

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 в защитных газах. Выбор режимов, оборудования и
особенности технологии сварки в защитных газах*
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 в среде защитных газов.
2. Ознакомится с технологией выполнения сварных изделий.

Общие сведения

Применение дуговой сварки в среде защитных газов все больше возрастает, При этом способе в зону дуги подается защитный газ, струя которого, обтекая электрическую дугу и сварочную ванну, предохраняет расплавленный металл от воздействия атмосферного воздуха, окисления и азотирования.

Сварку в защитных газах отличают следующие преимущества:

- относительная простота процесса сварки
- высокая производительность (в 2-3 раза выше обычной дуговой сварки);
- возможность сварки в любых пространственных положениях;
- хорошая защита зоны сварки от кислорода и азота атмосферы;
- отсутствие необходимости очистки шва от шлаков и зачистки шва при многослойной сварке;
- малая зона термического влияния;
- относительно малые деформации изделий;
- возможность наблюдения за процессом формирования шва;
- доступность механизации и автоматизации.

Недостатками этого способа сварки являются, необходимость принятия мер, предотвращающих сдувание струи защитного газа в процессе сварки, применение газовой аппаратуры, а в некоторых случаях и применение относительно дорогих защитных газов.

Сварка в среде защитных газов применяется как для соединения различных сталей, так и цветных металлов.

Для сварки в защитных газах кроме источника питания дуги требуются специальные приборы и оснастка (приспособления). Сварочный пост для сварки в среде защитного газа представлен на **рис. 1**.

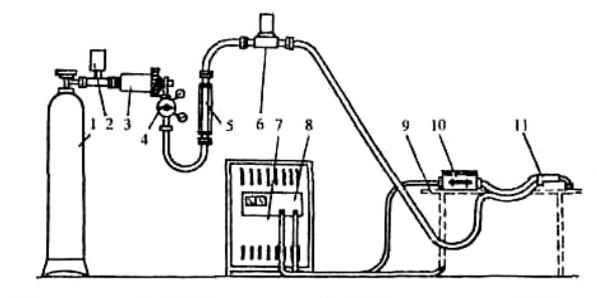


рис. 1. Пост для сварки в среде защитного газа:
1 – баллон с газом; 2 – подогреватель; 3 – осушитель; 4 – редуктор;
5 – расходомер (ротаметр); 6 – газозащитный клапан; 7 – источник питания; 8 – пульт управления; 9 – рабочий стол; 10 – подающий механизм; 11 – горелка.

Сварка в защитных газах - это общее название разновидностей дуговой сварки, при которых через сопло горелки в зону горения дуги вдувается струя защитного газа. В качестве защитных газов применяют: аргон, гелий (инертные газы); углекислый газ, кислород, азот, водород (активные газы); смеси газов ($Ar + CO_2 + O_2$; $Ar + O_2$; $Ar + CO_2$ и др.). Смеси защитных газов

должны удовлетворять требованиям ТУ14-1-2079-77.

Аргонокислородную смесь ($Ar + 1-5\% O_2$) применяют при сварке малоуглеродистых и легированных сталей. В процессе сварки капельный перенос металла переходит в струйный, что позволяет увеличить производительность сварки и уменьшить разбрызгивание металла.

Смесь аргона с углекислым газом ($Ar + 10-20\% CO_2$) также применяют при сварке малоуглеродистых и низколегированных сталей. При использовании этой смеси защитных газов устраняется пористость в сварных швах, повышается стабильность горения дуги и улучшается формирование шва.

Тройная смесь ($75\% Ar + 20\% CO_2 + 5\% O_2$) при сварке сталей плавящимся электродом обеспечивает высокую стабильность горения дуги, минимальное разбрызгивание металла, хорошее формирование шва, отсутствие пористости.

На практике используются либо баллоны с готовой смесью газов, либо баллоны с каждым газом отдельно. В последнем случае расход каждого газа регулируется отдельным редуктором и измеряется ротаметром типа РС-3.

