

Лабораторная работа № 9

Изучение технологии полуавтоматической дуговой сварки в углекислом газе (CO₂)

- *Цель работы:* ознакомиться с технологией полуавтоматической сварки в среде углекислого газа и применяемым оборудованием; изучить факторы, влияющие на процесс сварки и её производительность.
- *Содержание работы:* ознакомление с техникой полуавтоматической сварки в среде углекислого газа, определение экспериментально коэффициентов расплавления, наплавки и разбрызгивания металла, разработка технологии сварки заданной детали и выбор режимов сварки.
- *Применяемое оборудование и материалы:* сварочный полуавтомат; баллон с углекислым газом; газовые редукторы для регулирования давления; сварочная проволока; заготовка из стали; защитные щитки; спецодежда; молоток; щетка; плоскогубцы; весы с разновесами.

Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия сварочного выпрямителя.
2. Определить коэффициент расплавления и наплавки, процент потерь на угар:
 - а) определить вес стальной пластины;
 - б) определить вес 1 погонного метра электродной проволоки (взвешиванием на весах);
 - в) установить заданный режим сварки $I_{св}$, u_0 , $V_{св}$ (проверяется наплавкой на пробной пластине);
 - г) при помощи металлической линейки разметить длину электродной проволоки;
 - д) после наплавки зачистить сварной шов до металлического блеска и определить вес наплавленного металла G_n и вес расплавившейся части электродной проволоки $G_{эл}$ (по длине израсходованной части электродной проволоки и весу ее 1 погонного метра);
 - е) вычислить коэффициент расплавления (α_p), наплавки (α_n) и процент потерь на угар и разбрызгивание (φ), пользуясь формулами:

$$\alpha_{\delta} = \frac{G_{\text{рэ}} \cdot 3600}{I_{\text{на}} \cdot t} \text{ г/А} \cdot \text{с}, \alpha_i = \frac{G_i \cdot 3600}{I_{\text{на}} \cdot t} \text{ г/А} \cdot \text{с}, \varphi = \frac{G_{\text{рэ}} - G_i}{G_{\text{рэ}}} \cdot 100 \%,$$

где $G_{эл}$ – вес расходуемой электродной проволоки, г; G_n – вес наплавленного металла, г; $I_{св}$ – величина сварочного тока в процессе сварки, А; t – время горения дуги, с.

3. Определить скорость сварки исходя из получения заданного сечения по площади наплавки $F_{н.ш.}$, см²:

$$V_{\text{на}} = \frac{I_{св} \cdot \alpha_i}{100 \cdot F_{н.ш.} \cdot \gamma} \text{ м/с},$$

где $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$ – плотность стали.

4. Определить расход электроэнергии на 1 погонный метр шва:

$$\dot{A} = \frac{I_{ca} \cdot U_a}{1000 \cdot K \cdot V_{na}} \text{ кВт} \cdot \text{м} ,$$

где $K = 0,8$ – коэффициент полезного действия источника питания.

5. Определить основное время сварки сварного шва с параметрами, заданными преподавателем по определенному коэффициенту наплавки (α_n), сварочному току ($I_{св}$):

$$t_i = \frac{\gamma \cdot S^2 \cdot L}{2 I_{ca} \cdot \alpha_i} \text{ с} ,$$

где S и L – толщина и длина свариваемых заготовок, мм.

6. Определить расчетное значение расходуемой электродной проволоки:

$$G_{\text{расч}} = \frac{\alpha_d \cdot I_{na} \cdot t_i}{1000} \text{ кг} .$$

Сравнить полученное значение с величиной расходуемой проволоки, определенной экспериментально ($G_{\text{эл}}$).

7. Выбрать источник тока для сварки (табл. 9.1).

