

Уважаемые студенты!

Задание:

1. Прочтите приведенный ниже конспект лекции.
2. Напишите конспект лекции в тетрадь объемом не менее 7 страниц рукописного текста.
3. Ответьте письменно на контрольные вопросы.
4. Письменный отчет конспекта лекции и ответов на вопросы в виде фото предоставьте преподавателю на e-mail (tamara_grechko@mail.ru).

Обратите внимание!!! В случае возникновения вопросов по теоретическому материалу лекции обращайтесь для консультации к преподавателю по тел. 0721355729 (Ватсап).

С уважением, Гречко Тамара Ивановна!

ЛЕКЦИЯ

Тема: Сварка под флюсом

Цель: Изучить сущность процесса сварки под флюсом

План

1. Сущность процесса сварки под флюсом
2. Флюсы и электродная проволока для автоматической сварки
3. Технология автоматической сварки под флюсом
4. Оборудование для сварки под флюсом
5. Процесс автоматической сварки под флюсом
6. Режимы сварки под флюсом и технико-экономические показатели процесса

1. Сущность процесса сварки под флюсом

Изобрел способ дуговой сварки Н. Г. Славянов. В качестве флюса он применял дробленое стекло.

Промышленный способ автоматической сварки под флюсом была разработана в Институте сварки имени академика Е. О. Патон. его команда Института технологии сварки под флюсом, разработаны составы флюсов, созданный сварочные аппараты.

Сущность способа

Способ сварки под флюсом заключается в следующем (рисунок 25.1). В зону дуги подается флюс, который покрывает кромки свариваемого изделия и создает шлаковую защиту. Флюс засыпается впереди дуги из бункера слоем толщиной 40—80 и шириной 40—100 мм. Масса флюса, идущего на шлаковую корку, обычно равна массе расплавленной сварочной проволоки.

Электрическая дуга горит между концом электродной (сварочной) проволоки и свариваемым металлом под слоем расплавленного флюса в замкнутом пространстве, образованном парами и газами, выделяемыми в столбе дуги. Металл сварочной проволоки расплавляется дугой и

переносится каплями в сварочную ванну. В сварочной ванне металл сварочной проволоки смешивается с расплавленным основным металлом.

Некоторое избыточное давление, возникающее при термическом расширении газов, оттесняет жидкий металл в сторону, противоположную направлению сварки. В таких условиях обеспечивается глубокий провар основного металла. Незначительное избыточное давление в газовом пространстве и слой флюса надежно предохраняют расплавленный металл от вредного воздействия окружающего воздуха.

Электродная проволока подается в зону сварки с помощью ведущего и прижимного роликов специального механизма со скоростью, равной скорости ее плавления, и таким образом автоматически поддерживается горение дуги. Сварочный ток, переменный или постоянный прямой или обратной полярности, подводится от источника тока к электродной проволоке через мундштук сварочной головки, находящийся на небольшом расстоянии (40-60 мм) от конца электродной проволоки.

Сварочная дуга горит в газовом пузыре, образованном в результате плавления флюса и металла и заполненном парами металла, флюса и газами.

Для получения сварного шва деталь или дугу (сварочную головку) перемещают механизированным способом одну относительно другой.

По мере удаления дуги расплавленный флюс при остывании образует шлаковую корку, которая легко отделяется от поверхности шва.

Жидкий шлак (флюс), имея более низкую температуру плавления, чем металл, затвердевает несколько позже, замедляя охлаждение металла шва. Продолжительное пребывание металла шва в расплавленном состоянии и медленное остывание способствуют выходу на поверхность всех неметаллических включений и газов, получению чистого, плотного и однородного по химическому составу шва.

Высокая производительность приводит к ускорению процесса плавления сварочной проволоки, увеличению глубины проплавления основного металла и, как следствие, значительному повышению производительности. Достаточно толстый слой флюса (до 60 мм), засыпаемый в зону сварки, расплавляется на 30%. Это делает дугу закрытой (невидимой) и обеспечивает надежную защиту расплавленного металла от окружающего воздуха, стабилизирует сварочный процесс. Вследствие увеличения эффективной тепловой мощности дуги может быть расширен диапазон толщин деталей, свариваемых без скоса кромок. Например, при обычных режимах сварки под флюсом деталей встык без скоса кромок можно сваривать металл толщиной 15-20 мм. В этом случае увеличивается проплавление основного металла, и его доля в металле шва составляет 50-70%. При этом значительно снижается расход электродной проволоки. При сварке угловых швов увеличенная глубина провара обеспечивает большее сечение, чем это достигается при ручной сварке с одинаковым катетом шва.

Кроме того, при автоматической сварке условия труда значительно лучше, чем при ручной сварке: дуга закрыта слоем шлака и флюса, выделение вредных газов и пыли значительно снижено, нет необходимости в

защите глаз и кожи лица сварщика от излучения дуги, а для вытяжки газов достаточно естественной вытяжной вентиляции. К квалификации оператора автоматической сварочной установки предъявляются менее высокие требования.

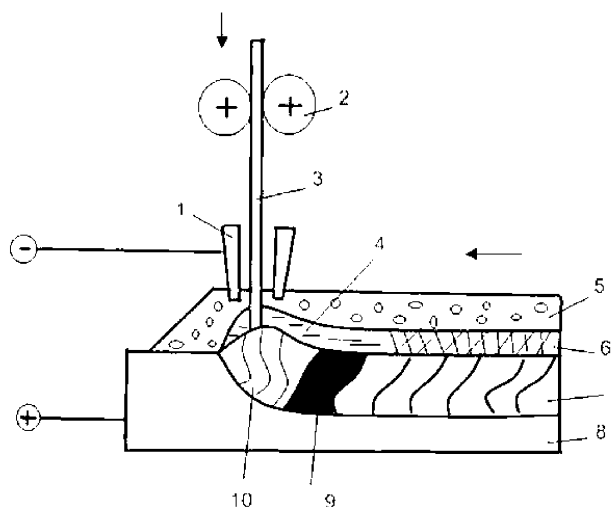


Рисунок 25.1 - Схема сварки под флюсом:

1 - токопровод, 2 - механизм подачи, 3 - электродная проволока, 4 - жидкий шлак, 5 - флюс, 6 - шлаковая корка, 7 - сварной шов, 8 - основной металл, 9 - жидкий металл, 10 - электрическая дуга

Преимущества

- широкий спектр возможного применения;
- высокая степень автоматизации процесса;
- возможность проведения сварки под большой силой тока;
- высокая скорость сварки;
- качественный шов без окислов и раковин
- возможность увеличения сварной ванны для более качественного провара
- высокие механические свойства металла сварного шва;
- низкий уровень сварочных деформаций;
- отсутствие необходимости в дополнительной обработке;
- незначительные потери на угар металла и его разбрызгивание. (1-3%).
- комфортность работы оператора (отсутствие дыма
- экономичность процесса (расход сварочных материалов ниже)

Недостатки

- трудности контроля процесса
- ограничение толщины свариваемых листов (1,8...16 мм)
- определённая трудность удаления шлаковой корки
- сварка возможна в нижнем положении автоматами или полуавтоматами или с небольшим наклоном в пределах 10-15° и только на жёсткой опоре,
- высокая стоимость вспомогательных материалов

Область применения сварки под флюсом

Если в первые годы освоения сварку под флюсом применяли только

при изготовлении сварных конструкций из низкоуглеродистых сталей, то сейчас успешно сваривают низколегированные, легированные и высоколегированные стали различных классов, сплавы на никелевой основе. Освоена сварка под флюсом титана и его сплавов. Под флюсом сваривают медь и её сплавы, а также алюминий и алюминиевые сплавы. Изделия, полученные сваркой под флюсом, надёжно работают при высоких температурах и в условиях глубокого холода, в агрессивных средах, в вакууме и в условиях высоких давлений.

Сварка под флюсом применяется в стационарных цеховых условиях для всех металлов и сплавов, в том числе разнородных металлов с толщиной от 1,5 до 150 мм.

Наиболее выгодно использовать механизированную сварку под флюсом при производстве однотипных сварных конструкций, имеющих протяжённые швы и удобных для удержания флюса. Экономически целесообразнее сваривать под флюсом металл толщиной от 1,5 - 2,0 до 60 мм. Нецелесообразно сваривать конструкции с короткими швами.

2. Флюсы и электродная проволока для автоматической сварки

Правильный выбор марки сварочной (электродной) проволоки и флюса - один из главных элементов разработки технологии сварки под флюсом.

Сварочный флюс - материал, используемый при сварке для защиты зоны сварки от атмосферного воздуха, обеспечения устойчивости горения дуги, формирования поверхности сварного шва и получения заданных свойств наплавленного материала.

Взаимодействие шлака с металлом обуславливает определенный химический состав металла шва, состав газовой атмосферы, устойчивость горения дуги, стойкость против появления пор и количество выделяемых при сварке вредных газов.

В состав флюса вводят **элементы-стабилизаторы**, повышающие стабильность горения дуги. Введение этих элементов позволяет применять переменный ток для сварки.

Химический состав металла шва формируется за счёт основного и электродного металлов. Состав флюса также может приводить к изменениям (незначительным) химического состава металла шва.

Формирующая способность флюсов определяется вязкостью шлака, и характером ее зависимости от температуры. Формирующая способность в значительной степени зависит от мощности дуги. При сварке мощной дугой (ток свыше 1000 А) хорошее формирование обеспечивают **«длинные» флюсы**, вязкость которых при повышении температуры монотонно уменьшается. При сварке кольцевых швов малого диаметра для предотвращения отека шлака следует использовать **«короткие» флюсы**, вязкость которых резко уменьшается с повышением температуры. Преимущественно находят применение флюсы с короткими шлаками (основные флюсы)

Функции сварочных флюсов

- физическая изоляция сварочной ванны от атмосферы;
- стабилизация дугового разряда;
- химическое взаимодействие с жидким металлом;
- легирование металла шва;
- формирование поверхности шва.

Классификация флюсов

Флюсы можно классифицировать по таким признакам:

- по способу изготовления
- по химическому составу
- по строению и размеру частиц
- по назначению

По способу изготовления

- *Плавленные флюсы* получают путем сплавления компонентов шихты в электрических или пламенных печах.
- *Керамические флюсы* производят из смесей порошкообразных материалов, скрепляемых с помощью клеящих веществ, главным образом жидкого стекла. Применяют для легирования металла шва.
- *Спеченные флюсы* изготавливают путем спекания компонентов шихты при повышенных температурах без их сплавления. Полученные комки затем измельчают до требуемого размера.
- *Флюсы-смеси* изготавливают механическим смешением крупинок различных материалов или флюсов. Недостатком механических смесей является склонность к разделению на составляющие при транспортировке и в процессе сварки вследствие разницы в плотности, форме и размере крупинок.

По химическому составу

Оксидные флюсы состоят из оксидов металлов и могут содержать до 10% фторидных соединений. Они предназначены для сварки низколегированных и фтористых сталей. Оксидные флюсы по содержанию SiO_2 подразделяются на бескремнистые (содержание SiO_2 меньше 5%), низкокремнистые (6–35% SiO_2), высококремнистые (содержание SiO_2 больше 35%), а по содержанию марганца – на безмарганцевые (содержание марганца меньше 1%), низкомарганцевые (меньше 10% марганца), среднемарганцевые (10–30% марганца) и высокомарганцевые (более 30% марганца).

Солеоксидные (смешанные) флюсы по сравнению с оксидными содержат меньше оксидов и большее количество солей. Количество SiO_2 в них снижено до 15–30%, MnO до 1–9%, а содержание CaF_2 увеличено до 12–30%. Солеоксидные флюсы используются для сварки легированных сталей.

Солевые флюсы не содержат оксидов и состоят из фторидов и хлоридов CaF_2 , NaF , BaCl_2 и др. Они применяются для сварки активных металлов, а также для электрошлакового переплава

По строению и размеру частиц

Плавленные флюсы могут быть стекловидные и пемзовидные.

