шлаки, используемые преимущественно в строительстве. Запорожские ферросплавы хорошо известны отечественным и зарубежным потребителям. Качество управления и товарной продукции подтверждено международным стандартом качества ISO 9001.

Различные способы разливки гарантируют равномерное распределение химических элементов в слитках сплавов, а дробильно-сортировочные установки позволяют получить по заказам потребителей продукцию различного фракционного состава с возможностью поставки в мягких контейнерах типа «БИГ-БЭГ».



- **Марганец**
- **Ферросилиций**
- **Ферромарганец**
- **Ферросиликомарганец**
- **Известь**
- **Шлак**

Стахановский завод ферросплавов



Никопольский завод ферросплавов



Аббревиатура видов сварки

Ручная дуговая сварка

В англоязычной литературе называется shielded metal arc welding (SMA welding, SMAW) или manual metal arc welding (MMA welding, MMAW).

Для сварки используют электрод с нанесённым на его поверхность покрытием (обмазкой).

Наибольшее распространение получила аббревиатура ММА.







итный слой, отделяющий зону слорода), и способствующий: ности горения дуги, удалению а шва, формированию шва.

иваемых материалов электросварка полярностей или переменным током.

Аббревиатура видов сварки







Дуговая сварка в защитных газах



Сварочный инвертор GYSMI TIG 167



Заказать

8375.00 грн

Описание

Сварочный аппарат фирмы GYSMIиспользуется для сваривания: стали, чугуна, меди, нержавеющей стали.

Аппарат укомплектован: аргонной горелкой, кабелями для ручной дуговой сварки, редуктор Ar на маленький баллон, ЗИП к горелки. Эта модель работает по энергосберегающим технологиям. При мощности на 40-45% ниже, чем у трансформаторных аналогов, дает высокое качество и чистоту сварки. Сертифицирован в Украине. Период работы аппарата (ПВ/ПР) на уровне 80-85%, ККД около 90%. GYSMI TIG 167 HF – это инверторный сварочный аппарат, переносной, однофазный, с вентилятором для сварки тугоплавким электродом (TIG) при постоянном токе (DC). Сварка TIG DC должна происходить в среде газа (Аргон). В режиме MMA он позволяет варить все типы электродов: рутиловые, обычные, из нержавейки и чугуна. Идеален для ремонтных, трубопроводных и котельных работ. Регулируемый Hotstart. Зажигание HFLift. 5 программ памяти. 3 функции: норм., пульс, точечная. Регулировка: 2T\4T\4T log.

Модель	
Гарантия, месяцев:	

Размеры и вес

Ширина	
Высота	
Глубина	
Вес	

Основные характеристики

Напряжение питающей сети, В	220
Частота питающей сети, Гц	50
Рабочее напряжение, В	24
Напряжение холостого хода, В, не более	70
Диаметр электрода, мм	TIG\MMA (0,5-3,2\1,6-4,0)
Диапазон регулирования сварочного тока, А	5-160

Дуговая сварка в защитных газах



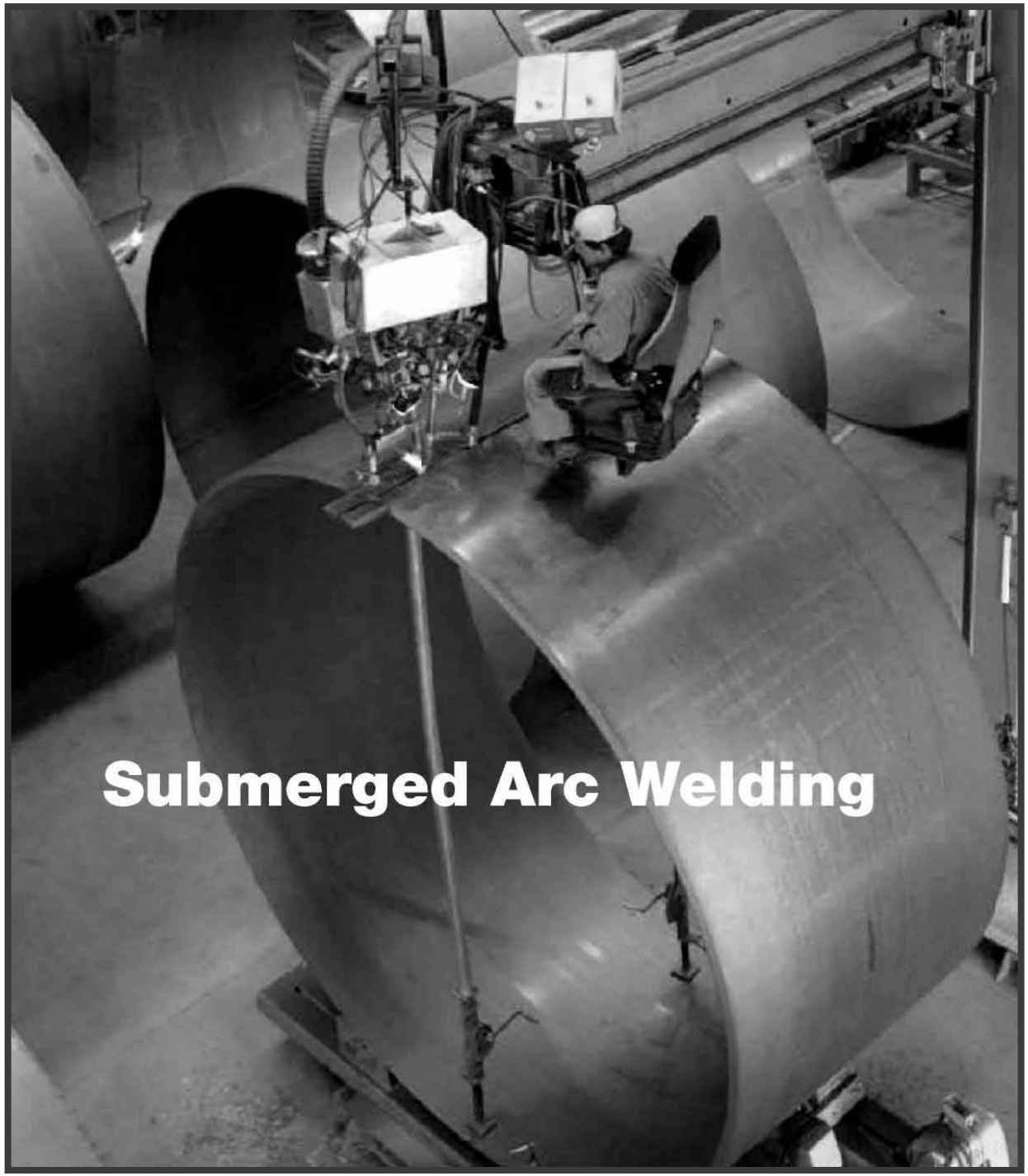


РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Гречко Александр Михайлович
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"

Сварка под флюсом

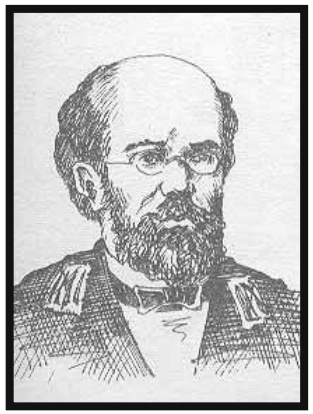
В англоязычной литературе называется submerged arc welding (SAW, submerge – погружать, затоплять).



Сварка под флюсом

Сварка под флюсом является разновидностью дуговой сварки.
В этом виде сварки конец электрода (в виде металлической проволоки или стержня) подается под слой специального вещества – флюса.

Идея данного способа сварки принадлежит изобретателю дуговой сварки Николаю Гавриловичу Славянову. В качестве флюса он использовал дробленое стекло.



Создание промышленного способа автоматической сварки под флюсом и внедрения его в производство связано с именем академика Евгения Оскаровича Патона.



При сварке под флюсом сварочная дуга горит между концом металлического электрода и деталью не в воздухе, не в защитном газе, а под слоем специального сыпучего вещества – флюса.

Сварочный флюс – гранулированный порошок с размером зерен 0,2-4 мм, предназначенный для подачи в зону горения дуги при сварке.

Под действием высокой температуры флюс расплавляется, при этом:

1. Создает газовую и шлаковую защиту сварочной ванны

2. Обеспечивает стабильность горения дуги и переноса электродного металла в сварочную ванну

3. Обеспечивает требуемые свойства сварного соединения

4. Выводит вредные примеси в шлаковую корку

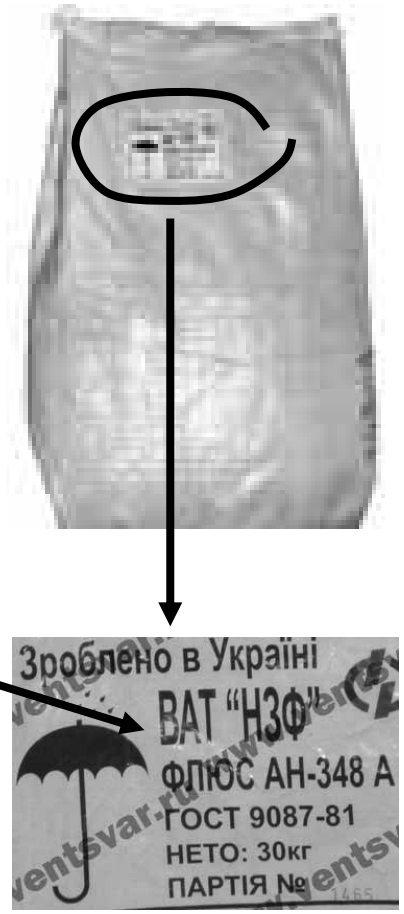


Сварочные флюсы классифицируются по технологии производства, химическому составу, назначению и другим характеристикам.

Флюсы отличаются широким разнообразием и предназначаются для сварки высоколегированных сталей, углеродистых, низкоуглеродистых, легированных сталей, цветных металлов и сплавов.

Химический состав некоторых флюсов, применяемых при дуговой сварке

Флюс	Химический состав, %								
	кремне-зем SiO_2	глино-зем Al_2O_3	MnO	CaO	MgO	CaF_2	Fe_2O_3 **	S	P
АН-348-А*	40–44	≤ 6	31–38	≤ 12	≤ 7	3–6	0,5–2,0	≤ 0,12	≤ 0,12
ОСЦ-45 *	37–44	≤ 6	37–44	≤ 10	≤ 3	5–9	0,5–2,0	≤ 0,12	≤ 0,14
АН-18 *	17–21	14–18	2,5–5,0	14–18	7–10	19–23	13,5–16,5	≤ 0,05	≤ 0,05
АН-42 *	30–34	13–18	14–19	12–16	–	14–20	≤ 1,0	≤ 0,06	≤ 0,10
АН-43 *	18–22	30–36	5–9	14–18	≤ 2	17–21	2,0–5,0	≤ 0,05	≤ 0,05
АН-47 *	28–33	9–13	11–18	13–17	6–10	8–13	0,5–3,0	≤ 0,05	≤ 0,08
АН-60 *	42–46	≤ 6	36–41	≤ 10	≤ 3	5–9	≤ 0,9	≤ 0,05	≤ 0,05
АН-65 *	38–42	≤ 5	22–28	≤ 8	7–11	8–12	≤ 1,5	≤ 0,05	≤ 0,05
ФЦ-7	46–48	≤ 3	24–26	≤ 3	16–18	5–6	≤ 2	≤ 0,10	≤ 0,10
ФЦ-9 *	38–41	10–13	38–41	≤ 8	≤ 3	2–3	≤ 1,5	≤ 0,10	≤ 0,10
ФЦ-17	24–28	18–22	–	≤ 6,0	23–27	11–18	≤ 1,0	≤ 0,03	≤ 0,025
ФЦ-19	20–25	18–23	–	≤ 6,0	20–25	16–21	1,0–3,0	≤ 0,03	≤ 0,03
ФЦ-22	33–37	16–21	6–9	5–9	18–22	8–12	≤ 1,0	≤ 0,04	≤ 0,03
ФВТ-1	31–35	17–22	8–11	2–6	19–24	8–12	≤ 1,0	≤ 0,05	≤ 0,05
48-ОФ-6	3,5–6,0	20–24	≤ 0,3	16–20	≤ 2,0	50–60	≤ 1,0	≤ 0,025	≤ 0,025



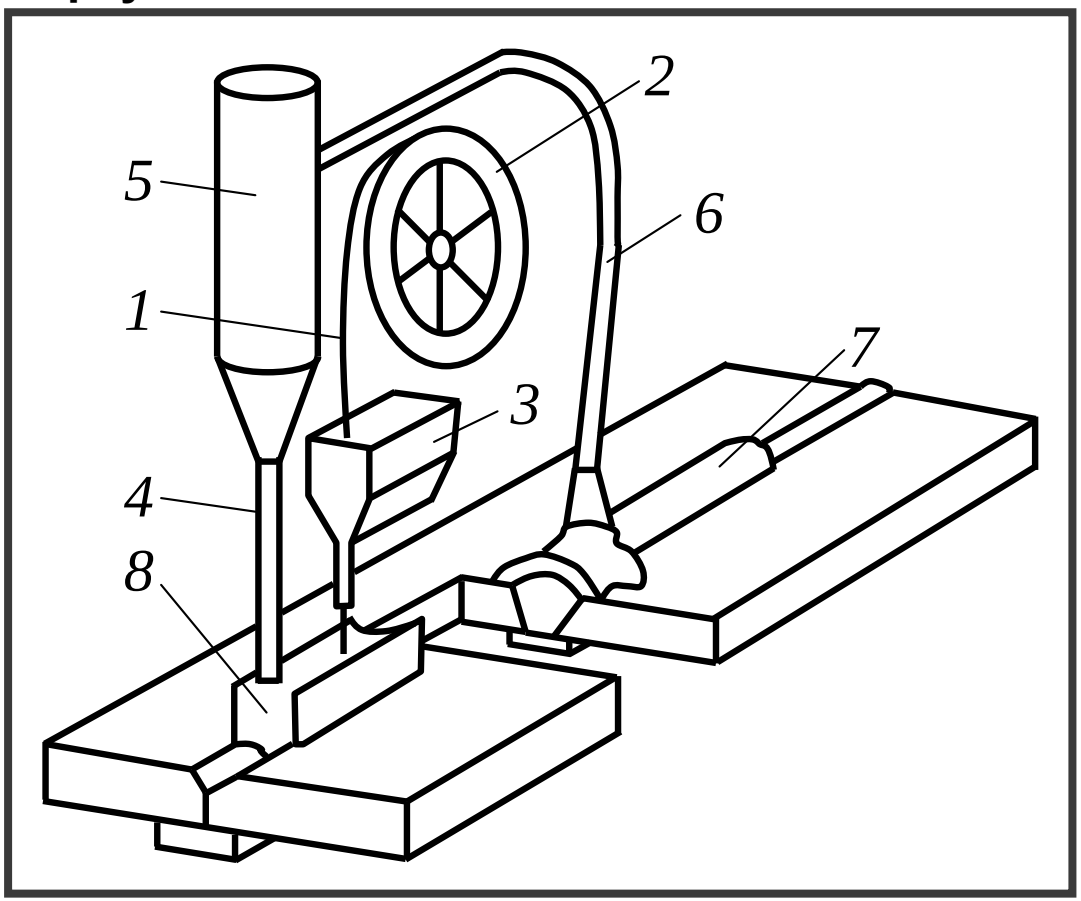
30 кг ≈ 240 грн

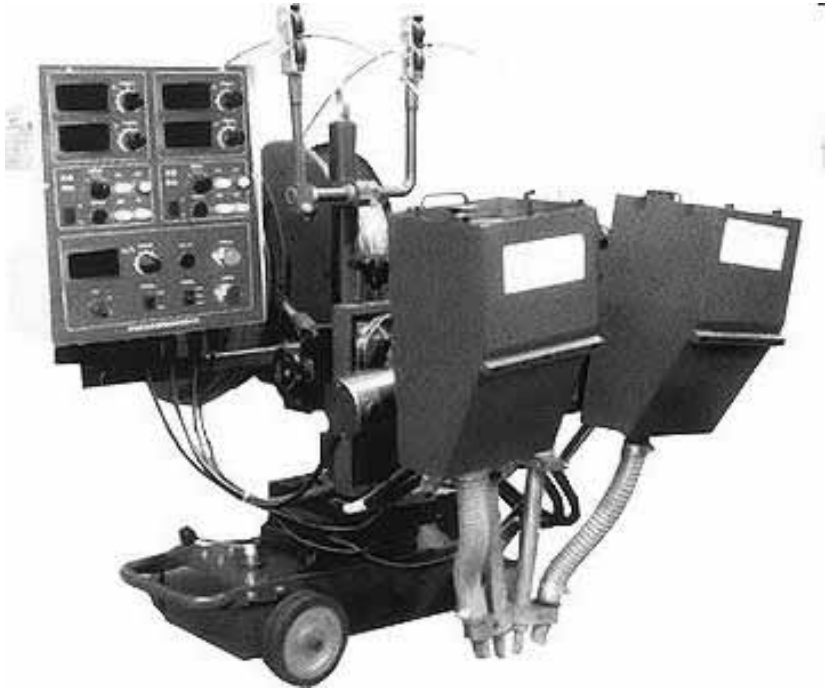
Схема сварки под слоем флюса

Электродная сварочная проволока без флюсового покрытия 1 из катушки 2 подается в зону дуги направляющими роликами 3.

Впереди автомата из бункера 5 по трубке 4 на деталь подается флюс 8, неиспользованный остаток которого пневматически подается обратно в бункер по трубе 6.

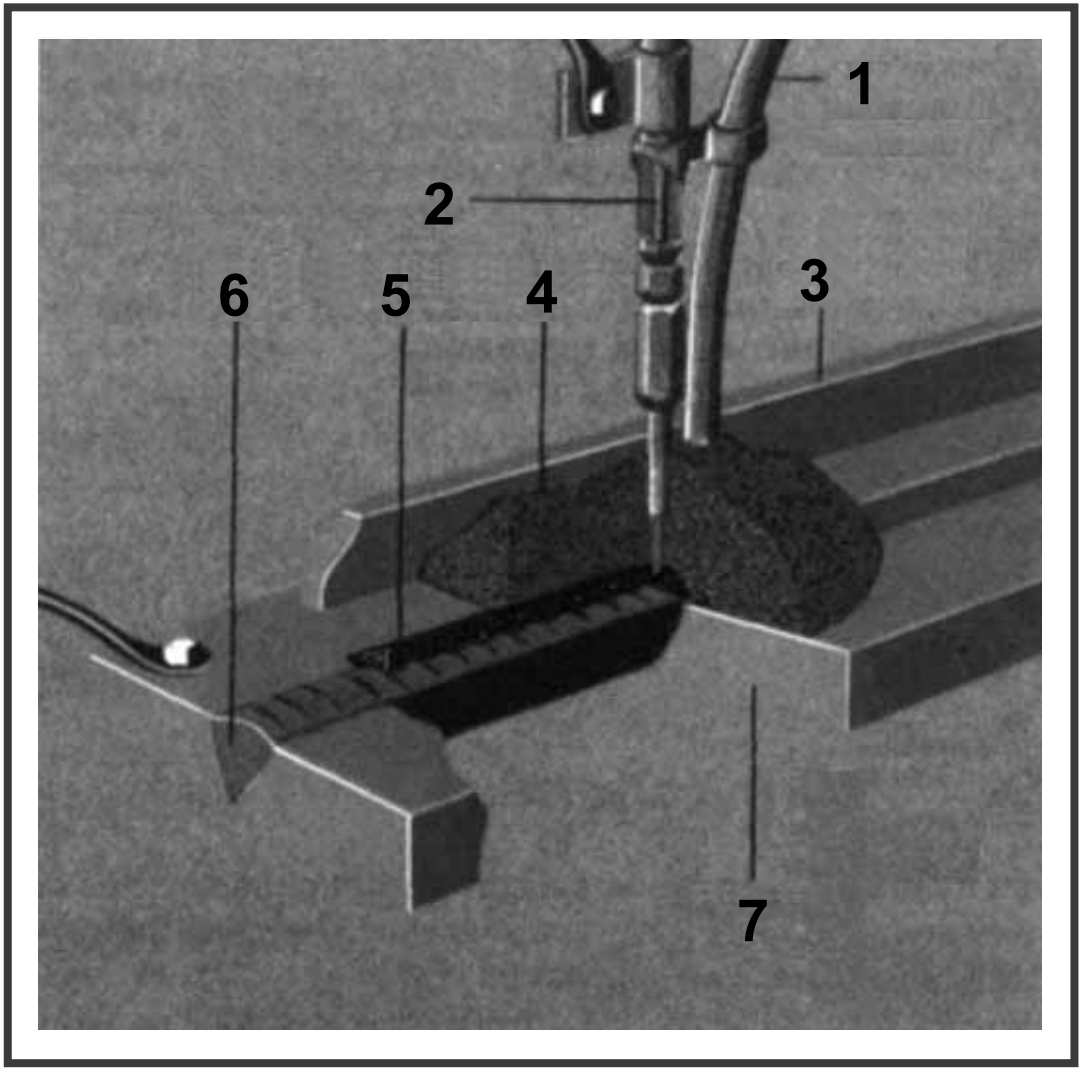
Расплавленная и затвердевшая часть образует на шве толстую шлаковую корку 7.





Сварочный трактор

Схема сварки под слоем флюса

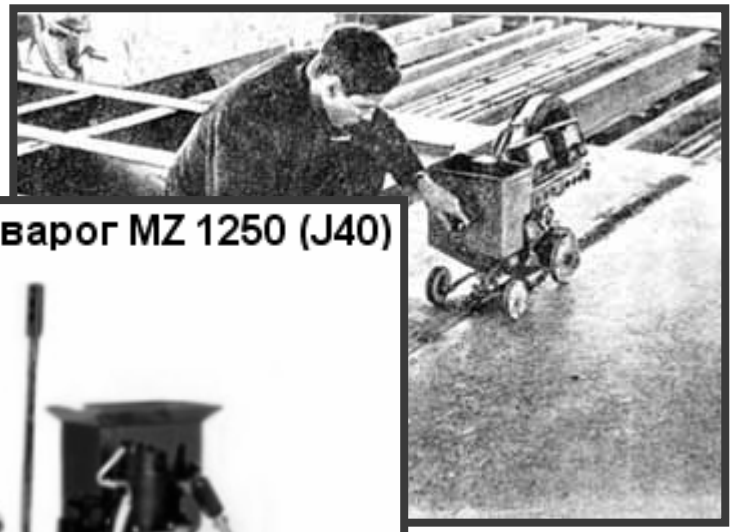


1 – патрубок для подачи флюса
2 – электродная проволока
3 – планка для удержания флюса
4 – флюс
5 – шлаковая корка
6 – шов
7 – основной металл

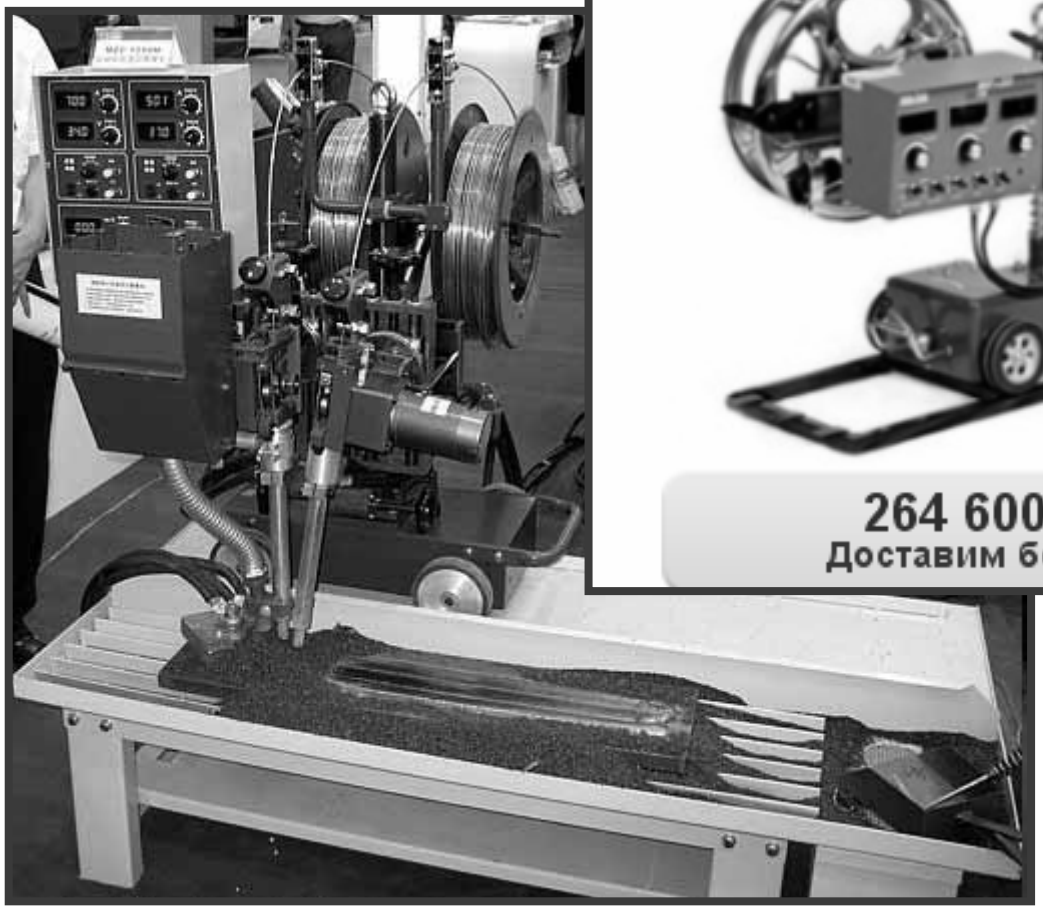


Оборудование для сварки под флюсом





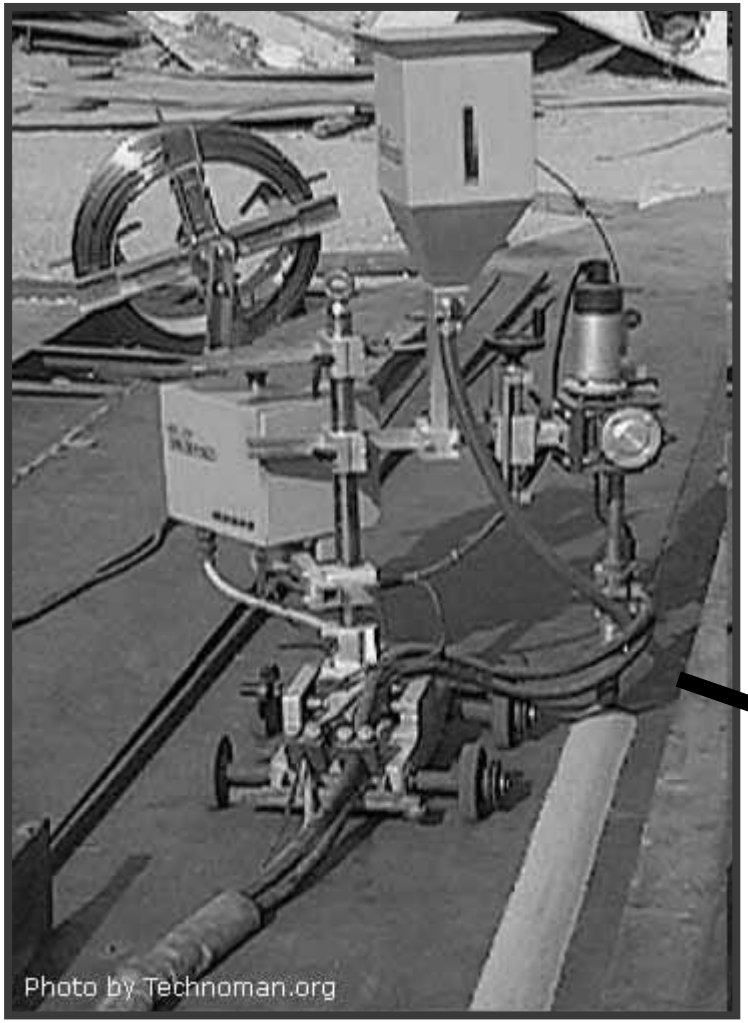


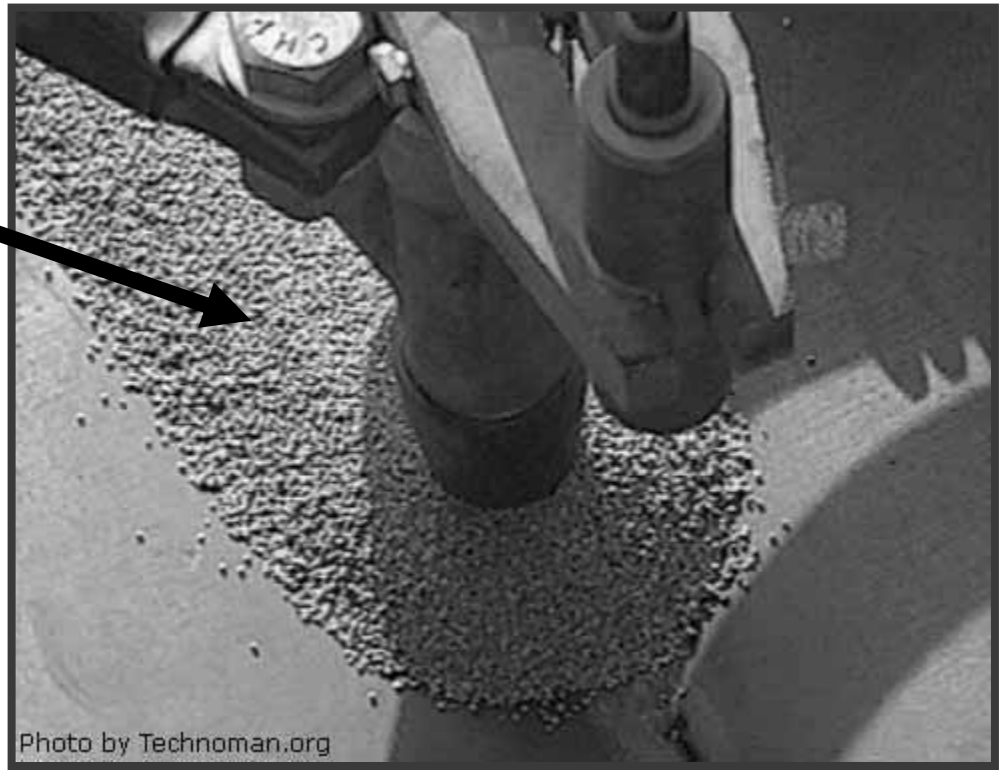




≈ 73.000 грн

Оборудование для сварки под флюсом





Технические характеристики сварочных тракторов

Модель	ZD5-630B	ZD5-1000B	ZD5-1250B	ZD5-1600B
Сеть питания, В	3~380	3~380	3~380	3~380
Максимальная мощность, кВА	60	68	88	120
Сварочный ток при ПВ 100%, А	630	1000	1250	1600
Пределы регулирования тока, А	100-630	200-1000	250-1250	300-1600
Напряжение холостого хода (режим строжки), В	68	71	72	76
Масса источника, кг	320	450	510	510
Габаритные размеры, мм	880 x 580 x 900	980 x 670 x 1000	980 x 670 x 1000	980 x 670 x 1000