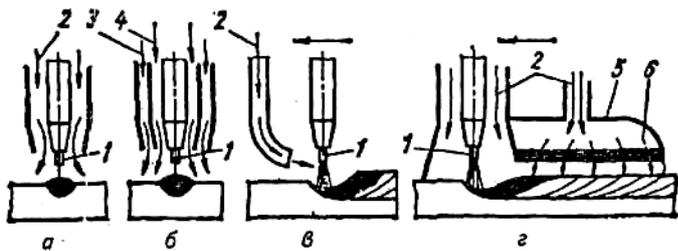


Рис. 2. Подача защитных газов в зону сварки: а — центральная одним concentрическим потоком; б — центральная двумя concentрическими потоками; в — боковая; г — в подвижную камеру (насадку); 1 — электрод; 2 — защитный газ; 3, 4 — наружный и внутренний потоки защитных газов; 5 — насадка; 6 — распределительная сетка

По способу защиты (рис. 2) различают местную и общую защиту свариваемого узла (сварку в контролируемой атмосфере). Основным способом местной защиты является струйная, при которой защитная среда создается газовым потоком при центральной, боковой или комбинированной подаче газа.

При центральной подаче газа дуга, горящая между электродом и основным металлом, со всех сторон окружена газом, подаваемым под небольшим избыточным давлением из сопла горелки, расположенного concentрично оси электрода. Это самый распространенный способ защиты. Иногда с целью экономии инертных газов, а также получения оптимальных технологических и металлургических свойств защитной среды применяют горелки, конструкция которых обеспечивает комбинированную защиту двумя concentрическими потоками газов. Например, внутренний поток образуется аргоном, а внешний — углекислым газом. При сварке высокоактивных металлов надо защищать не только расплавленный металл, но и зону металла, нагреваемую при сварке до температуры более $300^{\circ}C$ с лицевой и обратной стороны шва. Для расширения струйной защиты с лицевой стороны шва применяют дополнительные колпаки-приставки, надеваемые на сопло горелки. Защита обратной стороны шва обеспечивается поддувом защитного газа. Боковую подачу газа применяют ограниченно.

Наиболее эффективная защита металла шва и зоны термического влияния обеспечивается при сварке, в камерах с контролируемой атмосферой. Камеры

предварительно продувают или вакуумируют, а потом заполняют защитным (инертным) газом под небольшим давлением.

Сварку в защитных газах можно осуществлять вручную, полуавтоматически и автоматически. Ручная сварка применяется при соединении кромок изделий толщиной до 25-30 мм и при выполнении коротких и криволинейных швов. Полуавтоматическая и автоматическая сварки применяются при массовом и крупносерийном производствах.

При сварке в среде защитных газов различают следующие основные способы: сварка постоянной дугой, импульсной дугой; плавящимся электродом и неплавящимся электродом.

Наиболее широко применяется сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродами.

Сварка неплавящимся электродом в защитных газах — это процесс, в котором в качестве источника теплоты применяется дуга, возбуждаемая между вольфрамовым или угольным (графитовым) электродом и изделием.

Сварка постоянным током прямой полярности позволяет получать максимальное проплавление свариваемого металла.

При сварке на постоянном токе применяются источники питания с кругопадающей вольтамперной характеристикой: ВДУ-305; ВДУ-504; ИДУ-505; ВДУ-601; ВСВУ-300.

В комплект сварочной аппаратуры при сварке на постоянном токе входит сварочные горелки, устройства для первоначального возбуждения сварочной дуги, аппаратура управления сварочным циклом и газовой защиты. Для того, чтобы улучшить процесс зажигания дуги в среде защитных газов используют специальные устройства первоначального возбуждения дуги. Это связано с тем, что защитные газы, попадая в зону горения дуги, охлаждают дуговой промежуток и дуга плохо возбуждается.

При сварке в среде защитных газов на переменном токе применяют устройство для стабилизации горения дуги, например, стабилизатор-возбудитель дуги.

Сварку можно выполнять как с присадочной проволокой, так и без присадки.

При сварке плавящимся электродом в защитных газах дуга образуется между концом непрерывно расплавляемой проволоки и изделием. Сварочная проволока подается в зону горения дуги подающим механизмом со скоростью, равной средней скорости ее плавления. Расплавленный металл электродной проволоки переходит в сварочную ванну и таким образом формируется сварной шов.

При сварке плавящимся электродом в среде защитных газов различают следующие две основные разновидности процесса: сварка короткой дугой и сварка длинной дугой.

Сварка короткой дугой является естественным импульсным процессом и осуществляется с постоянной скоростью подачи сварочной проволоки.

Особенностью этого процесса являются возникающие замыкания дугового промежутка с частотой 150-300 зам/с.

При сварке короткой дугой наблюдается мелкокапельный перенос электродного металла с частотой, равной частоте коротких замыканий. Это дает возможность производить сварку при меньших значениях сварочного тока, повысить стабилизацию процесса сварки и снизить потери металла на разбрызгивание.