- **стекловидные** флюсы имеют вид прозрачных зерен разных оттенков, которые получают путем заливания горячего (1200°С) жидкого флюса в бак с водой.
- **пемзовидные** (зерна пенистого материала белого или светлых оттенков желтого, зеленого, коричневого и других цветов, получаемые при вливании жидкого флюса, нагретого до температуры 1600°С, в бак с водой. Когда пары воды поднимаются, создают пемзовидный флюс).
- Размер зёрен пемзовидного флюса — от 0,2 до 4 мм. При использовании таких флюсом наблюдается лучшее формирование сварного шва. Пемзовидные флюсы имеют меньшую насыпную массу (0,7-1,0 кг/дм³), чем стекловидные (1,1-1,8 кг/дм³).

По назначению

Флюсы для сварки сталей

- Для сварки углеродистых и низколегированных сталей предназначены следующие марки флюсов отечественного производства: АН-348А, АН-348В, ОСЦ-45, АН-60, ФЦ-6, АНК-35, АН-20С, АН-37П и другие. Индексы стоящие после марки флюса означают: М — мелкие, С — стекловидные, П — пемзовидные.
- Для дуговой сварки средне- и высоколегированных сталей используют следующие марки флюсов отечественного производства: АН-20П, АН-20С, АН-26, АВ-4, АВ-5, АН-30, ОФ-6, ОФ-10, ФЦ-17, ФЦК-С и др.
- Электрошлаковую сварку выполняют с использованием флюсов марок: АН-8, АН-22, АНФ-1, АНФ-6, АНФ-7, АНФ-14У, АН-25, С-1.

Флюсы для сварки цветных металлов

- Механизированная сварка меди и ее сплавов выполняется под флюсом марок: АН-348-А, ОСЦ-45, АН-20С, АН-26С, АН-М1, АН-М13, АН-М15,
- Флюсы для механизированной сварки алюминия и его сплавов: ЖА-64, ЖА-64А.
- Флюсы для электрошлаковой сварки алюминия и его сплавов: АН-301, АН-302, АН-304.
- Флюсы для дуговой сварки титана и его сплавов: АНТ-1, АНТ-3, АНТ-7, АНТ-23А.
- Для электрошлаковой сварки титана и сплавов: АНТ-2, АНТ-4, АНТ-6.
- Для наплавки используют флюсы марко: АН-70, АН-28, АН-20П и др.

Флюсы для газовой сварки и сварки угольным электродом

Флюсы для газовой сварки, а также для сварки угольным электродом должны выполнять следующие требования:

- флюс должен иметь температуру плавления ниже основного металла;
- флюс должен обладать достаточной жидкотекучестью;
- флюс не должен способствовать коррозии швов;
- флюс должен раскислять оксиды и превращать их в легкоплавкие

соединения или удалять их со шва;

- образованный шлак должен защищать сварную ванну от воздуха;
- шлак должен хорошо отделяться от поверхности сварного соединения после сварки;
- плотность флюса должна быть ниже плотности металла, чтобы шлак хорошо всплывал на поверхность и не оставался в металле.

Выбор марки флюса

Выбирают флюс в зависимости от вида и свойств свариваемого металла. В сварочной ванне могут образовываться основные и кислотные оксиды. Если образуются основные оксиды, то используются кислые флюсы и наоборот, если кислотные — то основные флюсы. В любом случае реакция проходит по схеме:



Сварка чугуна сопровождается образованием кислых оксидов SiO_2 для растворения которых вводят основные оксиды K_2O Na_2O . В качестве основных флюсов используют углекислый натрий Na_2CO_3 , углекислый калий K_2CO_3 и буру $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$.

При **сварке меди и латуни** образуются основные оксиды (Cu_2O , ZnO , FeO и др.), поэтому для их растворения используют кислые флюсы (соединения бора).

Химическая активность флюса

Показателем активности флюса служит относительная величина $A_{\text{ф}}$ со значением от 0 до 1. В зависимости от химической активности флюсы подразделяются на четыре вида:

- высокоактивные ($A_{\text{ф}} > 0,6$);
- активные ($A_{\text{ф}}$ от 0,3 до 0,6);
- малоактивные ($A_{\text{ф}}$ от 0,1 до 0,3);
- пассивные ($A_{\text{ф}} < 0,1$).

Обращение с флюсами для сварки и их хранение

– Во избежание появления пор в швах влажность сварочных флюсов не должна превышать установленных норм. Влажность флюса АН-60 не должна превышать 0,05%; для остальных марок плавленных флюсов, выпускаемых по ГОСТ 9087-84 не более 0,10%.

– Флюсы повышенной влажности просушивают в печах при 100-110°C (стекловидные флюсы) и 290-310°C (пемзовидные флюсы). Фторидные флюсы прокаливают при 500-900°C.

– При повторном использовании флюсов размеры их частиц уменьшаются. Поэтому следует периодически просеивать флюс через сито и производить сварку под флюсом на меньших сварочных токах.

– При контроле качества флюса проверяются размер зерен, удельный вес, химический состав, влажность и другие характеристики.

– Упаковка флюса может осуществляться в полиэтиленовые мешки, пятислойные бумажные мешки, металлические барабаны или ящики.

Электродная проволока

Химический состав электродной проволоки определяет состав металла шва и, следовательно, его механические свойства.

Химический состав марок стали, из которой изготавливают проволоку, нормируется ГОСТ 2246-70 и согласно ему существует 6 марок из низкоуглеродистой стали (суммарное содержание легирующих элементов составляет менее 2,5%), 30 марок – из легированной стали (от 2,5 до 10%), и 41 марка – из высоколегированной стали (более 10%).

Согласно рекомендациям СНиП, для механизированной и ручной сварки стальных конструкций применяется :

- *низкоуглеродистая* проволока марок Св-08, Св-08А, Св-08АА, Св-08ГА, Св-10ГА и Св-10Г2;
- *легированная* проволока марок Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-08ХМ, Св-08ХМФ, Св-08ХН2М, Св-18ХМА, Св-10НМА и Св-08ХНМ (ГОСТ).
- *высоколегированная* проволока - для сварки стали высокой прочности.