Источники питания для сварки под флюсом



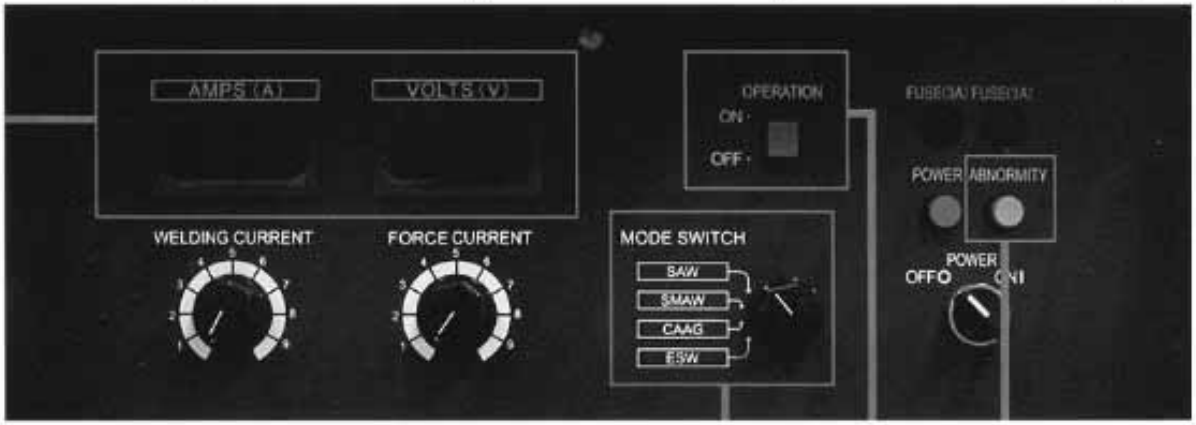
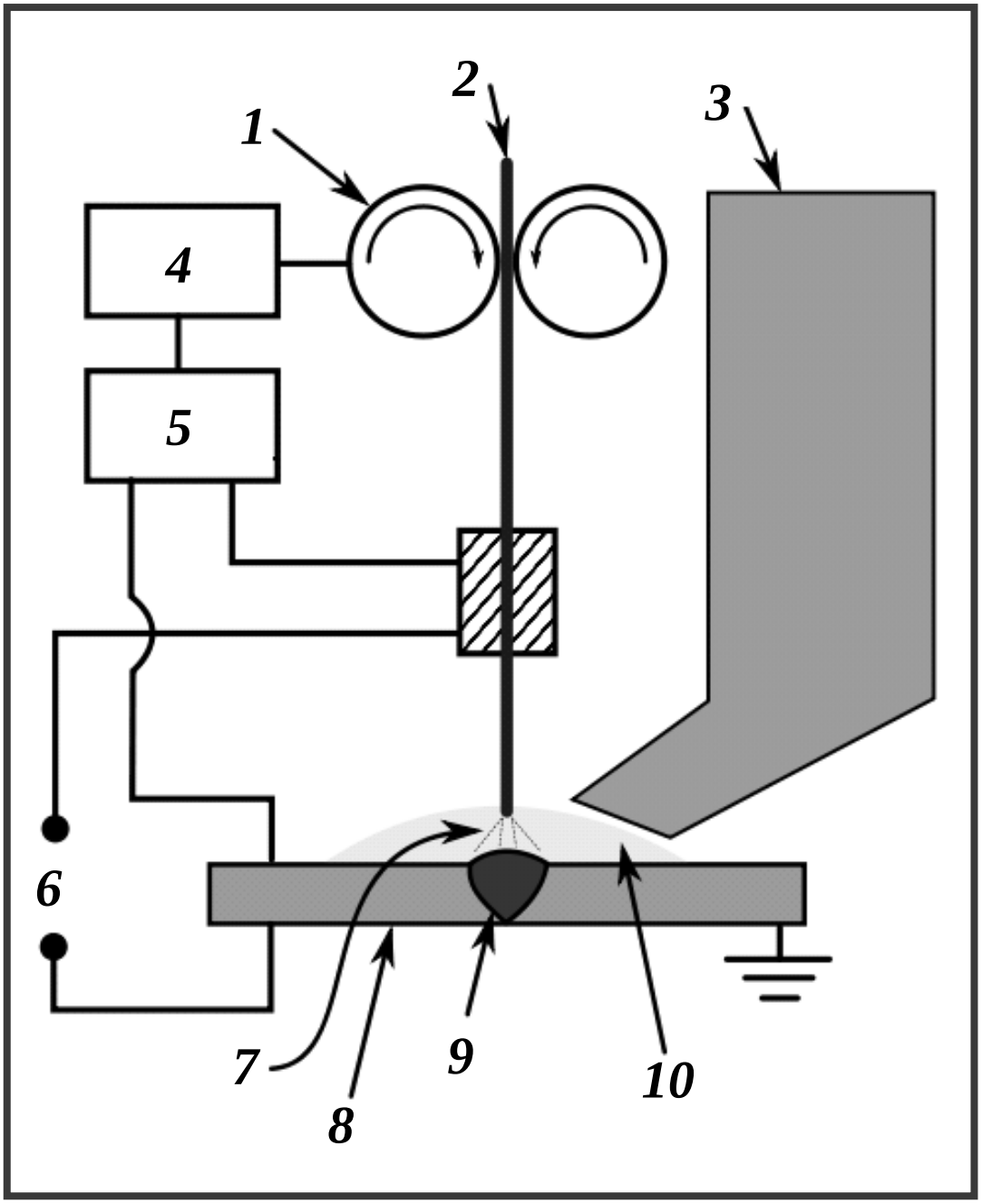
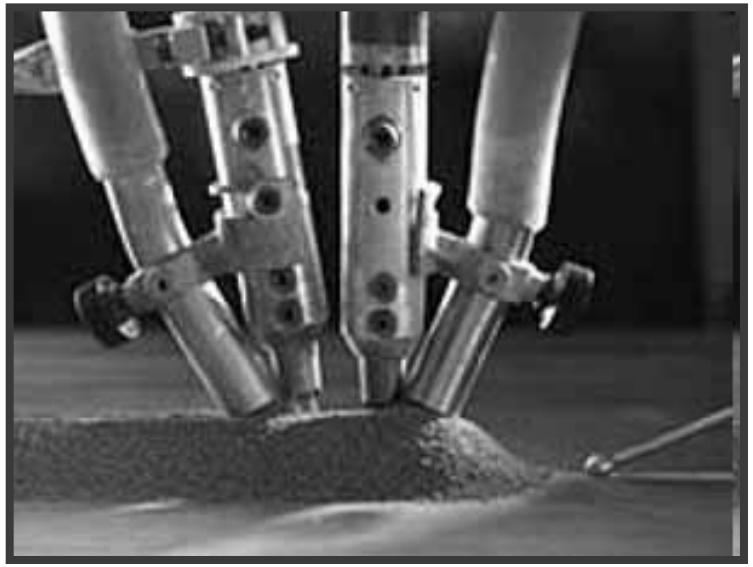


Схема сварки под слоем флюса



1 – направляющие ролики (токоподводы)
2 – электродная проволока
3 – бункер со флюсом
4 – двигатель
5 – блок контроля подачи электродной проволоки
6 – источник напряжения
7 – погруженная дуга
8 – свариваемая деталь
9 – сварочная ванна
10 – слой флюса



Сварочная проволока должна соответствовать ГОСТ 2246-70 (Проволока стальная сварочная. Технические условия).

Проволока сварочная изготавливается из сталей с низким содержанием углерода следующих марок (самые распространенные) Св-08; Св-08А и из легированных сталей Св-08ГС; Св-08Г2С.



По виду поверхности проволока производится неомедненой и омедненой.

Медное покрытие составляет 6 мкм.

Поверхность проволоки должна быть чистой и гладкой, без трещин, расслоений, плен, закатов, забоин, окалины, ржавчины, масла и др. загрязнений.

Допускаются отдельные риски, царапины, местная рябизна, вмятины глубиной не более предельного отклонения по диаметру.

Согласно ГОСТ 2246-70 существует 77 марок сварочной проволоки (!!!)

Однако из 77 марок сварочной проволоки в производстве широко используются всего несколько марок. Остальные являются специальными и применяются в машиностроении, энергетике, атомной промышленности, где к сварочной проволоке применяются особые требования.

Наиболее применяемая сварочная проволока для сварки низколегированных сталей (90% производимого металлопроката), является сварочная проволока Св08Г2С.

По продажам сварочная проволока Св08Г2С занимает до 98% от общего рынка продаж. Она выпускается как в омедненном варианте (для защиты от коррозии), так и без защитного покрытия.

Такая популярно
универсальност
и дешевизной пр

Проволока сварочная СВ08Г2С

Ø мм	Цена на проволоку СВ08Г2С ГОСТ 2246-70, грн/т	
	Светлая проволока	Омедненная проволока
5,5-4,0	9302	10034
3,0	9332	10082
2,0	9434	10220
1,6	9542	10430
1,4	9662	10556
1,2	9794	10676
1,0	10190	10832
0,8	10508	11060

Сварочная проволока для газовой сварки и аргонодуговой сварки поставляется в виде прутков длиной 100 мм и представлена в основном марками Св08 и Св08Г2А.

Применяются для сварки низкоуглеродистых сталей.

Сварочная проволока для нержавеющей стали в настоящее время практически вся производится за рубежом. Отечественные марки Св06Х19Н9Т, Св01Х18Н10 и Св01Х19Н9 заменяют зарубежные марки проволоки ER 308L Si и ER 316L Si.

Химический состав сварочной проволоки Св08Г2С

Марка	C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
Св08Г2С	0,05-0,11	0,7-0,95	1,8-2,1	<0,2	<0,25	<0,025	<0,03

Сварочная проволока

Производство сварочной проволоки по ГОСТ 2246-70 осуществляется в трех классах – низколегированная (6 марок), легированная (30 марок) и высоколегированная (41 марка) сварочная проволока.

В сварочной проволоке содержится легирующих элементов:
- в низколегированной – менее 2,5%,
- в легированной – от 2,5 до 10%,
- в высоколегированной – более 10%,

По маркировке проволоки можно судить о ее химическом составе.

Как же расшифровать химический состав проволоки Св08Г2С ?

Св08Г2С

Две первые буквы Св указывают на то, что данная проволока является Сварочной.

Следующие буквы и числа говорят о процентном содержании различных элементов в металле проволоки.

08 - массовая доля углерода в сотых долях процента (0,08%).

То есть данная проволока... ...низкоуглеродистая.

Буква Г указывает на наличие в проволоке марганца, а цифра "2" обозначает ≈2 % его содержание.

Буква С говорит о наличии в составе кремния, а так как далее цифра не указана, то содержание данного элемента в сварочной проволоке <1%.

По содержанию легирующих элементов сварочная проволока Св08Г2С является низколегированной, легированной или высоколегированной?

Суммарно кремния и марганца в проволоке >2,5%, то есть проволока является низкоуглеродистой легированной.

Другие буквы в маркировке сварочной проволоки обозначают:

Буква "А" ставиться в конце маркировки, если проволока изготавливается из высококачественной стали с уменьшенным содержанием вредных примесей, таких как сера и фосфор.

Две буквы в конце маркировки, стоящие подряд (АА) обозначают, что вредных примесей еще меньше и проволока изготовлена из металла высокой очистки.

А – азот

Б – ниобий

В – вольфрам

Г – марганец

Д – медь

М – молибден

Н – никель

С – кремний

Ю – алюминий

Т – титан

Ф – ванадий

Х – хром

Ц – цирконий

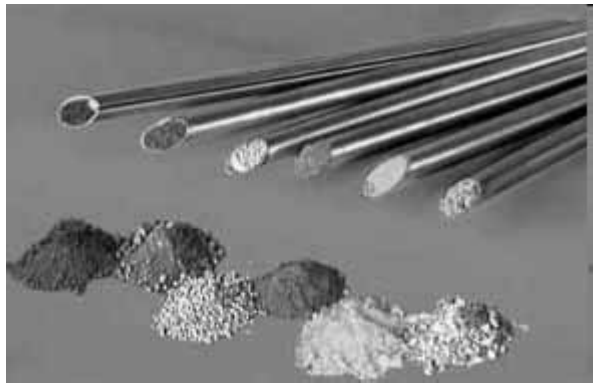
Хром и никель используются как легирующие добавки при изготовлении сварочной проволоки для сварки нержавеющей стали.

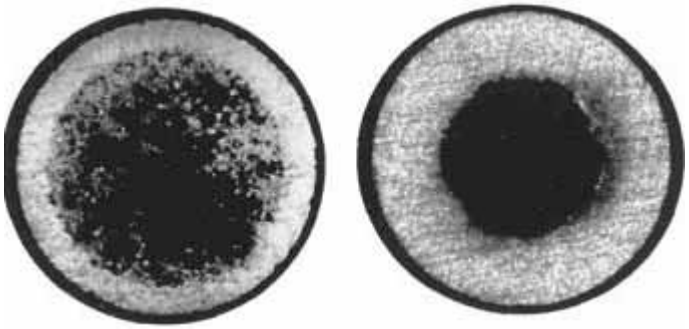
Порошковая проволока (флюсовая проволока или самозащитная проволока) имеет полезную особенность – позволяет отказаться от тяжелых и громоздких газовых баллонов, и всех связанных с ними хлопот – переаттестации, хранения, утечек газа, периодической заправки.

Порошковая проволока осуществляет защиту сварочной ванны не потоком газа, как при обычной сварке, а газовым пузырем, образующимся при испарении флюса, который содержится внутри проволоки.

Если посмотреть на сечение порошковой проволоки, можно увидеть, что она представляет собой стальную оболочку, заполненную порошковым флюсом, который и испаряется при сварке.







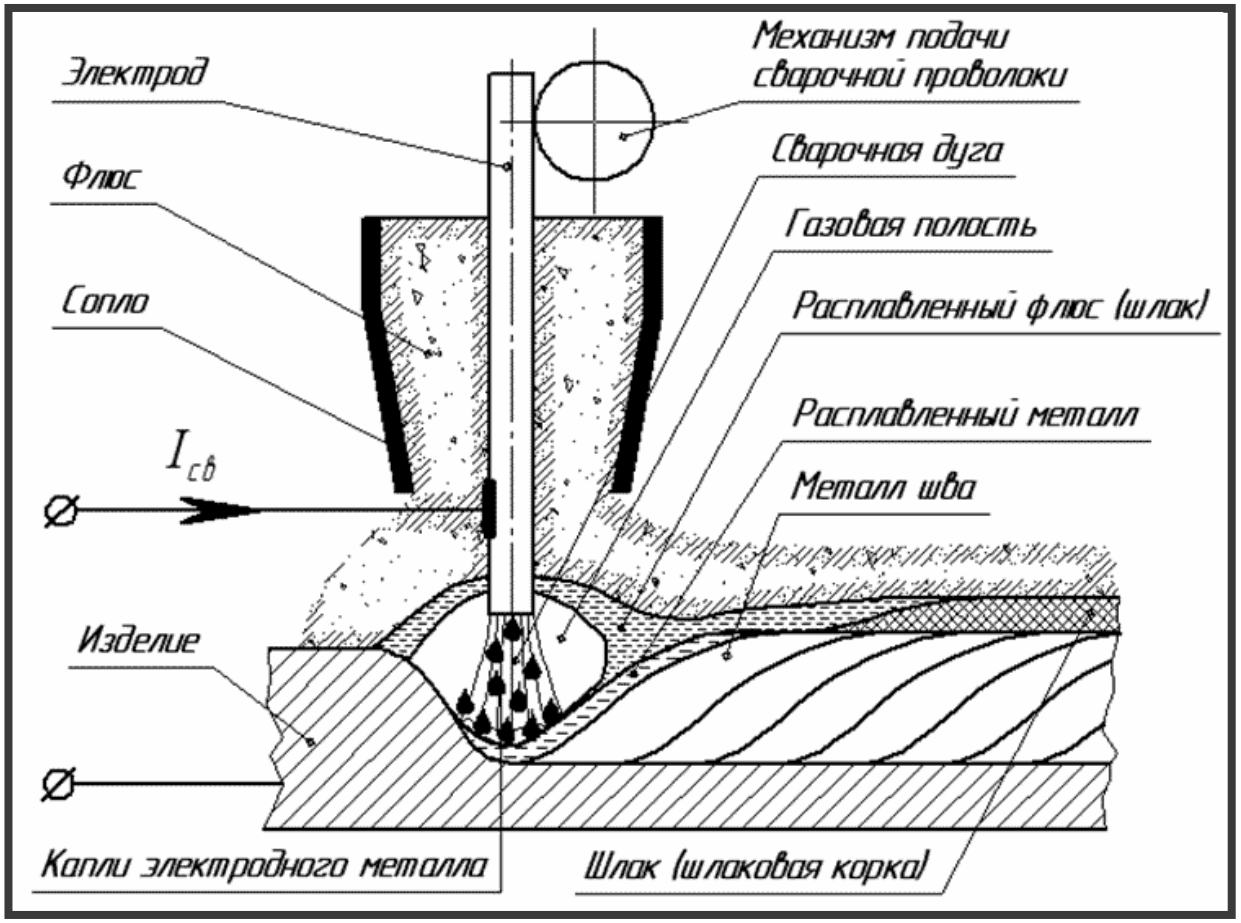
Порошковая проволока позволяет работать при сильном ветре, который сдувает защитный газ со сварочной ванны при сварке в среде защитного газа.

Диаметр сварочной проволоки подбирают в зависимости от сварочного тока, толщины свариваемого металла и особенностей соединения.

Особенности сварки под слоем флюса

Флюс насыпается перед горящей между деталью и сварочной проволокой электрической дугой из специального бункера слоем толщиной 50-60 мм.

Дуга находится в массе флюса и горит в жидкой среде расплавленного флюса (в так называемом газовом пузыре), который образуется газами и парами, которые непрерывно создаются электрической дугой.







Особенности сварки под слоем флюса

При открытой дуге механическое воздействие горящей дуги на ванну жидкого металла делает практически невозможными сварку при силе тока свыше 500-600 А (в результате разбрызгивания металла и нарушения правильного формирования шва).







Погружение дуги во флюс дало возможность увеличить ток в среднем до 1000-2000 А, максимальный - до 3000-4000 А.



Таким образом, при сварке под флюсом появилась возможность повысить сварочный ток в 5-7 раз по сравнению с открытой дугой с сохранением высокого качества сварки и формирования шва высокого качества.



A young woman arc welding part of an anti-tank gun in a munitions factory in South Australia in 1943.

Особенности сварки под слоем флюса

Автоматическая дуговая сварка под флюсом позволяет значительно увеличить мощность сварочной дуги, что позволяет за один проход сваривать стальные листы толщиной до 25 мм.

Горение дуги происходит в газовом пузыре, находящемся между металлом и слоем флюса, благодаря чему улучшается защита металла от вредного воздействия атмосферы и увеличивается глубина проплавления металла.

Потери металла на угар и разбрызгивание при горении дуги под флюсом значительно меньше, чем при ручной дуговой и сварке в защитных газах.



Metal Inert Gas

Metal Active Gas



Tungsten Inert Gas

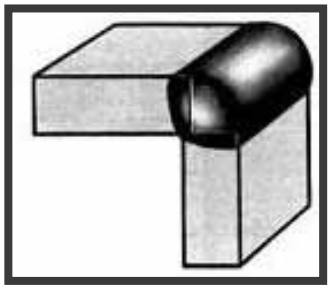
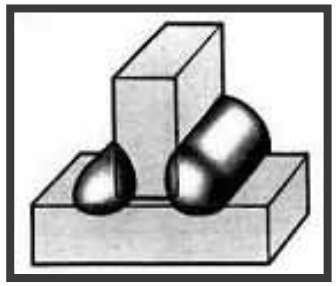
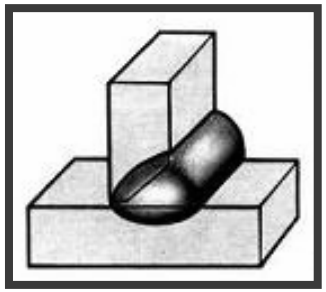
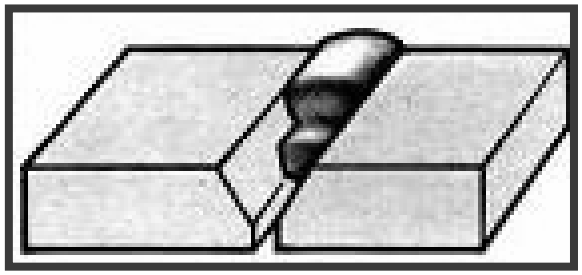


Submerged Arc Welding



Manual Metal Arc

Маломощная (плотность тока 10-20 А/мм^2, напряжение 60-70 В) открытая дуга при ручной дуговой и сварке в защитных газах лишь немного расплавляет кромки шва, который образуется, главным образом, за счет расплавленного электродного металла, который заполняет обработанные кромки.

Мощная (плотность тока до 25-100 А/мм^2, напряжение 60-70 В) закрытая дуга под флюсом глубоко расплавляет основной металл, позволяет уменьшить обрабатывание кромок под сварку, а в некоторых случаях и совсем обойтись без обрабатывания кромок.

Например, процент участия основного металла самих деталей в формировании металла шва при ручной дуговой сварке составляет 15-35 %.

При сварке под флюсом снижается процент участия электродного металла в образовании шва. В среднем наплавленный металл шва образуется на 70 % за счет расплавления основного металла и только на 30 % за счет электродного металла.

Преимущества сварки под слоем флюса

Производительность сварки (измеряется метрами сварочного шва за один час горения дуги) при сварке под флюсом значительно выше (в 8-10 раз), чем при сварке открытой дугой при одинаковых сварочных токах.

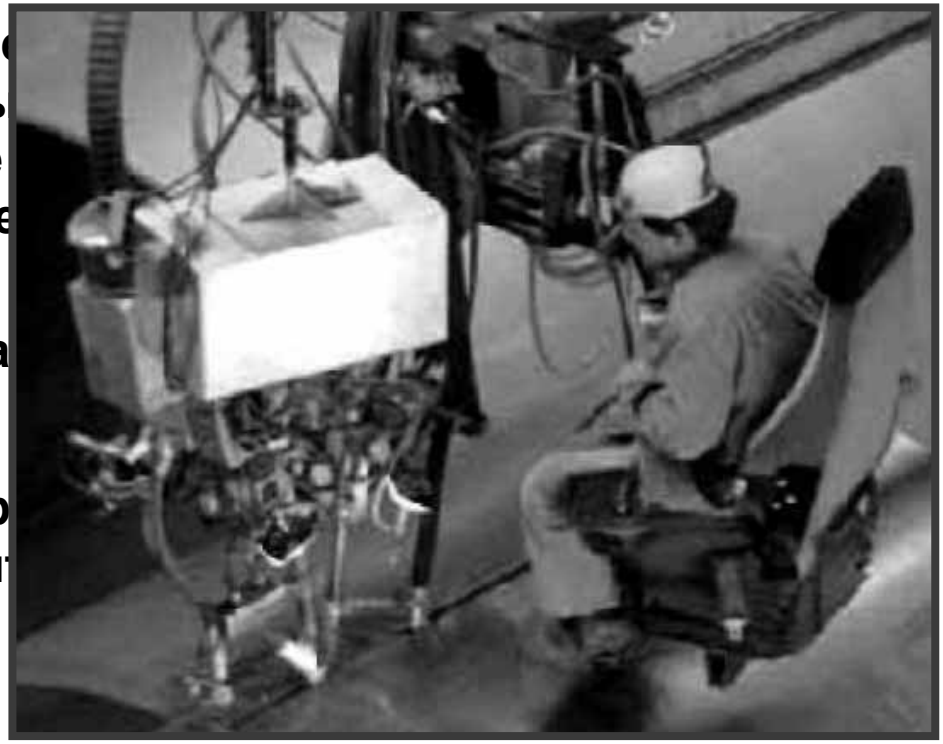
Таким образом, производительность сварки под флюсом повышается как за счет увеличения сварочного тока, так и за счет более эффективного его использования.

Возможность резкого увеличения силы сварочного тока составляет главное преимущество сварки под флюсом.

Нахождение дуги в газовом пузыре со стенками из жидкого флюса практически сводит к нулю потери металла на разбрызгивание, суммарная величина которых не превышает 2 % веса расплавленного электродного металла.

Флюсом создается довольно высокое статическое давление на расплавленный металл (до 8 г/см^2), что позволяет увеличить сварочный ток и повысить качество сварки.

Преимущества сварки под слоем флюса



Сварные швы получаются равномерны
Малые потери металла на угар и разбры
дуговой сварке – до 15%) и уменьшение
в образованные шва позволяют значите
электродного провода.

Лучшее использование сварочного тока
на 30-40%.

Так как дуга горит под толстым слоем ф
не нуждаются в специальных мероприя

Недостатки сварки под слоем флюса

К недостаткам сварки под флюсом относится невидимость места сварки, которое закрыто толстым слоем флюса, значительный расход и стоимость флюса.

Невидимость места сварки повышает требования к точности подготовки и сборки изделия под сварку, затрудняет сварку швов сложной конфигурации.

При длине шва менее 400 мм экономическая эффективность сварки резко уменьшается.

Недостатки сварки под слоем флюса

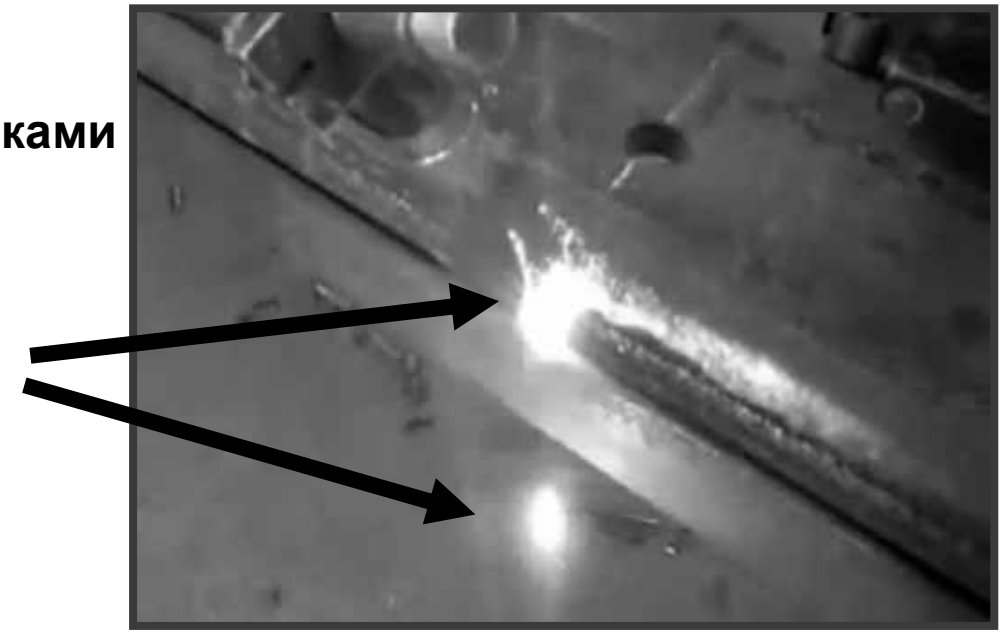
Недостатком способа является высокая жидкотекучесть расплавленного металла и флюса.

Поэтому сварка возможна только в нижнем положении при отклонении плоскости шва от горизонтали не более чем на 10-15°.

В противном случае нарушится формирование шва, могут образоваться дефекты в соединении.

Данный способ сварки требует более тщательной сборки кромок под сварку, чем при ручной дуговой сварке.

При увеличенном зазоре между кромками возможно вытекание через него расплавленного металла и флюса и образование в шве дефектов – непровара.