Сварка длинной дугой — это процесс с редкими замыканиями дугового промежутка (3-10 зам/с). В зависимости от режима сварки, защитного газа и применяемых сварочных материалов наблюдаются различные способы переноса электродного металла в сварочную ванну: крупнокапельный, мелкокапельный, струйный и др.

Сварку в углекислом газе производят почти во всех пространственных положениях. Сварку осуществляют при питании дуги постоянным током обратной полярности. При сварке постоянным током прямой полярности снижается стабильность горения дуги, ухудшается формирование шва и увеличиваются потери электродного металла на угар и разбрызгивание. Однако в этом случае коэффициент наплавки в 1,6-1,8 раза выше, чем при обратной полярности. Это качество используют при наплавочных работах. Сварку можно производить и на переменном токе при включении в сварочную цепь осциллятора.

Источниками питания дуги постоянным током служат сварочные выпрямители с жесткой внешней или универсальной характеристиками.

Сварку в CO_2 обычно выполняют на постоянном токе обратной полярности плавящимся электродом. Основными параметрами режима сварки и CO_2 и его смесях являются полярность и сила тока, напряжение дуги; диаметр, скорость подачи, вылет и наклон электрода; скорость сварки; расход и состав защитного газа.

Сварочный ток и диаметр электродной проволоки выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла и расположения шва в пространстве. Стабильный процесс сварки с хорошими технологическими характеристиками можно получить только в определенном диапазоне силы сварочного тока, который зависит от диаметра и состава электродной проволоки и рода защитного газа.

Величина сварочного тока определяет глубину проплавления и производительность процесса сварки. Величину сварочного тока регулируют изменением скорости подачи сварочной проволоки.

Одним из важных параметров режима сварки в CO_2 является напряжение дуги. С повышением напряжения увеличивается ширина шва и улучшается его формирование. Однако увеличивается и угар полезных элементов кремния и марганца, повышается чувствительность дуги к "магнитному дутью", увеличивается разбрызгивание металла сварочной ванны. При пониженном напряжении дуги ухудшается формирование сварочного шва. Оптимальные значения напряжения дуги зависят от величины сварочного тока, диаметра и состава электродной проволоки, а также от рода защитного газа.

Другие параметры режима сварки в CO_2 находятся в сложной зависимости от различных факторов, влияющих на сварочный процесс.

Таблица Режимы сварки в среде CO_2 некоторых видов соединений

Толщина металла, мм	Вид соединения	Зазор, мм	Режим сварки							
			Число проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость подачи проволоки, м/ч	Объёмный расход CO_2 $\text{дм}^3/\text{мин}$		
1			1	0,8	50-60	17-18	100	8-10		
2				1,0	90-100	19-20	150	8-10		
3			1	1,2	170-180	22-23	215	8-10		
			2		130-140	21-22	180			
4			1	1,6	220-240	25-27	215	15-16		
			2	1,2	150-160	21-22	220	9-10		
6			С17	1-2	1	2,0	300-320	28-30	215	15-16
8							280-300	28-30	170	
10	1-2	330-350			28-30		215	15-16		
12		360-380			30-32		280			
14	390-410	18-20								
18	Т1	0-0,05	1-2	2,0	430-450	32-34	360	24-25		
20			1-3							
22			1-4							
24			1-5							
2	Т3	0-1	1-2	1,2	100-120	21-22	130	9-10		
4			1-2	1,2	160-180		240			
8		0-1,5	1-2	2,0	330-350	28-30	245	18-20		