При *полуавтоматической* сварке под слоем флюса применяют проволоку диаметром 1,6—2 мм,

Для *автоматической* сварки под слоем флюса стали толщиной до 5 мм используют сварочную проволоку диаметром 3 мм, при большой толщине — 5 мм.

3. Технология автоматической сварки под флюсом

3.1 Способы сварки под флюсом

- автоматический;
- полуавтоматический;
- ручной.

При **автоматической сварке** траектория и скорость движения электрода, а также скорость подачи проволоки регулируется управляющим процессором, рабочие участвуют только в качестве контролеров процесса для экстренного отключения сварочного агрегата.

Полуавтоматическая сварка под флюсом предполагает, что скорость подачи проволоки, сила тока сварки и угол наклона электрода к линии сварки регулируются автоматически, а ведение дуги осуществляется сварщиком вручную – через рукоятку или дистанционное управление.

Полуавтоматический сварочный агрегат позволяет вручную изменять отдельные параметры тока непосредственно во время процесса сварки.

Сварка под флюсом вручную применяется в небольших агрегатах, где система подачи флюса встроена в неплавящийся электрод, при этом сварщик регулирует направление движения, угол наклона и скорость хода электрода в ручном режиме, специальными кнопками управляя подачей флюса и силой тока сварки.

Общий порядок действий при сварке под флюсом:

- С поверхностей деталей снимается оксидная пленка.
- Детали закрепляются на сварочной плите.

- Выбираются настройки и режим сварочного аппарата.
- Заполняется резервуар для флюса.
- Устанавливается бухта наплавной проволоки, конец которой заправляется в электрод.
- Происходит процесс сваривания.
- После остывания деталей собирается неизрасходованный флюс, и шов очищается от шлака.

Важно следить за расходом проволоки и флюса, чтобы не допустить работы электрода вхолостую и повреждения деталей.

3.2 Многоэлектродная и многодуговая сварка под флюсом

Сварку стыковых швов с разделкой кромок и угловых швов, где требуется большое количество наплавленного металла, выполняют с порошковым присадочным металлом (ППМ). С этой же целью увеличивают до 100 мм вылет электрода. Это позволяет на 50...70 % увеличить количество наплавленного металла.

Двухэлектродная сварка

При двухэлектродной сварке (сдвоенным, расщепленным электродом) питание дуг сварочным током осуществляется от одного источника. Обычно расстояние между электродами < 20 мм и дуги горят в одном газовом пузыре, образуя единую сварочную ванну (рисунок 25.2,а).

Это повышает производительность сварки за счет повышения количества расплавленного электродного металла.

Электроды по отношению к направлению сварки могут быть расположены поперек или вдоль стыка кромок (рисунок 25.2,в).

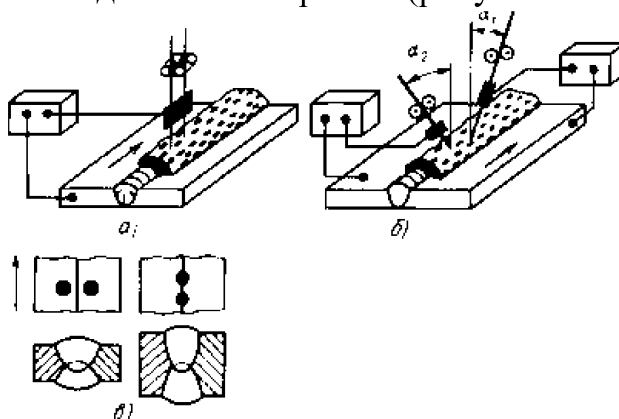


Рисунок 25.2 - Схемы многоэлектродной (а) и многодуговой (б) сварки под слоем флюса и варианты расположения электродов относительно оси стыка (в).

Первый вариант расположения электродов позволяет выполнять сварку при повышенных зазорах между кромками. Изменяя расстояние между электродами, можно регулировать форму и размеры шва. Удобно применение этого способа при наплавочных работах. Однако недостатком способа является некоторая нестабильность горения дуги.

При продольном расположении глубина проплавления шва несколько увеличивается, а при поперечном уменьшается.

Двухдуговая сварка

При двухдуговой сварке под флюсом каждый электрод присоединён к отдельному источнику постоянного или переменного тока либо дуги питаются разнородными токами. Образовавшиеся две дуги при малом расстоянии между электродами горят в одном газовом пузыре. Электроды располагаются перпендикулярно к свариваемой поверхности или наклонно в плоскости, параллельной направлению сварки (см. рисунок 25.2,б).

При отклонении первой дуги на угол α_1 растёт глубина проплавления этой дугой; при отклонении второй дуги на угол α_2 увеличивается ширина шва, определяемая этой дугой, из-за чего можно избежать подрезов по кромкам шва. Сварка по такой схеме даёт возможность резко повысить скорость, а значит, и производительность процесса сварки. При увеличенном расстоянии между электродами дуги направлены в отдельные сварочные ванны. Обычно в этом случае электроды располагаются перпендикулярно к поверхности изделия. Сварка под флюсом по этой схеме позволяет уменьшить вероятность появления закалочных структур в металле околошовной зоны и шва.

Первая дуга выполняет как бы предварительный подогрев, который уменьшает скорость охлаждения металла шва и околошовной зоны, а вторая дуга частично переплавляет первый шов и термически обрабатывает его. Изменяя сварочный ток каждой дуги и расстояние между ними, можно получать требуемый термический цикл сварки и регулировать свойства металла сварного соединения.