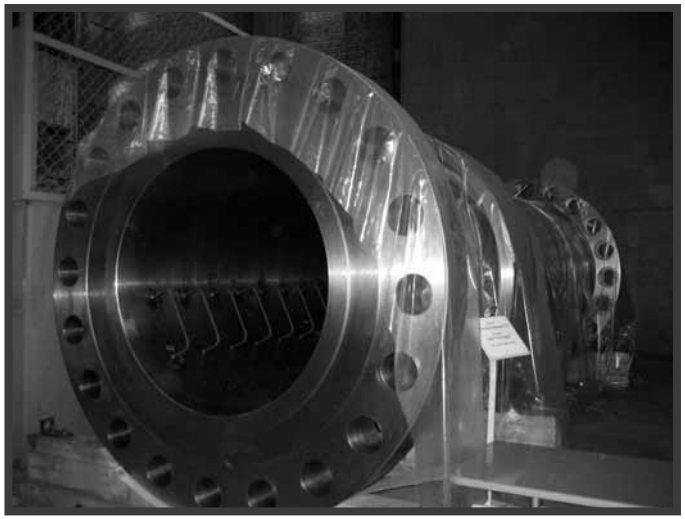
РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Гречко Александр Михайлович
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"



Одним из наиболее значительных достижений Института начала 50-х гг. XX в. стало разработка нового процесса сварки плавлением металла больших толщин – электрошлаковой сварки.

Широкое использование этого прогрессивного метода соединения металлов позволило коренным образом изменить производство и монтаж крупных машин и сооружений.



ул. Боженко, 11, г. Киев-150, 03680

Отпала необходимость в создании цехов и агрегатов для литья, ковки и механической обработки крупных деталей – валы гидротурбин, станины прессов.



Упростилась транспортировка грузов к месту их монтажа. Стало возможным непосредственно на монтажной площадке соединять сваркой детали практически неограниченной толщины, соблюдая при этом заданные допуски по размерам.

Например, при изготовлении станины прокатного стана в сварно-литом варианте взамен цельнолитого удалось уменьшить ее массу со 115 до 90 т., при этом сечение сварных швов достигало 780×750 мм.





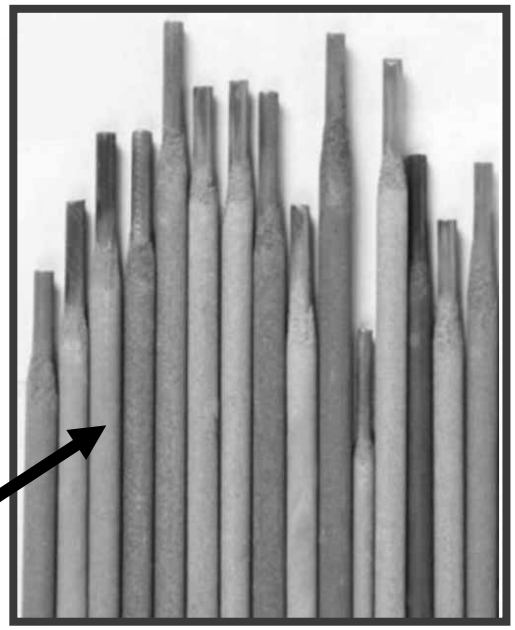
Изготовление вала гидротурбины в сварном варианте позволило сократить расход металла на 42 т и существенно снизить стоимость изделия.
В результате перевода конструкции мощного гидравлического пресса с литого варианта на сварно-литой (сечение сварных стыков при этом достигало 400×3220 мм) его масса уменьшилась с 300 до 150 т.

Большой технико-экономический эффект достигается при изготовлении сварно-кованых конструкций взамен цельнокованых.
Например, при изготовлении рабочего цилиндра гидропресса масса изделия снизилась с 220 до 180 т., а цикл изготовления сократился с 90 до 67 суток.

Электрошлаковая сварка

В англоязычной литературе называется electroslag welding (ESW).









Поташ (углекислый калий K_2CO_3) – это ионизирующий компонент чего?



Шпат $Na[AlSi_3O_8]$) – это ионизирующий компонент чего?

Рутил (TiO_2) – это шлакообразующий компонент чего?



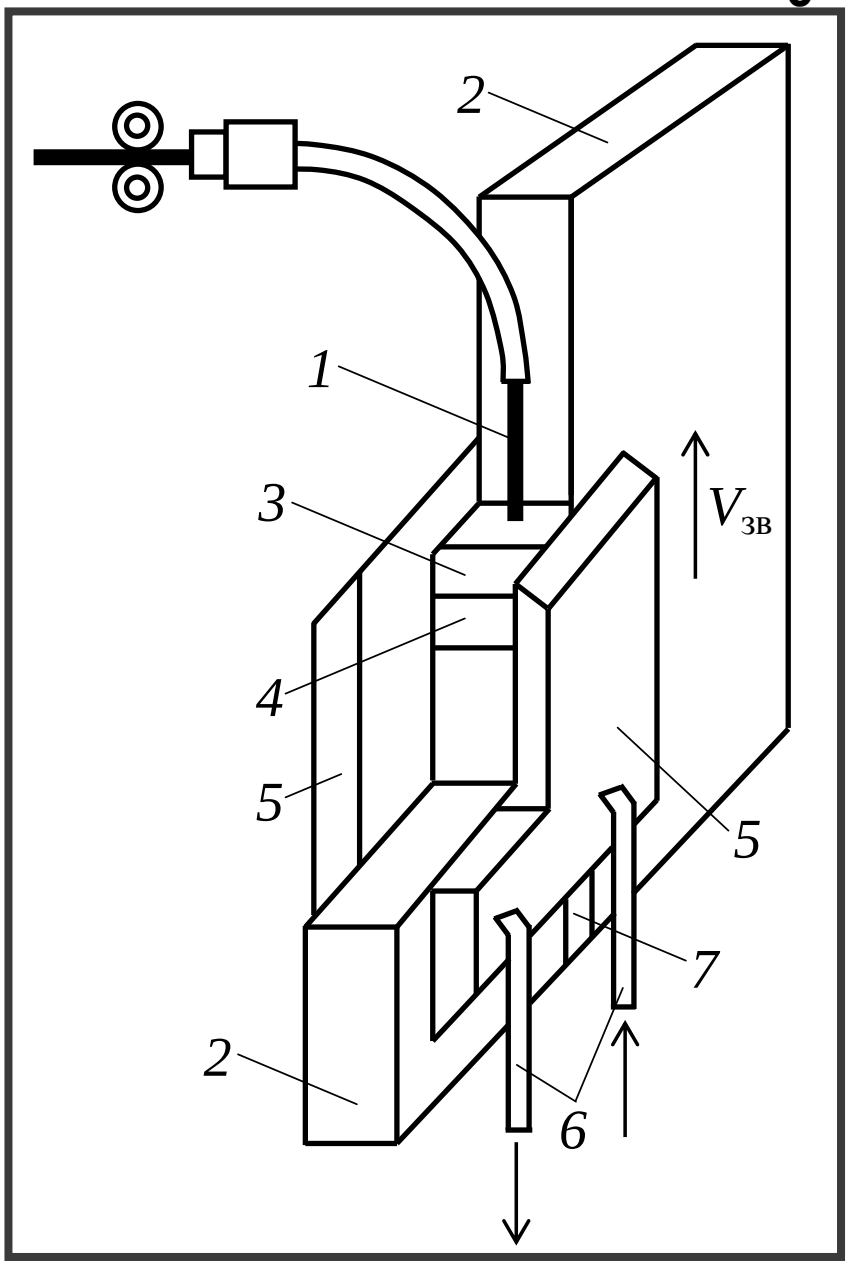
Электрошлаковая сварка

Сущность способа.

Расплавленные флюсы образуют шлаки, которые являются проводниками электрического тока.

При протекании сварочного тока в объеме расплавленного шлака выделяется тепло. Этот принцип лежит в основе электрошлаковой сварки.

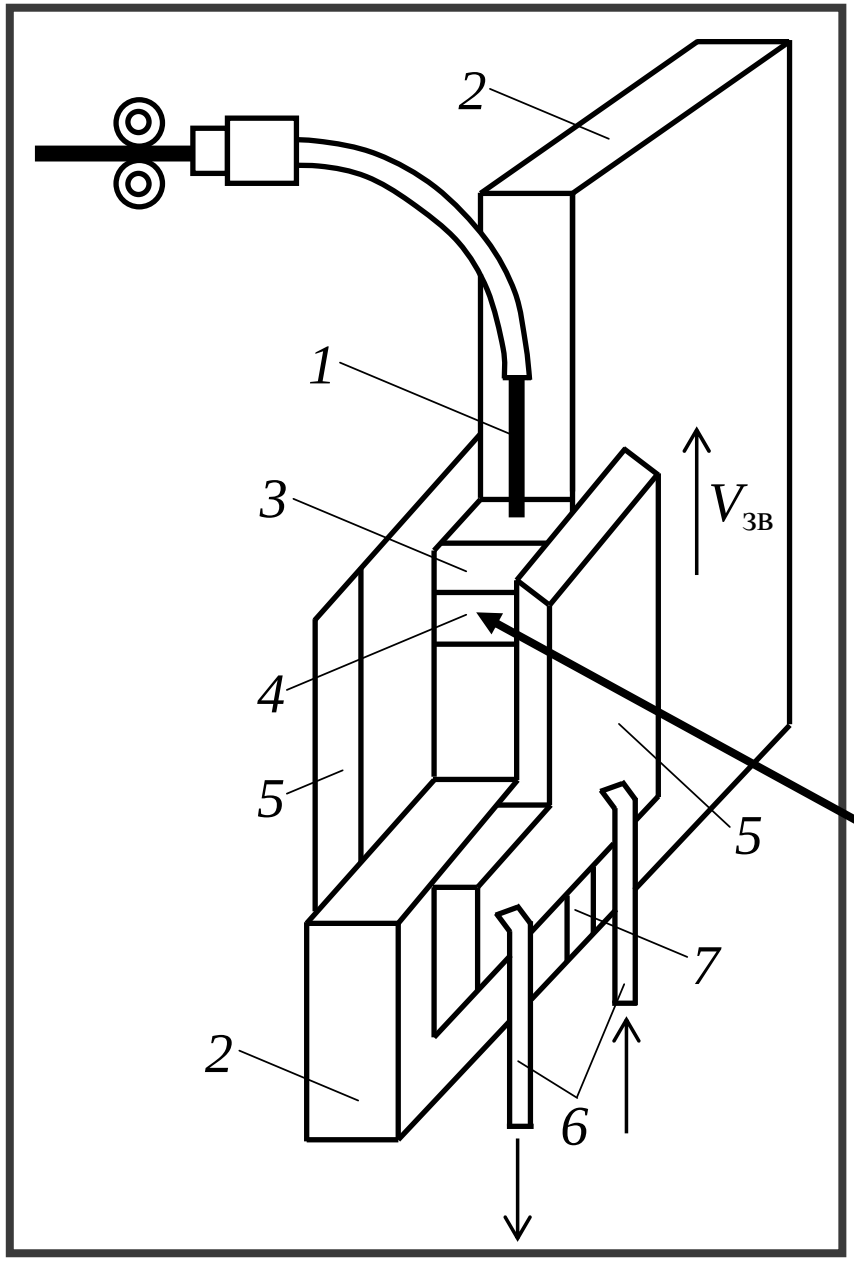
1 – сварочный электрод
2 – свариваемые детали
3 – расплавленный флюс (шлаковая ванна)
4 – расплавленный металл (сварочная ванна)
5 – медные ползуны
6 – патрубки для подачи воды
7 – сварочный шов

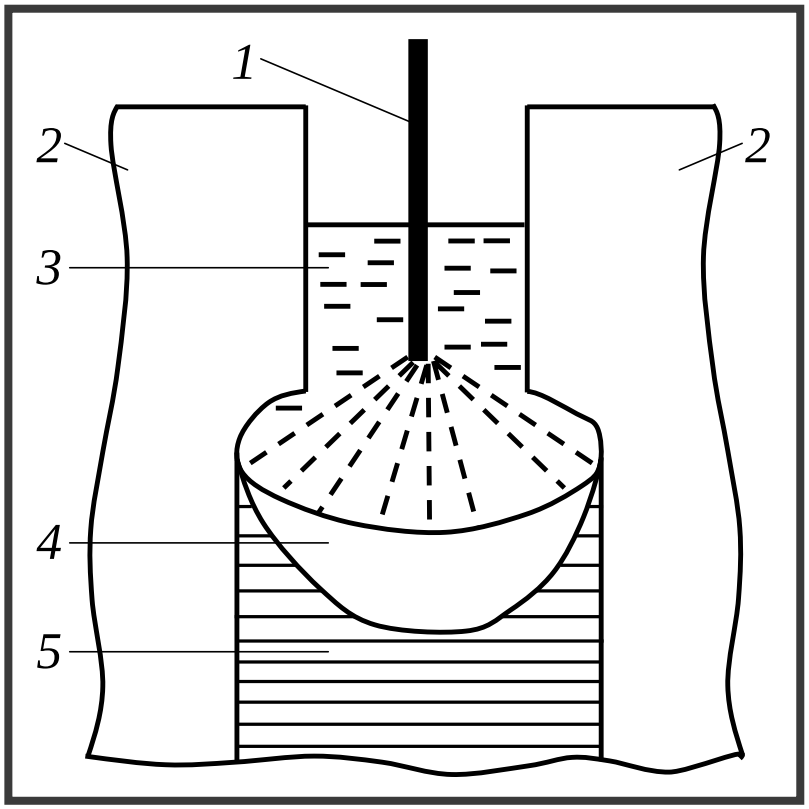


Электрод и основной металл связаны гальванически через расплавленный шлак (т.н. шлаковую ванна).

Выделяющаяся в шлаковой ванне теплота перегревает его выше температуры плавления основного и электродного металлов.

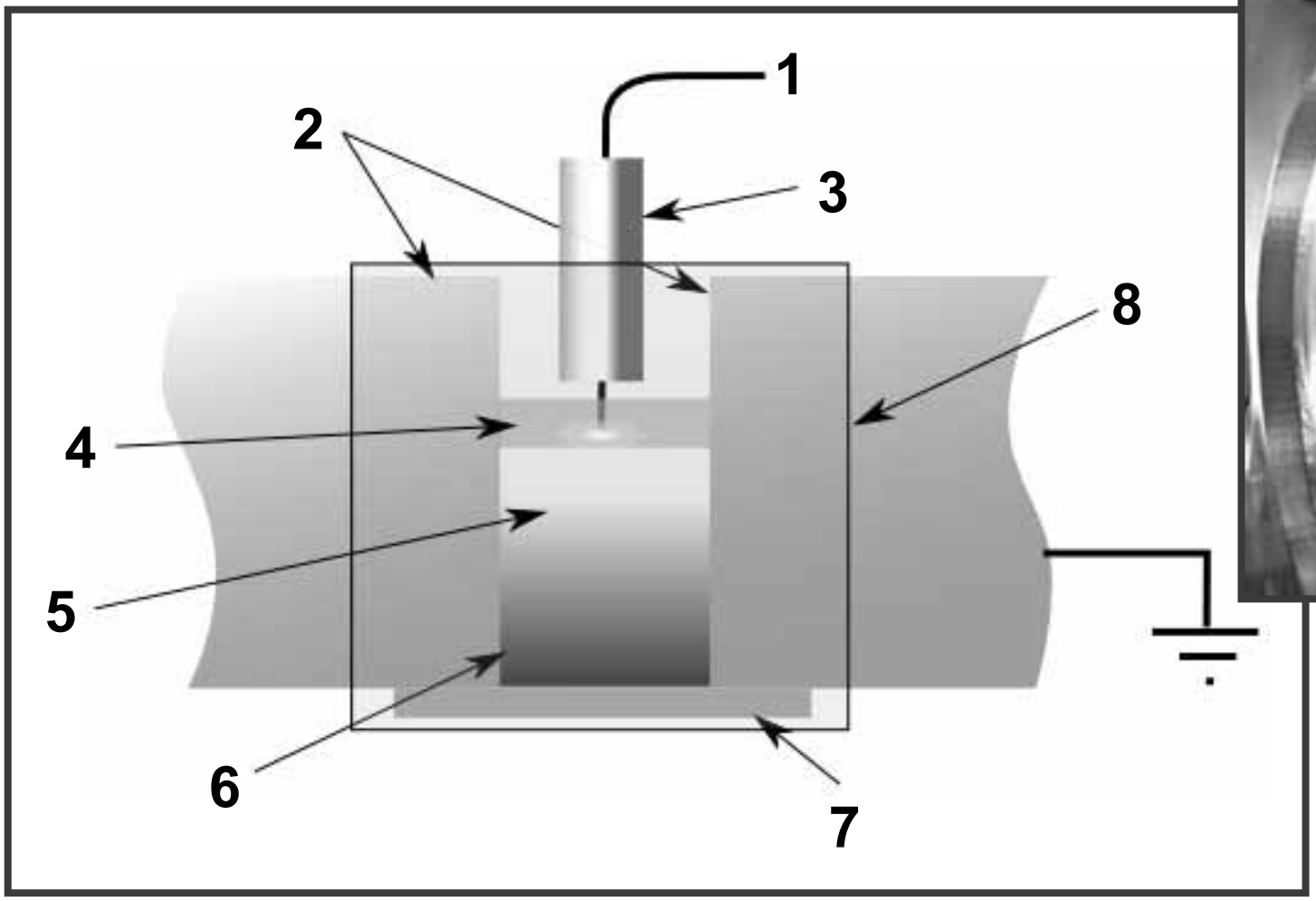
Электрошлаковая сварка





В результате металл сварочного электрода и кромки основного металла оплавляются и из-за большей плотности металла (чем у шлака) стекают на дно расплава, образуя ванну расплавленного металла.

Схема электрошлаковой сварки

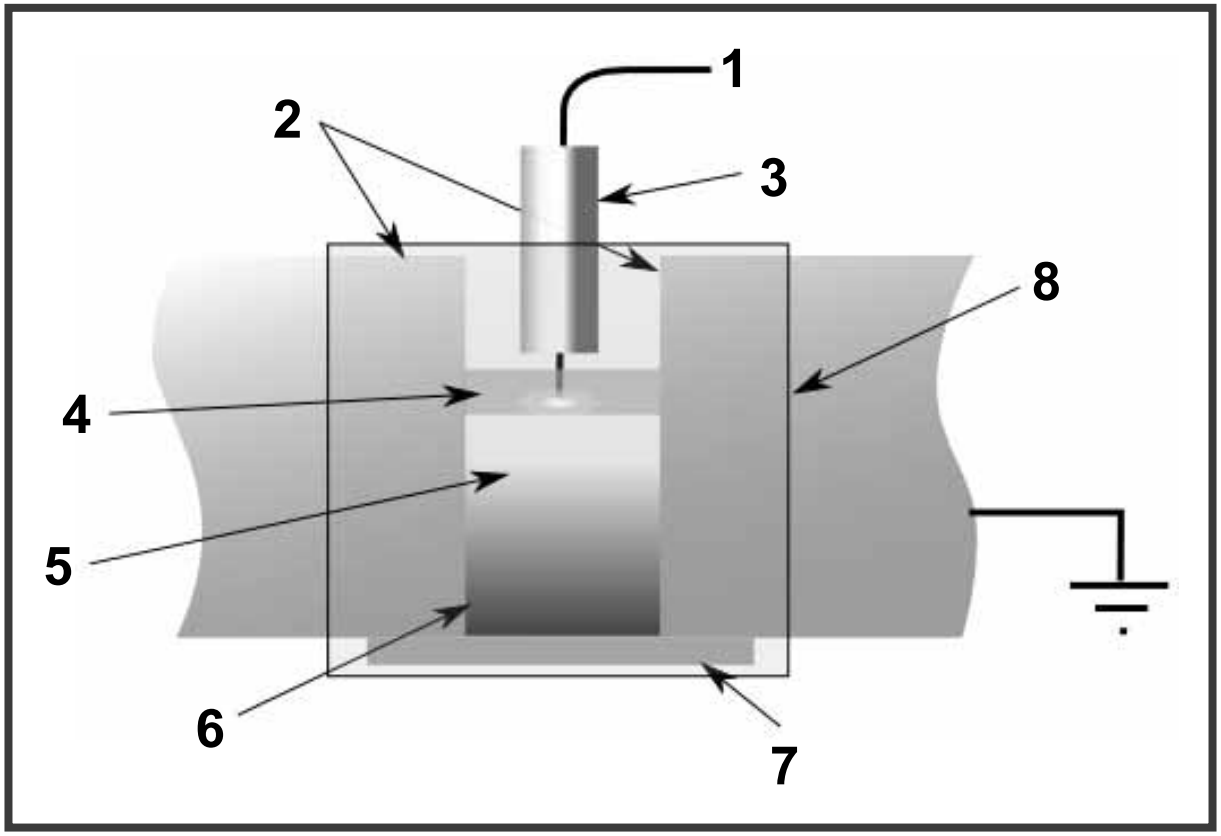




1 – сварочный электрод (к источнику питания)
2 – свариваемые детали; 3 – мундштук; 4 – расплавленный флюс (шлак)
5 – расплавленный металл (сварочная ванна)
6 – сварочный шов; 7 – опора; 8 – медные ползуны

Электрошлаковая сварка

При электрошлаковой сварке тепло, необходимое для плавления свариваемого металла, образуется за счет прохождения электрического тока через расплавленный шлак, состоящий из оксидов галоидов или их смесей.



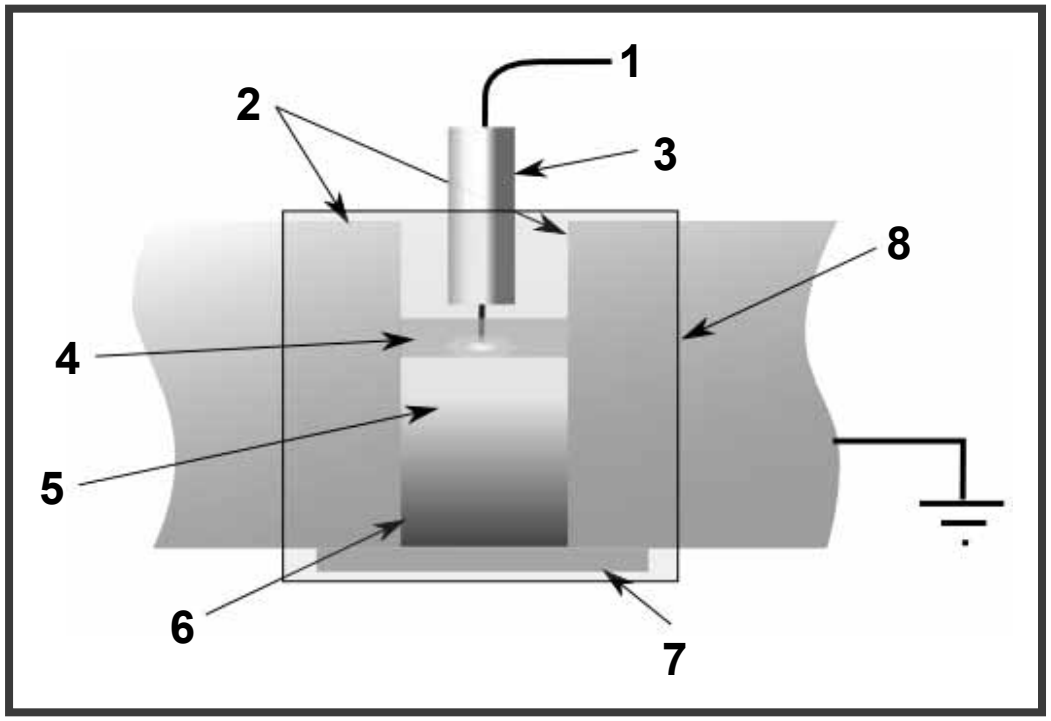
Галоиды (или галогены) – это химические элементы: фтор, хлор, бром, йод, образующие с металлами соли без кислорода, например NaCl (хлористый натрий или поваренная соль).

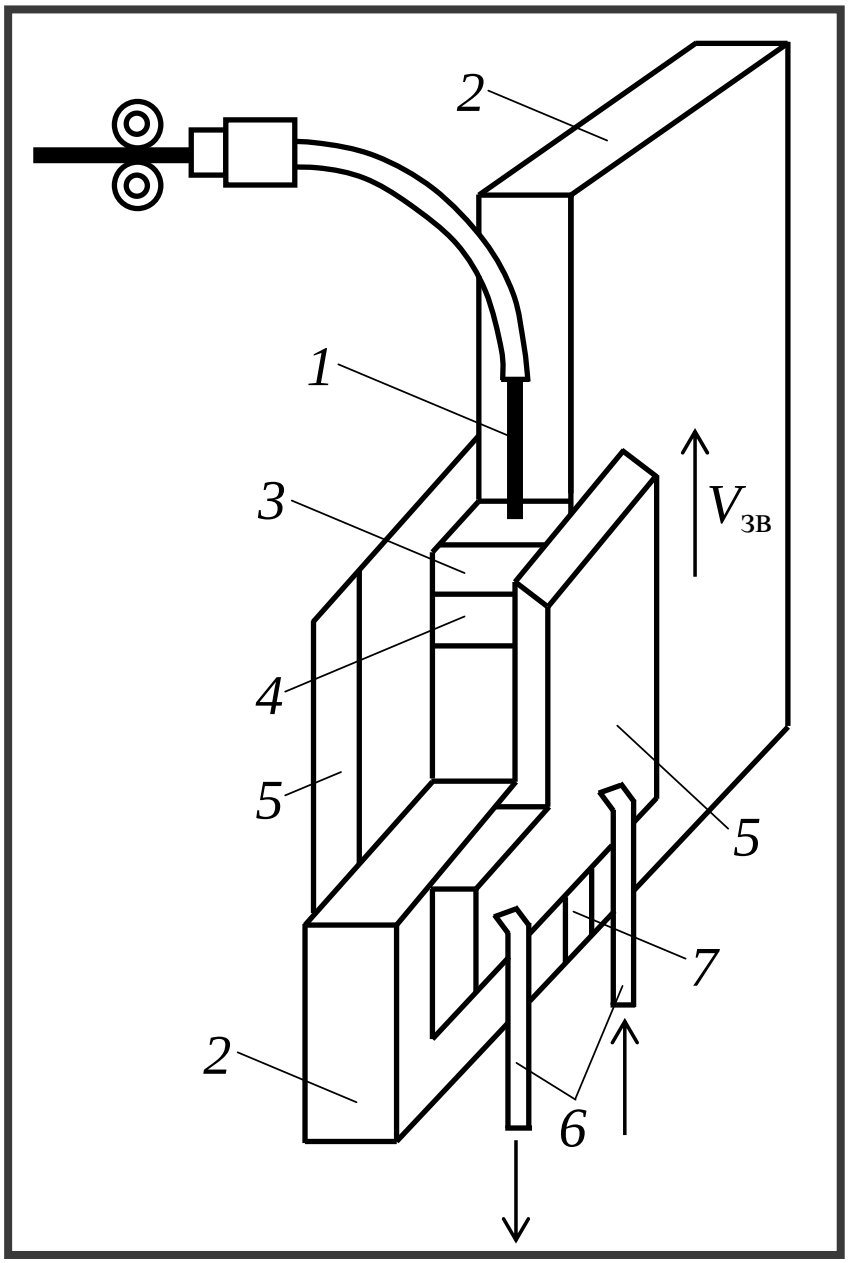


Электрошлаковая сварка

Две свариваемые детали устанавливаются вертикально с определенным зазором между кромками.

Зазор с двух сторон закрывают медные водоохлаждаемые ползуны.
Снизу зазор также закрывается специальным карманом.