1. Общие сведения о дуговой сварке в углекислом газе

Сварку в углекислом газе выполняют плавящимся электродом из непокрывтой металлической проволоки на постоянном токе повышенной плотности обратной полярности (электрод подключают к отрицательному полюсу сварочного выпрямителя). Процесс сварки осуществляется следующим образом (рис. 9.1). Проволока, проходя через токопровод 2, непрерывно подается в зону сварки. Для защиты расплавленного металла сварочной ванны и капель 1 расплавленного металла электрода в зону сварки через сопло 3 подается углекислый газ, образующий газовую защиту. При применении CO_2 в качестве защитного газа необходимо учитывать некоторые металлургические особенности, связанные с окислительным действием газа. В центре сварочной дуги при высоких температурах углекислый газ диссоциирует на оксид углерода CO и кислород O по эндотермической реакции:



На диссоциацию CO_2 расходуется до 20–25 % тепловой мощности дуги. Образующийся в результате диссоциации кислород окисляет капли металла электродной проволоки и металл сварочной ванны. Образующиеся окислы железа ухудшают механические свойства шва. Для подавления реакции окисления сварку выполняют проволокой с повышенным содержанием марганца, кремния и алюминия (Св08ГСА, Св08Г2С, Св10ГС, Св07ГС10). Например, марка проволоки Св08Г2С расшифровывается: сварочная проволока, содержащая: 0,08 % углерода; ~ 2 % марганца, ~ 1 % кремния. Марганец и кремний имеют большее сродство к кислороду, чем железо, раскисляют (восстанавливают)

его и образуют на поверхности шва тонкий слой шлака, состоящий из окислов железа, марганца и кремния, частично покрывающий сварочную ванну и сварной шов. На поверхности шва шлак застывает в виде отдельных чешуек.

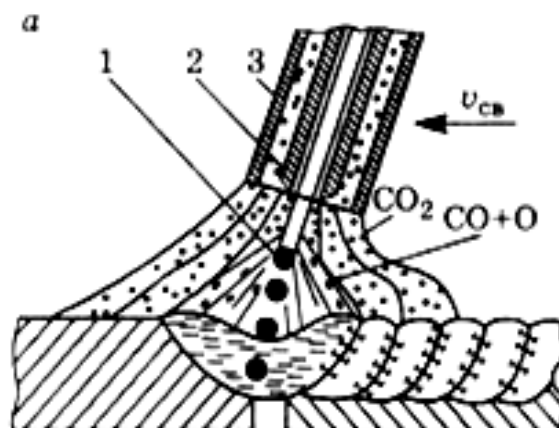


Рис. 9.1. Схема сварки в среде CO_2

При этом способе сварки расстояние от торца электрода до токопровода значительно меньше, чем при ручной дуговой сварке. Рабочая часть электрода имеет длину 40–60 мм. Поэтому можно значительно увеличить сварочный ток без чрезмерного разогрева проволоки. Формируется мощная электрическая дуга, которая механически воздействует на расплавленный металл, вытесняя его в конец сварочной ванны. Вытеснение жидкого металла облегчается благодаря снижению поверхностного натяжения в сварочной ванне. Поверхность жидкого металла бомбардируется ионами CO , которые разрыхляют окисную пленку и снижают силу поверхностного натяжения. В результате обнажаются более глубокие, еще не расплавленные, слои металла. Они подвергаются быстрому разогреву электрической дугой, что способствует возрастанию глубины проплавления по сравнению с ручной дуговой сваркой.

Сварка в среде углекислого газа обеспечивает: меньший разогрев кромок при сварке толстого металла; обладает большей скоростью сварки; высокой экономичностью; производительностью процесса; стойкостью против образования трещин, которая обусловлена окислительной атмосферой в зоне сварки, возможностью наблюдения за сварочной ванной и формированием сварного шва. Помимо этого, при сварке в среде CO_2 требуются менее квалифицированные сварщики.

К недостаткам этого способа относится: большое разбрызгивание (до 10% от веса сварочной проволоки), низкая прочность металла шва, плохой внешний вид шва. Но высокая производительность, более низкие требования к квалификации сварщика способствуют широкому распространению этого способа и в настоящее время он находится на втором месте среди известных способов сварки плавлением. Его целесообразно применять во всех случаях сварки низкоуглеродистых и низколегированных сталей швами любого типа в любом пространственном положении как при единичном, так и серийном производстве при условии невысоких требований к прочности металла шва ($< 500 \text{ МПа}$).