4. Оборудование для сварки под флюсом

Для сварки флюсом потребуются стационарные условия и оборудование:

- сварочная плита;
- наплавная проволока;
- неплавящийся электрод;
- система подачи флюса;
- система контроля

Сварочные плиты выполняются на бетонном основании из жаростойких материалов с возможностью закрепления деталей. Проволока берётся из материала свариваемых деталей, толщина от 0,3 до 12 мм. Электрод изготавливается из вольфрамового сплава с керамической оплёткой. Система подачи флюса представляет собой резервуар и шланг, конец которого отстоит от электрода на 10-30 см. Диаметр шланга подачи флюса должен позволять гранулам свободно сыпаться перед электродом. Промышленность выпускает два типа аппаратов для дуговой сварки под флюсом:

- С постоянной скоростью подачи электродной проволоки
- С автоматическим регулированием напряжения на дуге

1. Аппараты с постоянной скоростью подачи электродной проволоки, не зависящей от напряжения на дуге (основанные на принципе саморегулирования сварочной дуги) – для сварки проволокой до 3 мм

В сварочных головках с постоянной скоростью подачи при изменении длины дугового промежутка восстановление режима происходит за счет временного изменения скорости плавления электрода вследствие саморегулирования дуги. При увеличении дугового промежутка (увеличение напряжения на дуге) уменьшается сила сварочного тока, что приводит к уменьшению скорости плавления электрода. Уменьшение длины дуги вызывает увеличение сварочного тока и скорости плавления. В этом случае используют источники питания с жёсткой вольтамперной характеристикой

В сварочных головках с автоматическим регулятором напряжения на дуге нарушение длины дугового промежутка вызывает такое изменение скорости подачи электродной проволоки (воздействуя на электродвигатель постоянного тока), при котором восстанавливается заданное напряжение на дуге. При этом используют аппараты с падающей вольтамперной характеристикой.

Аппараты этих двух типов отличаются и настройкой на заданный режим основных параметров: сварочного тока и напряжения на дуге. На аппаратах с постоянной скоростью подачи заданное значение сварочного тока настраивают подбором соответствующего значения скорости подачи электродной проволоки. Напряжение на дуге настраивают изменяя напряжение холостого хода внешней характеристики источника питания.

2. Аппараты с автоматическим регулированием напряжения на дуге и зависящей от него скоростью подачи электродной проволоки (аппараты с авторегулированием) – для сварки проволокой диаметром более 3 мм.

На аппаратах с авторегулированием напряжение на дуге задаётся на пульте управления и автоматически поддерживается постоянным во время сварки. Заданное значение сварочного тока настраивают изменением крутизны внешней характеристики источника питания.

Настройка других параметров режима сварки (скорости сварки, вылета электрода, высоты слоя флюса и др.) аналогична для аппаратов обоих типов и определяется конструктивными особенностями конкретного аппарата.

5. Процесс автоматической сварки под флюсом

Ручная дуговая сварка имеет ряд недостатков, основными из которых являются невысокая производительность и неоднородное качество сварного шва. При ручной сварке сварщик должен поддерживать дугу, подавать электрод по мере его расплавления и перемещать электрод вдоль шва. Автоматизация этих операций приводит к автоматической сварке. При этом производительность повышается в 5-10 и более раз и получается однородное

качество сварного соединения.

Автоматизированная сварка осуществляется таким способом, что оператор выполняет лишь отладку оборудования при соответствующем режиме работы. Последовательность действий и технология:

- К соединяемым деталям автоматическим режимом подводится флюс, высота слоя регулируется по отношению к толщине металла, забор продукта происходит из специально отведенного бункера.
- Кассетным механизмом подается проволока электрода, без которой процесс невозможен.
- Скорость работы выбирается таким образом, чтобы образовывалась качественная сварочная ванна, предотвращающая разбрызгивание металла.
- Изделие с более маленькой плотностью всплывает на поверхность ванны, что не влияет на свойства шва. Неизрасходованный материал механически собирается в целях экономии.

Схема сварки под флюсом показана на рисунке 25.3. При автоматическом процессе механизированы подача флюса, возбуждение дуги, установление и поддержание режима сварки, перемещение электрода вдоль соединяемых кромок, заварка кратера, прекращение процесса по выполнению шва и уборка флюса.

Для нагрева и расплавления металла используется теплота, выделяемая сварочной дугой *1*. В процессе сварки электрод *2* со всех сторон окружён защитным и формирующим слоем флюса *3*. Высота и ширина слоя флюса, насыпаемого на основной металл из бункера *4*, выбираются из условий обеспечения полной изоляции зоны дуги от окружающей атмосферы и создания вокруг так называемого плавильного пространства плотного, формирующего жидкий металл, барьера. Дуга располагается под заполненной газами и парами оболочкой из жидкого шлака *5* в плавильном пространстве. Наличие оболочки гарантирует физическую изоляцию зоны дуги от контакта с азотом и кислородом воздуха.

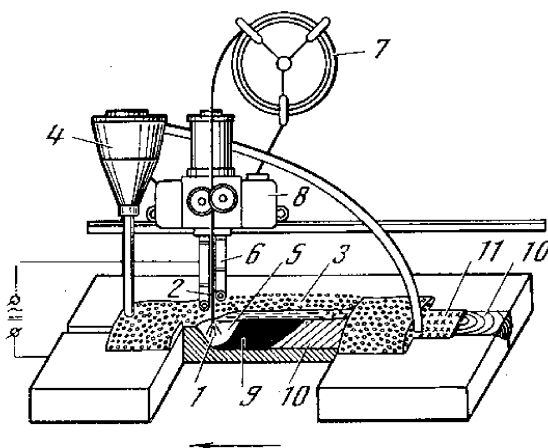


Рисунок 25.3 - Схема автоматической дуговой сварки под слоем флюса:

- 1– сварочная дуга; 2– электродная проволока; 3– флюс;
- 4– бункер для флюса; 5– газовый пузырь; 6– мундштук (место токоподвода);
- 7– бухта с электродной проволокой; 8– самоходная сварочная головка;
- 9– сварочная ванна (расплавленные электродный и основной металлы);
- 10– сварочный шов (закристаллизовавшийся металл сварочной ванны);

11– корка затвердевшего шлака.

Столб и ореол дуги, находящейся под флюсом, невидимы. Это исключает возможность визуального наблюдения за положением конца электрода.