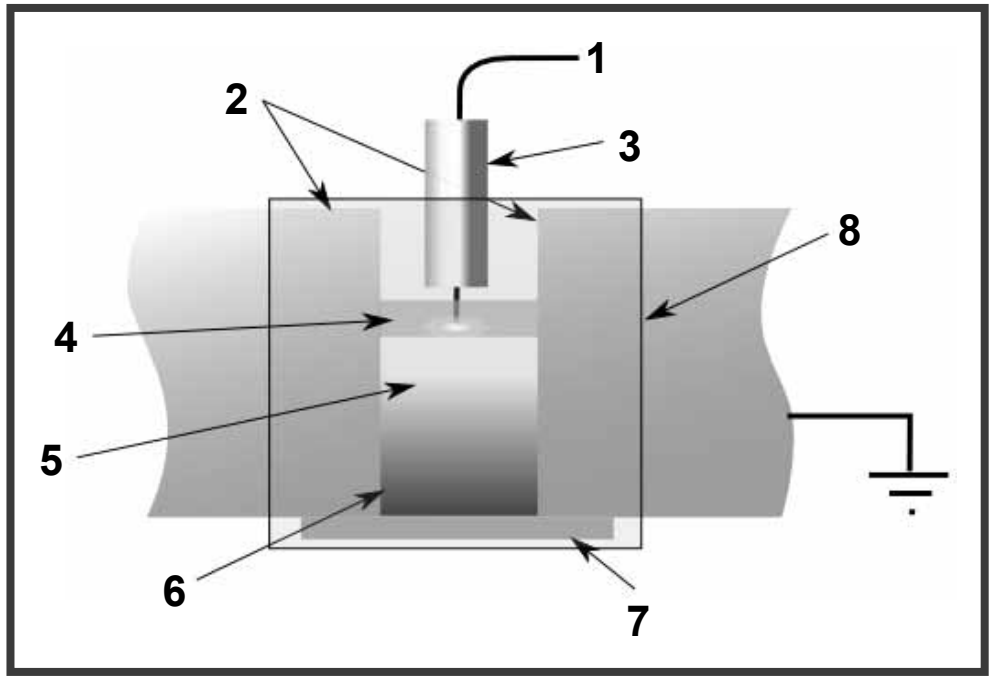




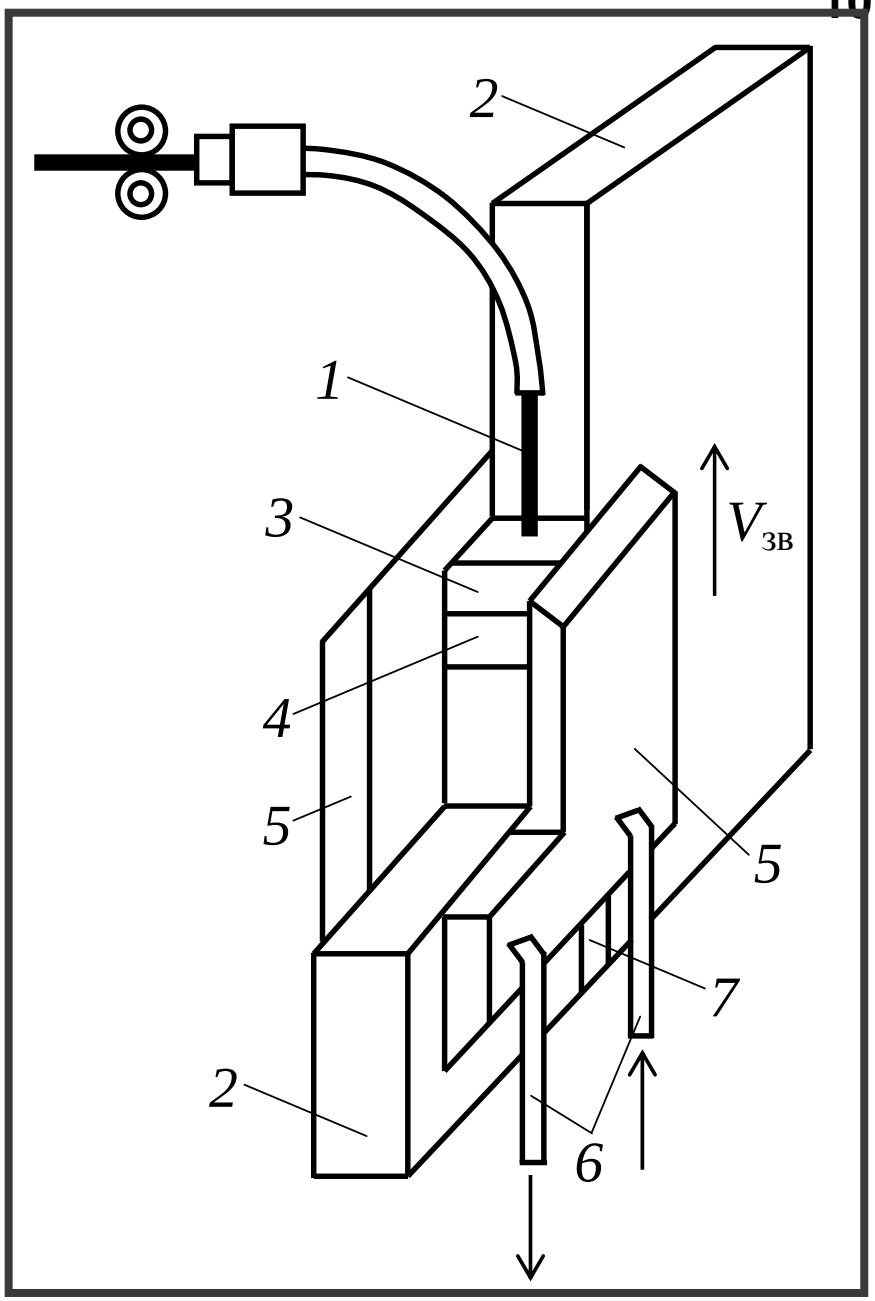
Электрошлаковая сварка

В зазор засыпается сварочный флюс и опускается сварочная проволока.

В процессе сварки проволока подается вниз роликами, а токоподвод осуществляется мундштуком.



За счет прохождения тока между проволокой и деталями флюс нагревается и расплавляется.



Электрошлаковая сварка

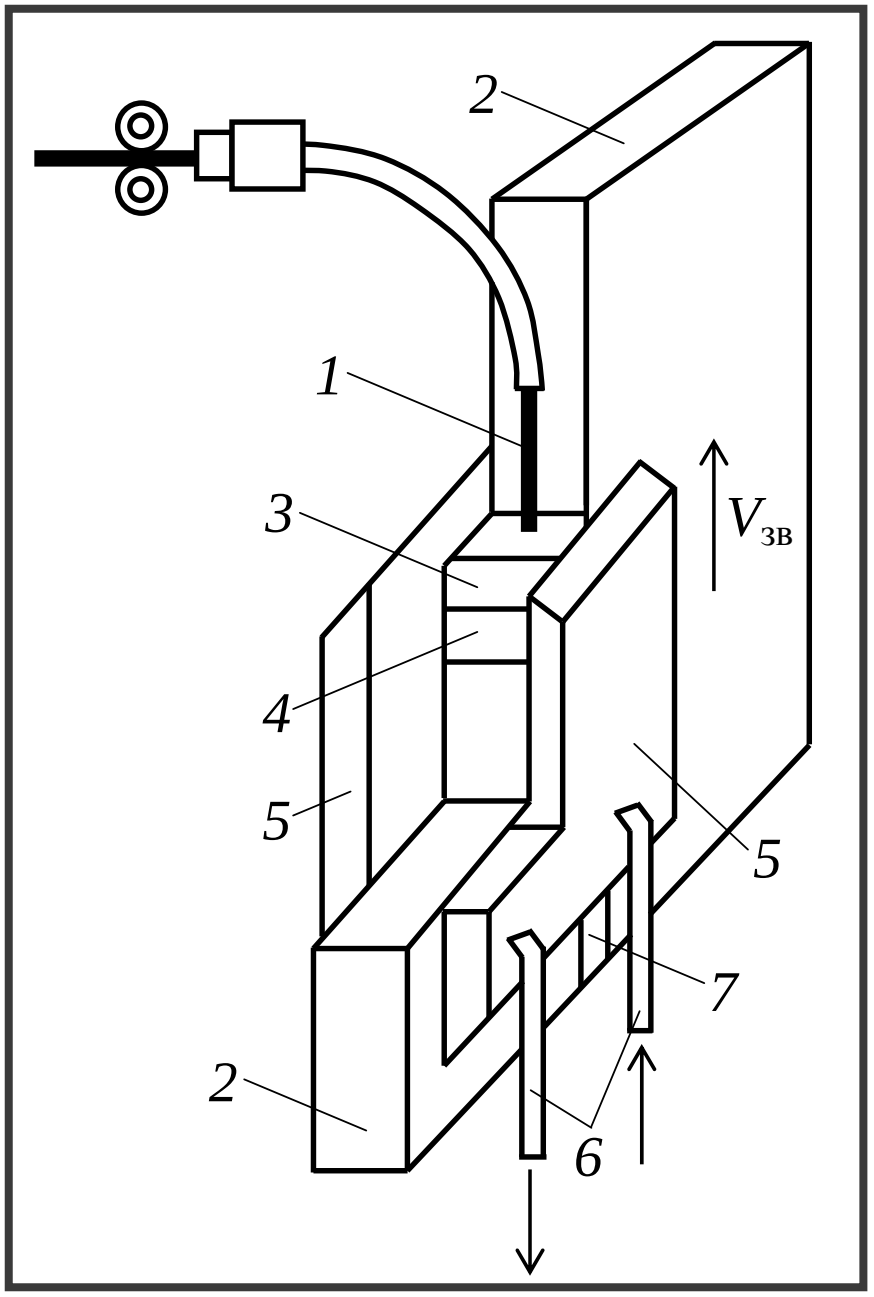
Расплавленный флюс образует шлак, который является электропроводным и который должен обладать высоким омическим сопротивлением.

Данный источник тепла приводит к расплавлению проволоки и кромок и к образованию сварочной ванны.

Сварочная дуга после расплавления флюса с образованием электропроводного шлака гаснет – она "шунтируется" шлаком.

Ток, проходя по электропроводному расплавленному шлаку, выделяет энергию, которой достаточно для плавления следующей порции флюса, основного металла и проволоки.

Расплавленный металл сварочной ванны, кристаллизуясь образует сварной шов.



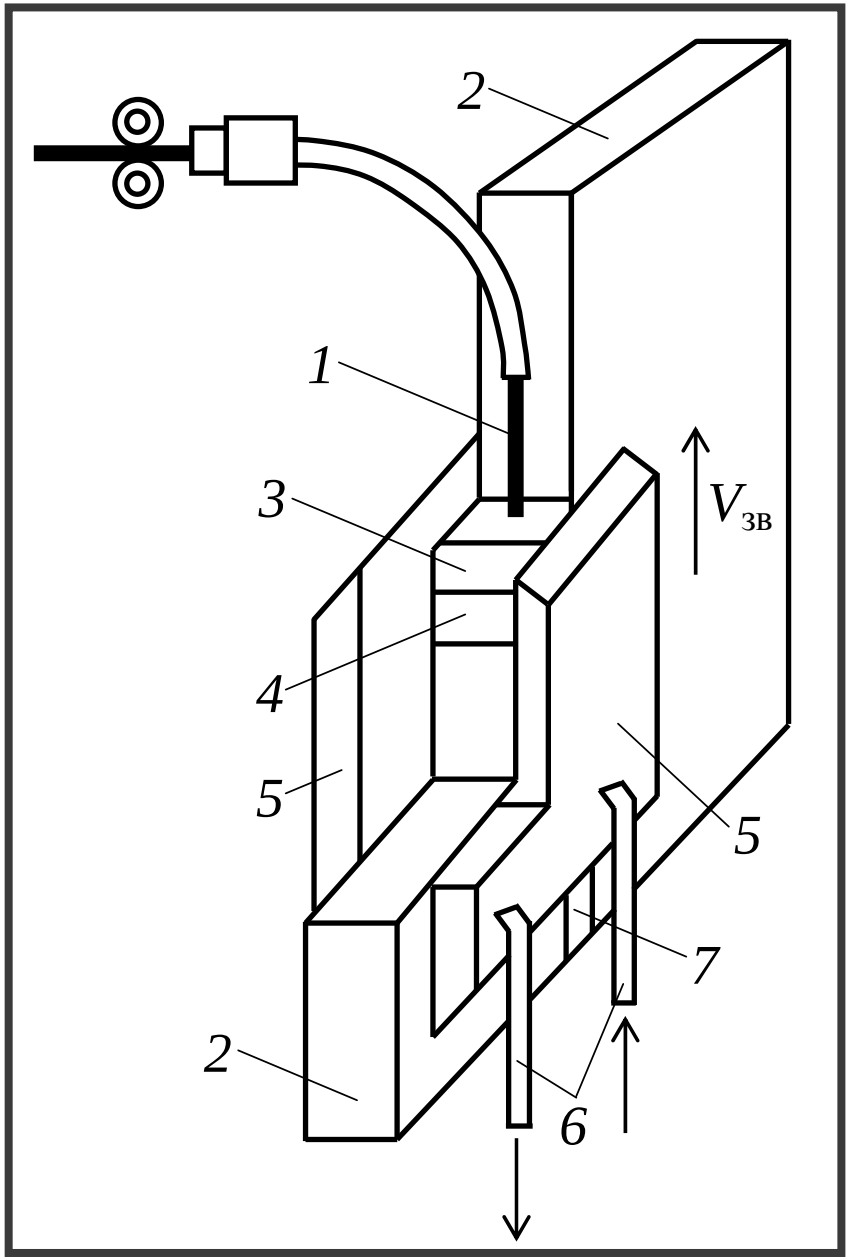
Электрошлаковая сварка

Процесс электрошлаковой сварки может происходить только снизу вверх.

Ползуны 5, охлаждаемые водой через трубки 6, перемещаются вверх вместе со сварочным автоматом и формируют сварной шов.

Расплавленный флюс обеспечивает одновременно защиту сварочной ванны и обеспечивает высокое качество сварного шва.

Расход флюса при ЭШС невелик (не более 5% от массы наплавленного металла). Флюс используется такой же, как и для дуговой сварки, или специальный.

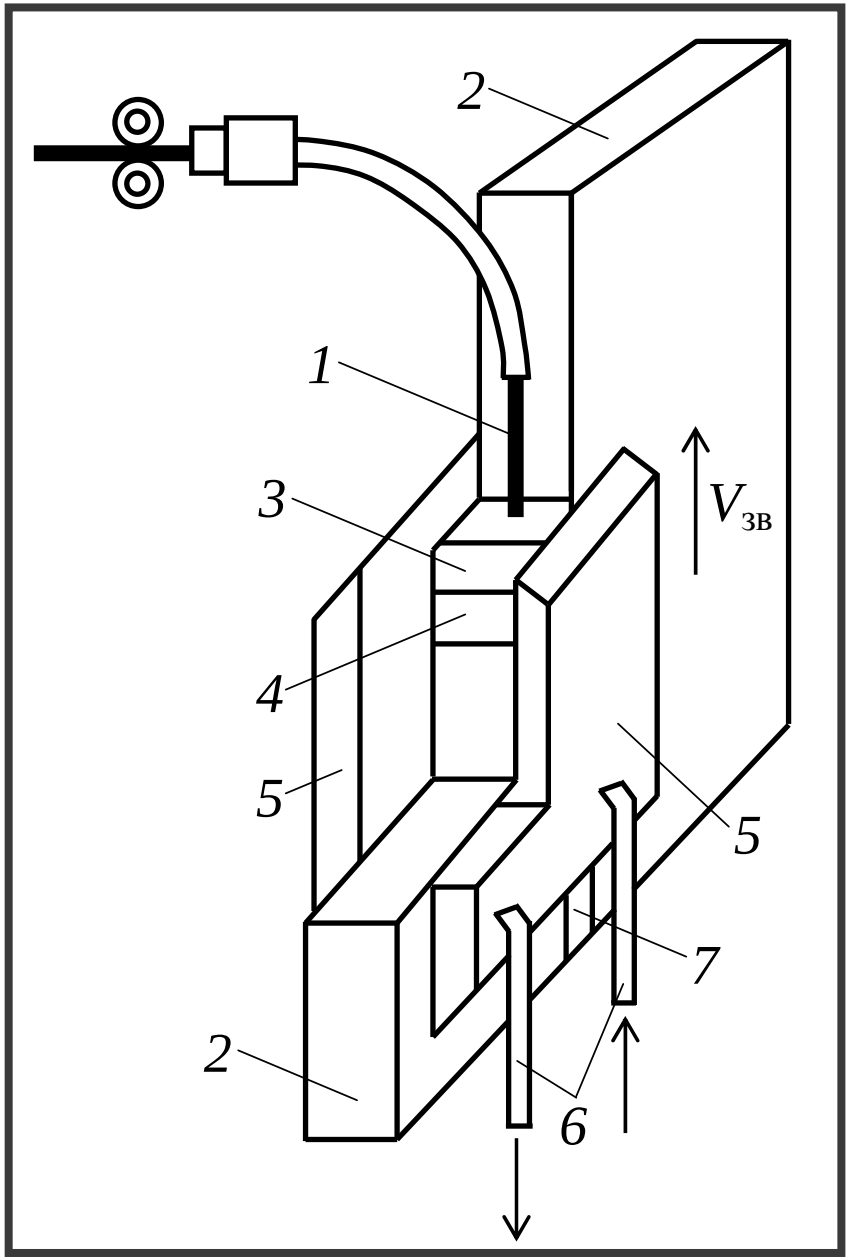


Электрошлаковая сварка

Шлаковая ванна 3 находится над поверхностью сварочной (металлической) ванны 4 и, соприкасаясь с охлаждаемыми водой 6 ползунами 5, образует на них тонкую шлаковую корку.

Этим исключается непосредственный контакт расплавленного металла 4 с поверхностью охлаждаемого ползуна 5, что служит защитой от образования в металле шва трещин.

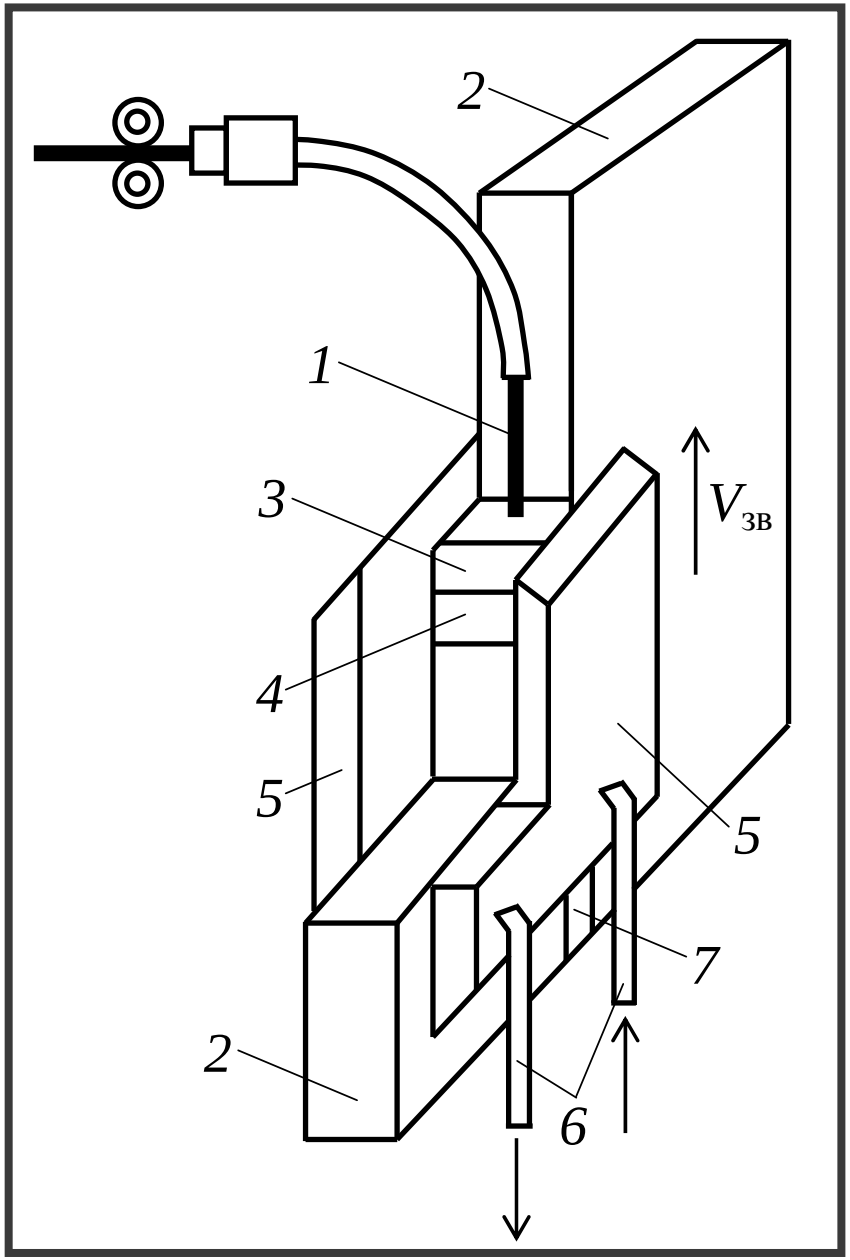
Процент основного металла в шве составляет 10-20%, флюса 5%, электродной проволоки 75-85%.



Особенности электрошлаковой сварки

Вертикальное положение металлической ванны, высокая температура ее верхней части и продолжительное время пребывания металла в расплавленном состоянии способствуют улучшению условий удаления газов и неметаллических включений из металла шва.

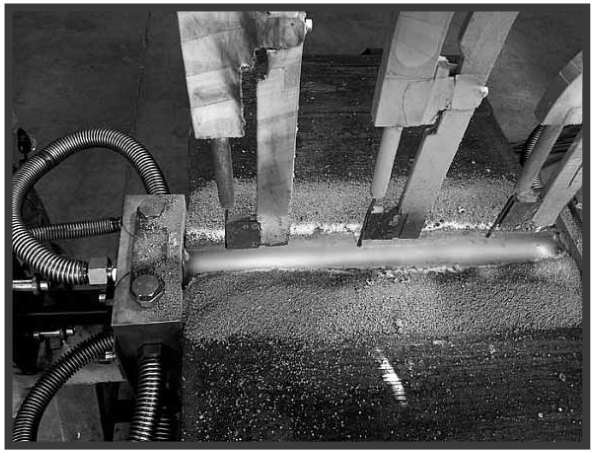
По сравнению со сварочной дугой шлаковая ванна является менее концентрированным источником энергии. Поэтому термический цикл электрошлаковой сварки характеризуется медленным нагревом и охлаждением основного металла.



Общая классификация электрошлаковой сварки

По виду электрода электрошлаковая сварка делится на:

- сварку одним проволочным электродом;
- многоэлектродная сварка;
- сварка пластинчатыми электродами;
- сварка плавящимся мундштуком.

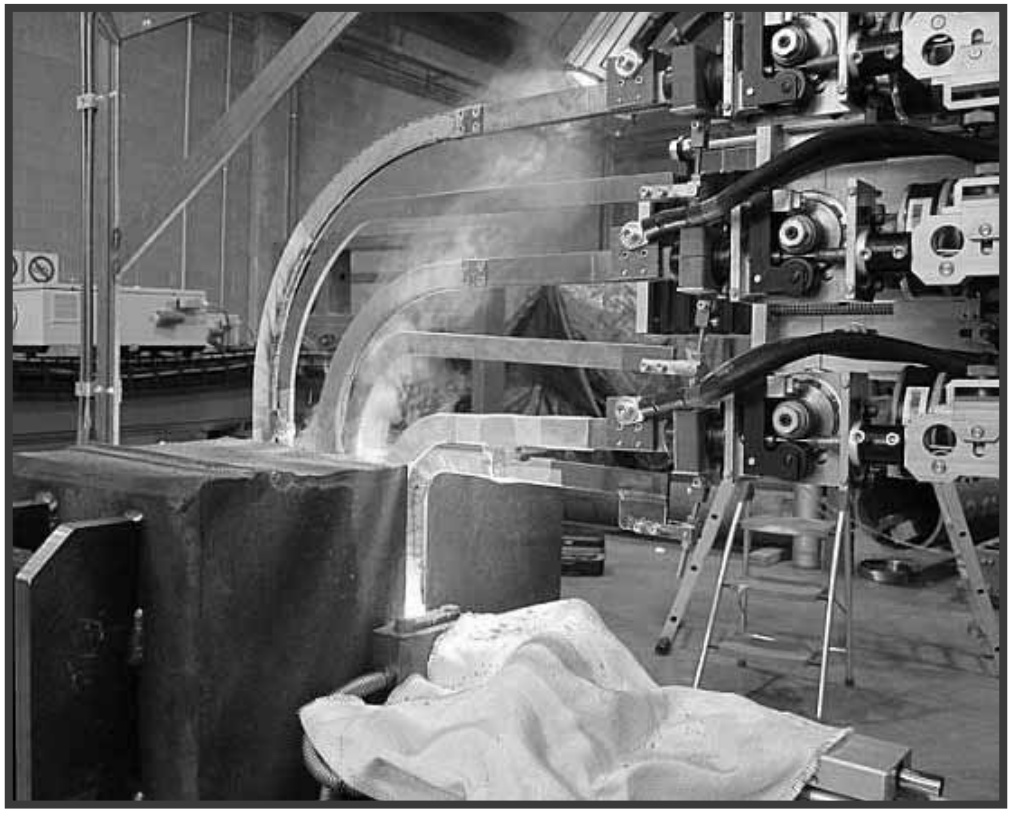


По наличию колебаний электрода:

- без колебаний электрода;
- с колебаниями электрода.

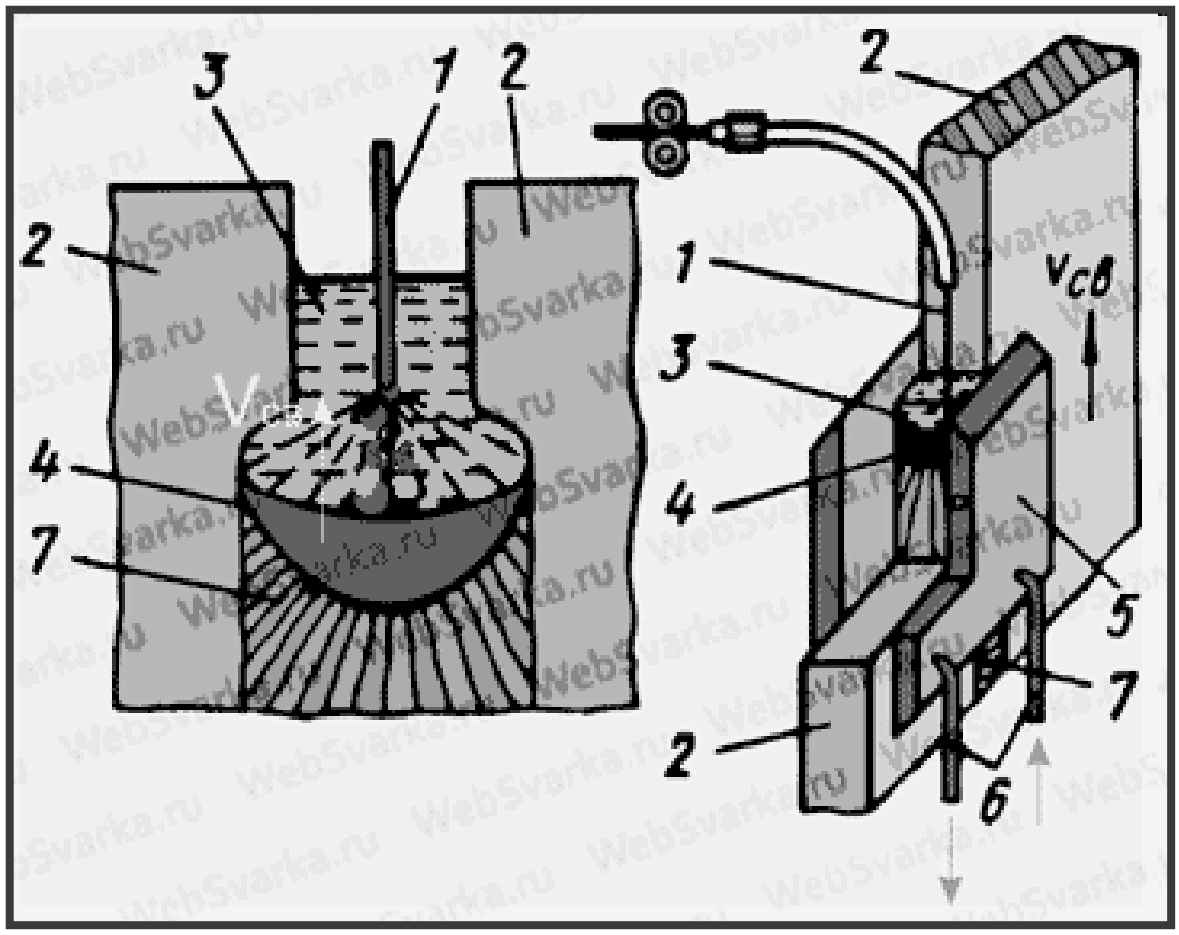
По количеству электродов:

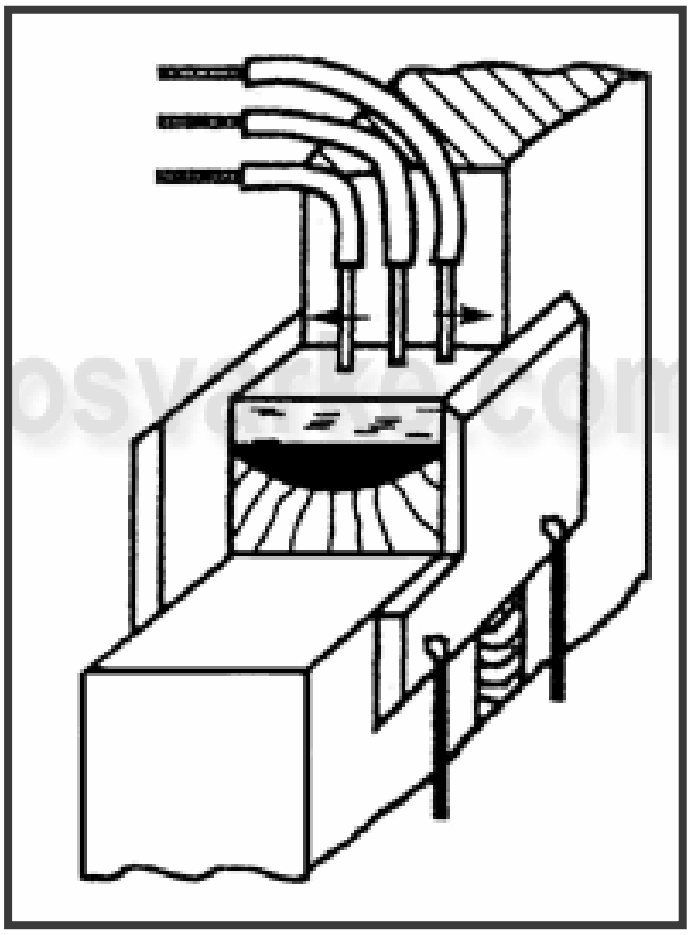
- одноэлектродную;
- двухэлектродную;
- многоэлектродную.



Особенности электрошлаковой сварки

Так как выделение теплоты в шлаковой ванне происходит главным образом в области электрода, максимальная толщина металла, свариваемого одной проволокой, обычно ограничена 60 мм.