2. Устройство и принцип работы сварочного полуавтомата

Для осуществления полуавтоматической сварки в среде CO_2 необходимо следующее оборудование (рис. 9.2): источник питания сварочной дуги 7, шланговый держатель с горелкой 2, баллон с углекислым газом и редуктором 4, подающий механизм 6 с подогревателем углекислого газа.

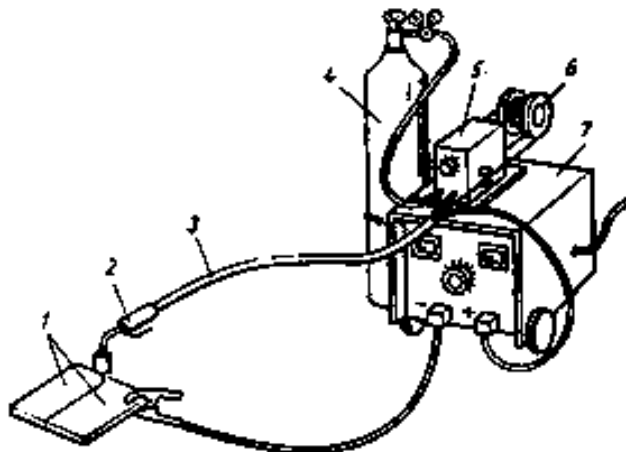


Рис. 9.2. Пост для полуавтоматической сварки в среде CO_2 :

1 – заготовка; 2 – шланговый держатель; 3 – гибкий шланг;
4 – баллон с газом; 5 – механизм подачи проволоки; 6 – кассета с проволокой; 7 – источник питания – сварочный выпрямитель

Подающий механизм состоит из механизма подачи проволоки и кассеты с проволокой. Он осуществляет в процессе сварки непрерывную подачу сварочной проволоки из кассеты через шланговый держатель в зону сварки. В шкафу управления размещена электрическая схема полуавтомата. Подогреватель служит для нагрева углекислого газа, т. к. во время истечения из баллона он расширяется и охлаждается до отрицательных температур, что может привести к замерзанию канала подачи газа при перепаде давления.

Редуктор предназначен для понижения до требуемой величины давления газа, хранящегося в баллоне под избыточным давлением. В качестве источников питания дуги используются источники постоянного тока (табл. 9.1) – генераторы и выпрямители, т. к. на переменном токе в среде CO_2 сварочная дуга горит неустойчиво.

В данной работе используется полуавтомат А-825М.

Техническая характеристика полуавтомата А-825М

Диаметр сварочной проволоки	0,8–1,4 мм
Сварочный ток	80–315 А
Напряжение на дуге	18–27 В
Скорость подачи сварочной проволоки	140–650 м/час

Перед включением сварочного полуавтомата необходимо убедиться, что оголенная часть шлангового держателя 2 не касается стола и других металлических предметов. Переключатели ПЗ и П4 находятся в одинаковом положении, переключатель П2 – в положении →. Включение источника питания осуществляется

нажатием на кнопку «Пуск». Включение подающего механизма – переводом переключателя П1 в положение «Вкл». Для выключения источника питания необходимо нажать кнопку «Стоп» подающего механизма – перевести переключатель П1 в положение «Выкл». Регулирование режима сварки производится следующим образом: расход CO₂ регулируется редуктором и определяется по расходомеру; напряжение – регулятором R2 (необходимо установить напряжение холостого хода 25 В, что будет соответствовать напряжению на дуге 20–23 В); скорость подачи сварочной проволоки определяется положением регулятора R1 (его необходимо установить на делении 4); сварочный ток определяется скоростью подачи сварочной проволоки и в несколько меньшей степени – напряжением на дуге.