Контроль за процессом сварки ведут по приборам и указателю положения электрода. Электродная проволока, ток к которой подводится через мундштук **6**, по мере плавления со скоростью, обеспечивающей стабильное существование дугового разряда, из бухты **7** подаётся к изделию специальной самоходной **8** или самоходной сварочной головкой.

Под воздействием электродинамических, взрывных и гравитационных сил жидкий металл с конца плавящегося электрода в виде мелких капель и пара переносится на основной металл. Размер и частота переноса капель определяется режимом сварки. Пройдя через дуговой промежуток, капли электродного металла сливаются с жидким металлом, образующимся при расплавлении кромок соединяемых деталей. Формируется единая сварочная ванна **9**. По мере образования сварочной ванны дуга перемещается вдоль изделия или изделие перемещается под дугой при помощи механизмов различной конструкции. После удаления источника нагрева идёт процесс остывания и кристаллизации металла сварочной ванны. Образуется шов **10**, имеющий литую столбчатую структуру. Поверхность шва покрыта коркой из затвердевшего шлака **11**. Химический состав металла шва зависит от состава и долей участия в нем основного и электродного металла, а также от взаимодействия металла с газовой фазой и шлаком. Практически весь электродный металл участвует в образовании шва.

6. Режимы сварки под флюсом и технико-экономические показатели процесса

Режим сварки под флюсом выбирается в зависимости от толщины и металла свариваемых деталей. Для каждого режима существует свой диапазон напряжения, силы тока сварки и диаметр проволоки. Скорость формирования шва колеблется в пределах от 6 до 100 метров в час.

- Если толщина свариваемых деталей **от 2 до 10 мм**, то выбирается режим сварки на стальной подкладке под стыком деталей.
- Режим на флюсовой подушке подходит для сварки деталей толщиной 10-25 мм,
- Сварка деталей толщиной 16-70 мм выполняется в режиме предварительной ручной проварки нижней части шва.

Расчёт режимов сварки

1. Диаметр электродной проволоки выбирают таким, чтобы он обеспечил максимальную производительность сварки (наплавки) при требуемой глубине проплавления.

С увеличением толщины свариваемых деталей растёт диаметр проволочного электрода и сварочный ток, но уменьшается скорость

формирования сварного шва.

Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А
2	200-400
3	300-600
4	400-800
5	700-1000
6	700-1200

2. Расчет сварочного тока, А:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_3^2 \cdot a}{4}$$

Рекомендуется использовать высокие значения плотности тока в электродной проволоке:

- при сварке $a \geq 40 \div 50 \text{ А/мм}^2$ - для более глубокого проплавления,
- при наплавке $a \leq 30 \div 40 \text{ А/мм}^2$ - для снижения глубины проплавления.

Наплавку рекомендуется выполнять при постоянном токе прямой полярности. Вылет электродной проволоки принимается $30 \div 60 \text{ мм}$, при этом более высокие его значения соответствуют большему диаметру проволоки и силе тока.

3. Напряжение сварки существенно увеличивается только при толщине деталей свыше 25 мм.

Зависимость напряжения дуги от силы сварочного тока (флюс АН-348А):

Сила сварочного тока, А	180-300	300-400	500-600	600-700	700-850	850-1000
Напряжение дуги, В	32-34	34-36	36-40	38-40	40-42	41-43

4. Скорость подачи электродной проволоки, м/ч:

$$V_{пр} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_{пр}^2 \cdot \rho}$$

где $d_{пр}$ – диаметр проволоки, мм;

ρ – плотность металла электродной проволоки, г/см³ (для стали $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$).

Коэффициент расплавления проволоки сплошного сечения при сварке под флюсом определяется по формулам:

- для переменного тока:

$$\alpha_p = 7,0 + 0,04 \cdot \frac{I_{св}}{d_{пр}}$$

- для постоянного тока прямой полярности:

$$\alpha_p = 2 + \sqrt{\frac{I_{св}}{d_{пр}}}$$

- для постоянного тока обратной полярности

$$\alpha_p = 10 \div 12 \text{ г/Ач}$$

5. Скорость сварки, м/ч:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{100 \cdot F_B \cdot \rho}$$

где α_n - коэффициент наплавки, г/А ч;

$$\alpha_n = \alpha_p(1 - \Psi),$$

где Ψ - коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание,

принимается равным $0,02 \div 0,03$.

F_B - площадь поперечного сечения одного валика, см^2 ,

При наплавке за один проход можно принять равной $0,3 \div 0,6 \text{ см}^2$.

6. Масса наплавленного металла, г:

При сварке

$$G_H = F_{\text{шв}} \cdot l \cdot \gamma, \text{ г}$$

где l – длина шва, см;

Γ – плотность наплавленного металла (для стали $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$).

При наплавке

$$G_H = F_{\text{нп}} \cdot h_H \cdot \gamma, \text{ г}$$

где $F_{\text{нп}}$ – площадь наплаваемой поверхности, см^2 ;

h_H – требуемая высота наплаваемого слоя, см.

7. Расход электродной проволоки $G_M = G_H (1 + \psi)$, кг

где ψ – коэффициент потерь ($\psi = 0,1 \dots 0,15$)

8. Расход флюса, г/пог.м:

$$G_{\Phi} = \frac{(U_D - 1,8) \cdot 780}{V_{\text{св}}}$$

Толщина слоя флюса зависит от силы сварочного тока:

Сварочный ток, А	200-400	400-800	800-1200
Толщина слоя флюса, мм	25-35	35-45	45-60

9. Время горения дуги (основное время)

$$t_0 = \frac{G_H}{\alpha_H \cdot I_{\text{св}}}, \text{ ч}$$

где G_H - масса наплавленного металла шва данного типа, кг;

α_H — коэффициент наплавки, $\text{г/А} \cdot \text{ч}$; $I_{\text{св}}$ — сила сварочного тока, А.

10. Полное время сварки (наплавки), ч,

$$T = \frac{t_0}{k_H}$$

где t_0 – время горения дуги (основное время), ч;

k_H – коэффициент использования сварочного поста, принимается $0,6-0,7$.

11. Расход электроэнергии, кВт·ч

$$A = \frac{U_D \cdot I_{\text{св}}}{\eta \cdot 1000} \cdot t_0 + W_0 \cdot (T - t_0)$$

где U_D – напряжение дуги, В;

W_0 – мощность источника питания, работающего на холостом ходе, кВт.

На постоянном токе $W_0 = 2,0-3,0$ кВт, на переменном – $W_0 = 0,2 \div 0,4$ кВт.

T – полное время сварки или наплавки, ч.

η – КПД источника питания сварочной дуги (при постоянном токе $0,6 \div 0,7$, при переменном $0,8 \div 0,9$);

Режим св

арки под флюсом можно определить также с помощью справочных таблиц.

Таблица 1 - Режимы автоматической односторонней сварки под флюсом стыковых швов на флюсовой подушке без разделки кромок

Толщина металла, мм	Тип шва и подготовка кромок	Зазор, мм	Диаметр проволоки, мм	№ слоя	Сварочный ток, А	Напряжение дуги, В		Скорость сварки, $1,10^{-3}$ м/с
						переменный ток	постоянный ток (обратная полярность)	
10	Односторонний без разделки кромок	2—4	5	—	700—750	34—38	30—32	7,8—8,3
14		4—6	5	—	850—900	36—40	30—34	7—7,5
16		5—7	5	—	900—950	28—42	30—34	5,6—6,1
10	Двусторонний без разделки кромок	2—4	5	—	700—750	} 36—40	30—34	7,8—8,3
14		2—4	4	—	675—725			7,8—8,3
16		2—4	5	—	725—775			7,5—8,1
Более 17	Многослойный, одно- и двусторонний, с У- и Х-образной подготовкой кромок	3—1	4—5	—	750—800	36—38	33—35	5,6—6,1
		3—1	4—5	2 и последующие	825—875	38—40		

Таблица 2 - Режимы автоматической сварки под флюсом стыковых швов на флюсовой подушке без разделки кромок с обязательным зазором

Толщина металла, мм	Зазор, мм	Тип шва	Диаметр проволоки, мм	$I_{св}$, А	U , В		Скорость сварки, м/ч
					Переменный ток	Постоянный ток (обратная полярность)	
3	0—1,5	Односторонний	2	275—300	28—30	26—28	48—50
5	0—2	»	2	400—425	28—30	26—28	38—40
		»	4	575—625	28—30	26—28	48—50
8	2—4	»	5	675—725	32—36	26—28	30—32
8	2—4	Двусторонний	4	650—700	34—38	30—32	35—37
		»	5	625—675	34—38	30—32	35—37
10	2—4	Односторонний	5	700—750	34—38	30—32	28—30
10	1—3	Двусторонний	5	650—700	34—38	30—32	32—34
		»	4	625—675	34—38	30—32	32—34
12	4—5	Односторонний	5	750—800	36—40	30—34	25—27
12	2—4	Двусторонний	5	675—725	36—40	30—34	30—32
		»	4	650—700	36—40	30—34	30—32
14	4—6	Односторонний	5	850—900	36—40	30—34	25—27
14	2—4	Двусторонний	5	700—750	36—40	30—34	28—30
		»	4	675—725	36—40	30—34	28—30
16	5—7	Односторонний	5	900—950	38—42	30—34	20—22
16	2—4	Двусторонний	5	725—775	36—40	30—34	27—29
		»	4	700—750	36—40	30—34	27—29
20	5—7	Односторонний	5	950—1000	40—44	32—36	18—20
20	2—4	Двусторонний	5	775—825	38—42	32—36	22—24
		»	4	750—800	38—42	32—36	22—24
30	6—8	»	5	950—1000	40—44	—	16—18
40	8—10	»	5	1100—1200	40—44	—	12—14
50	10—12	»	5	1200—1300	44—48	—	10—12

Таблица 3 - Режимы автоматической односторонней сварки под флюсом стыковых швов на флюсовой подушке без разделки кромок по ручной подварке

Толщина металла, мм	Зазор, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи электродной проволоки диаметром 5 мм, м/ч
6	0...1,5	600	34...36	54	54,6
8 10	0...2	650 750	35...38	46 40	60,7 75,5
12 14	0...2,5	800 900	36...38 36...40	34 28	83,2 95,2
16	0...3	950	38...40	26	103

Таблица 4 - Режимы автоматической сварки под флюсом стыковых швов на флюсовой подушке

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Зазор, мм	Переменный ток			Постоянный ток, обратная полярность		
			Сила сварочного тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Сила сварочного тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч
2	1,6	0...1	—	—	—	180	24...28	45
2 4 6	2	0...1 0...2 0...3	240...260 375...400 465...485	28...30 28...30 32...34	28...30 35...40 30...32	250...280 330...350 430...450	28...30 29...30 32...34	45 40 35...40
2 4 6 8	3	0...1 0...2 0...3 0...3	360...380 500...520 550...580 600...630	20...30 28...32 30...33 32...36	60...65 40...45 35...40 35...40	380...400 450...470 510...520 520...640	30...32 31...33 31...33 34...36	35 40 35 35
4 6 8	4	0...2 0...3 0...3,5	525...550 600...650 700...780	28...30 28...30 32...36	48...50 40...42 32...34	— — —	— — —	— — —
6 8 10 12 14 16	5	0,3 0...3,5 3,0...4,0 4,0...5,0 4,0...5,0 5,0...6,0	800...850 900...950 700...750 750...800 850...900 900...950	32...36 36...38 34...30 36...40 36...40 38...42	50...55 45...50 30...35 25...30 20...25 15...20	— — — — — —	— — — — — —	— — — — — —

Таблица 5 - Режимы автоматической сварки меди под керамическим флюсом

Соединение	Разделка кромок	Толщина металла, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч
Стыковое	Без разделки	5...6	500...550	38...42	45...50
		10...12	700...800	40...44	15...20
		16...20	850...1000	45...50	8...12
	U-образная	25...30	1000...1100	45...50	6...8
35...40		1200...1400	48...55	4...6	
Угловое	Односторонняя	16...20	850...1000	45...50	8...12
		25...30	1000...1100	45...50	6...8
	U-образная	35...40	1200...1400	48...55	4...6
		45...60	1400...1600	48...55	3...5

Примечание. Для сварки меди толщиной менее 10 мм используют те же плавные флюсы, что и для стали.