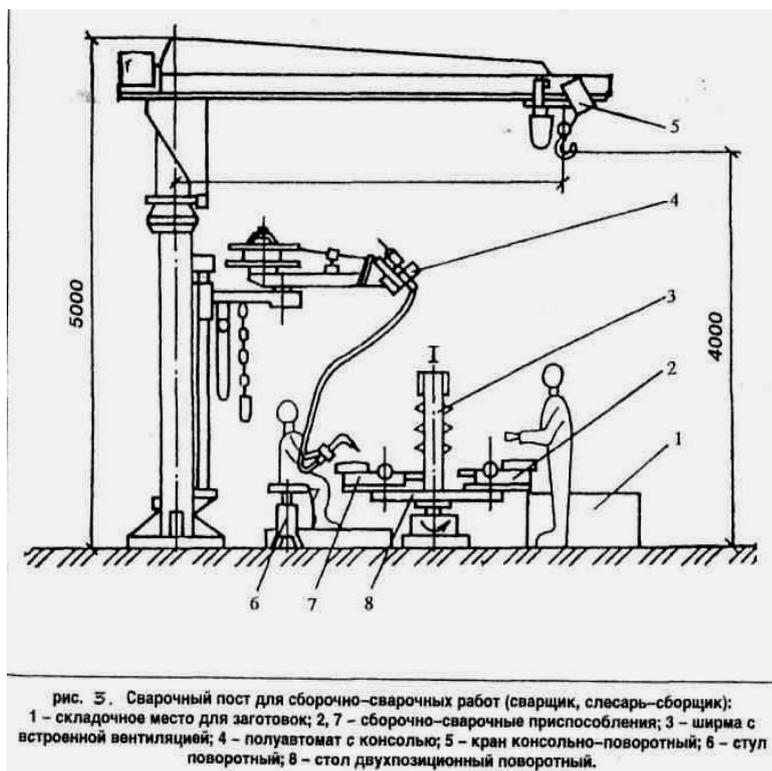
Режим сварки в CO_2 подбирают на основании обобщенных опытных данных, приведенных в таблице.

Перед началом сварки необходимо отрегулировать расход газа и выждать 20-30 секунд до полного удаления воздуха из шлангов. Перед зажиганием дуги необходимо следить, чтобы вылет электрода из мундштука не превышал 20-25 мм. Движение горелки должно осуществляться без задержки дуги на сварочной ванне, так как эта задержка вызывает усиленное разбрызгивание металла. Сварка в нижнем положении производится с наклоном горелки под углом 5-15° вперед или назад. Предпочтительнее вести сварку углом назад, т.к. при этом обеспечивается более надежная защита сварочной ванны. При механизированной сварке металла малой толщины 1-2 мм поперечных колебательных движений не производят. Сварку ведут на максимальной длине дуги, с максимальной скоростью. При достаточной газовой защите избегают прожогов и обеспечивают нормальное формирование шва. Горелку ведут углом назад, при этом угол наклона составляет 30-45°.

Стыковые соединения при толщине металла 1,5-3 мм сваривают на весу. Более тонкий металл сваривают в вертикальном положении на спуск (сверху вниз), провар достигается за один проход. Сварку соединений внахлестку при толщине металла 0,8-2,0 мм чаще производят на весу и реже — на медной подкладке. При качественной сборке нахлесточных соединений представляется возможным значительно увеличить скорость сварки. Колебательные движения горелкой при сварке больших толщин те же, что и при ручной сварке. При сварке с перекрытием для уменьшения пор применяются продольные колебания горелки вдоль оси шва, что обеспечивает более полное удаление водорода из сварочной ванны.

Сварка в среде CO_2 является высокопроизводительным процессом. В массовом и крупносерийном производстве работают слесари-сборщики, которые освобождают сварщика от сборочных операций. Сварочный пост в этом случае

оборудуется кроме сварочной аппаратуры специальными приспособлениями для обеспечения высокой производительности сварочных работ при гарантированном качестве сварных узлов. На **рис. 3** показан сварочный пост на одного сварщика и одного слесаря-сборщика.



Сварочная проволока применяется из низкоуглеродистой стали с повышенным содержанием кремния и марганца марок Св-08ГС, Св-08Г2С. Поверхность проволоки должна быть чистой от смазки, антикоррозионных покрытий, ржавчины и загрязнений, нарушающих устойчивость режима сварки.

Требования к качеству сборки и подготовки деталей под сварку в CO_2 сварочной проволокой (0,8-2,5) мм должны соответствовать ГОСТ 14771-76.

Аргонодуговой сваркой можно выполнять швы стыко-

вых, тавровых и угловых соединений. При толщине листов до 2,5 мм рекомендуется производить сварку с отбортовкой кромок. При малом зазоре порядка 0,1-0,5 мм можно сваривать тонколистовой материал толщиной 0,4-4 мм без отбортовки и разделки кромок. При этом, чем меньше толщина свариваемых встык листов, тем меньше допустимый зазор. Листы толщиной 4-12 мм сваривают с V-образной разделкой кромок при угле разделки 50-70°. Допустимый зазор в стыке составляет не более 1,0 мм. Расход аргона должен обеспечить надежную защиту электрода и металла сварочной ванны от воздействия воздуха. Следует учитывать конфигурацию свариваемого изделия, чтобы при экономном расходовании газа создать хорошую защиту шва.

