

Министерство образования и науки Хабаровского края  
Краевое государственное бюджетное профессиональное образовательное  
учреждение «Хабаровский техникум техносферной безопасности и  
промышленных технологий»

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
по выполнению практической работы  
*Технология сварки под флюсом. Выбор режимов, оборудования и  
особенности технологии сварки под флюсом*  
по дисциплине «Сварка в судоремонте»

26.02.05 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Выполнил преподаватель  
Кравцова Н.И.

Хабаровск  
2019 г.

## Цель работы:

1. Изучить сварку под флюсом.
2. Ознакомится с технологией выполнения сварных изделий

## Общие сведения

**Сварка под флюсом** — это дуговая сварка, при которой дуга горит под слоем сварочного флюса, обеспечивающего защиту сварочной ванны от контакта с воздухом.

Сварка под флюсом является одним из основных способов выполнения сварочных работ в промышленности и строительстве. Она существенно изменила технологию изготовления сварных изделий.

По степени механизации процесса различают автоматическую и механизированную сварку под флюсом.

Для получения качественных сварных швов взамен электродных покрытий применяют гранулированное вещество, называемое флюсом.

Автоматическая сварка под флюсом производится при помощи автоматической установки (сварочная головка или сварочный трактор). Эта

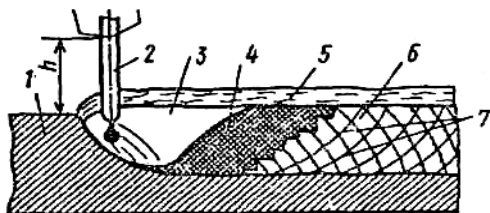


Рис. 1. Плавильное пространство при сварке под флюсом: 1 — основной металл; 2 — электродная проволока; 3 — передняя часть сварочной ванны; 4 — хвостовая часть сварочной ванны (жидкий металл); 5 — флюс; 6 — закристаллизовавшийся сварной шов; 7 — границы кристаллизационных слоев,  $h$  — вылет электрода

установка подает электродную проволоку и флюс в зону сварки, перемещает дугу вдоль свариваемого шва и поддерживает ее горение. Принципиальная схема автоматической сварки под флюсом выглядит так (рис. 1).

Электродная проволока подается в зону сварки. Кромки свариваемого изделия в зоне сварки покрываются слоем флюса, подаваемого из бункера. Толщина слоя флюса составляет 30-50 мм. Сварочный ток подводится от источника тока к электроду через токоподводящий мундштук (изготавливается из меди и её сплавов), находящийся на небольшом расстоянии от конца электродной проволоки, благодаря чему при автоматической сварке можно применять большие сварочные токи. Дуга возбуждается между свариваемым изделием и электродной проволокой. При горении дуги образуется ванна расплавленного металла, закрытая сверху расплавленным шлаком и оставшимся нерасплавленным флюсом. Нерасплавленный флюс отсасывается шлангом обратно в бункер. Пары и газы, образующиеся в зоне дуги, создают вокруг нее замкнутую газовую полость. Некоторое избыточное давление, возникающее при термическом расширении газов, оттесняет жидкий металл в сторону, противоположную направлению сварки. У основания дуги (в кратере) сохраняется лишь тонкий слой металла. В таких условиях обеспечивается глубокий провар основного металла. Так как дуга горит в газовой полости,

закрытой расплавленным шлаком, то значительно уменьшаются потери теплоты и металла на угар и разбрызгивание.

По мере перемещения дуги вдоль разделки шва наплавленный металл остывает и образует сварной шов. Жидкий шлак, 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 металла шва.

Как отмечалось ранее, флюсы влияют на устойчивость горения дуги, формирование и химический состав металла шва. Флюсы в значительной мере определяют стойкость металла шва против образования пор и кристаллизационных трещин.

Требуемые механические свойства, структура металла шва и сварного соединения в целом обеспечиваются применением сочетания флюса и электродной проволоки.

Размеры и форма шва при сварке под флюсом характеризуются глубиной провара, шириной шва, высотой выпуклости и т.д. Закономерности изменения формы шва обусловлены главным образом режимом сварки и практически мало зависят от типа сварного соединения.