Таблица 6 - Режимы автоматической сварки латуни (ЛС59-1, ЛС62-1, Л62, ЛМц58-2) под флюсом АН-20 проволокой БрОЦ4-3

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Примечание
3	1,5	160...180	24...26	20	Односторонняя сварка
4	1,5	180...200	24...26	20	То же Двусторонняя сварка
		140...160		25	
8	1,5	360...380	26...28	20	Односторонняя сварка Подварочный шов Второй проход
		260...300	28...30	22	
		320...340	28...30	24	
12	2	450...470	30...32	25	Односторонняя сварка Подварочный шов Второй проход
		360...375		25	
		400...425		28	
18	3	650...700	32...34	30	Подварочный шов Второй проход
		700...750			

Таблица 7- Режимы автоматической сварки под флюсом углеродистых и низколегированных сталей

Толщина металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Мин кол-во проходов в шве	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Величина вылета проволоки, мм
30	4	4	650-750	28-32	87-95	18-22	35-40
50	4-5	8	800-850	30-32	87-95	18-22	35-40
>60	5	10-15	900-950	38-40	100-110	18-22	35-40

Таблица 8 - Режимы автоматической сварки под флюсом коррозионностойких сталей

Толщина металла, мм	Диаметр сварочной проволоки, мм	Число проходов в шве	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Скорость сварки, м/ч	Величина вылета проволоки, мм
30	4	6	400-450	28-32	87-95	18-30	35-40
50	4	10	525-600	30-32	87-95	18-30	35-40
>60	5	12-18	700-750	38-40	100-110	18-30	35-40

Таблица 9 - Режимы автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом тавровых соединений при положении "в лодочку"

Катет шва, мм	Диаметр проволоки, мм	$I_{св}$, А	U_d , В	$u_{св}$, м/ч
6	2...3	450...500	34...36	25...30
8	3...4	550...600	34...36	25...30
10	4...5	620...670	34...36	20...25
12	4...5	650...700	36...38	16...20

Сварка алюминия

Таблица 10- Режимы автоматической сварки алюминия по флюсу одной электродной проволокой

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Скорость сварки, м/ч	Слой флюса, мм	
				Высота	Ширина
4	1,0...1,1	140...160	24...26	7	25
6	1,2...1,3	160...170	24...26	8	26
8	1,4...1,5	190...210	20...22	9	26
10	1,6...1,7	220...250	20...22	9	27
12	1,8...1,9	260...280	18...19	10	27
14	2,1...2,3	300...350	17...18	11	29
16	2,5...2,6	350...370	16...17	11	32
18	2,8...2,9	400...450	15...16	12	42
20	3,0...3,1	450...470	14...15	14	40
22	3,2...3,3	470...480	13...14	15	44
25	3,5...3,7	500...550	12...13	16	46

Таблица 11 - Режимы автоматической сварки алюминия по флюсу расщепленным электродом

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Расстояние между осями проволок, мм	Суммарный сварочный ток, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Слой флюса, мм	
						Высота	Ширина
12	1,6	7...9	320...340	34...36	17...18	30	11
16	2,0	8...10	400...450	38...40	15...16	42	12
20	2,5	9...12	460...500	38...40	12...14	46	16

Таблица 12 - Режимы автоматической сварки алюминия под флюсом

Толщина металла, мм	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч
14	3	550...620	28...34	13	184
34	2,5	1100...1200	32...36	13	476
40	3	1400...1500	34...38	13	496
50	3	1800...1900	36...38	13	624
62	3,6	1900...2100	36...42	8	515

* Флюсы ЖС-64, ЖС-64А.

Технико-экономические показатели

Высокое качество сварного соединения достигается за счет надежной защиты расплавленного металла от взаимодействия с воздухом, его металлургической обработки, легирования расплавленным флюсом. Процесс сварки под флюсом значительно экономичнее по сравнению процессом ручной дуговой сварки :

- производительность 6-21 кг/час (в 6-10 раз выше ручной) ,
- коэффициент наплавки – 14-18 г/А'ч, (в 1,5-2,0 раза выше)
- потери на угар и разбрызгивание - 1-3% (в 5 раз ниже),
- расход флюса составляет 1,1-1,4 расхода электродной проволоки.
- уменьшение потребления электрического тока до 40%,
- вылет электрода 50-70мм (в 6-7 раз меньше),
- сила тока 50-150 А/мм² (в 6-8 раз больше при одном диаметре)

Контрольные вопросы:

1. С помощью каких устройств регулируется сварочный ток при сварке под флюсом?
2. Как подается флюс в зону сварки?
3. Каких диаметров сварочная проволока применяется для сварки под флюсом?
4. Перечислите наиболее часто применяемые марки сварочных флюсов;
5. Как регулируется скорость подачи проволоки?
6. Какие параметры режима сварки под слоем флюса Вы знаете?
7. Как влияют параметры режима сварки на форму сварного шва?
8. Сварочные проволоки для сварки под флюсом.
9. Классификация и составы флюсов для дуговой сварки.
10. Какая существует зависимость между силой сварочного тока и скоростью подачи проволоки?
11. Как влияет погонная энергия сварки на величину проплавления?
12. На основании чего выбирают марку и диаметр сварочной проволоки?
13. Можно ли уменьшать силу тока при сварке последующих слоев многослойного шва при сварке без перерывов?

14. Для чего применяют выводные планки?
15. Как используются флюсовые подушки?
16. Какое сечение шва в кв. мм можно получить за 1 проход при автоматической сварке под флюсом?