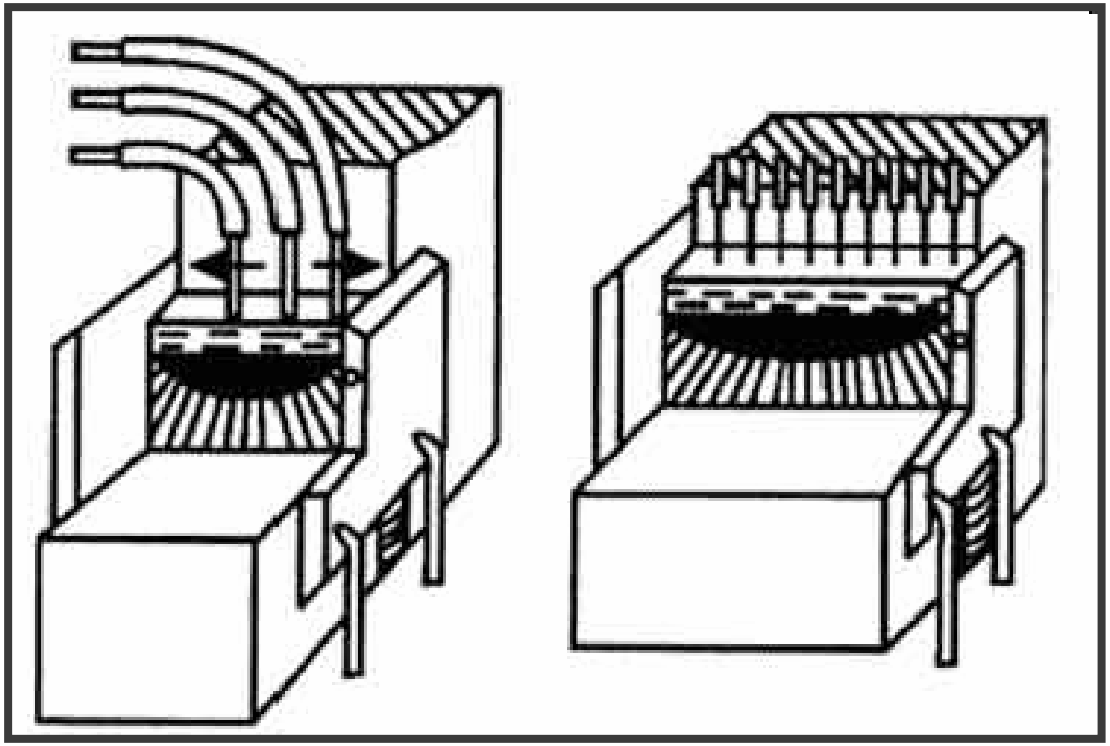




При больших толщинах целесообразно использовать несколько проволок – обычно кратно трем (числу фаз источника питания).

Особенности электрошлаковой сварки

При сварке металла большей толщины электроду в зазоре между кромками сообщают механическое движение (до 150 мм) или используют несколько неподвижных или перемещающихся электродов. В данном случае возможна сварки металла сколь угодно большой толщины.

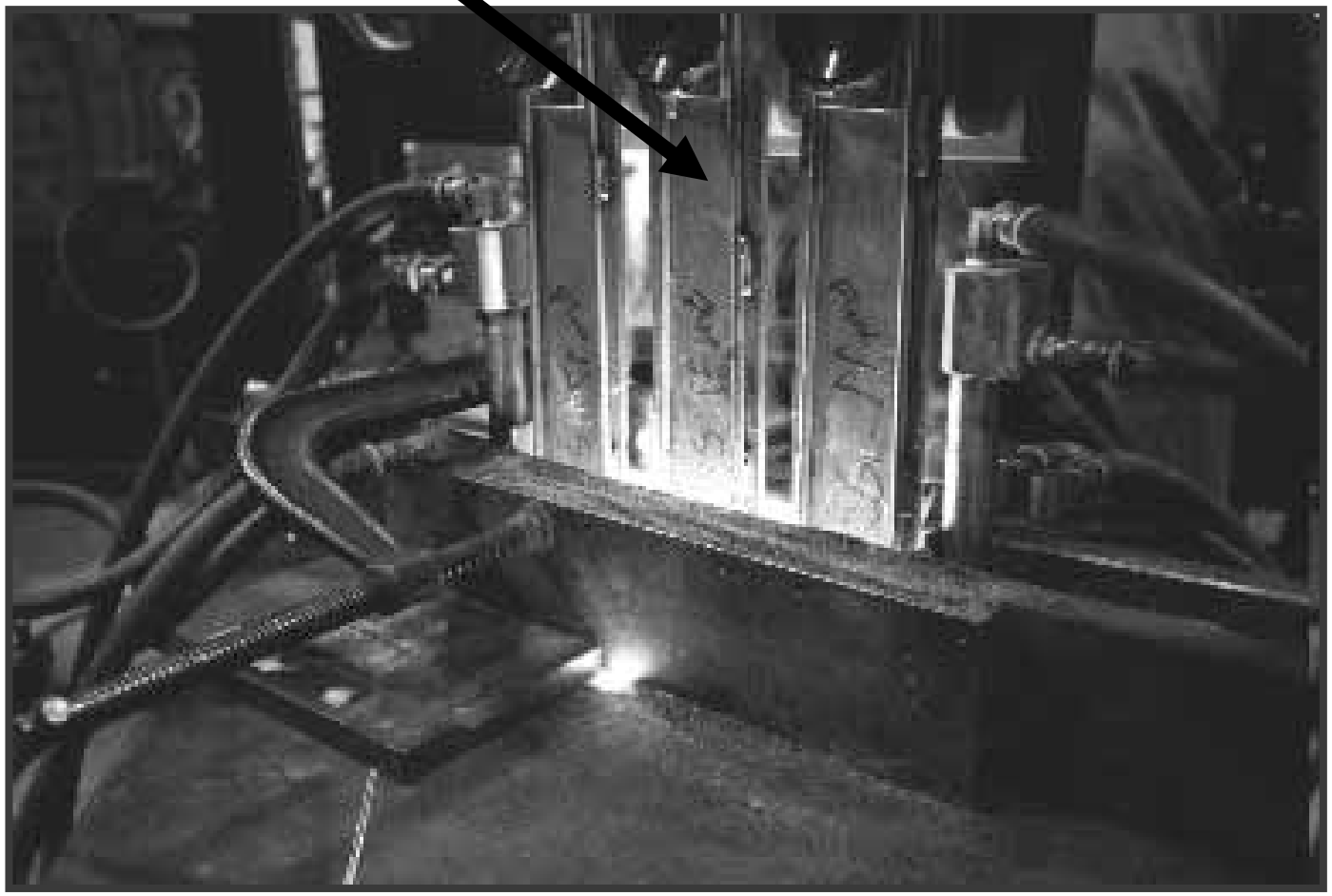


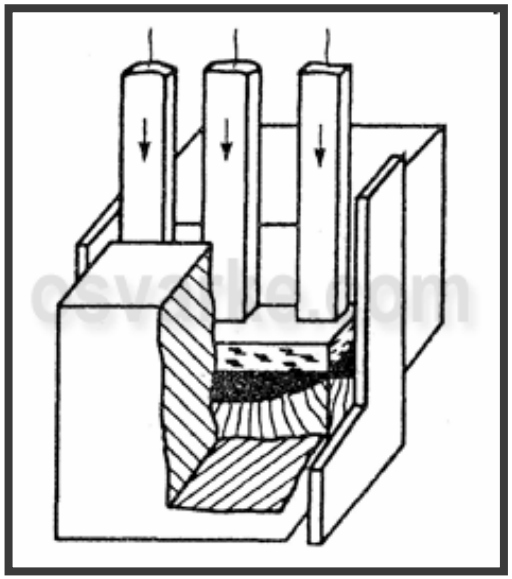
Сила сварочного тока на одну проволоку составляет 200-600 А, напряжения сварки 26-44 В; скорость подачи проволоки 100-400 м/ч.

Особенности электрошлаковой сварки

Электрошлаковый процесс сварки устойчиво протекает при плотностях тока на порядки ниже (≈0,1 А/мм^2), чем при дуговой сварке (20-30 А/мм^2).

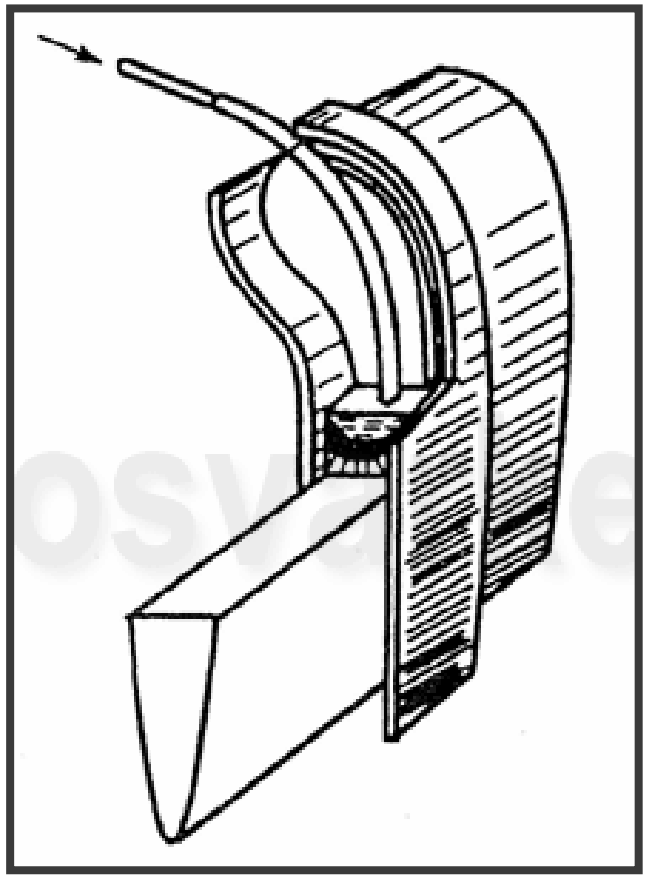
Поэтому сечение электрода может быть увеличено и проволока заменена пластинчатым или ленточным электродом, что позволяет повысить производительность процесса сварки.





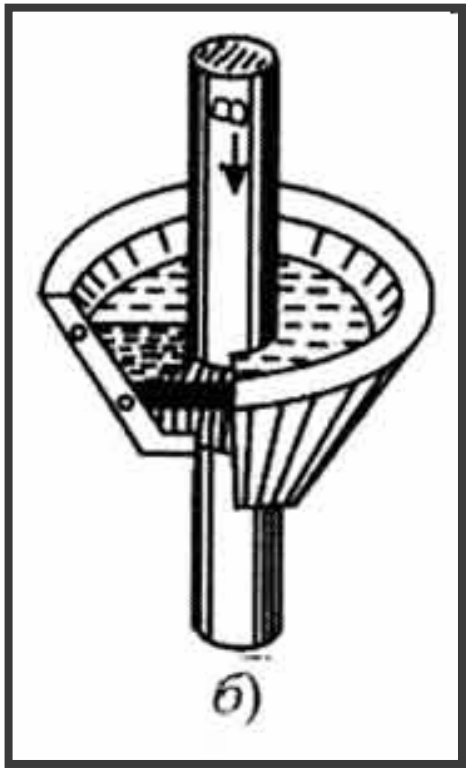
Особенности электрошлаковой сварки

При сложной конфигурации изделия возможна сварка плавящимся мундштуком, который представляет собой пластинчатый электрод, повторяющий форму свариваемых кромок.



Токоподвод к электродной проволоке осуществляется через скользящий контакт с пластинчатым расплавляющимся электродом (мундштуком).

При электрошлаковой контактной стыковой сварке стержней различного поперечного сечения после образования металлической ванны требуемого объема происходят выключение сварочного тока и осадка верхнего стержня.



Этим способом можно приваривать стержни к плоской поверхности.

Преимущества электрошлаковой сварки:

- возможность сварки за один проход металла большой толщины;

- возможность выполнения сварки без разделки кромок и исключение разбрызгивания металла;

- возможность использования для сварки практически неограниченного количества электродов;

- высокая производительность и экономия флюса.



Недостатки электрошлаковой сварки:

- сварка технически возможна при толщине металла более 16 мм и экономически выгодна при сварке металла толщиной более 40 мм. Основной технико-экономический эффект достигается при применении сварки металла толщиной 100-500 мм;

- сварка практически возможна только в вертикальном положении.

Отклонение положения оси свариваемого шва от вертикали возможно не более чем на 15° в плоскости листов и на 30-45° от горизонтали.

В процессе ESW металл шва и околошовной зоны находится длительное время при высоких температурах и подвергается значительному перегреву.

В результате происходит уменьшение прочности сварочного соединения. Для восстановления свойств применяется термообработка.

Для снижения длительности пребывания металла при высоких температурах в шлаковую ванну вводят дополнительную присадку в виде порошкообразного материала (рубленая проволока с гранулами 0,2-1,6 мм) или производят соответствующее принудительное охлаждение поверхности шва и околошовной зоны водяным душем.



РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Гречко Александр Михайлович
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"

История возникновения газовой сварки



В 1903 г. французские инженеры Эдмон Фуше и Шарль
сконструировали первую сварочную газовую (ацетиле
горелку и получили на нее патент Германии.
Предложенные ими конструкции газосварочных горел
практически не изменились и до настоящего времени.

Созданию газовой сварки способствовали исследован
газовых смесей французским ученым Анри Луи Ле Ша
В 1895 г. он получил высокотемпературное пламя, свы
при сжигании ацетилена и кислорода.
Хотя ацетилен был открыт еще в 1836 г., а в 1863 г. бы
М. Бертло, но доступным он стал лишь после изобрете
получения карбида кальция из известняка и угля.

С 1906 года газовую сварку стали применять в России.
Вначале новый способ назвали "автогенной" сваркой, от греческих слов "автос" – сам и "генес" – возникаю.

В 1911 г. комиссия при Министерстве торговли и промышленности России допустила газовую сварку для изготовления паровых котлов, разрешив сварку некоторых неответственных частей котла.

Газовая сварка

Газовая сварка – это сварка плавлением, при которой металл в зоне соединения нагревается до расплавления газовым пламенем.

Процесс газовой сварки заключается в нагревании кромок деталей в месте их соединения до расплавленного состояния пламенем сварочной горелки.

Для нагревания и расплавления металла используется высокотемпературное пламя, получаемое при сжигании горючего газа в смеси с технически чистым кислородом.

В качестве горючих газов используют ацетилен C_2H_2, водород H_2, природные газы, нефтяной газ, пары бензина, керосина и др.

Наиболее высокую температуру по сравнению с пламенем других газов имеет ацетиленокислородное пламя, поэтому оно нашло наибольшее применение.

Газ ацетилен образуется в результате взаимодействия карбида кальция CaC_2 и воды H_2O:

$$CaC_2 + 2H_2O \rightarrow C_2H_2 + Ca(OH)_2$$

Технология газовой сварки



Технология газовой сварки

Отличие газовой сварки от дуговой сварки – более плавный и медленный нагрев металла. Это основное отличие сварочного газового пламени от сварочной дуги является в одних случаях недостатком, в других – преимуществом газового пламени.

Благодаря медленному нагреву металла пламенем и невысокой концентрации тепла при нагреве производительность газовой сварки существенно снижается с увеличением толщины свариваемого металла.

Например, при толщине стали 1 мм, скорость газовой сварки составляет около 10 м/ч, а при толщине 10 мм – только 2 м/ч.

Поэтому газовая сварка стали толщиной свыше 6 мм менее производительна по сравнению с дуговой сваркой и применяется значительно реже. В основном газовая сварка применяется для толщин деталей около 1,5 мм.

Технология газовой сварки

Газовая сварка обладает следующими преимуществами:

1) простота и относительная легкость способа сварки;

2) не требуется сложного и дорогого оборудования, а также источника электроэнергии;

3) изменяя тепловую мощность пламени и его положение относительно места сварки, сварщик может в широких пределах регулировать скорость нагрева и охлаждения свариваемого металла.

К недостаткам газовой сварки относятся:

1) малая скорость нагрева металла;

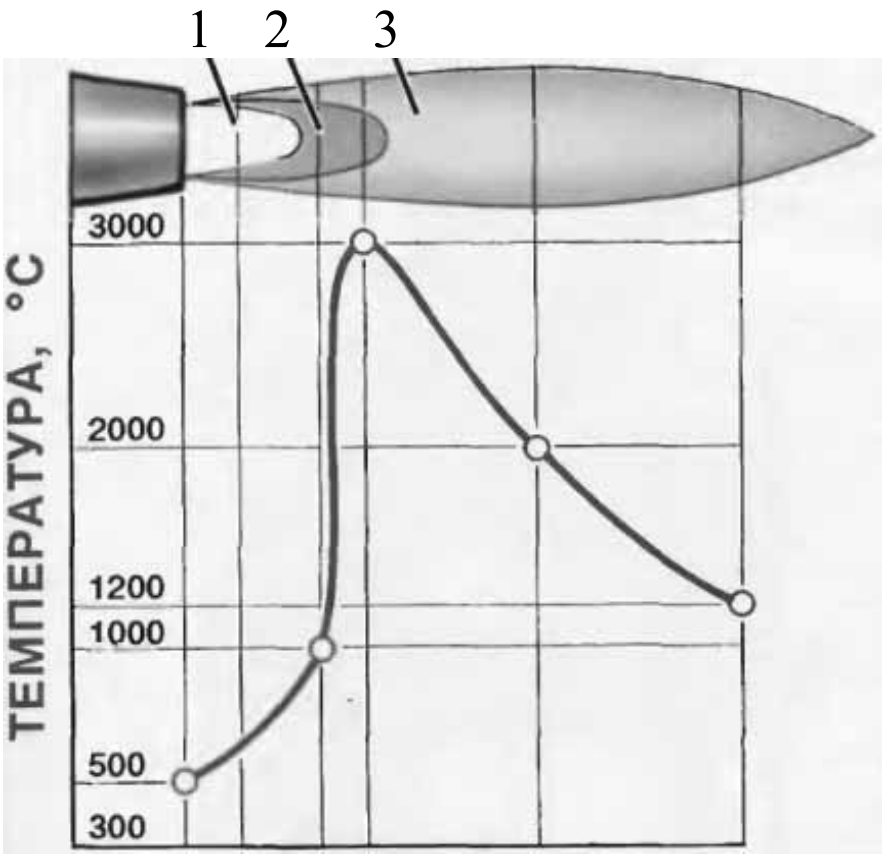
2) большая зона теплового воздействия на металл, чем при дуговой сварке;

3) при газовой сварке концентрация тепла меньше, а коробление свариваемых деталей больше, чем при дуговой сварке.

Однако при правильно выбранной мощности пламени, умелом регулировании его состава, надлежащей марке присадочного металла и соответствующей квалификации сварщика газовая сварка обеспечивает получение высококачественных сварных соединений.

Сварочное пламя газовой горелки

Строение пламени



1 – ядро – продукты распада ацетилена, сгорающие в оболочке ядра

2 – восстановительная зона – окись углерода и водорода, раскисляющие сварочную ванну

3 – факел – область полного сгорания



Состав пламени	Максимальная температура, °С
Ацетилено-кислородное	3150
Пропан-бутан-кислородное	2400
Метан-кислородное	2150

Виды газового сварочного пламени

1. Нормальное (соотношение кислорода и ацетилена от 1:1 до 1:1,1)



Яд **кой**
фо
св **ны**
вс
бо **ых**
ме



2. Науглероживающее (соотношение а
избыток ацетилена)



и

ми.

3. 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 для сварки латуни.



Режимы газовой сварки

Параметры режима

1. Вид пламени

2. Диаметр присадочной проволоки

3. Мощность пламени

Вид пламени (нормальное, науглероживающее, окислительное) регулируют и устанавливают на глаз в зависимости от материала свариваемых деталей.

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**

Режимы газовой сварки

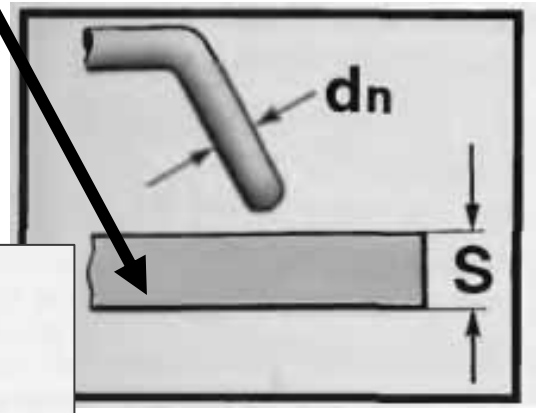
Диаметр присадочной проволоки $d_п$ определяется по эмпирическим формулам в зависимости от способа сварки и толщины металла.

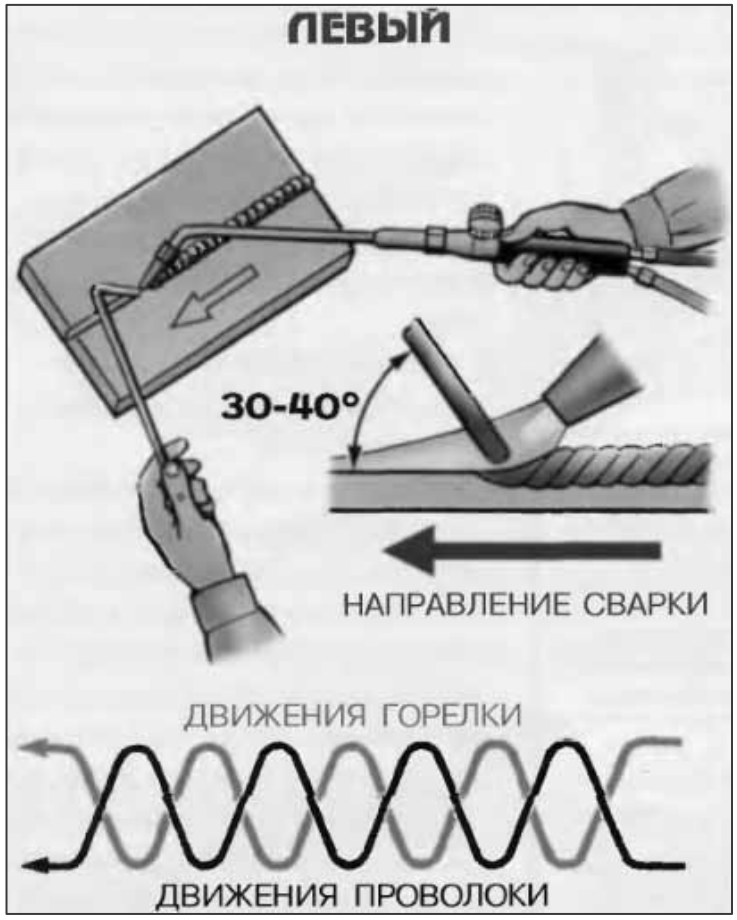
При левом способе

$d_п = S/2 + 1$ (мм)

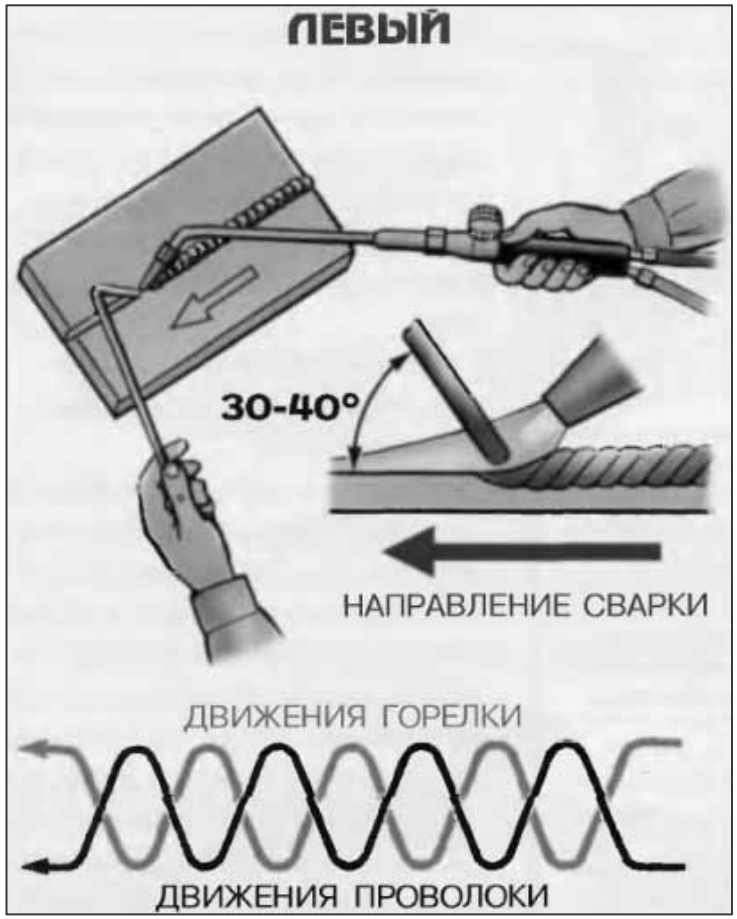
При правом способе

$d_п = S/2$ (мм)



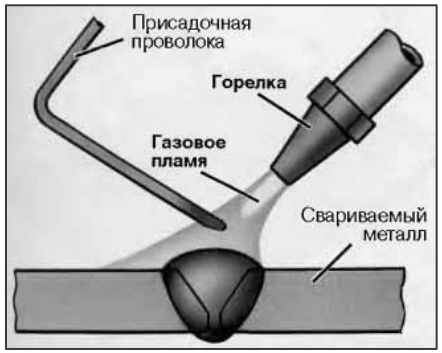






При левом способе горелку перемещают справа налево, а присадочная проволока находится перед пламенем, которое направлено на свариваемые кромки.

Этот способ применяют при сварке тонкостенных (до 3 мм) конструкций из стали и при сварке легкоплавких металлов и сплавов.





При правом способе горелку перемещают слева направо, а присадочная проволока перемещается вслед за горелкой.

Правый способ используют при толщинах металла более 3 мм с разделкой кромок.

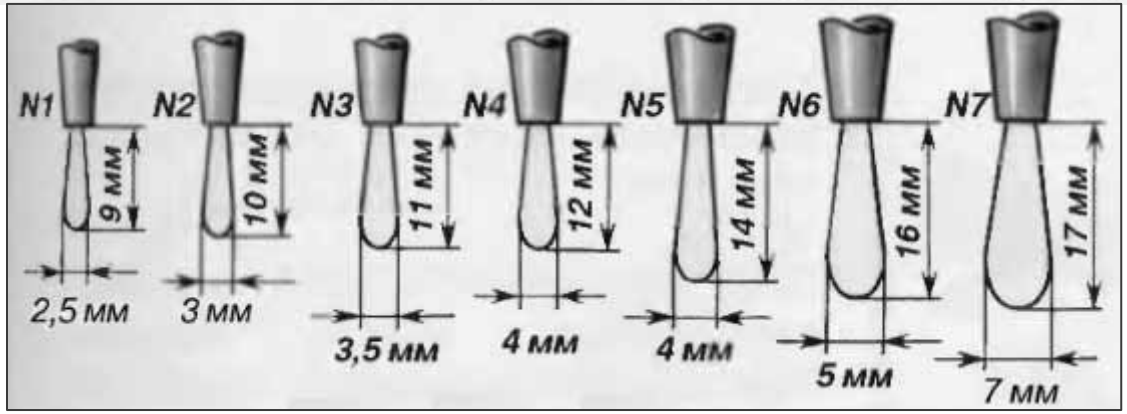
При правом способе тепло рассеивается меньше, чем при левом способе.
Качество шва также лучше.

Выбор мощности пламени

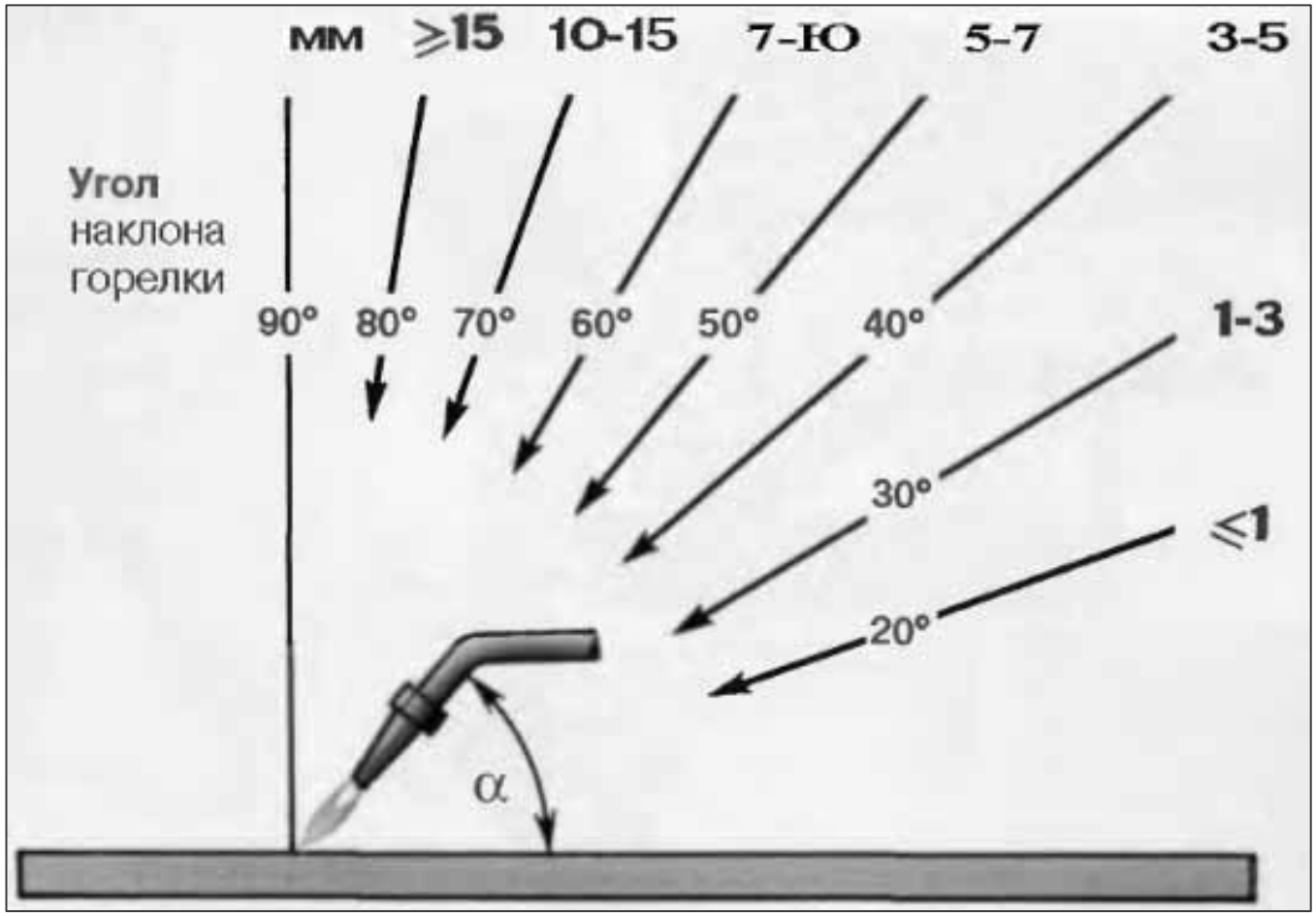
Мощность пламени выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и его теплофизических свойств и регулируют путем подбора наконечника газовой горелки.



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



Зависимость толщины свариваемых деталей от угла наклона горелки



Скорость нагрева металла регулируется изменением угла наклона горелки.

Чем толще металл, тем больше должен быть угол наклона горелки.

Чем больше угол наклона горелки, тем больше передается тепла пламени и, значит, больше глубина проплавления.

При сварке теплопроводных металлов (медь) угол наклона горелки должен быть больше, чем при сварке большинства сталей.

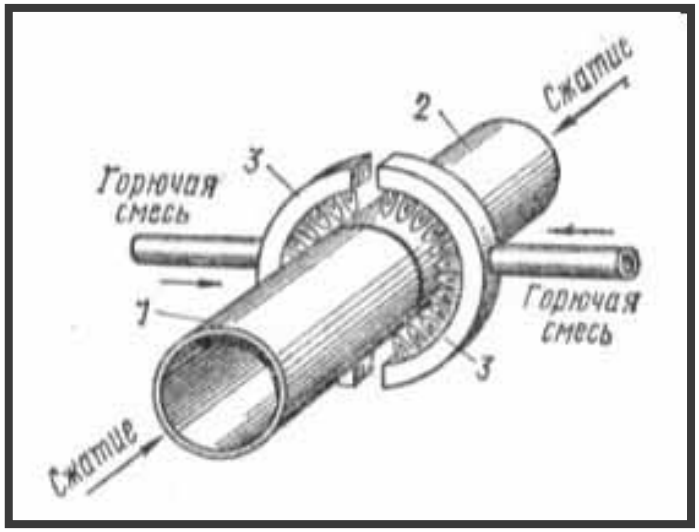
Газовая сварка



Стоимость горючего газа (ацетилена)
стоимости электроэнергии при дугов
Вследствие этого газовая сварка обх

Процесс газовой сварки труднее подд
чем процесс электрической сварки.

Поэтому автоматическая газовая сва
находит применении только при свар



При помощи газовой сварки можно сваривать практически все металлы, применяемые в машиностроении.

Такие металлы, как чугун, медь, латунь, свинец легче поддаются газовой сварке, чем дуговой.

Учитывая простоту оборудования, то становится объяснимым широкое распространение газовой сварки.

Газопрессовая сварка многопламенными горелками

Газовая сварка C_2H_2 O_2

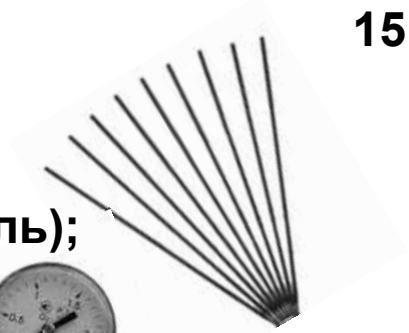
Для газовой сварки необходимы:

1) газы – кислород и горючий газ (ацетилен или его заменитель);

2) присадочная проволока;

3) специальное оборудование и аппаратура:







- кислородные баллоны для хранения запаса кислорода

- кислородные редукторы для понижения давления кислорода, подаваемого из баллонов в горелку (резак);



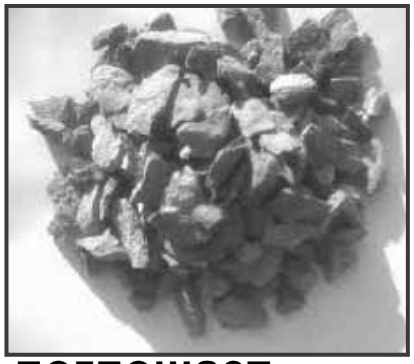
- ацетиленовые генераторы (для получения ацетилена из карбида кальция) или ацетиленовые баллоны, в которых ацетилен находится под давлением;



- горелки (сварочные, наплавочные) с набором наконечников для нагрева металла различной толщины;

- резиновые шланги для подачи кислорода и ацетилена в горелку;

4) флюсы (если они требуются для сварки данного металла).



Карбид кальция является основным сырьем для получения ацетилена. Это химическое соединение кальция с углеродом (CaC_2) представляет собой твердое вещество темно-серого или коричневого цвета плотностью 2,2 г/см^3.

Карбид кальция имеет резкий чесночный запах и интенсивно поглощает воду. Его получают в электрических дуговых печах при температуре 1900-2300°С путем переплавления кокса с негашеной известью.

Карбид кальция активно взаимодействует с водой и интенсивно поглощает влагу из воздуха, выделяя при этом ацетилен.

Так как карбид кальция поглощает атмосферную влагу, его упаковывают в специальные барабаны из кровельной стали вместимостью 100 (130) кг.

На складах и рабочих местах его хранят в специальных бидонах, снабженных герметической крышкой.

Вскрывать барабаны с карбидом кальция необходимо специальным латунным ножом или латунным зубилом и молотком с соблюдением мер безопасности, исключающих возможность образования искры.

При раскупорке барабана за счет влаги воздуха может образоваться взрывоопасная ацетилено-воздушная смесь, что при наличии искры может привести к взрыву.



Тавот (солидол) – пластичная смазка, получаемая загущением индустриальных масел средней вязкости кальциевыми мылами высших жирных кислот. Рабочая температура до 70 °С.

Солидол – (от solid oil – твёрдое масло).

Реакция взаимодействия карбида кальция с водой протекает бурно с выделением большого количества тепла.

Теоретически для разложения 1 кг карбида кальция требуется 0,56 кг воды, но так как реакция взаимодействия карбида кальция с водой идет с большим выделением тепла (выделяется около 400 ккал (1,66 МДж) на 1 кг карбида), практически берут от 5 до 20 кг воды.

100 ккал (116,3 Вт) – энергия, необходимая для нагрева 1 литра воды с 0 °С до 100 °С.

Скорость разложения карбида кальция зависит от температуры и чистоты воды, размеров и чистоты карбида кальция.

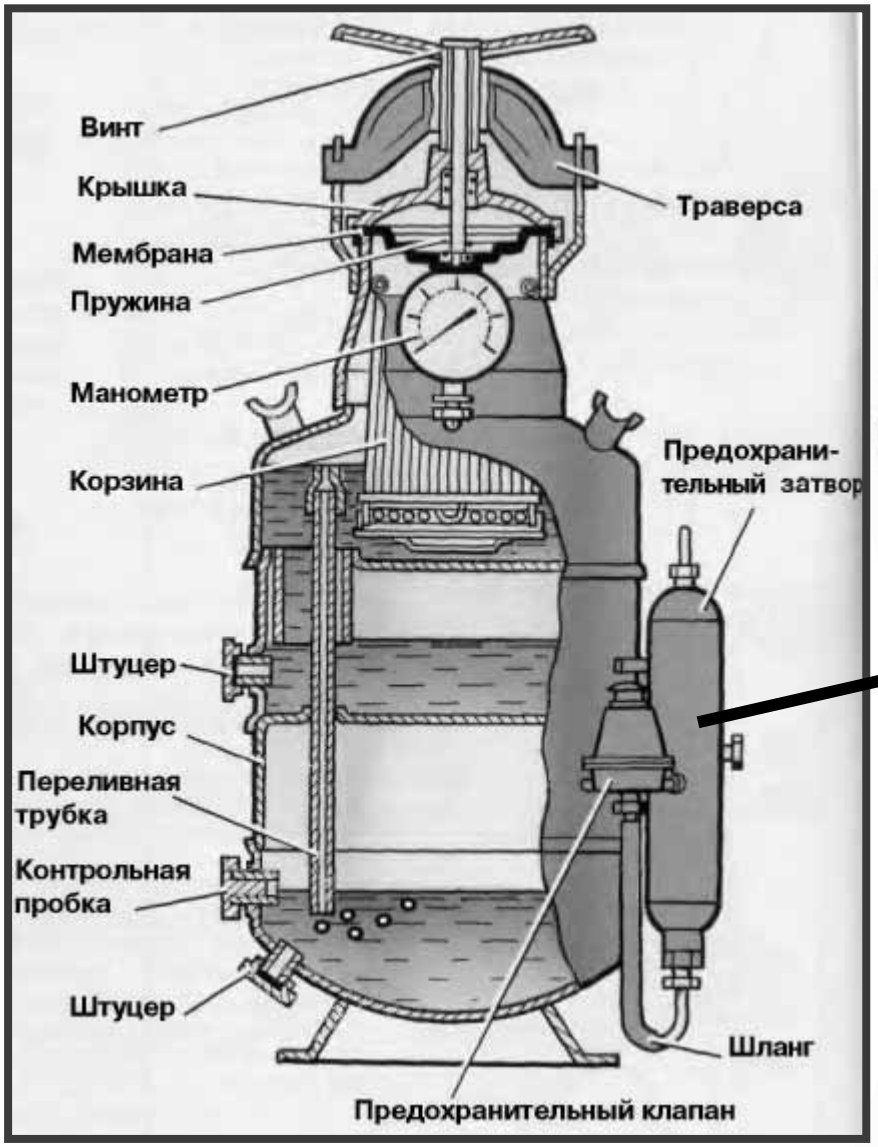
Чем выше чистота и температура воды, тем быстрее разлагается карбид кальция. Чем мельче куски карбида кальция, тем больше скорость его разложения.

Например, карбид кальция размером 8×15 мм разлагается в течение 6,5 мин, а размером 50×80 мм – за 13 мин.

Из 1 кг карбида кальция в зависимости от его чистоты и размеров можно получить от 235 до 285 дм^3 ацетилена.

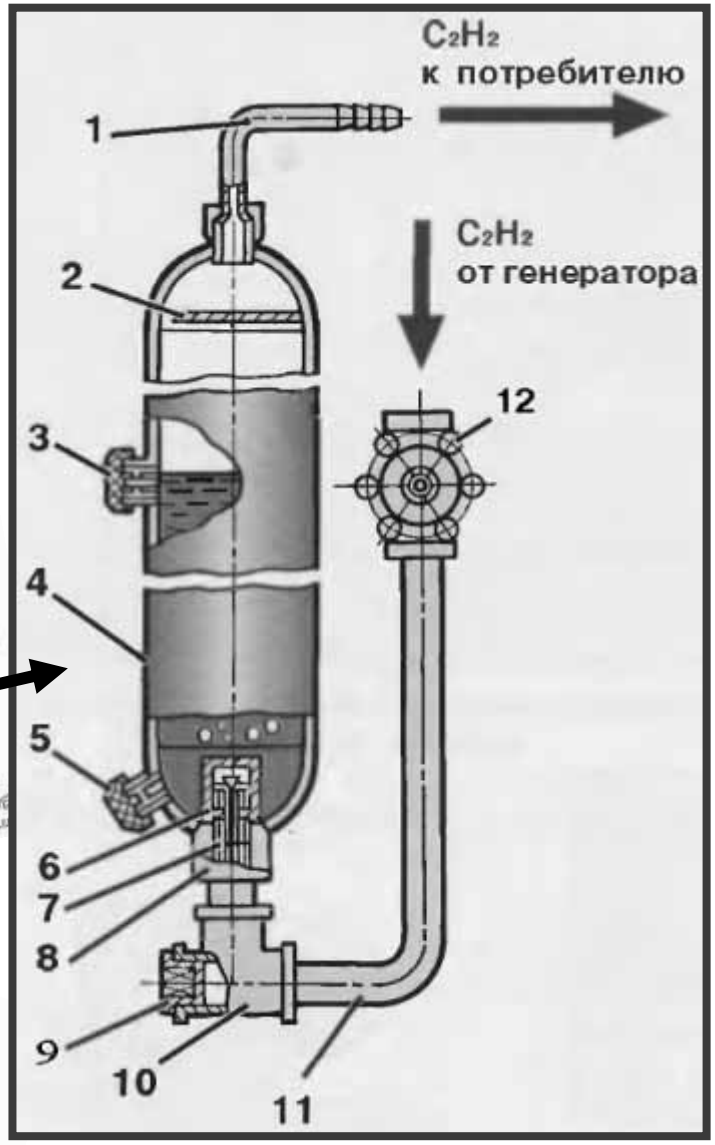
Для получения ацетилена при взаимодействии карбида кальция и воды служат ацетиленовые генераторы.

Ацетиленовый генератор

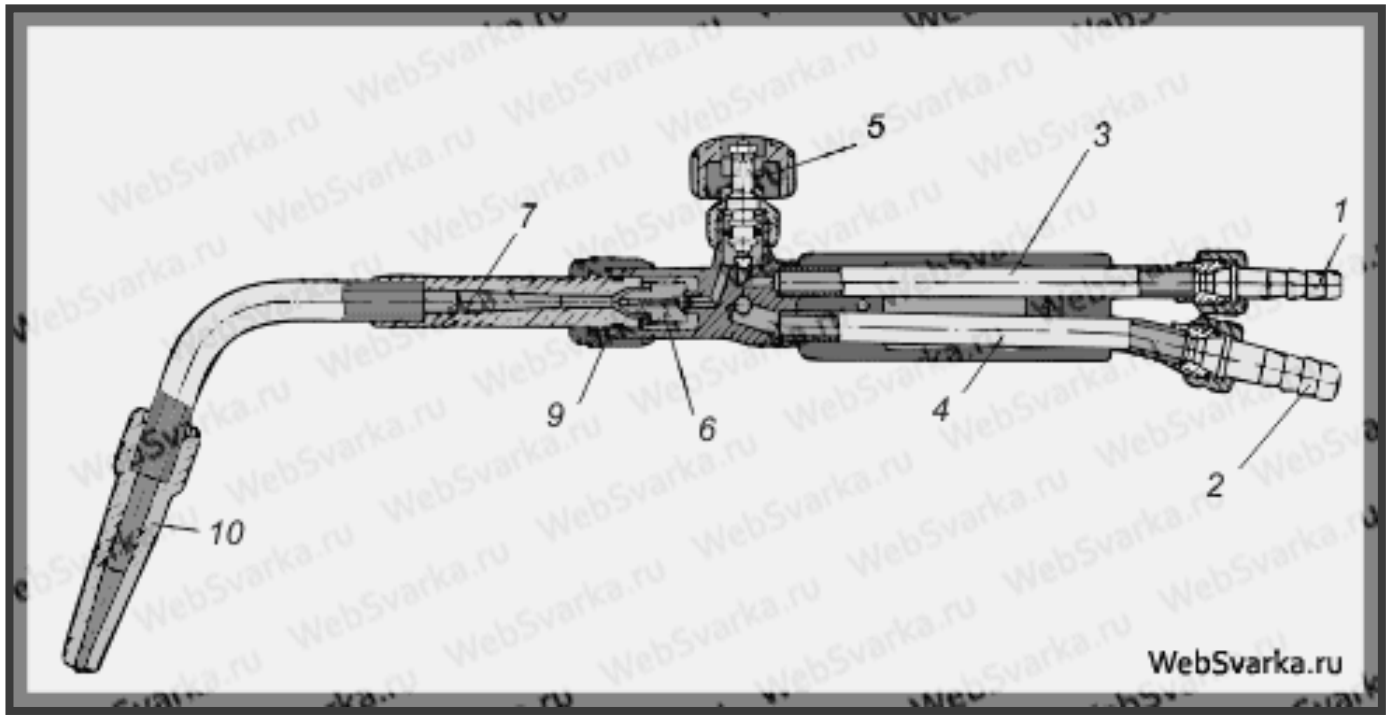








Газовая горелка

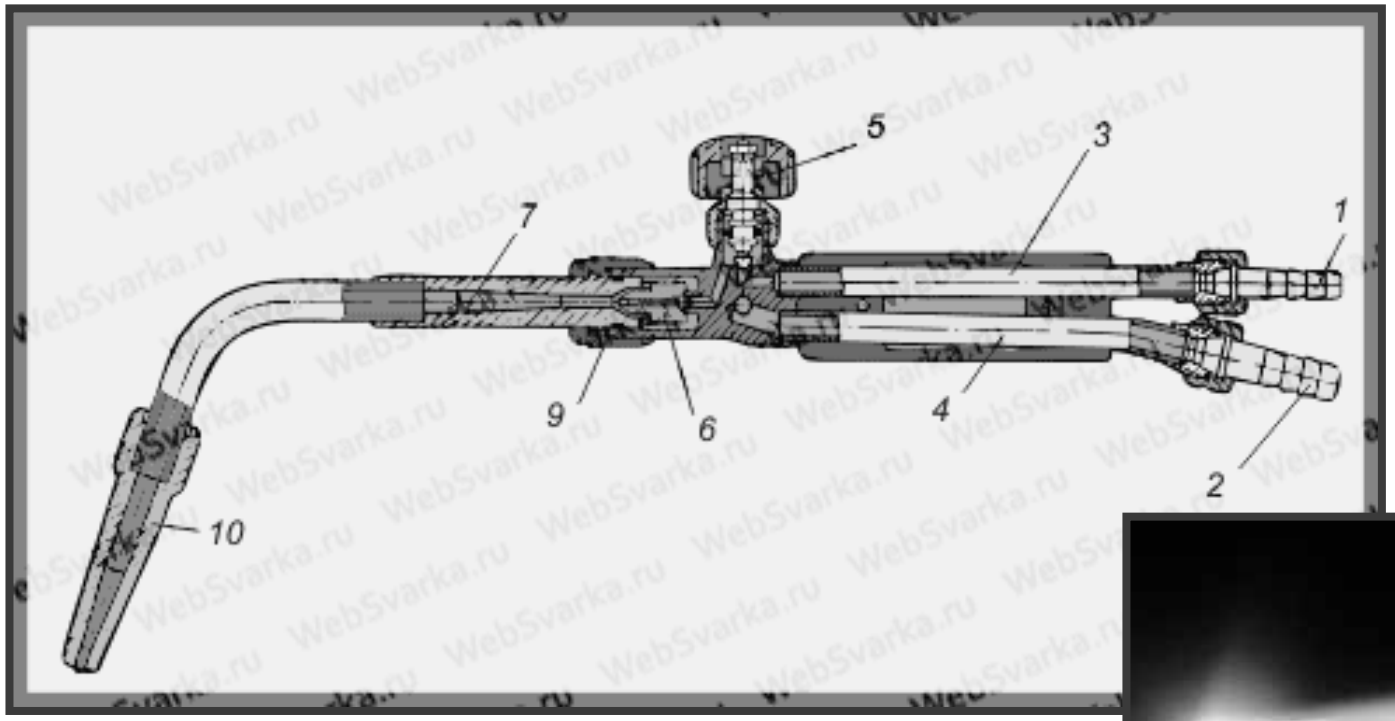


Универсальная инжекторная сварочная горелка ГС.

Газы в горелку поступают по резиновым шлангам, надеваемым на ниппель для кислорода 1 и для ацетилена 2.

Далее кислород идет по трубке 3, ацетилен - по трубке 4 и подходят к регулировочным вентилям для кислорода 5 и для ацетилена (не показан).

Затем газы поступают в инжектор 6, далее в камеру смешения 7 и по трубке наконечника идут в мундштук 10, на выходе из которого сгорают, образуя сварочное пламя. Ствол и наконечник соединяются накидной гайкой 9.

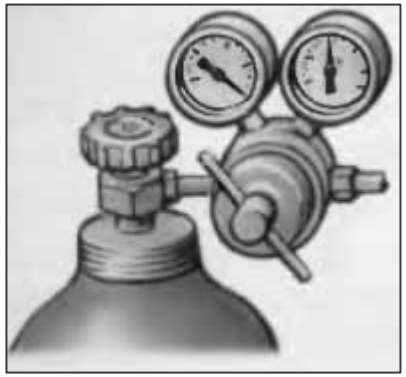




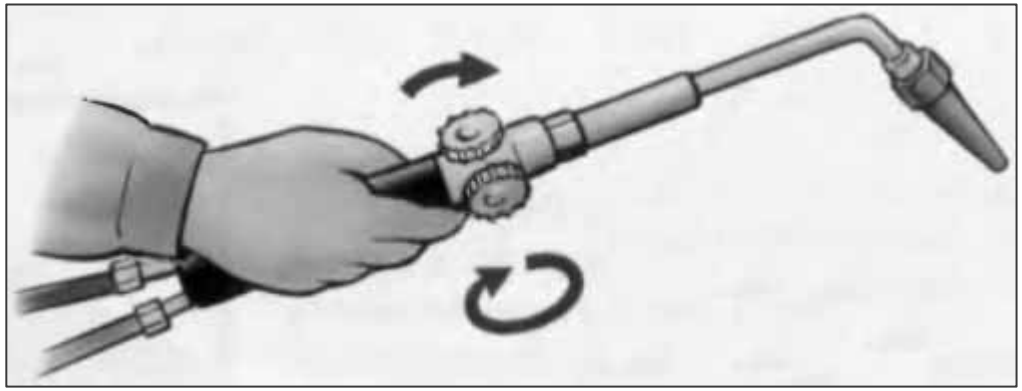
Пламя регулируют ацетиленовым вентилем до получения надлежащего характера пламени и состава газовой смеси: по размеру, очертанию и цвету внутренней части пламени, так называемого ядра пламени.

Порядок зажигания горелки

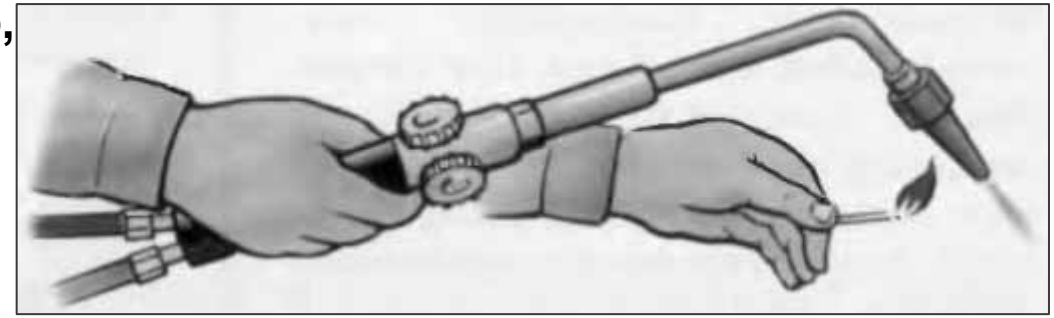
1. При открытых вентилях горелки устанавливают рабочее давление по манометру редуктора (4 кгс/см^2 для кислорода и 1 кгс/см^2 для ацетилена) в соответствии с толщиной свариваемого металла. Вентили закрывают.



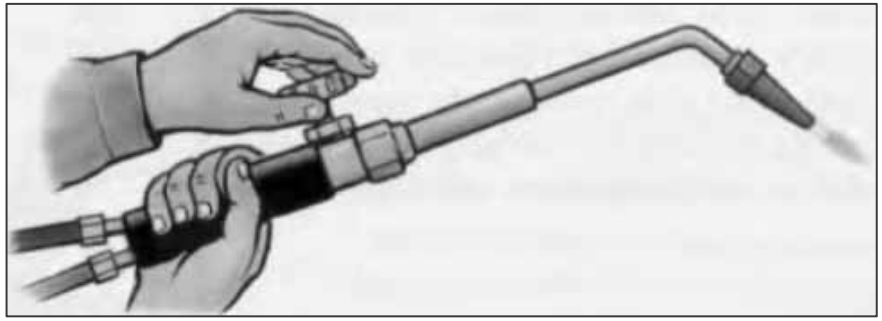
2. Открывают на ¼ оборота кислородный вентиль, а затем на 1 оборот ацетиленовый вентиль.



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



4. Пламя регулируют ацетиленовым вентилем при полностью открытом кислородном вентиле.





РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТА ЕКОЛОГІЧНОБЕЗПЕЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Гречко Александр Михайлович
Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"

Плазменная сварка

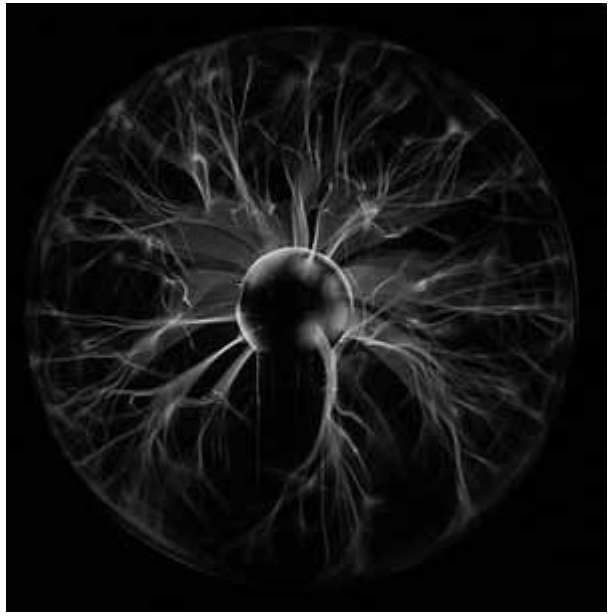
В англоязычной литературе называется plasma arc welding (PAW).

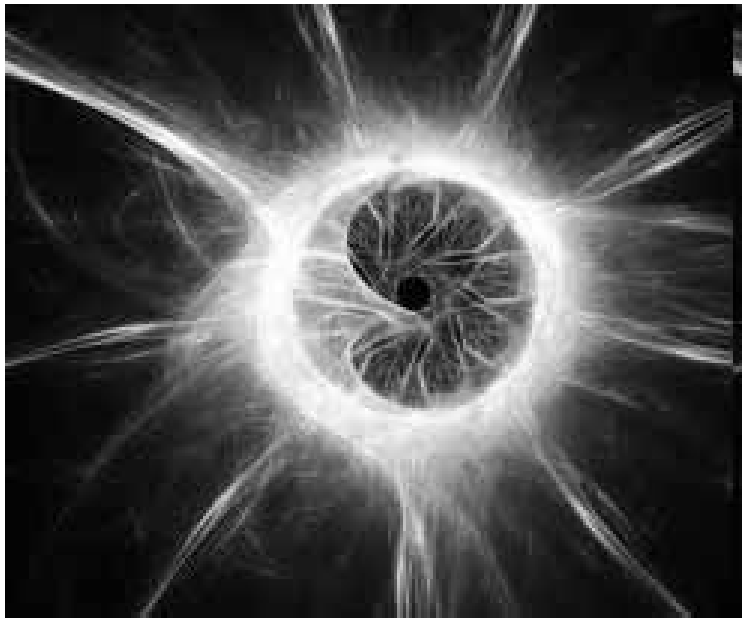
Пла́зма (от греч. πλάσμα "вылепленное", "оформленное") – полностью или частично ионизированный газ.

Плазма иногда называется четвёртым (после твёрдого, жидкого и газообразного) агрегатным состоянием вещества.

Слово "ионизированный" означает, что от электронных оболочек большей части атомов или молекул отделён по крайней мере один электрон.

Присутствие свободных электрических зарядов делает плазму проводящей средой.

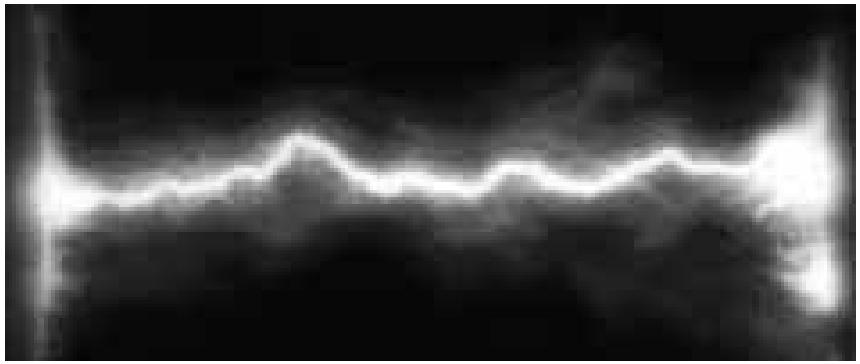






Плазменная сварка

Плазменная сварка – это сварка с помощью направленного потока плазменной дуги.



Плазменная сварка – это наиболее совершенная разновидность сварки неплавящимся электродом в инертных газах (TIG).

Плазмой называется **рованный газ, состоящий из нейтра** **электрически заряженных ионов и**

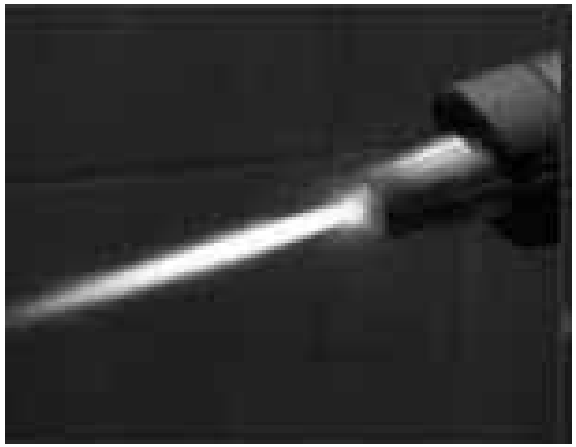


Возбуждение сварочной дуги. TIG сварка – сварка неплавящимся электродом в среде защитного газа.

Ионизация газа прои
Степень ионизации т **газа.**

Плазма – ионизирова **ски заряженные частицы и способны**

По отношению к элек
не применяют, так ка
невысокую температ
запасом энергии по с
понятием плазмы.



Газы для обработки материалов плазмой

Газовая среда в горелке для плазменной обработки материалов должна выполнять следующие функции:

1. Защищать от окисления и охлаждать вольфрамовый электрод и сопло

2. Обеспечивать получение стабильной плазменной струи с необходимыми температурой и скоростью

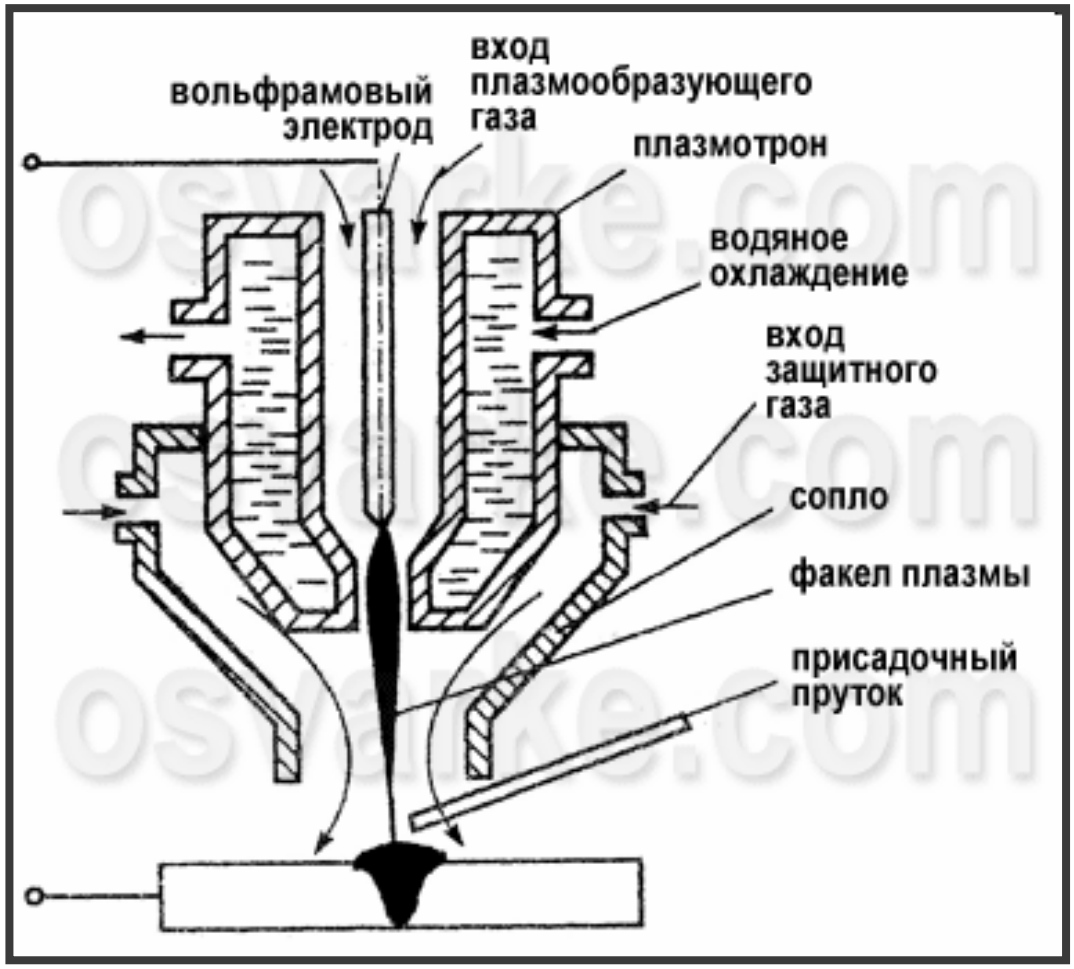
3. Обеспечивать максимальную теплопередачу к свариваемой детали

Газ подается при 2-3 атм., возбуждается электрическая дуга силой 400-500 А и напряжением 120-160 В. Ионизированный газ достигает температуры 10-18 тысяч °С, а скорость потока до 15 км/с.



Газы для обработки материалов плазмой разделяют на плазмообразующие и защитные.

При раздельной подаче плазмообразующий газ подается в зону электрода (катода), а защитные – в зону столба (факела) плазмы.





Каждый газ проявляет себя по своему, имеет свои положительные и отрицательные свойства. Наиболее эффективны для сварки смеси газов.

Наилучшим газом для защиты катода и сопла от перегрева и разрушения считается аргон, т.к. он химически инертен и имеет малую теплопроводность.

λ (Вт/м·К)

Количество теплоты, проходящей через материал толщиной 1 м и площадью 1 м^2 за 1 секунду при разности температур на двух противоположных поверхностях в 1 К.

Ar:λ = 0,0177 Вт/м·К

Al: λ = 202-236 Вт/м·К **Cu: λ = 382-390 Вт/м·К** **Ag: λ = 430 Вт/м·К**

Снег: λ = 0,10-0,15 Вт/м·К **Вата: λ = 0,055 Вт/м·К** **Кирпич: λ = 0,2-0,7 Вт/м·К**

Но аргон малоэффективен для преобразования электрической энергии в тепловую, что важно для сварки. Причины следующие.

1. Напряженность поля дугового столба в Ar меньше, чем в H, N, He:
***E*(Ar) ≈ 0,8 В/мм; *E*(N) ≈ 2 В/мм; *E*(H) ≈ 10 В/мм (при *I* = 10 А).**
Значит при одинаковом токе в аргоновой дуге длиной 1 мм выделяется за 1 секунду меньше энергии (*IE*), чем в других (8, 20, 100 Вт).

***Энтальпия – удельное теплосодержание, т.е. количество тепла, содержащееся в единице объема или массы.**

***Энтальпия – это та энергия, которая доступна для преобразования в теплоту при определенных температуре и давлении**
***I* = *C*·*T*, [Дж/г], *C* – удельная теплоемкость газа, *T* – температура).**

2. Объемное теплосодержание (энтальпия*) аргоновой плазмы значительно меньше, чем плазмы азота или водорода:
(для N – 16 кВт/м^3; H – 12 кВт/м^3; Ar – 3 кВт/м^3; при T = 10000°C).

Но температура плазмы существенно зависит от свойств плазмообразующего газа:
для Ar и He: $T_{пл}$ = 15000-25000 °C, что в 3-4 раза выше, чем для N и H.

Подходящим газом для стабилизации дуги может быть азот (или воздух, содержащий до 78% азота), так как его энтальпия при T = 10000 °C в 5 раз больше энтальпии аргона и, кроме того, азот значительно дешевле.

Но в воздухе и азоте вольфрамовый электрод разрушается интенсивнее, в то время как в среде аргона и гелия вольфрам достаточно стоек.

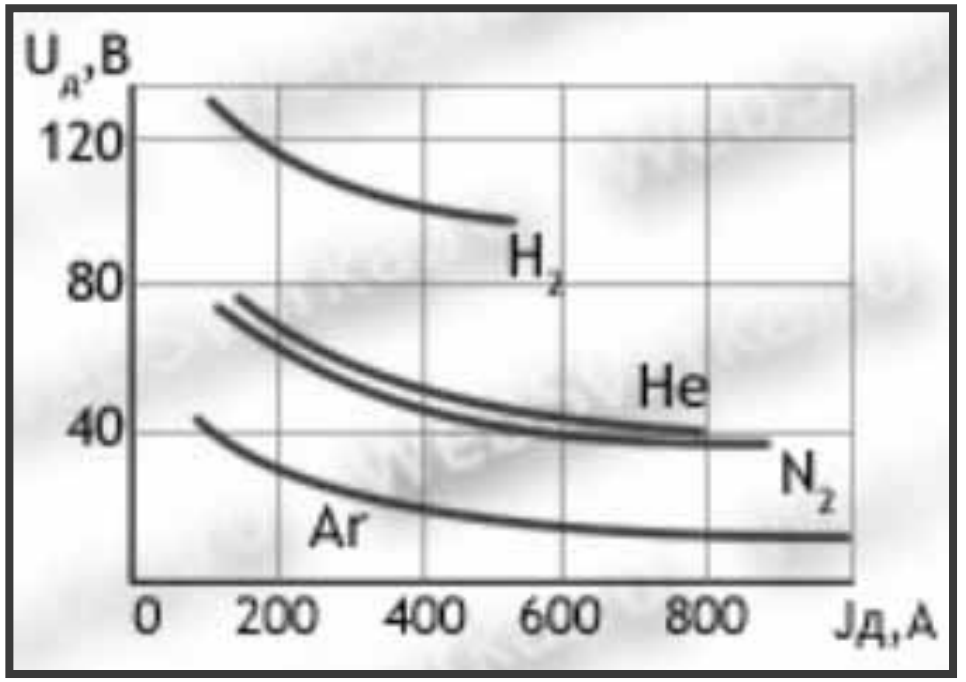
Газы для обработки материалов плазмой

Гелий и водород при Т = 10000 °С обладают высокой теплопроводностью, всего лишь в 2 раза меньшей, чем у меди, и лучше других газов преобразуют энергию дуги в теплоту.

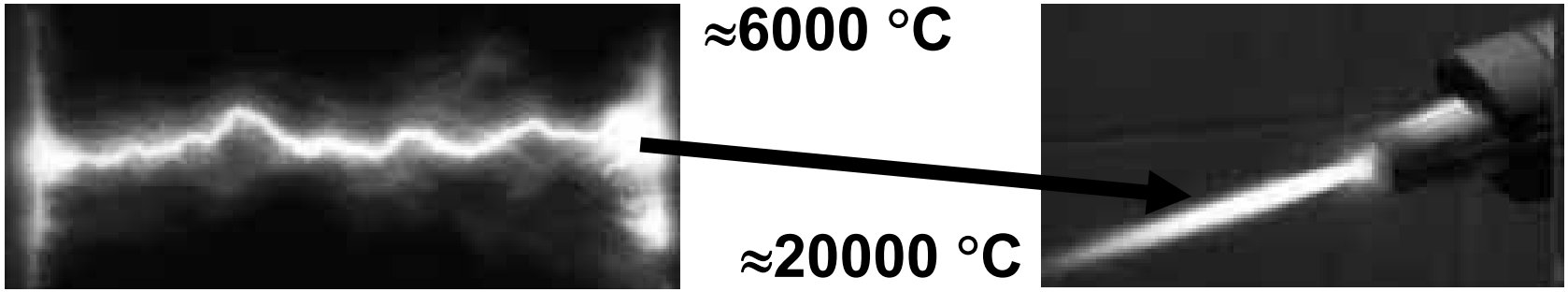
В случае применения их в чистом виде происходит быстрый нагрев и разрушение сопла, поэтому указанные газы применяют в смеси с аргоном.

Например, добавки к аргону водорода в пропорции по объему 2:1 позволяют повысить тепловую мощность струи плазмы почти в 2 раза по сравнению со смесью Ar-N в той же пропорции.

Напряжение плазменной водородной дуги 100-120 В, что в 2-3 раза выше, чем дуги в аргоне.
Поэтому водородная плазма – наилучший преобразователь энергии дуги в теплоту.



Плазменная сварка



Для повышения температуры и мощности обычной электрической дуги и превращения ее в плазменную используются два процесса: сжатие дуги и принудительное вдувание в нее плазмообразующего газа.

Сжатие дуги осуществляется за счет размещения ее в специальном устройстве – плазмотроне, стенки которого интенсивно охлаждаются водой.

В результате сжатия уменьшается поперечное сечение дуги, увеличивается ее сопротивление, плотность тока и возрастает мощность дуги.

Температура в столбе обычной дуги, горящей в среде аргона и паров железа (TIG сварка), составляет 5000-7000 °С.
Температура в плазменной дуге достигает 30000 °С.

Плазменную струю, используемую для сварки, получают в специальных плазмотронах, в которых нагревание газа и его ионизация осуществляются дуговым разрядом в специальных камерах.

Плазменная сварка

Одновременно со сжатием в зону плазменной дуги подается плазмообразующий газ, который нагревается дугой, ионизируется и в результате теплового расширения увеличивается в объеме в 50-100 раз.

Это заставляет газ истекать из канала сопла плазмотрона с высокой скоростью (до 15 км/с).

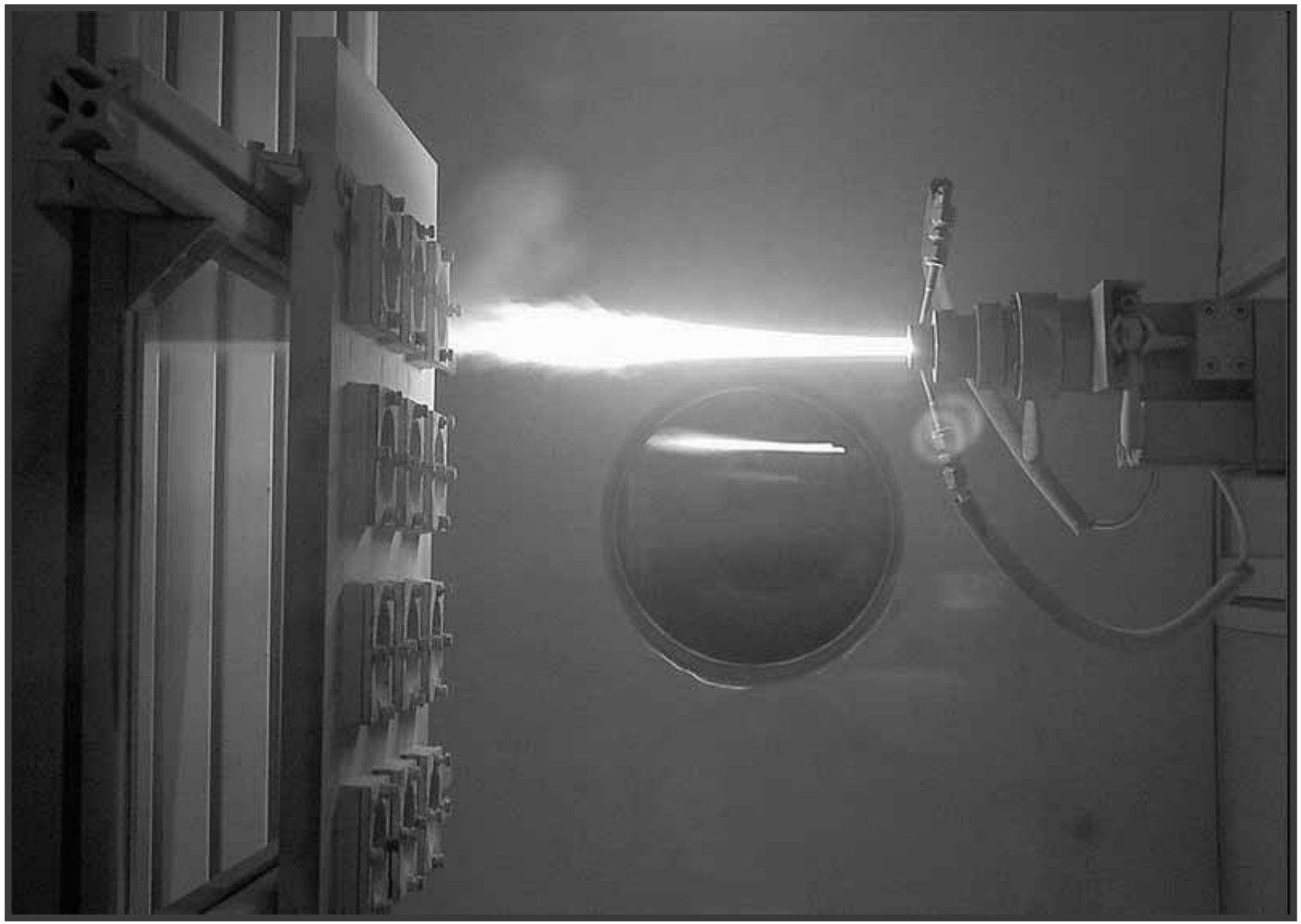
Кинетическая энергия (mV^2 / 2) движущихся ионизированных частиц плазмообразующего газа дополняет тепловую энергию, выделяющуюся в электрической дуге.

Поэтому плазменная дуга является более мощным источником энергии, чем обычная электрическая.

Основными чертами, отличающими плазменную дугу от обычной, являются:

- более высокая температура
- меньший диаметр дуги
- цилиндрическая форма дуги (у обычной чаще всего коническая)
- давление дуги на металл в 6-10 раз выше, чем у обычной
- возможность поддерживать дугу на малых токах (0,2–30 А).

Плазмотрон – устройство, в котором при протекании электрического тока через разрядный промежуток образуется плазма, используемая для обработки материалов или как источник света и тепла.
Плазмотрон – это генератор плазмы.



Плазмотрон Мультиплаз 2500М



Плазмотрон работает от однофазной сети, использую для резки воду, а для сварки и пайки водно-спиртовую смесь

Напряжение сети 220 В

Мощность 2,8 кВт

Габариты ИП 115*170*325 мм

Вес плазмотрона 0,9 кг

Вес ИП 5,5 кг

Температура плазменной дуги 8000 °С

Максимальная толщина разрезаемого металла до 10 мм

Толщина свариваемого листа от 0,3 мм

Скорость резки стали (2 мм) до 7 мм/сек

Ширина реза, не более 1,5 мм

Расход рабочей жидкости, не более 0,25 л/час

Время работы одной заправки 20-30 мин

≈50 000 руб

Плазмотроны

Принцип действия всех плазмотронов одинаков и основан на принудительном охлаждении и сжатии столба дуги жидкостью или (чаще всего) – потоком газа.

Существует два типа плазмотронов:

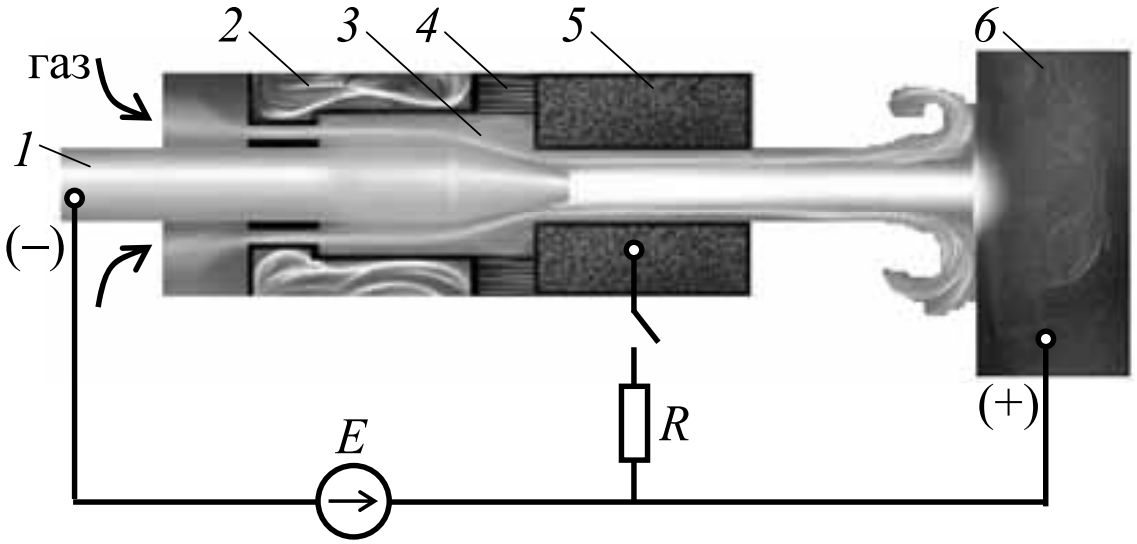
- с дугой прямого действия (сварка осуществляется плазменной дугой, которая горит между неплавящимся электродом и деталью);

-с дугой косвенного действия (сварка осуществляется плазменной струей, когда дуга горит между неплавящимся электродом и соплом плазмотрона и выдувается потоком газа).

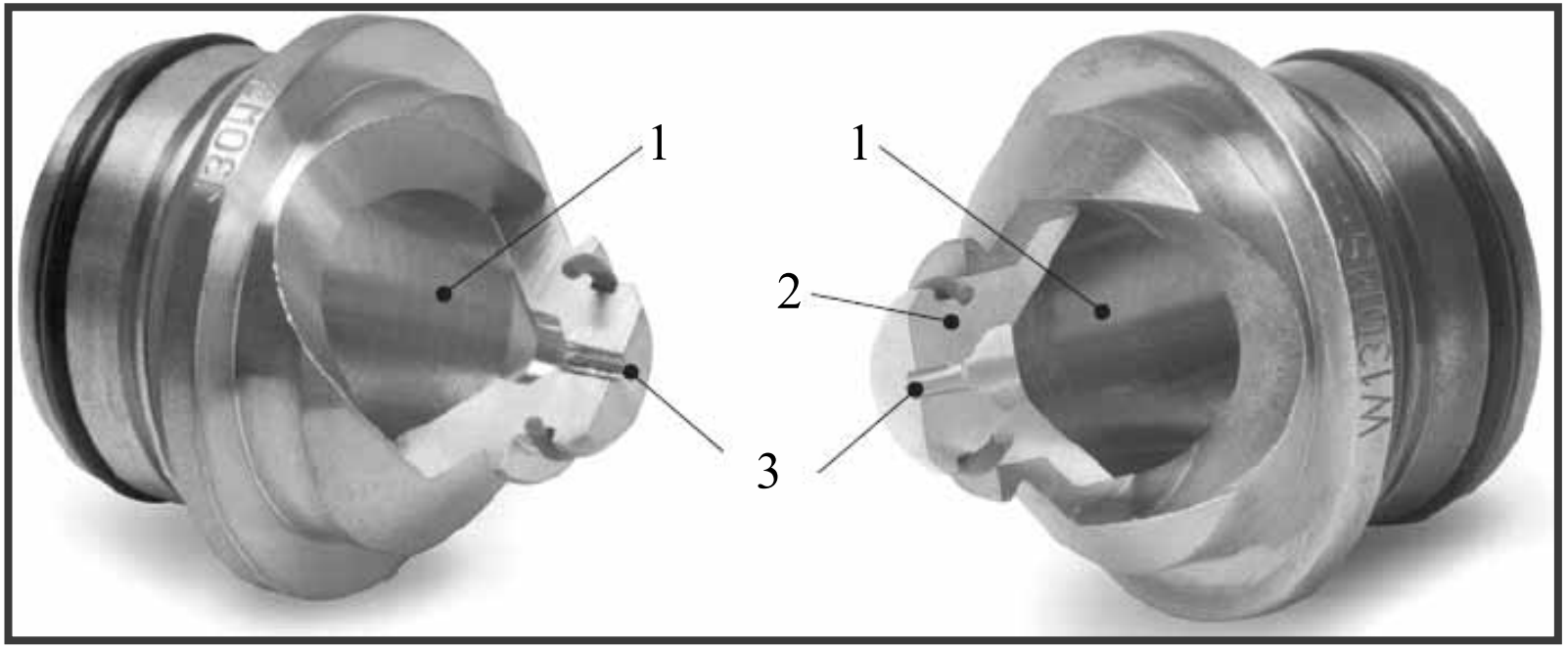
В обоих типах плазмотронов одним из электродов является стержень с закрепленным на нем тугоплавким наконечником, чаще всего изготовленным из вольфрама.

Рассмотрим наиболее распространенный вид плазмотронов с дугой прямого действия, в которых электрод является катодом (–), а свариваемая деталь – анодом (+).

Плазмотрон с дугой прямого действия

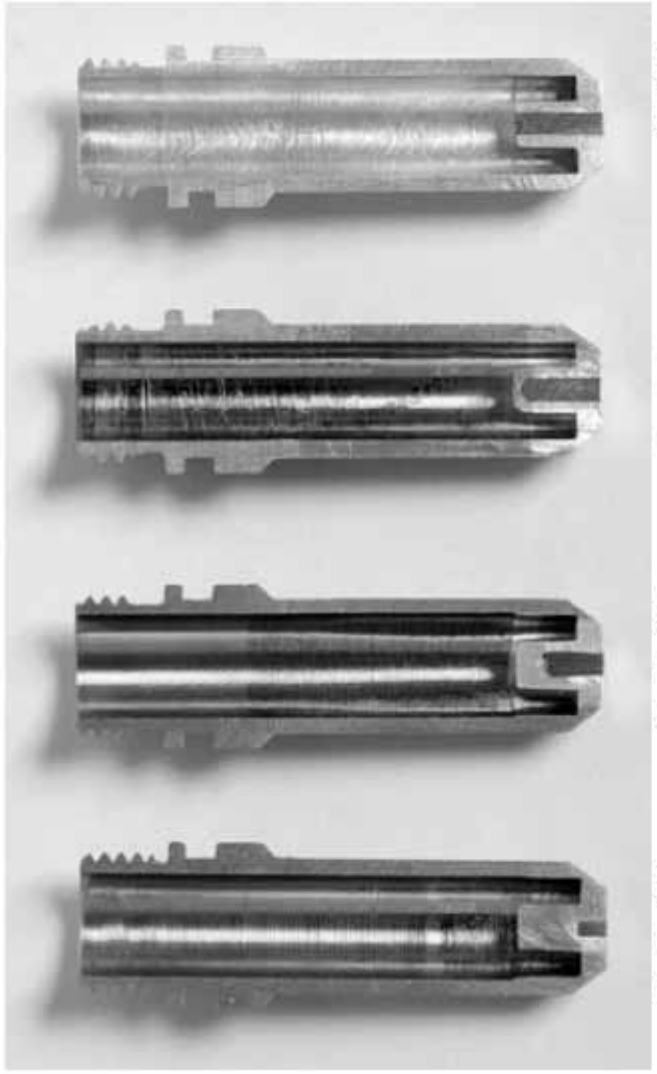


1 – электрод
2 – охлаждающая жидкость
3 – газовая камера
4 – изоляционная прокладка
5 – сопло
6 – деталь



1 – плазменная камера, 2 – вольфрамовая вставка, 3 – сопло

Микроплазменная сварка ($I_{св}$ = 0,1-25 А)



Полностью серебренный электрод

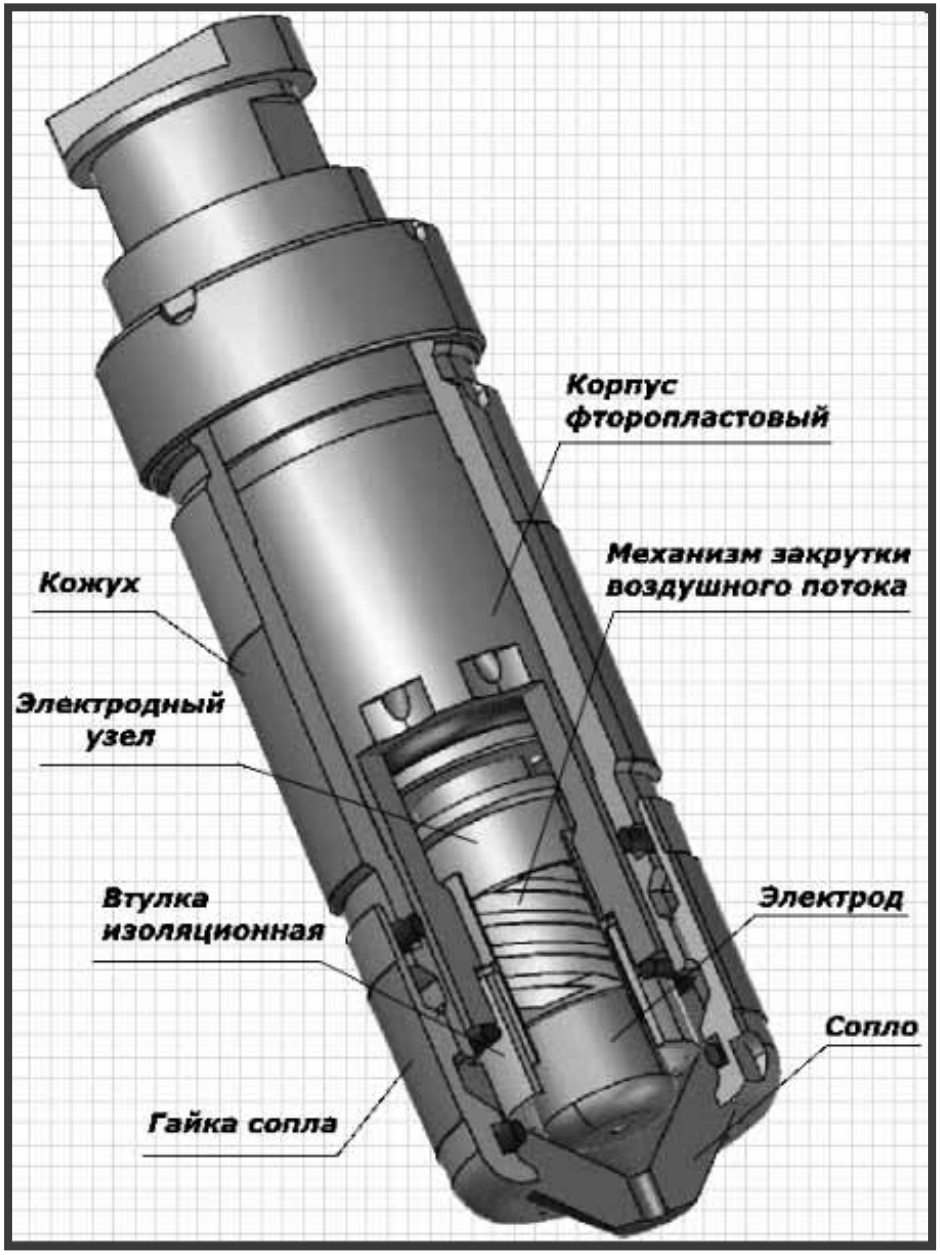
Медный электрод с серебренным наконечником

Медный электрод с серебренной вставкой

Полностью медный электрод



Устройство и принцип работы плазмотрона воздушно-плазменной резки металла (ПВР-402, г. Санкт-Петербург)



Главными элементами плазмотрона являются:

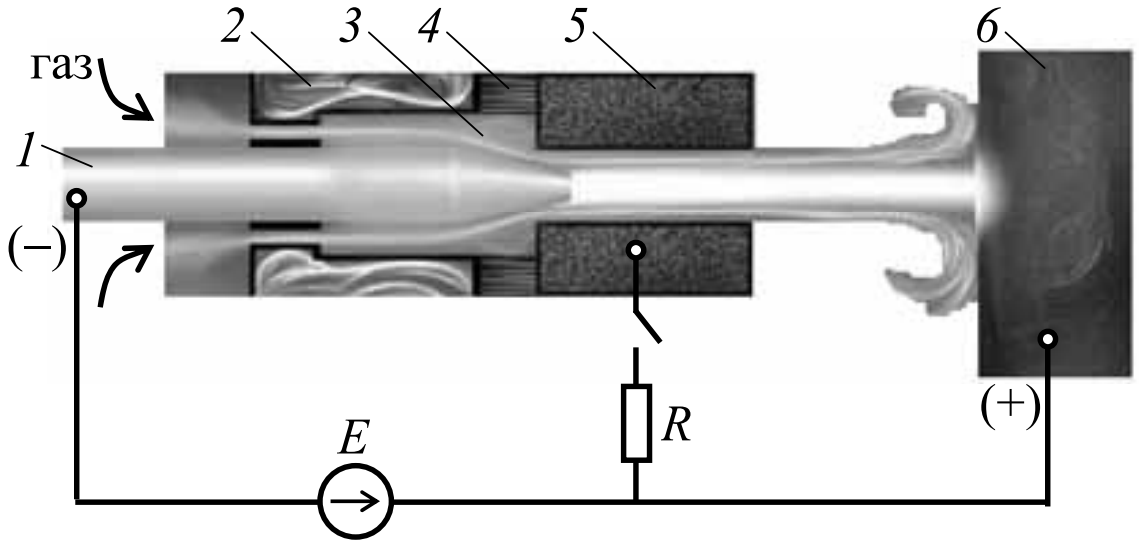
1. Электрод (катод), имеющий вставку из металла с высокой термоэлектронной эмиссией (Hf, Zr).

2. Механизм закрутки плазмообразующего газа (воздуха)

3. Сопло, электрически изолированное от электрода.

Воздух, пройдя через канал внутри электродного узла и механизм закрутки, образует вихревой поток, закрученный вдоль продольной оси электрода и выходящий через геометрически соосный с ним канал сопла.

Плазмотрон с дугой прямого действия

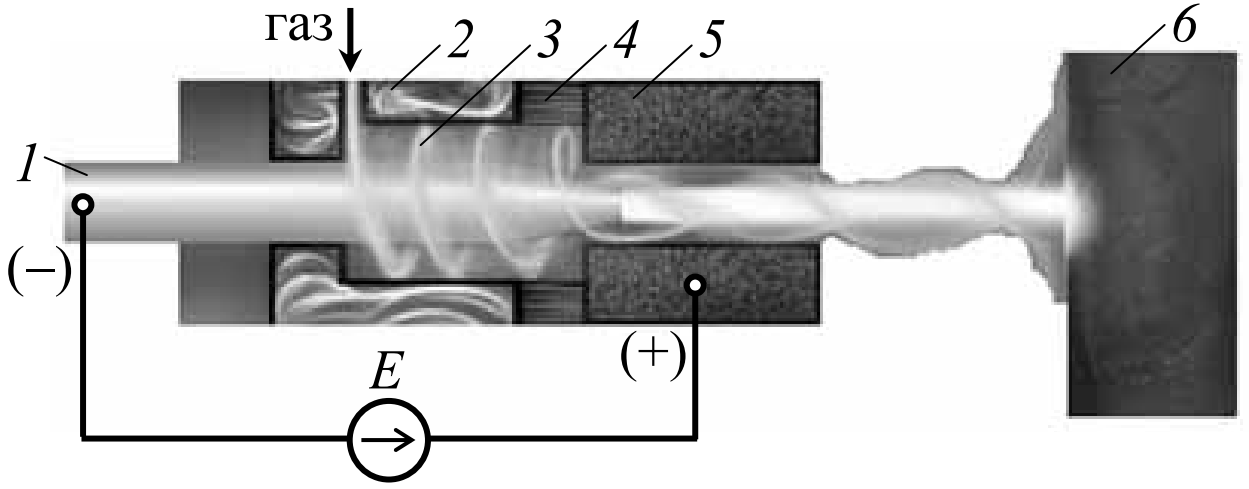


Анодом является обрабатываемое изделие, сопло является электрически нейтральным и служит для сжатия и стабилизации столба дуги.

Аксиальная стабилизация дуги

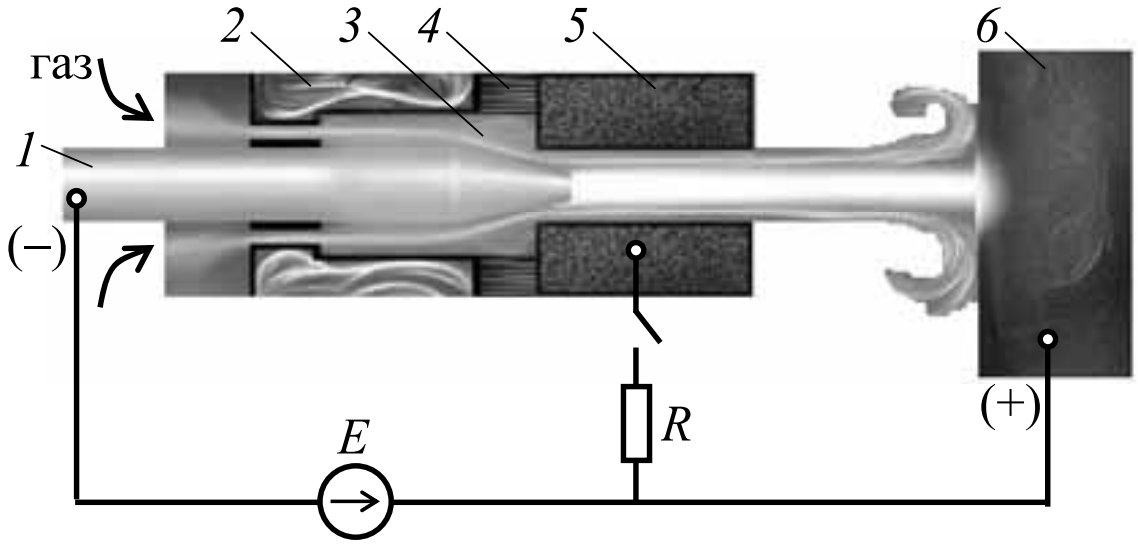
Плазменная струя, выходящая из плазмотрона, совмещена со столбом дуги и имеет более высокую температуру и тепловую мощность, чем в плазмотронах косвенного действия, в которых тепловая энергия от дуги к обрабатываемому изделию передается лишь струей плазмы, нагреваемой столбом дуги.

Плазмотрон с дугой косвенного действия (анод(+) – сопло)



Вихревая стабилизация дуги

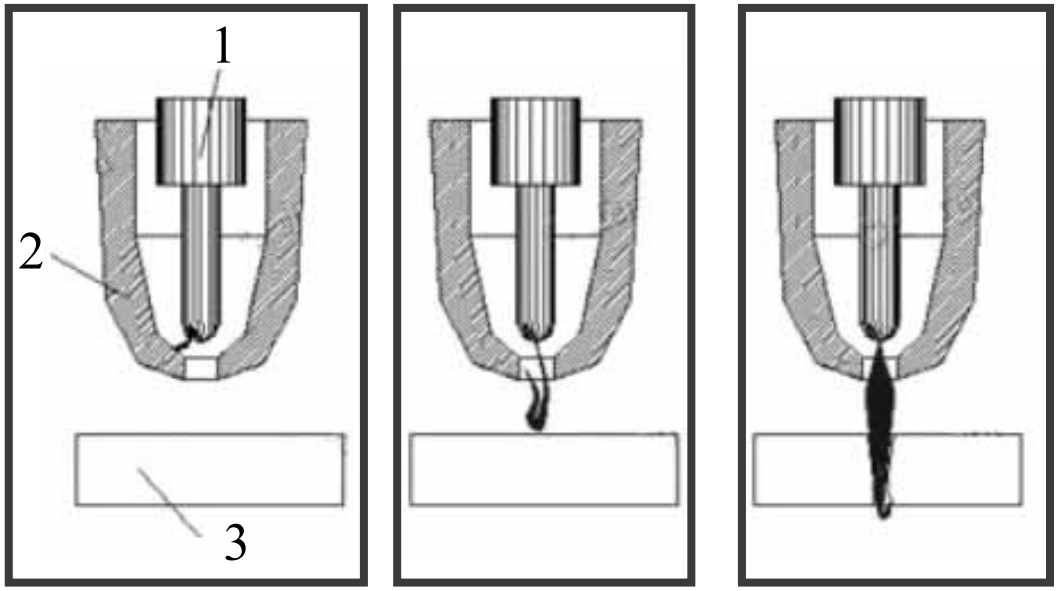
Плазмотрон с дугой прямого действия



Прямое зажигание дуги между электродом и изделием через узкий канал сопла осуществить трудно.

Первой возбуждается вспомогательная (дежурная) дуга между электродом и соплом, питаемая от того же источника через токоограничивающее сопротивление R.

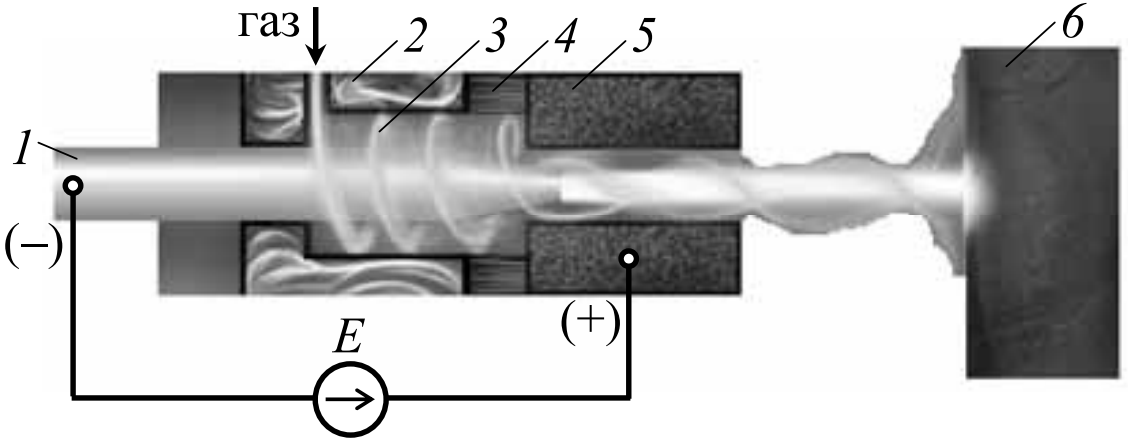
1 – электрод (катод –)
2 – сопло
3 – деталь (анод +)



Затем дежурная дуга выдувается газом из сопла до касания с поверхностью детали.

Как только факел дежурной дуги коснется детали, автоматически зажигается основная дуга между электродом и деталью, а дежурная дуга при устойчивом горении основной дуги отключается.

Плазмотрон с дугой косвенного действия



1 – электрод
2 – охлаждающая жидкость
3 – газовая камера
4 – изоляционная прокладка
5 – сопло 6 – деталь

Электрод 1 вмонтирован в газовую камеру 3, которая заканчивается медным соплом 5 с отверстием, соосным с электродом.

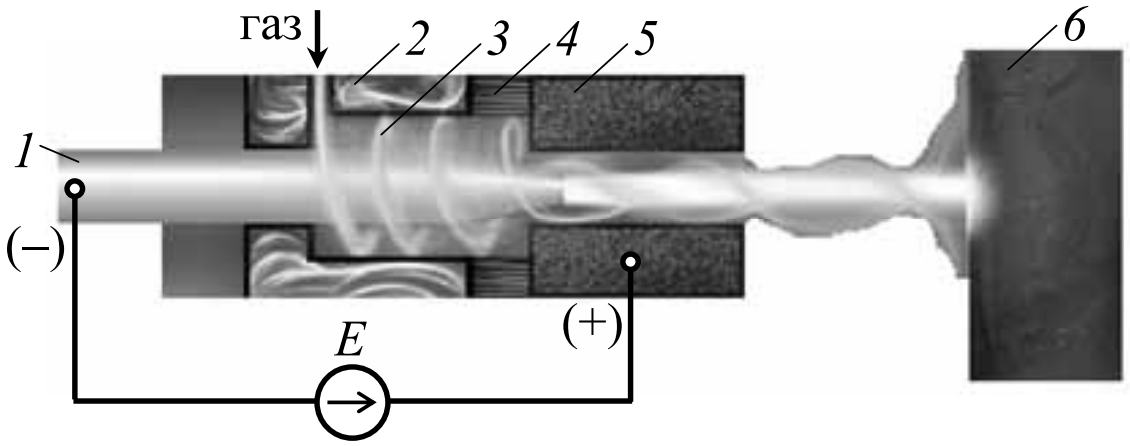
Электрод 1 и сопло 5 обычно выполнены из меди, электрически изолированы друг от друга прокладкой 4 и охлаждаются проточной водой 2.

В плазмотронах с дугой косвенного действия анодом (+) является сопло 5. Дуга, возбуждаемая между электродом 1 и соплом 5, проходит через сопло под давлением рабочего газа, подаваемого в камеру 3.

Часть рабочего газа, проходя через столб дуги, нагревается, ионизируется и выходит из сопла плазмотрона в виде плазменной струи.

Наружный слой газа, омывающий столб дуги, остается относительно холодным и образует электрическую и тепловую изоляцию между потоком плазмы и каналом сопла, предохраняя сопло от разрушения.

Плазмотрон

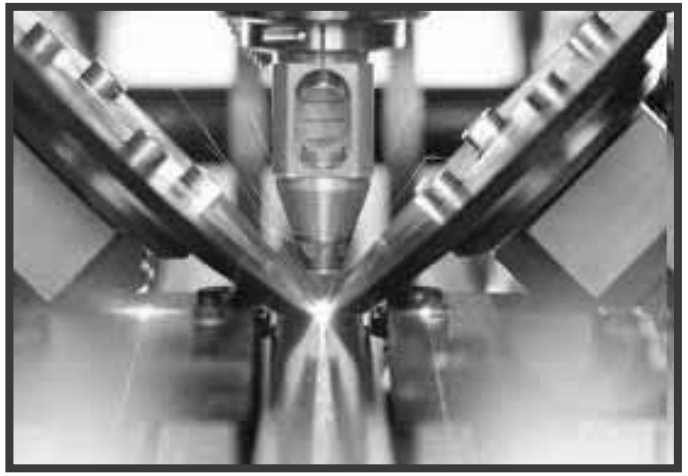


Наружный слой газа усиленно охлаждает столб дуги, в результате чего сечение столба уменьшается, а плотность тока и температура возрастают.

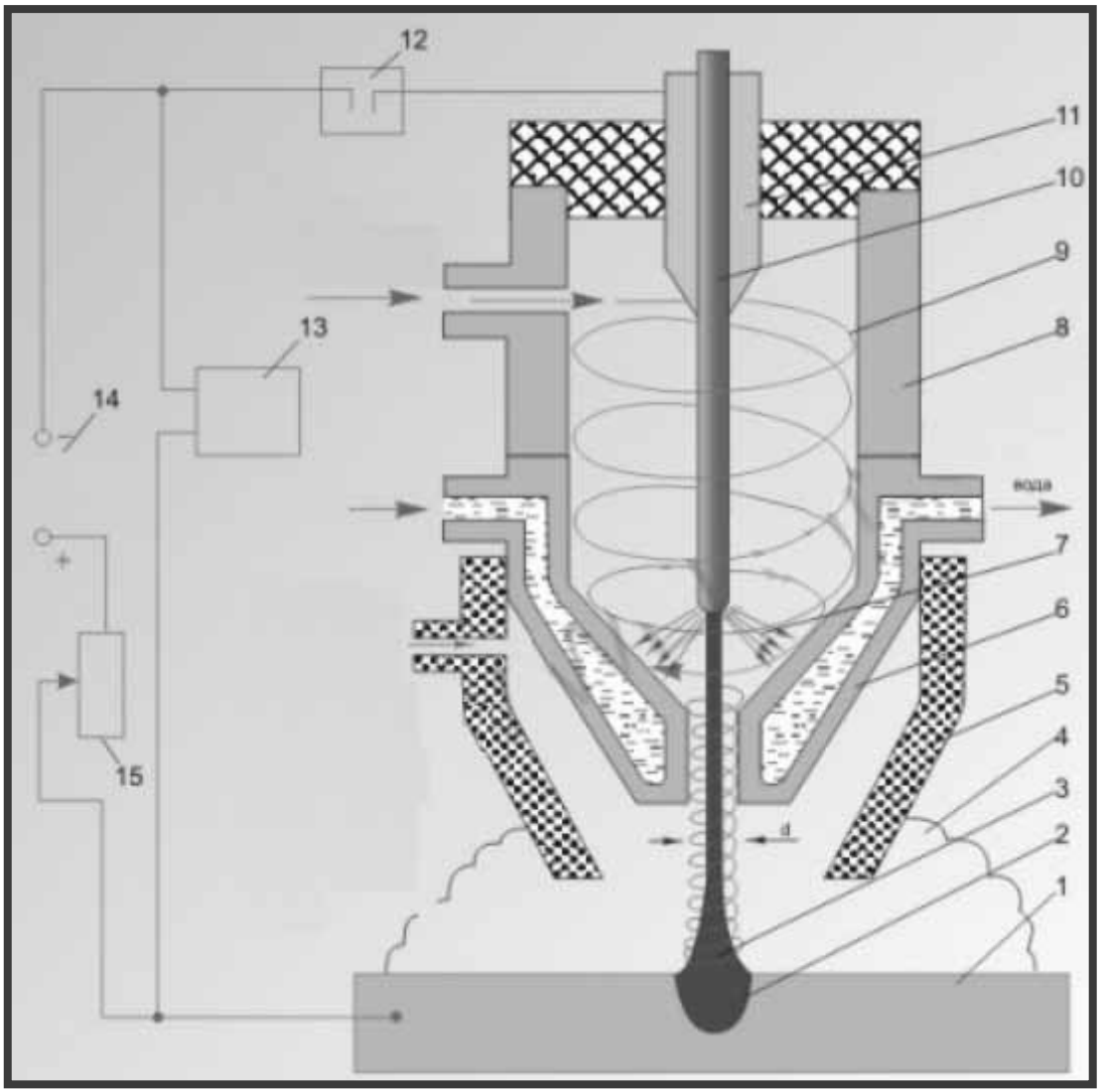
За счет уменьшения диаметра столба усиливается сжимающее действие на дугу ее собственного магнитного поля.

Плотность тока дуги в плазмотронах достигает ≈100 А/мм^2 (на порядок выше плотности тока обычной свободной дуги), а температура достигает нескольких десятков тысяч градусов.

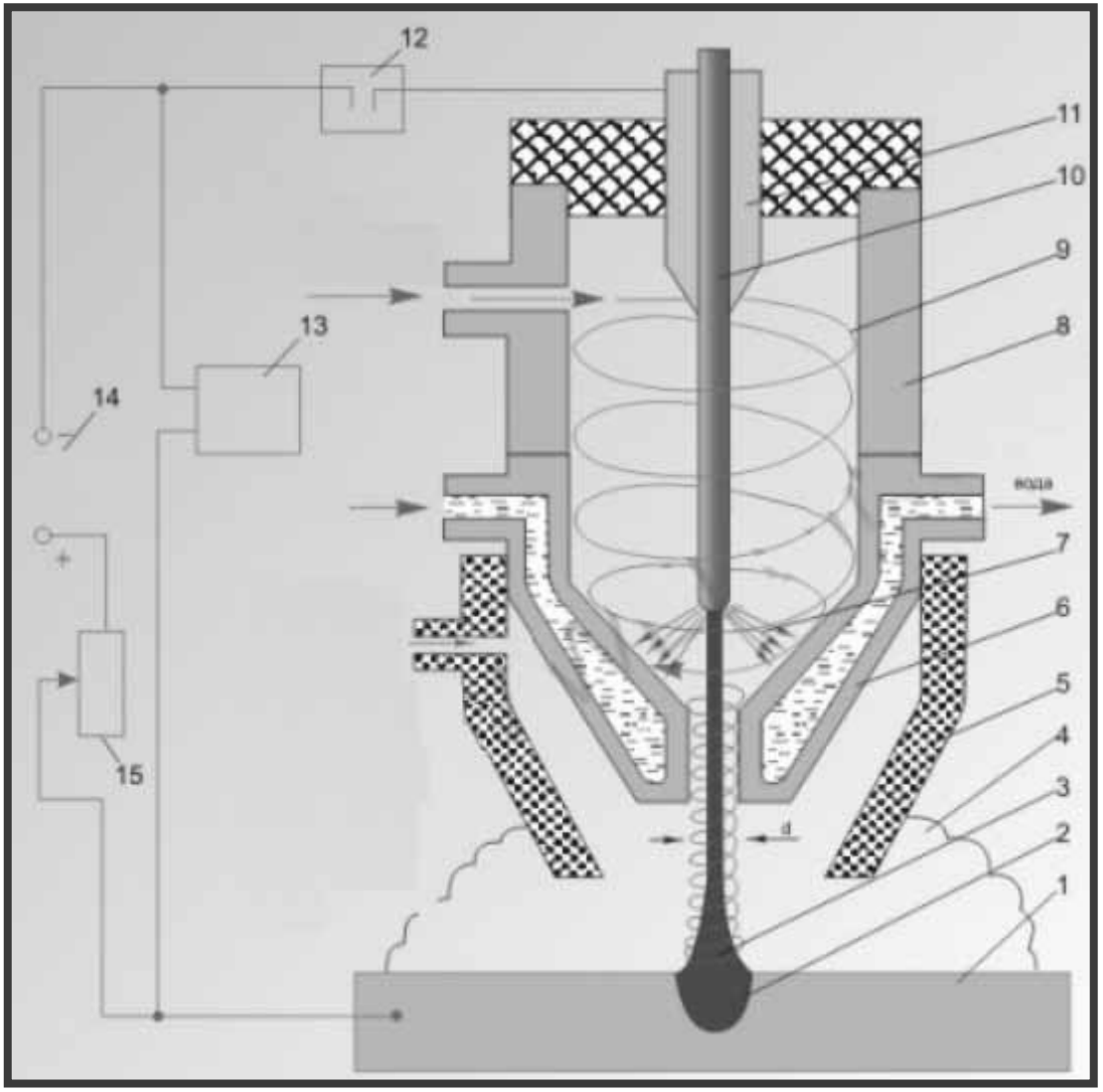




Часто для сварки и резки применяются плазмотроны с двойным или комбинированным газовым потоком. Такие плазмотроны имеют два сопла.



1 – деталь
2 – сварочная ванна
3 – сжатая дуга (струя)
4 – защитный газ
5 – защитное сопло горелки
6 – рабочее сопло горелки
7 – дежурная дуга
8 – корпус горелки
9 – рабочая камера
10 – вольфрамовый электрод
11 – токоподводящий мундштук
12 – аппаратура управления
13 – осциллятор
14 – источник питания дуги
15 – реостат для изменения силы тока в дуге



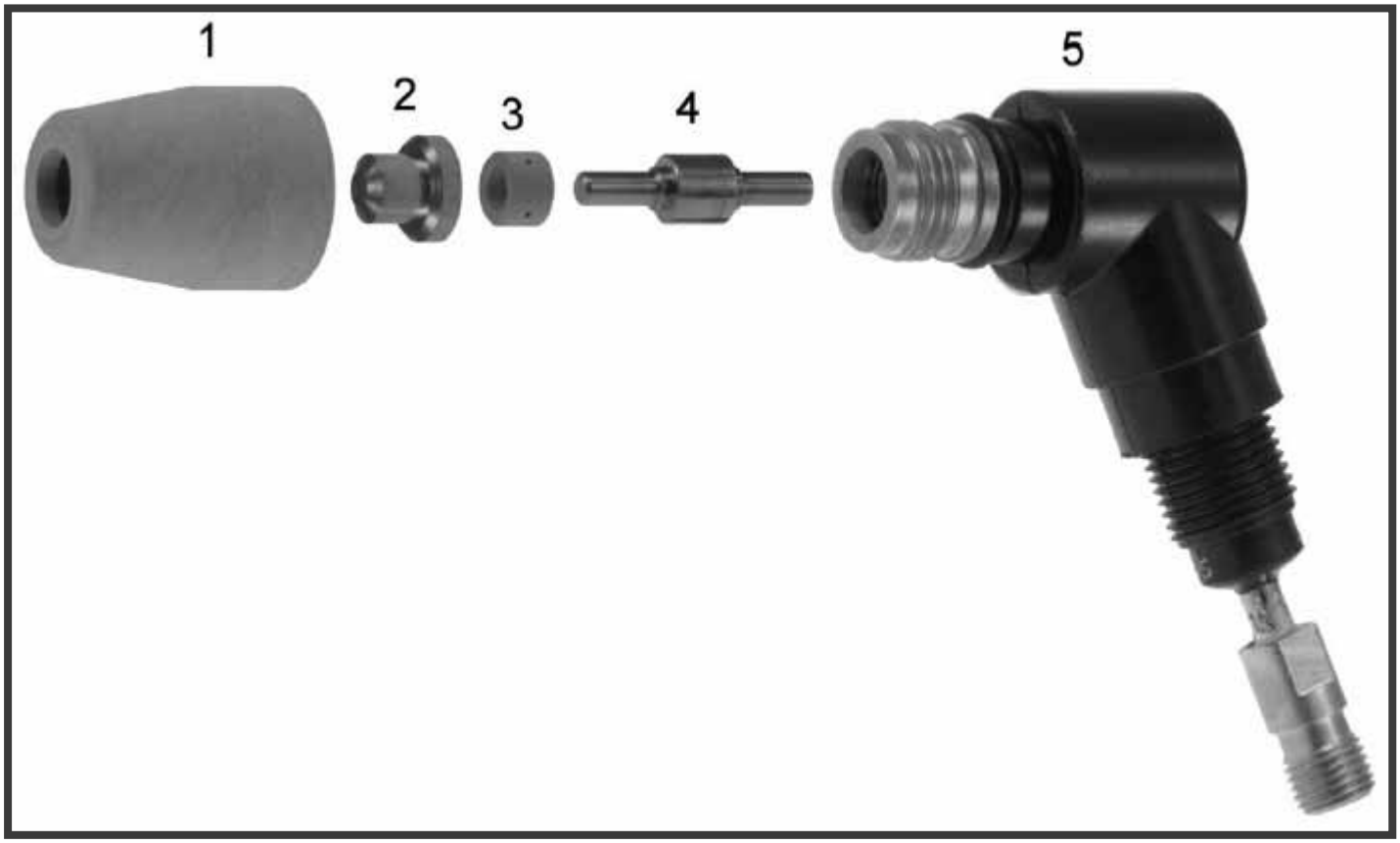
Газ, подаваемый во внутреннее сопло, называется плазмообразующим (первичным), а в наружное – защитным (вторичным).

Первичный газ является плазмообразующим (режущим) – это Ar, N, H, He, air, смеси.

Вторичный газ защищает от воздействия окружающей среды вольфрамовый электрод – это Ar, N, H, He, смеси.

При сварке вторичный газ способствует сжатию плазменной струи, образуемой первичным газом, и защищает от действия окружающей среды околошовную зону свариваемого металла.

Оборудование для плазменной сварки (плазменная горелка)



1 – тепловая изоляция (экран), 2 – сопло, 3 – изоляционная прокладка, 4 – вольфрамовый электрод, 5 – горелка

Оборудование для плазменной сварки



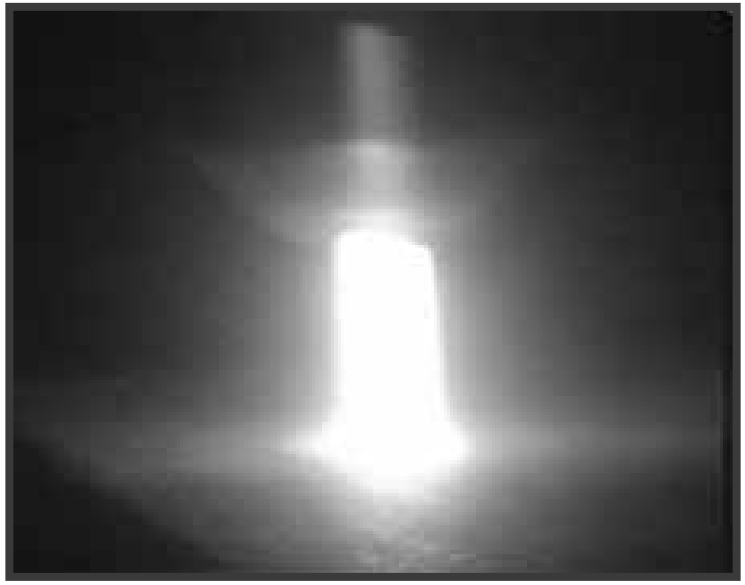
Сварочный осциллятор – устройство, преобразующее ток промышленной частоты низкого напряжения в ток высокой частоты (150-500 тыс. Гц) и высокого напряжения (2-6 кВ), наложение которого на сварочную цепь облегчает возбуждение и стабилизирует дугу при сварке.
Это устройство для бесконтактного создания электрической дуги.

Преимущества плазменной сварки

По проплавляющей способности плазменная дуга занимает промежуточное положение между электронным лучом и дугой, горящей в аргоне.

По сравнению с аргонодуговой плазменно-дуговая сварка отличается более стабильным горением дуги.

Процесс плазменно-дуговой сварки менее чувствителен к изменению длины дуги, чем аргонодуговая сварка.



1. Высокая производительность

2. Малая зона термического влияния

3. Низкие деформации при сварке

4. Малый расход защитных газов

5. Высокая стабильность горения дуги

6. Малая чувствительность качества шва к изменению длины дуги