Таблица 9.1

Технические данные полуавтоматов для сварки в углекислом газе

Технические данные	Марки полуавтоматов				
	ПДГ-305	ПДГ-502	ПДГ-601	А-765 (без CO ₂)	Magpol
Напряжение питающей сети, В	380	380, 220	380	380	380
Номинальный сварочный ток, А	315	500	630	500	315
Пределы регулирования сварочного тока, А	50–315	100–500	100–700		50–315
Номинальный режим работы ПР, %	60	60	60		60; 100
Диаметр электродной проволоки, мм	0,8–1,4	1,2–2,0	1,2–2,5	1,6–2,0 пор. 1,6–3,0	0,8–1,6
Скорость подачи проволоки, м/ч	180–720	180–720	109,8–1094	58–582	93,6–1260
Тип выпрямителя	ВДГ-302УЗ	ВДУ-500-1	ВДГ-600	ВС-600	ЕР1

3. Технология дуговой сварки в углекислом газе

Перед началом сварки необходимо изучить дополнительные меры по технике безопасности (приведены в конце методических указаний к данной лабораторной работе).

Для зажигания сварочной дуги необходимо взять держатель в руку, включить полуавтомат, поднести сопло горелки шлангового держателя к свариваемым деталям на расстояние 10–20 мм, не меняя положения держателя, закрыть лицо маской и нажать на тангенту «Т». При этом полуавтомат начинает подачу газа и проволоки; при соприкосновении проволоки с деталью самопроизвольно загорается электрическая дуга. В начальный момент времени (доли секунды) после соприкосновения проволоки и детали дуга может не загореться и поступающая из держателя проволока попытается оттолкнуть руку с держателем от детали. Нужно не дать ей этого сделать и дуга загорится сама собой. В процессе сварки необходимо поддерживать в указанных пределах расстояние от свариваемых кромок до сопла горелки. Дуга для обеспечения устойчивости горения должна находиться на сварочной ванне или ее границе с основным металлом. Поперечные колебания могут выполняться так же, как и при ручной дуговой сварке. Горелку чаще всего наклоняют вперед на угол 10–40° к оси шва. Сварочная дуга обращена

при этом к уже сваренному шву. На протяжении всего процесса сварки необходимо не допускать касания соплом свариваемых деталей, т.к. в этом случае дуга загорается между соплом и свариваемой деталью и сопло выходит из строя.

Для прекращения процесса сварки необходимо, не меняя положения держателя, отпустить тангенту «Т» и через несколько секунд процесс сварки прекратится.

Сварка стыковых и нахлесточных соединений в нижнем положении при толщине $S = 0,8-1,2$ мм выполняется при установке заготовок на подкладке или на весу при равномерном поступательном перемещении электрода (рис. 9.3а). Металл толщиной $S \leq 3$ мм в нижнем положении сваривают без поперечных колебаний электрода, а при $S > 3$ мм применяют эти колебания.

Сварку вертикальных швов с $S < 6$ мм выполняют сверху вниз с наклоном электрода углом назад, направляя дугу на переднюю часть сварочной ванны (рис. 9.3б), что обеспечивает хорошее проплавление кромок и исключает прожоги. При толщине металла $S > 6$ мм вертикальные швы выполняют при движении электрода вверх с его поперечными колебаниями и произвольным наклоном (рис. 9.3в, г). Потолочные швы сваривают электродом $d_s = 0,5-1,4$ мм с наклоном электрода углом назад (рис. 9.3д) при минимальных значениях тока и напряжения.

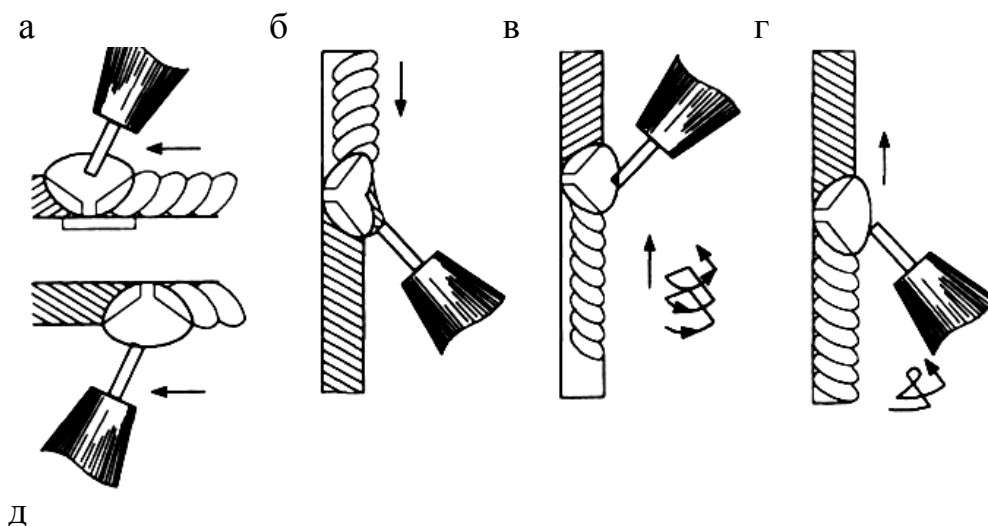


Рис. 9.3. Схемы расположения шва и поперечные колебания электрода при полуавтоматической сварке в углекислом газе

Ориентировочный режим полуавтоматической сварки в углекислом газе стыковых швов без разделки кромок в нижнем положении проволокой СВ-08Г2С приведен в таблице 9.2.

Таблица 9.2

**Ориентировочный режим полуавтоматической дуговой сварки
в углекислом газе стыковых швов без разделки кромок
в нижнем положении проволокой СВ08Г2С**

Толщина свариваемого материала, мм	Диаметр электрода, мм	Режим сварки					
		Сила тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч	Вылет электрод а, мм	Расход газа, дм ³ /мин	Число проходов

1	0,8	60–70	17	25–40	7–12	6–7	1
1,5	0,8	85–100	18–19	30–40	7–21	6–7	1
	1,0	100–110	18–19	30–40	8–15	6–7	1
	1,2	120–160	19–20	35–40	9–13	6–7	1
2,0	0,8	110–140	19–21	20–30	7–12	6–7	1
	1,0	130–150	20–21	30–35	8–13	6–8	1
	1,2	160–180	21	35–40	9–15	6–8	1
3–4	1,0	140–160	20–21	20–30	8–13	7–9	1
	1,2	150–170	20–21	25–35	9–15	7–9	2
	1,2	190–230	21	30–40	9–15	7–10	2
5–8	1,6	180–220	23–26	20–35	15–20	12–15	2
	2,0	200–240	24–28	25–35	15–20	12–15	2
	2,0	260–280	28–30	25–30	15–25	15–17	2
10	2,0	280–300	28–30	25–30	20–25	15–17	2
12	2,0	380–400	30–32	20–30	20–25	15–17	2
14	2,0	480–500	33–40	15–25	15–25	12–16	2

Содержание отчета

1. Название и цель работы.
2. Схема полуавтоматической сварки в среде CO_2 с указанием каждого элемента схемы.
3. Порядок и результаты выполнения работы (с указанием формул, по которым ведутся расчеты).
4. Вывод о результатах эксперимента и сравнение производительности ручной дуговой сварки и полуавтоматической сварки в среде CO_2 с указанием, за счет каких параметров один способ сварки производительнее другого.

Контрольные вопросы

1. Металлургические особенности сварки в среде CO_2 .
2. Почему сварочная проволока для сварки в среде CO_2 дополнительно легирована марганцем и кремнием?
3. Почему глубина проплавления при сварке в среде CO_2 выше, чем при ручной дуговой?
4. Влияние глубины проплавления на производительность.
5. Влияние глубины проплавления, высоты усилия, ширины и катета шва на его прочность.
6. Оборудование, необходимое для сварки в среде CO_2 .
7. Какие источники питания применяются при сварке в среде CO_2 и почему?
8. Достоинства и недостатки сварки в среде CO_2 .