Перед началом сварки следует продуть шланг и горелку небольшой порцией аргона. Возбуждение дуги следует производить спустя 3-4 с после подачи аргона в горелку. Струя аргона должна защищать не только сварочную ванну, но и обратную сторону шва. Если доступ к обратной стороне шва затруднен, то применяют подкладки или флюсовую подушку.

Ручную сварку листов малой толщины производят левым способом, при котором горелка перемещается по шву справа налево. Листы большой толщины (более 12 мм) сваривают правым способом, т. е. горелку ведут слева направо. Ось мундштука горелки при сварке тонких листов (толщиной до 4 мм) должна составлять с поверхностью свариваемых листов 75-80°. Присадочный пруток вводится в зону дуги под углом 10-15° к поверхности свариваемых листов, т. е. почти перпендикулярно оси мундштука горелки. При сварке листов большей толщины ось мундштука горелки располагают почти перпендикулярно к

поверхности свариваемых листов. Длина дуги при аргонодуговой сварке небольшая и составляет 1,5-2,5 мм при длине выступающего вольфрамового электрода в пределах 6-12 мм. Дугу следует гасить постепенно, увеличивая дуговой промежуток. Подачу аргона в зону дуги следует прекратить лишь спустя 10-15 секунд после гашения дуги, чтобы защитить металл шва от воздействия воздуха до его затвердевания. Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом производится при постоянной скорости подачи электродной проволоки независимо от напряжения дуги. Постоянство длины дуги поддерживается автоматическим саморегулированием. Применяется электродная проволока диаметром 0,5-2,0 мм. Листы толщиной до 5 мм соединяют стыковой сваркой без разделки кромок, а при толщине листов более 5 мм производят У-образную разделку шва с углом разделки 30-50°.

Сварочный ток влияет на характер переноса металла в шов. С увеличением тока капельный перенос металла электрода сменяется струйным, и глубина проплавления увеличивается. Значение тока, при котором металл электрода начинает стекать в сварочную ванну в виде тонкой струи, называют критическим. Практика показала, что при сварке алюминиевых сплавов критический ток составляет 70 А на 1 мм² сечения электродной проволоки, при сварке сталей — 60-120 А на 1 мм² сечения проволоки.

Подготовка поверхностей под сварку включает обезжиривание растворителями, бензином авиационным или ацетоном техническим, а затем удаление оксидной пленки механической зачисткой или химическим способом. Механическую зачистку производят металлическими щетками из проволоки диаметром до 5 мм. Химический способ включает травление в течение 0,5-1,0 минуты раствором, состоящим из 45-55 г едкого натра технического и 40-50 г фтористого натрия технического на 1 л воды, промывку проточной водой, нейтрализацию в 25-30%-ном водном растворе азотной кислоты в течение 1-2 минут, промывку в проточной воде, затем в горячей воде, сушку до полного испарения влаги. Обработку рекомендуется выполнять не более чем за 2-4 часа до сварки.

Задание:

I. Ответить на вопросы:

1. В чем заключается сущность сварки в защитных газах?
2. Какие способы защиты зоны сварки используют при сварке в защитных газах?
3. В какой режиме рекомендуется работать при сварке плавящимся электродом в защитных газах?
4. Расскажите о сварке в защитных газах неплавящимся электродом
5. Что Вы знаете о сварке в защитных газах плавящимся электродом и в чем ее преимущества?
6. Что Вы знаете о сварке в защитных газах плавящимся электродом короткой дугой?

7. В чем отличие сварки длиной дугой от сварки короткой дугой?
8. В чем особенности сварки в углекислом газе?
9. Какие разновидности аргонодуговой сварки вы знаете?

II. Необходимо определить режим сварки в CO₂: силу сварочного тока, напряжение на дуге диаметр электродной проволоки, скорость подачи электродной проволоки, скорость сварки, расход защитного газа. Положение в пространстве – вертикальное.

Номер задачи	Толщина металла, мм	Вид соединения	Выполнение шва
1	2	Стыковое	Одностороннее
2	10	Стыковое	Одностороннее
3	18	Тавровое	Одностороннее
4	4	Тавровое	Двухстороннее
5	4	Стыковое	Одностороннее
6	6	Стыковое	Одностороннее
7	24	Тавровое	Одностороннее
8	8	Тавровое	Двухстороннее
9	3	Стыковое	Одностороннее
10	8	Стыковое	Одностороннее

III. Выводы: