

### Сварка плавлением.

Сварка плавлением осуществляется нагревом свариваемых кромок до температуры плавления без сдавливания свариваемых деталей.

При нагреве с повышением температуры снижается твёрдость металла и возрастает его пластичность. Металл, твёрдый и малопластичный при комнатной температуре, при достаточном нагреве может стать очень мягким и пластичным. Дальнейшим повышением температуры можно довести металл до расплавления; в этом случае отпадают все затруднения, связанные с твёрдостью металла; объёмы жидкого металла самопроизвольно сливаются в общую сварочную ванну.

Во многих случаях на процесс сварки существенно влияют загрязнения поверхности металла: преимущественно окислы и жировые плёнки. Эти загрязнения, попадая в сварное соединение, могут снижать качество сварки. Они, в отличие от адсорбированных газов, могут быть удалены с поверхности металла механически (щётками, абразивами и т.д.) или химически (растворителями, травителями, и флюсами).

Специфическим для сварки средством очистки служат флюсы, растворяющие окислы при повышенных температурах. Помимо устранения загрязнений с поверхности металла, принимаются меры к уменьшению загрязнения металла в процессе сварки, в первую очередь окислами. Для этой цели используются флюсы, шлаки, защитные газы, вдуваемые в зону сварки.

Противоречие между теоретической возможностью сварки металлов без затрат энергии и практической необходимостью затрат и довольно значительных может быть объяснено энергетической моделью процесса сварки.

Атом на свободной поверхности металла в положении 1 имеет энергию  $h$ , атом в объёме металла в положении 3 - меньшую энергию  $h_0$ ; соединение объёмов металла с уничтожением свободной поверхности сопровождается освобождением энергии на атом:  $Dh=h-h_0$ . Но для перемещения из положения 1 в положение 3 атом должен преодолеть энергетический порог и пройти положение 2 с энергией  $H$ . Для преодоления энергетического порога атому нужно подвести энергию  $DH=H-h$ , без чего невозможно преодоление порога и соединение объёмов металла. Энергия  $DH$  расходуется на упругую и пластическую деформации металла, необходимую для сближения поверхностей металла, на его нагрев разрушение плёнки адсорбированных газов и т.д. Нагрев снижает энергетический порог, препятствующий соединению твёрдых металлов; расплавление сводит высоту порога почти к нулю, делая возможным соединение без затрат энергии. Соединение атомов при сварке металлов происходит обычно в очень тонком слое, толщиной в несколько атомных диаметров, и зона сварки имеет плёночный характер. Увеличение ширины зоны сварки может быть произведено за счёт таких процессов, как диффузия, растворение, кристаллизация, протекающих более медленно во времени и постепенно распространяющихся по объёму металла.

Простейшие виды сварки плавлением известны с глубокой древности, например

литейная сварка.

К соединяемым деталям в месте сварки подводят сварочное пламя; производят местное расплавление деталей до образования общей сварочной ванны жидкого металла. После удаления сварочного пламени металл ванны быстро охлаждается и затвердевает, в результате детали оказываются соединёнными в одно целое. Перемещая пламя по линии сварки, можно получить сварной шов любой длины. Сварочное пламя должно иметь достаточную тепловую мощность и температуру; сварочную ванну нужно образовывать на сравнительно холодном металле: теплопроводность металлов высока и быстро образовать ванну может только очень горячее пламя. Опыт показывает, что для сварки стали толщиной несколько миллиметров температура сварочного пламени должна быть не ниже 2700-3000°С. Пламя с меньшей температурой или совсем не образует ванны или образует её слишком медленно, что даёт низкую производительность сварки и делает её экономически не выгодной. Источники тепла, развивающие столь высокие температуры, появились относительно недавно.

Сварочное пламя расплавляет как металл, так и загрязнения на его поверхности, образующиеся шлаки всплывают на поверхность ванны. Горячее пламя сильно нагревает металл на поверхности, значительно выше точки плавления; в результате меняется химический состав металла и его структура после затвердевания; изменяются и механические свойства. Затвердевший металл ванны, так называемый металл сварного шва обычно по своим свойствам отличается от основного металла, незатронутого сваркой. Сварка плавлением отличается значительной универсальностью; современными сварочными источниками легко могут быть расплавлены почти все металлы, возможно соединение разнородных металлов.

Характерный признак сварки плавлением; выполнение её за один этап-нагрев сварочным пламенем, в отличие от сварки давлением.

### **Классификация электрической дуговой сварки.**

Все существующие способы сварки, как уже упоминалось выше, можно разделить на две основные группы: сварку давлением (контактная, газопрессовая, трением, холодная, ультразвуком) и сварку плавлением (газовая, термитная, электродуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, лазерная).

Самое широкое распространение получили различные способы электрической сварки плавлением, а ведущее место занимает дуговая сварка, при которой источником теплоты служит электрическая дуга.

Электрическую сварку плавлением в зависимости от характера источников нагрева и расплавления свариваемых кромок можно разделить на следующие основные виды сварки, схема 1 (см. приложение):

1. электрическая дуговая, где источником тепла является электрическая дуга;
2. электрошлаковая, где основным источником теплоты является расплавленный шлак, через который протекает электрический ток;

3. электронно-лучевая, при которой нагрев и расплавление кромок соединяемых деталей производят направленным потоком электронов, излучаемых раскалённым катодом;

4. лазерная, при которой нагрев и расплавление кромок соединяемых деталей производят направленным сфокусированным мощным световым лучом микрочастиц-фотонов.

При электрической дуговой сварке основная часть теплоты, необходимая для нагрева и плавления металла, получается за счет дугового разряда, возникающего между свариваемым металлом и электродом. Под действием теплоты дуги кромки свариваемых деталей и торец плавящегося электрода расплавляются, образуя сварочную ванну, которая некоторое время находится в расплавленном состоянии. При затвердевании металла образуется сварное соединение. Энергия, необходимая для образования и поддержания дугового разряда, получается от источников питания дуги постоянного или переменного тока. Классификация дуговой сварки производится в зависимости от степени механизации процесса сварки, рода тока и полярности, типа дуги, свойств электрода, вида защиты зоны сварки от атмосферного воздуха и др.

По степени механизации различают сварку ручную, полуавтоматическую и автоматическую сварку. Отнесение процессов к тому или иному способу зависит от того, как выполняются зажигание и поддержание определенной длины дуги, манипуляция электродом для придания шву нужной формы, перемещение электрода по линии наложения шва и прекращения процесса сварки.

При ручной сварке указанные операции, необходимые для образования шва, выполняются рабочим-сварщиком вручную без применения механизмов.

При полуавтоматической сварке плавящимся электродом механизуются операции по подаче электродной проволоки в сварочную зону, а остальные операции процесса сварки осуществляются вручную.

При автоматической сварке под флюсом механизуются операции по возбуждению дуги, поддержанию определённой длины дуги, перемещению дуги по линии наложения шва. Автоматическая сварка плавящимся электродом ведётся сварочной проволокой диаметром 1-6 мм; при этом режим сварки (ток, напряжение, скорость перемещения дуги и др.) более стабилен, что обеспечивает однородность качества шва по его длине, в то же время требуется большая точность в подготовке и сборке деталей под сварку.

По роду тока различают дуги, питаемые постоянным током прямой (минус на электроде) или обратной (плюс на электроде) полярности или переменным током. В зависимости от способов сварки применяют ту или иную полярность. Сварка под флюсом и в среде защитных газов обычно производится на обратной полярности.

По типу дуги различают дугу прямого действия (зависимую дугу) и дугу косвенного действия (независимую дугу). В первом случае дуга горит между электродом и основным металлом, который также является частью сварочной цепи, и для сварки используется

теплота, выделяемая в столбе дуги и на электродах; во втором - дуга горит между двумя электродами. Основной металл не является частью сварочной цепи и расплавляется преимущественно за счёт теплоотдачи от газов столба дуги. В этом случае питание дуги осуществляется обычно переменным током, но она имеет незначительное применение из-за малого коэффициента полезного действия дуги (отношение полезно используемой тепловой мощности дуги к полной тепловой мощности).

По свойствам электрода различают способы сварки плавящимся электродом и неплавящимся (угольным, графитовым и вольфрамовым). Сварка плавящимся электродом является самым распространённым способом сварки; при этом дуга горит между основным металлом и металлическим стержнем, подаваемым в зону сварки по мере плавления. Этот вид сварки можно производить одним или несколькими электродами. Если два электрода подсоединены к одному полюсу источника питания дуги, то такой метод называют двухэлектродной сваркой, а если больше - многоэлектродной сваркой пучком электродов. Если каждый из электродов получает независимое питание - сварку называют двухдуговой (многодуговой) сваркой. При дуговой сварке плавлением КПД дуги достигает 0,7-0,9.

По условиям наблюдения за процессом горения дуги различают открытую, закрытую и полуоткрытую дугу. При открытой дуге визуальное наблюдение за процессом горения дуги производится через специальные защитные стёкла - светофильтры. Открытая дуга применяется при многих способах сварки: при ручной сварке металлическим и угольным электродом и сварке в защитных газах. Закрытая дуга располагается полностью в расплавленном флюсе - шлаке, основном металле и под гранулированным флюсом, и она невидима. Полуоткрытая дуга характерна тем, что одна её часть находится в основном металле и расплавленном флюсе, а другая над ним. Наблюдение за процессом производится через светофильтры. Используется при автоматической сварке алюминия по флюсу.

По роду защиты зоны сварки от окружающего воздуха различают следующие способы сварки: без защиты (голым электродом, электродом со стабилизирующим покрытием), со шлаковой защитой (толстопокрытыми электродами, под флюсом), шлакогазовой (толстопокрытыми электродами), газовой защитой (в среде газов) с комбинированной защитой (газовая среда и покрытие или флюс). Стабилизирующие покрытия представляют собой материалы, содержащие элементы, легко ионизирующие сварочную дугу. Наносятся тонким слоем на стержни электродов (тонкопокрытые электроды), предназначенных для ручной дуговой сварки. Защитные покрытия представляют собой механическую смесь различных материалов, предназначенных ограждать расплавленный металл от воздействия воздуха, стабилизировать горение дуги, легировать и рафинировать металл шва.

Наибольшее применение имеют средне - и толстопокрытые электроды, предназначенные для ручной дуговой сварки и наплавки, изготавливаемые в специальных цехах или на заводах.

Применяются также магнитные покрытия, которые наносятся на проволоку в процессе

сварки за счёт электромагнитных сил, возникающих между находящейся под током электродной проволокой и ферромагнитным порошком, находящемся в бункере, через который проходит электродная проволока при полуавтоматической или автоматической сварке. Иногда это ещё сопровождается дополнительной подачей защитного газа.

### **Ручная дуговая сварка и оборудование для неё.**

Наибольший объём среди других видов сварки занимает ручная дуговая сварка- сварка плавлением штучными электродами, при которой подача электрода и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок производится вручную.

Дуга горит между стержнем электрода 1 и основным металлом 7. Под действием теплоты дуги электрод и основной металл плавятся, образуя металлическую сварочную ванну 4. Капли жидкого металла 8 с расплавленного электродного стержня переносятся в ванну через дуговой промежуток. Вместе со стержнем плавится покрытие электрода 2, образуя газовую защиту 3 вокруг дуги и жидкую шлаковую ванну на поверхности расплавленного металла.

Металлическая и шлаковая ванны вместе образуют сварочную ванну. По мере движения дуги металл сварочной ванны затвердевает и образует сварной шов 6. Жидкий шлак по мере остывания образует на поверхности шва твёрдую шлаковую корку 5, которая удаляется после остывания шва. Для обеспечения заданного состава и свойств шва сварку выполняют покрытыми электродами, к которым предъявляют специальные требования (стальные покрытые электроды для ручной дуговой сварки и наплавки изготавливают в соответствии с ГОСТ 9467-75).

Сварочный пост для ручной дуговой сварки оснащается источником питания, токоподводом, необходимыми инструментами, принадлежностями и приспособлениями.

Сварочные посты могут быть стационарными и передвижными. К стационарным относят посты, расположенные в цехе, преимущественно в отдельных сварочных кабинках, в которых сваривают изделия небольших размеров. Передвижные сварочные посты, как правило, применяют при монтаже крупногабаритных изделий (трубопроводов, металлоконструкций, и т.д.) и ремонтных работах. При этом часто используют переносные источники питания. В зависимости от свариваемых материалов и применяемых электродов для ручной дуговой сварки применяют источники переменного или постоянного тока с крутопадающей характеристикой.

Основным рабочим инструментом сварщика при ручной сварке служит электрододержатель, который предназначен для зажима электрода и провода сварочного тока. Применяют электрододержатели пружинного, пластинчатого и винтового типов.