Автоматическую сварку под флюсом отличают следующие преимущества:

- высокая производительность, превышающая ручную сварку в 5-10 раз. Она обеспечивается применением больших токов ввиду малых значений вылета  $h$ -электродной проволоки без опасения значительного ее перегрева в вылете и отслаивания обмазки как в покрытом электроде, более концентрированным и полным использованием теплоты в закрытой зоне дуги, снижением трудоемкости за счет автоматизации процесса сварки;
- высокое качество сварного шва вследствие защиты металла сварочной ванны расплавленным шлаком от кислорода и азота воздуха, легирования металла шва, увеличения плотности металла при медленном охлаждении под слоем застывшего шлака;
- экономия электродного металла при значительном снижении потерь на угар, разбрызгивание металла и огарки. При ручной сварке эти потери достигают 20-30%, в то время как при автоматической сварке под флюсом они не превышают 2-5%;
- экономия электроэнергии за счет более полного использования теплоты дуги по сравнению с ручной сваркой. Затраты электроэнергии при автоматической сварке уменьшаются на 30-40%.

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

сварщика от воздействия излучений дуги, а для вытяжки газов достаточно естественной вытяжной вентиляции.

Автоматическая сварка имеет и недостатки — это прежде всего ограниченная маневренность сварочных автоматов и производство сварки главным образом в нижнем положении.

Параметры режима сварки под флюсом условно можно разбить на основные и дополнительные.

К основным параметрам относят величину сварочного тока, его род и полярность, напряжение дуги, диаметр электродной проволоки и скорость сварки. При сварке под флюсом с постоянной скоростью подачи электродной проволоки часто вместо сварочного тока используют термин "скорость подачи электродной проволоки". Чем выше скорость подачи электродной проволоки, тем больше должен быть сварочный ток, чтобы расплавить проволоку, подаваемую в сварочную ванну.

К дополнительным параметрам режима сварки под флюсом относят величину вылета электродной проволоки, состав и строение флюса, а также положение изделия и электрода при сварке.

Глубина провара и ширина шва зависят от всех параметров режима сварки. С увеличением силы тока глубина провара увеличивается. При сварке постоянным током обратной полярности глубина провара примерно на 40-50 % больше, чем при сварке постоянным током прямой полярности. При сварке переменным током глубина провара на 15-20 % ниже, чем при сварке постоянным током обратной полярности.

Уменьшение диаметра электродной проволоки приводит к увеличению глубины провара, так как увеличивается плотность тока. При этом ширина шва уменьшается.

Данные по влиянию сварочного тока и диаметра электродной проволоки на глубину провара приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Влияние силы сварочного тока, его плотности и диаметра электродной проволоки на глубину провара**

Диаметр электродной, мм	Глубина провара, мм					
	3	4	5	6	8	10
2	200 64	500 157	400 57	375 29	675 53	550 28
3	300 104	600 200	500 71	425 36	800 64	600 31
4	350 127	300 43	625 89	500 40	450 23	725 37
5	400 143	350 50	750 107	550 44	500 26	825 42

*В первой строке приведены значения сварочного тока (А), а во второй - значение его плотности (А/мм²).*

Из приведенных данных следует, что при автоматической сварке под флюсом для получения глубины провара 5 мм при диаметре электродной проволоки 2 мм требуется сварочный ток 350А, а при диаметре 5 мм - 500А. На практике больше

применяют малые диаметры электродной проволоки. Это позволяет применять меньшие значения сварочного тока в сочетании с высокой производительностью процесса сварки.

Напряжение дуги при сварке под флюсом не оказывает существенного влияния на глубину провара. Увеличение напряжения дуги приводит к увеличению ширины шва.

