

ОСНОВЫ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Сваркой называют технологический процесс образования неразъемных соединений за счет образования атомно-молекулярных связей между частицами сопрягаемых деталей после расплавления, местной пластической деформации и диффузии атомов.

Сварные конструкции обладают многими преимуществами по сравнению с клепаными и болтовыми. Сварка уменьшает на 10-20% массу конструкций, сокращает трудоемкость и сроки изготовления. При сварке образуются плотные швы, обеспечивающие герметичность резервуаров, котлов, цистерн, вагонов, трубопроводов, корпусов автомобилей, тракторов, судов и пр. Сварка позволяет соединять элементы, имеющие различную толщину и упростить технологию изготовления сложных узлов и конструкций.

В зависимости от метода активации образование связей может происходить в твердой или в жидкой фазах. В соответствии с этим все способы сварки делят на две основные группы:

- сварка пластическим деформированием (давлением);
- сварка плавлением.

Ручная дуговая сварка

При дуговой сварке источником теплоты служит электрическая дуга, горящая между свариваемым (основным) металлом и одним или двумя электродами. Стержень электрода плавится и расплавленный металл каплями стекает в сварочную ванну. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода, образуя газовую или газошлаковую защиту дуги и сварочной ванны, которая изолирует их от воздуха. По мере движения дуги металл сварочной ванны затвердевает и образуется сварочный шов. Жидкий шлак по мере остывания образует на поверхности шва шлаковую корку.

Зажигание дуги начинается с короткого замыкания электрода с изделием.

Электрическая дуга – это ионизированный воздух под действием напряжения.

Электрическая дуга состоит из трех частей: катодной (L_k), столба дуги (L_c) и анодной области (L_a). Длина катодной области $\sim 10^{-5}$, анодной $\sim 10^{-3} - 10^{-4}$ см.

Общее напряжение дуги:

$U = U_{k.a} + E_c L$, где $U_{k.a} = U_k + U_a$ - общее падение напряжения в катодной (U_k) и анодной (U_a) областях, E_c - напряженность поля в столбе дуги длиной L .

- Основными параметрами режима ручной дуговой сварки являются напряжение U и сварочный ток I_c . Диаметр $d_э$ электрода выбирают в зависимости от толщины h свариваемого металла.
- d , мм 1,5-2,5 3 3-4 4-5 > 5
- h , мм 1-2 3 4-5 6-12 > 13

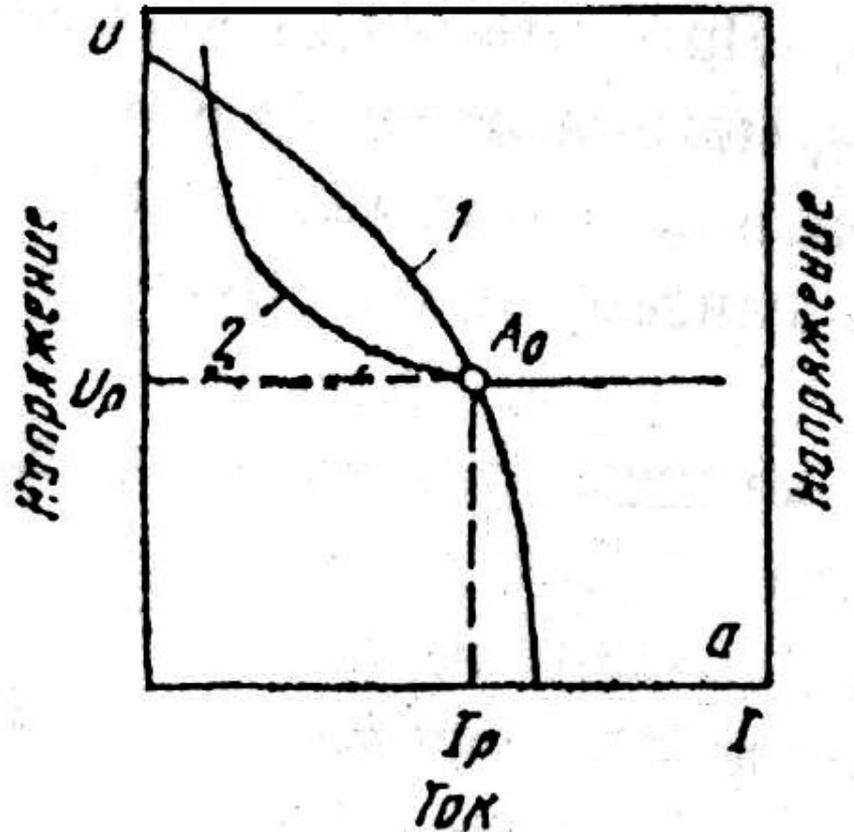
Устойчивость дуги зависит от многих причин, основными из которых являются:

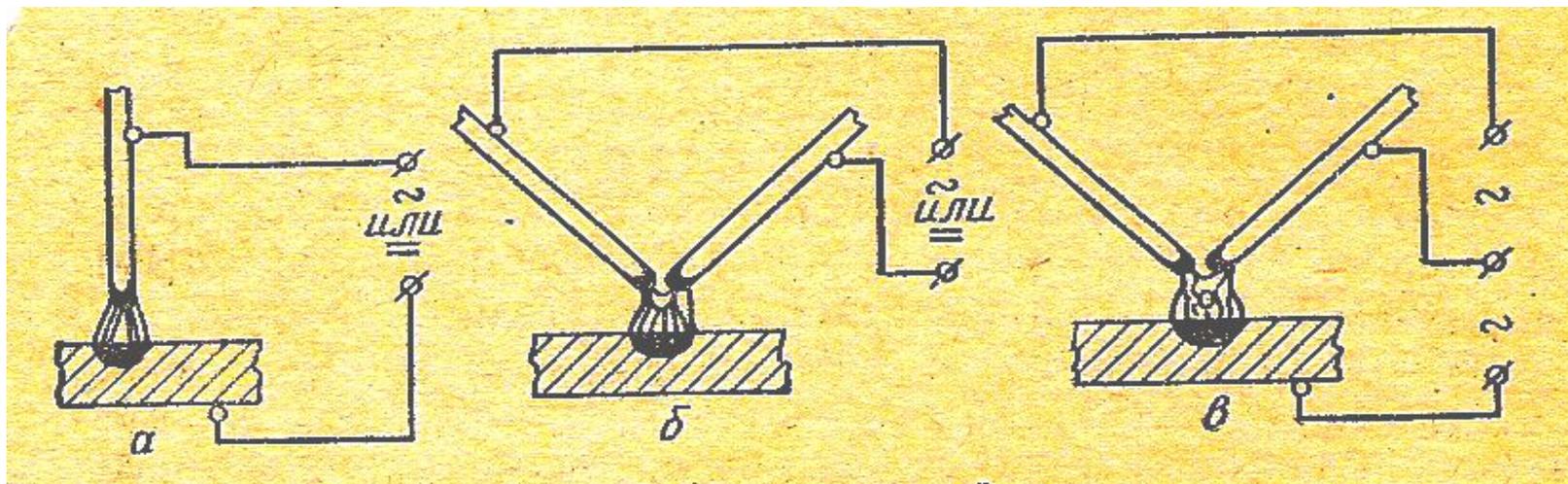
- род и полярность тока;
- состав и покрытие электродов;
- длина дуги.

Основным условием устойчивого горения сварочной дуги является соответствие внешней (1) характеристики источника питания и статической (2) характеристике дуги.

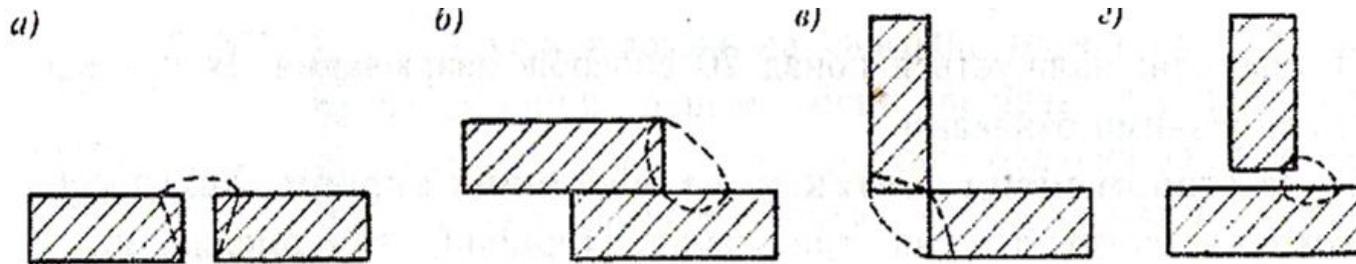
На капли расплавленного электродного металла при прохождении их через дуговой промежуток действуют:

- сила тяжести;
- силы поверхностного натяжения;
- силы электромагнитного поля;
- силы внутреннего давления газов.





Дуга прямого действия – это дуга, которая горит между металлом и электродом, косвенного действия – дуга, горящая между двумя электродами. Ремонт чугунных изделий производят дугой обратной полярности графитовым электродом. Для увеличения мощности сварки металла средней толщины применяют два электрода с косвенной дугой. Для сварки металла большой толщины применяют трехфазную дугу.



Виды сварных соединений: а - стыковые; б - нахлесточные; в - угловые; г - тавровые.

Источники питания постоянного тока подразделяются на две основные группы:

1. Сварочные преобразователи вращающегося типа - сварочные генераторы.
2. Сварочные выпрямительные установки - сварочные выпрямители.

Источники питания переменного тока

– сварочный трансформатор типа СТЭ, ТД, ТДФ...

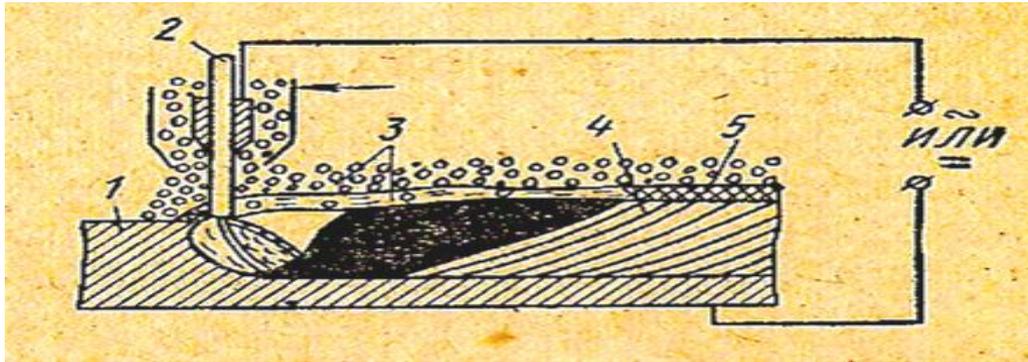
Стержень электрода изготавливают из сварочной проволоки из сталей с пониженным содержанием вредных примесей (S, P и др.). Стержни длиной $D=350\div 450$ мм покрывают особым покрытием (обмазкой). Выпускается 77 марок стальной сварной проволоки диаметром $d=0,3\div 12$ мм: Св-08; Св-08А; Св-18ХМА; Св-08Х18Н9Т и др.

Функции обмазки электрода:

- – защита сварочной ванны и дугового промежутка от газов окружающей среды (кислород, азот) через шлак;
- – обеспечение протекания металлургических процессов: раскисление (Mn, Si, Al), легирование (Mn, Si, Cr, Mo и т.п.);
- – обеспечение стабильного существования дуги путем понижения потенциала ионизации дугового промежутка (вводится флюсовый шпат CaF_2);
- – формирование сварного шва. Теплопроводность шлака ускоряет формирование шва.

В состав обмазки электрода входят газообразующие вещества (органические и карбонаты, крахмал, целлюлоза, мрамор, магнезит), шлакообразующие вещества марганцевая руда, рутил (TiO_2), флюсовый шпат (CaF_2), CaCO_3 и др.; раскислители ферромарганец, ферросилиций, алюминий и др.; легирующие элементы, связующие вещества жидкое стекло и др. Эту массу наносят окунанием, либо прессовкой на стержень электрода, затем электроды просушивают и прокалывают.

Автоматическая дуговая сварка под флюсом

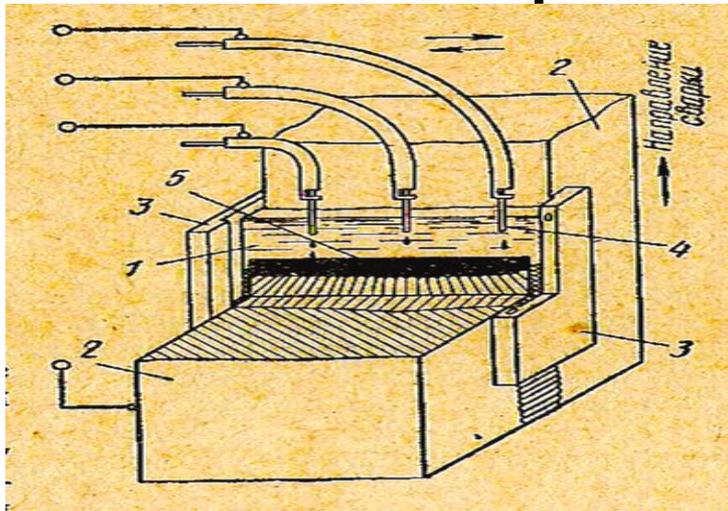


При автоматической дуговой сварке обеспечивается автоматическое зажигание дуги, поддерживается стабильный режим ее горения, а подача электродной проволоки в сварочную ванну и перемещение электрода по изделию механизированы.

Сварочная дуга горит между свариваемым электродом и голой проволокой под слоем флюса, поступающим из бункера; флюс защищает дугу и сварочную ванну от атмосферного влияния, обеспечивает равномерную структуру шва и предотвращает разбрызгивание металла при сварке. При этом скорость сварки увеличивается в 10-15 раз.

Схема сварки под флюсом (стрелкой показано направление сварки): 1- свариваемый металл, 2- электродная проволока, 3- флюс, 4- сварочный шов, 5- шлаковая корка

Электрошлаковая сварка



При электрошлаковой сварке расплавление основного 2 и присадочного 4 металлов осуществляется за счет теплоты, выделяемой при прохождении электрического тока через расплавленный флюс 1. Образовавшаяся ванна жидкого металла 5 формируется специальными медными кристаллизаторами 3, которые перемещаются по мере кристаллизации сварочной ванны. Флюс обеспечивает устойчивость процесса горения, рафинирование расплавленного металла и защищает его от окисления воздухом.

Электрошлаковую сварку проводят одним или несколькими электродами. Ее применяют для выполнения прямых или кольцевых швов при толщине металла до 500мм.

Газовая сварка

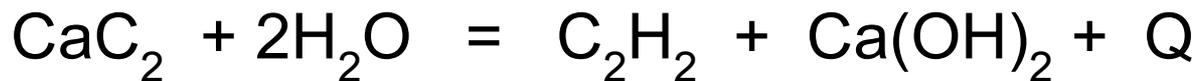
Недостатком газовой сварки является меньшая по сравнению с дуговой скоростью нагрева металла и большая зона теплового воздействия (зона термического влияния) на металл. При газовой сварке концентрация тепла меньше, а коробление свариваемых деталей больше.

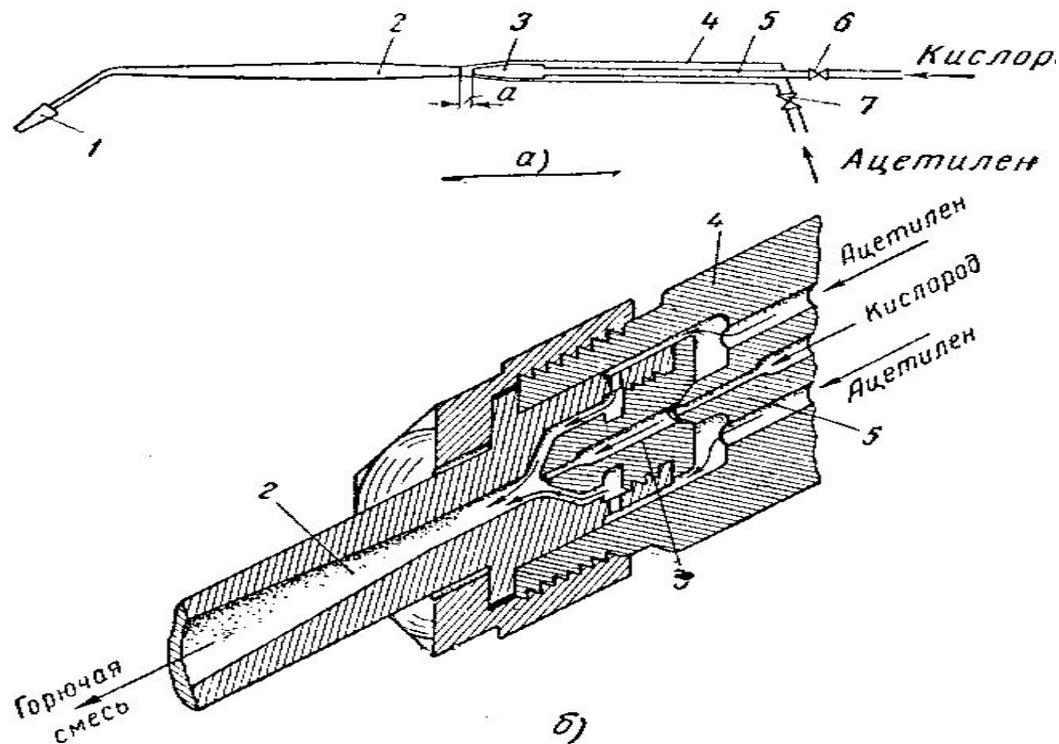
Ацетилен наиболее широко применяется для газовой сварки и резки, так как дает высокую температуру пламени при сгорании в смеси с кислородом (около 3150оС).

Технический ацетилен получают из карбида кальция путем разложения последнего водой:

1. Получение карбида кальция (CaC_2) – сплавление известняка и кокса в дуговых электропечах.

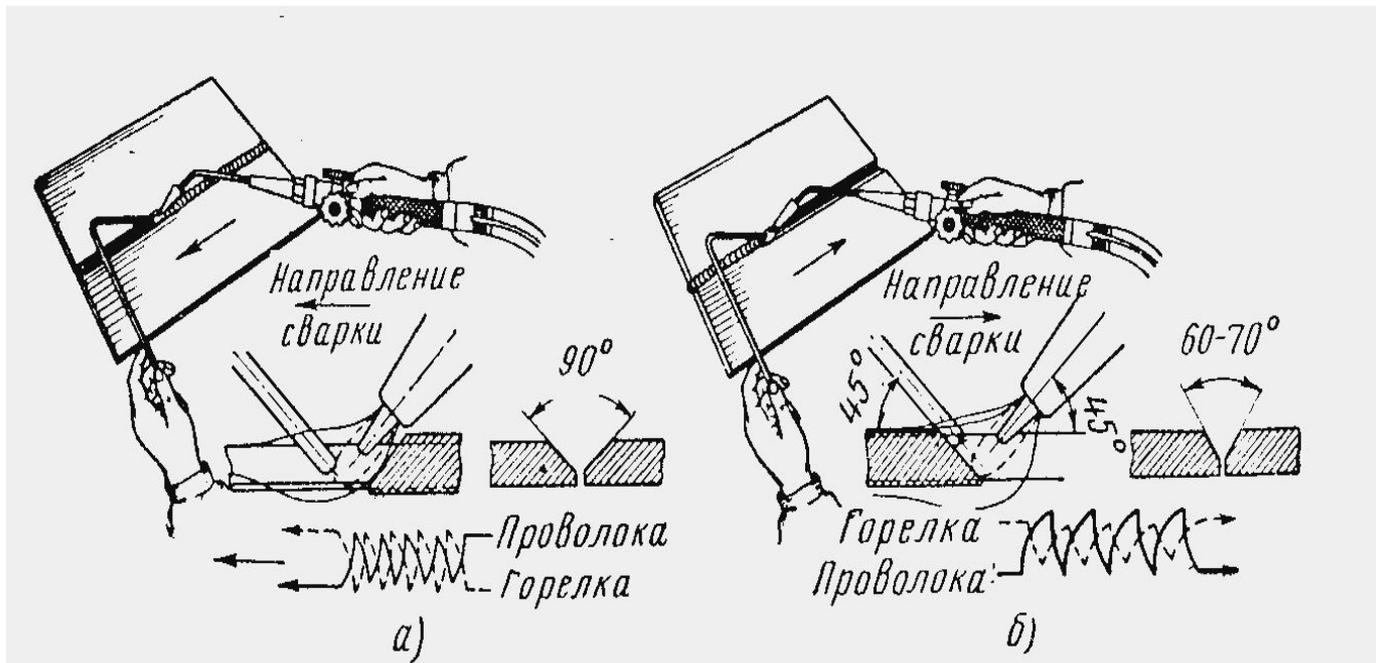
2. Получение ацетилена:





Ацетиленовый генератор – аппарат, служащий для получения газообразного ацетилена из карбида кальция при воздействии на него водой.

Схема инжекторной ацетиленовой горелки:



Основные способы газовой сварки: а – левый - горелку перемещают справа налево, а присадочную проволоку передвигают впереди пламени;
б – правый - горелку ведут слева направо, присадочную проволоку перемещают вслед за горелкой.

СВАРКА ДАВЛЕНИЕМ

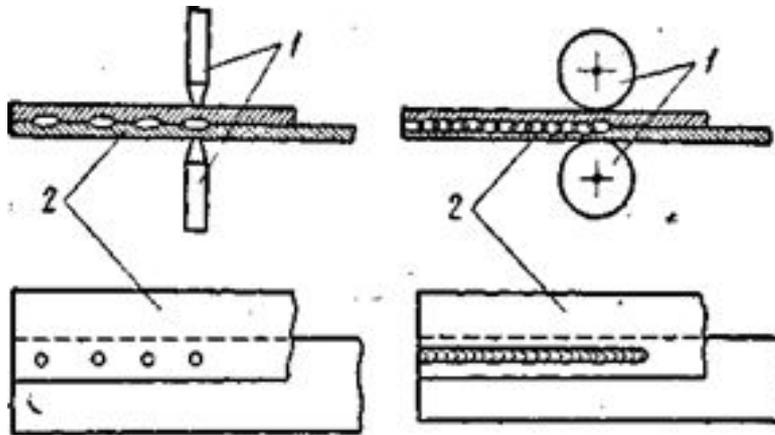
При сварке давлением, сближение атомов и молекул и активация поверхности соединяемых материалов достигаются в результате совместной упруго-пластической деформации. Сварку давлением проводят либо без нагрева, либо нагревом до температуры текучести, либо взрывом, ультразвуком, трением и пр.

Контактная сварка

Контактная сварка объединяет большую группу способов сварки, наиболее распространёнными из которых являются точечная, шовная и стыковая.

Сущность точечной сварки заключается в следующем. Если через два листа стали (рис. 1, а), уложенные внахлестку, и через сжимающие их два конусообразных медных электрода пропустить электрический ток большой силы, то стальные листы в точке прохождения электрического тока разогреются.

Рис. 1. Схема контактной сварки: а — точечной, б — роликовой; 1 — электроды, 2 — свариваемый материал



Роликовая сварка.

Для получения сплошного сварного шва применяют роликовую сварку, которая является разновидностью точечной. Листы стали зажимают между электродами (рис. 1, б), которые имеют вид дисков. Верхнему диску сообщается прерывистое движение, нижний поворачивается свободно. Сварка происходит с небольшими интервалами, так как ток пропускается только в момент движения электродов. Под действием электрического тока стальные листы между электродами нагреваются, размягчаются и свариваются. В следующий момент ток автоматически выключается для охлаждения шва и одновременно останавливается электрод. Затем цикл повторяется и таким образом получается непрерывный сварной шов.

Стыковая сварка - способ, при котором детали соединяются (свариваются) по всей плоскости их касания под воздействием нагрева и сжимающего усилия. Детали одинакового или близкого по размерам сечения закрепляют в электродах-губках машины, к которым подводят ток. При нагреве и пластической деформации металла в зоне стыка часть элементарных частиц - зерен металла разрушается с одновременным образованием новых (общих для обеих деталей) зерен. Кроме того, обязательным условием получения надежного соединения является удаление пленки окислов на торцах деталей или ее разрушение.