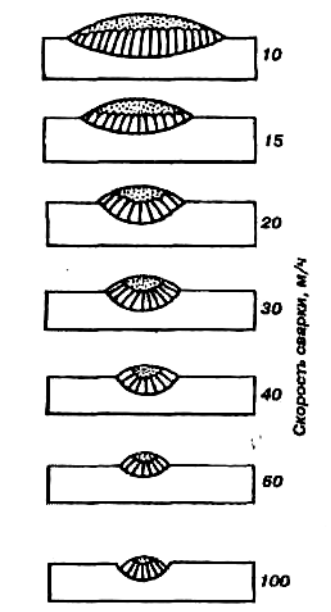


рис. 2 Влияние скорости сварки на форму шва.

Влияние скорости сварки на глубину провара неоднозначно. При малых скоростях сварки 10-12 м/час глубина проплавления при прочих равных условиях минимальная. При увеличении скорости сварки ширина шва заметно сокращается, выпуклость шва несколько возрастает, глубина проплавления незначительно увеличивается. При увеличении скорости сварки до 70-80 м/час глубина проплавления и ширина шва уменьшаются, а при дальнейшем увеличении скорости сварки влияние различных факторов приводит к тому, что образуются краевые непровары-зоны неплавления (рис. 2).

На форму и размеры шва влияют не только основные параметры режима сварки, но и дополнительные.

Влияние наклона электрода сказывается на изменении положения дуги. По положению электрода вдоль шва различают сварку с наклоном электрода углом вперед или углом назад (рис.3).

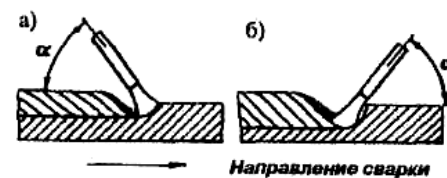


рис. 3. Влияние угла наклона электрода: а - углом вперед (меньшая глубина проплавления); б - углом назад (большая глубина проплавления).

В первом случае существенно уменьшается глубина провара и увеличивается ширина шва. При наклоне электрода углом назад происходит некоторое увеличение глубины провара и уменьшение ширины шва, поэтому зоны несплавления могут образоваться при меньшей скорости сварки, чем при вертикальном расположении электрода. Этот метод чаще применяется при двухдуговой сварке.

Наклон изделия по отношению к горизонтальной плоскости также оказывает влияние на формирование шва. При сварке на подъем увеличивается глубина провара и уменьшается ширина шва. Если угол подъема изделия при сварке под флюсом будет более  $6^\circ$ , то по обе стороны шва могут образоваться подрезы. При сварке на спуск глубина провара уменьшается.

Изменение вылета электрода и марки флюса приводит к изменению условий выделения теплоты. Увеличение вылета электрода вызывает увеличение напряжения на дуге, уменьшение сварочного тока и глубины провара. Особенно заметно влияние вылета электрода при механизированной сварке проволокой диаметром 1,0-2,5 мм. В этом случае колебания вылета электрода в пределах 8-10 мм могут привести к резкому ухудшению формирования шва.

Флюсы отличаются стабилизирующими свойствами, плотностью, газопроницаемостью в жидком состоянии и вязкостью. Повышенные стабилизирующие свойства флюсов приводят к увеличению длины и напряжения дуги, в результате чего возрастает ширина шва и уменьшается глубина провара. Аналогичный процесс формирования шва происходит при сварке с уменьшением насыпной массы флюса.

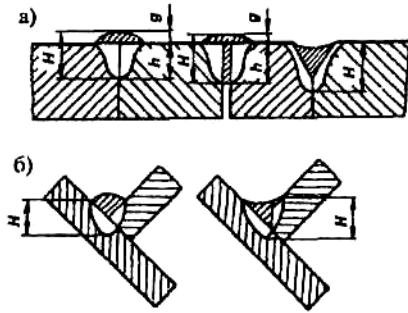


рис. 4. Влияние зазора и разделки на форму шва: а - при стыковых швах; б - при угловых швах; Н - общая высота шва; h - глубина провара; q - высота выпуклости шва.

Зазор между деталями, разделка кромок и вид сварного соединения не оказывают значительного влияния на форму шва. Очертание провара и общая высота шва Н остаются практически постоянными. Чем больше зазор или разделка кромок, тем меньше доля основного металла в металле шва (рис.4).

Из рисунка видно, что в зависимости от зазора или разделки кромок шов может быть выпуклым, нормальным или вогнутым. Наиболее существенное влияние на форму и качество шва влияет непосредственно зазор между деталями. При сварке вручную сварщик может сам выправить дефект сборки (заплавить увеличенный зазор) и обеспечить требуемую форму шва. При автоматической сварке это осуществить невозможно. Плохая сборка не обеспечит заданные зазоры и получение качественного шва.

При сварке под флюсом наибольшее применение получили стыковые соединения с односторонними и двухсторонними швами с разделкой и без разделки кромок, односторонние и двухсторонние. Для получения качественного

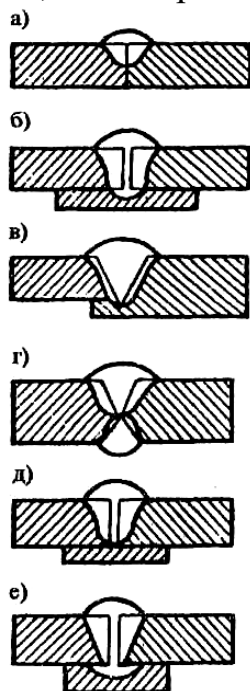


рис. 5. Способы односторонней автоматической сварки под флюсом: 1 - без разделки кромок с неполным проваром; 2 - сварка на остающейся стальной подкладке; 3 - сварка в замок; 4 - сварка с предварительной подваркой; 5 - сварка на медной подкладке; 6 - сварка на медно-флюсовой подкладке.

сварного шва необходимо применять входные и выходные планки. Односторонняя автоматическая сварка без разделки кромок с неполным проваром (сварка на весу) должна выполняться на таком режиме, чтобы непроплавленный слой основного металла мог удерживать сварочную ванну.

Если при односторонней сварке требуется обеспечить полный провар, то необходимо принять технологические меры с тем, чтобы жидкий металл не вытекал в зазор. Для предотвращения прожогов сварку производят на остающейся стальной подкладке или в замок. Сварку также можно производить на медной или флюсовой подкладке, на флюсовой подушке. В некоторых случаях предварительно проваривают корень шва механизированной сваркой (рис. 5).

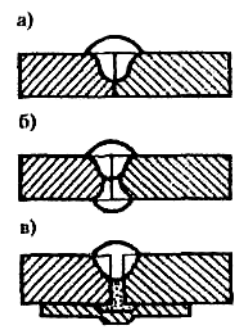


рис. 6. Выполнение стыкового шва автоматической сваркой: а - сварка первого шва на 3-4 мм; б - сварка второго шва с перекрытием первого шва на 3-4 мм; в - сварка первого шва на флюсо-бумажной подкладке.

Двухсторонняя автоматическая сварка является основным методом получения высококачественных швов. В этом случае стыковое соединение сначала

проваривают автоматической сваркой с одной стороны на весу так, чтобы глубина проплавления составляла чуть больше половины толщины свариваемых деталей. После кантовки (поворота) изделия сварку производят с противоположной стороны (рис. 6 а, б).

В результате некоторых технологических трудностей не всегда удается выполнить первый проход без нарушений технологии. Для того, чтобы гарантировать качество шва при первом проходе, применяют сварку на флюсо-бумажных подкладках (рис. 6 в).

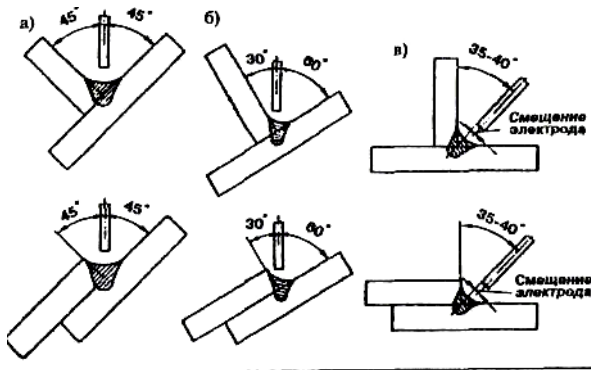


рис. 7 Схема сварки угловых швов.

Тавровые, угловые и нахлесточные соединения сваривают угловыми швами. Швы в "лодочку" свариваются вертикальным электродом. Другие швы нижнего положения — наклонным электродом. Основная трудность при сварке "в лодочку" заключается в том, что жидкий металл протекает в зазоры. В этом случае к сборке под сварку предъявляются более жесткие требования. Если зазор

более 1,0-1,5 мм, то необходимо принимать меры, предупреждающие протекание жидкого металла (также, как и при сварке стыковых швов). Схема сварки угловых швов приведена на рис. 7

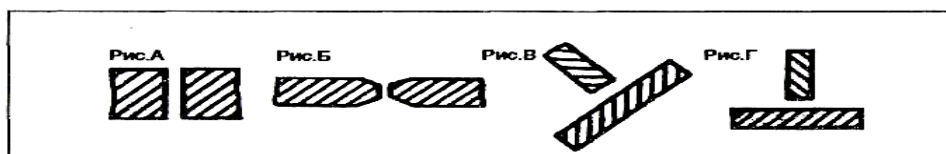
Ориентировочные режимы сварки под флюсом наиболее распространенных типов сварных швов приведены в табл. 2. Сборку деталей под сварку выполняют согласно требованиям ГОСТ 8713-71.

Таблица 2.

Параметры режимов сварки

Эскиз заготовки кромок	Толщина свариваемого металла	Зазор при сборке, мм	Тип шва	d <sub>э</sub> , мм	I <sub>св</sub> , А	Напряжения В, Ц дуги*		V <sub>св</sub> , м/ч	Применение
						-	«ОП»		
рис. А	5	0 - 2	Односторонний	4	575-625	28-30	26-28	48-50	Сварка стыковых швов на флюсовой подушке с обязательным зазором
	8	2 - 4	>>	5	675-725	32-36	26-28	30-32	
	8	2 - 4	Двусторонний	5	650-700	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	
	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	
рис. Б	>17	-	1-й шов	5	750-800	-	36-38	20,0-22,0	Многослойная сварка стыковых швов
		-	2-й и последующие швы	5	825-875	-	36-38	20,0-22,0	
рис. В	6	-	-	4	575-600	34-36	30-32	52-54	Сварка угловых швов "в лодочку"
	8	-	-	4	575-625	34-36	32-34	30-32	
	10	-	-	5	675-725	34-36	32-34	30-32	
рис. Г	-	-	-	4	480-500	-	28-30	58-60	Сварка угловых швов "в угол"
	-	-	-	4	675-700	-	32-34	48-50	

\*ОП - обратная полярность.



## Задание:

### I. Ответить на вопросы:

1. В чем заключается сущность сварки под флюсом и каковы ее преимущества ?
2. Какие флюсы используются при сварке?
3. В каком режиме производится сварка под флюсом и как он влияет на формирование шва
4. Какие особенности существуют при односторонней автоматической сварки под флюсом?
5. Какие достоинства существуют при двухсторонней автоматической сварки под флюсом?
6. В чем особенности автоматической сварки угловых швов?
7. Какая разница между сварочным аппаратом, автоматом, головкой и трактором?

II. Необходимо определить режим сварки под флюсом: силу сварочного тока, диаметр электродной проволоки, скорость сварки, скорость подачи электродной проволоки, напряжение на дуге.

Номер задачи	Вид соединения	Толщина металла, мм	Выполнение шва	Способ сварки
1	Стыковое	30	Двухстороннее	Автоматическая
2	Угловое	10	Одностороннее	Полуавтоматическая
3	Тавровое	14	Двухстороннее	Полуавтоматическая
4	Стыковое	20	Двухстороннее	Автоматическая
5	Угловое	12	Одностороннее	Полуавтоматическая
6	Тавровое	16	Двухстороннее	Автоматическая
7	Стыковое	24	Двухстороннее	Автоматическая
8	Угловое	6	Одностороннее	Полуавтоматическая
9	Тавровое	10	Двухстороннее	Автоматическая
10	Стыковое	8	Одностороннее	Полуавтоматическая

### III. Выводы: