

Лабораторная работа
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕЖИМА
РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с сущностью и научиться рассчитывать режим ручной дуговой сварки.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Ручная дуговая сварка относится к термическому классу сварки. Процесс осуществляется сварочными электродами, подача которых в дугу и перемещение вдоль свариваемых заготовок выполняется сварщиком вручную. В процессе сварки происходит оплавление поверхностей свариваемых заготовок под воздействием электрической дуги с образованием общей ванны расплавленного металла, после кристаллизации которой и получается неразъемное соединение.

Электрическая дуга представляет собой мощный стабильный электрический разряд в газах, сопровождаемый выделением значительного количества тепла и света. Возникновение дуги обусловлено эмиссией электронов с катода и ионизацией газового промежутка. Выделение электронов с поверхности катода достигается за счет термо- и автоэлектронной эмиссии, а также эмиссии в результате ударов положительных ионов. Ионизацию газового промежутка вызывают нагрев, облучение и соударение частиц.

Дуга горит между сварочным электродом и свариваемым (основным) металлом. Применяют неплавящиеся и плавящиеся электроды (рис. 4.1). Неплавящиеся электроды изготавливают из электротехнического угля, синтетического графита или вольфрама. Для плавящихся электродов наиболее распространенным материалом является холоднотянутая проволока, а также ленты и электронные пластины.

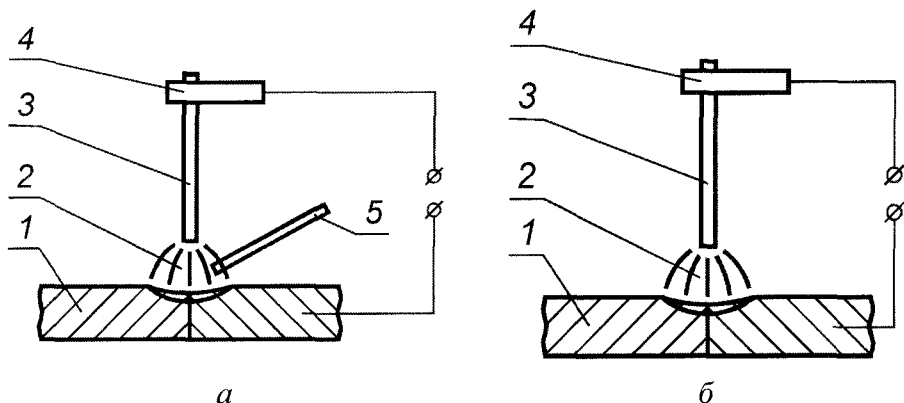


Рис. 4.1. Схема ручной дуговой сварки неплавящимся (а) и плавящимся (б) электродом: 1 – свариваемый металл; 2 – электрическая дуга; 3 – электрод; 4 – электродержатель; 5 – присадочный материал

Ручной дуговой сваркой соединяют углеродистые, легированные и высоколегированные стали, чугуны, медь, алюминий, титан и сплавы на основе указанных металлов. Применяют постоянный или переменный электрический ток.

Электроды для ручной сварки представляют собой стержни длиной 50...450 мм с нанесенными на них покрытиями, которые обеспечивают стабильное горение дуги, защиту расплавленного металла, получение шва заданного состава и свойств. При сварке сталей в качестве стержней используют стальную сварочную проволоку диаметром, мм 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 и 8,0. Покрытия в зависимости от химического состава бывают рутиловыми (обозначаются буквой "Р"), кислыми (А), основными (Б), целлюлозными (Ц), смешанными (например РБ) и прочими (П).

По назначению стальные электроды, согласно государственным стандартам, подразделяются на 4 типа:

1) Электроды для сварки конструкционных сталей. Обозначаются буквой "Э" и цифрой, указывающей минимальный предел прочности в 10^{-1} МПа, например: Э38, Э50, Э85, Э150. Здесь различают электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 600 МПа (в условном обозначении электродов ставится буква "У") и электроды для сварки легированных конструкционных сталей с временным

сопротивлением разрыву свыше 600 МПа (обозначаются "Л").

2) Электроды для сварки легколегированных теплоустойчивых сталей, например: Э-09М, Э-05Х2М, Э-10Х1М1НФС. Здесь и далее число, стоящее после буквы "Э", указывает содержание углерода в сотых долях процента, последующие буквы и цифры показывают гарантированное содержание легирующих элементов в наплавленном металле по тем же правилам, что и при маркировке сталей. В условном обозначении ставится буква "Г".

3) Электроды для сварки высоколегированных сталей с особыми свойствами (В): Э-02Х11НВМФ, Э-02Х19Н9Б. Эти электроды применяют для сварки коррозионностойких, жаропрочных и жаростойких высоколегированных сталей.

4) Электроды для наплавки поверхностных слоев, например: Э-10Г2, Э-80В18Х4Ф, Э-350Х26Г2Р2СТ обозначаются "Н".

Каждому типу электрода соответствует одна или несколько марок электродов, т.е. негостированных обозначений электродов, присвоенных заводом-изготовителем. Марка электродов характеризуется определенным составом покрытия, маркой электродной проволоки, технологическими свойствами и характеристиками наплавленного металла.

Условное обозначение электродов для сварки сталей состоит из марки электрода, его типа, диаметра, типа покрытия, механических характеристик наплавленного металла и металла шва, номера ГОСТа.

Например, обозначение $\frac{\text{Э46А-УОНИ-13/45-3,0-УД2}}{\text{Е432(5)-Б10 ГОСТ 9466-75}}$

расшифровывается следующим образом: Э46А – тип электрода по ГОСТ 9467-75 (Э – электрод для дуговой сварки; 46 – минимальное значение временного сопротивления $\sigma_B=460$ МПа; А – металл шва обладает повышенной пластичностью); УОНИ-13/45 – марка электрода;

3,0 – диаметр стержня электрода; У – электрод для сварки

углеродистых и низколегированных конструкционных сталей; Д2 – электрод с толстым покрытием второй группы. Цифры 432(5) характеризуют прочностные и пластические характеристики металла; Б – тип покрытия (основное); 10 – указывает род используемого тока и пространственное

положение шва.

3. ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

Сварочный трансформатор ТС-300, сварочный преобразователь А-374У, проволока сварочная.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Пользуясь приведенной ниже методикой, необходимо определить режим ручной дуговой сварки в соответствии с выданным вариантом задания (табл. 4.1).

Работа оформляется в виде отчета, в котором приводится эскиз сварного соединения согласно ГОСТ 5264-80, расчеты режима сварки и таблица результатов:

Таблица результатов

Таблица 4.1

№ вар.	Тип соедин.	S , мм	L , мм	Марка электр.	Тип электр.	$d_{э}$, мм	$I_{св}$, А	$Q_{э}$, кг	$t_{св}$, ч	$Q_{ээ}$, кВт·ч

Индивидуальные задания по лабораторной работе

Таблица 4.2

№ вар.	Тип соединения	Толщ. листов S , мм	Длина швов L , м	Марка электрода	Тип электрода
--------	----------------	-----------------------	--------------------	-----------------	---------------

1	C2	2	0,6	MP-3	Э46
2	C2	4	4,0	ЦЛ-30	Э-09ХМ
3	C17	13	3,0	ЦЛ-26М	Э-10Х3М1ВФ
4	C17	40	6,0	УОНИ-13/45	Э42А
5	C17	22	2,5	ВСЦ-3	Э50
6	H2	12	10,0	ЦЛ-20	Э-09Х1МФ
7	H2	31	2,5	ЛКЗ-70	Э70
8	H2	25	4,0	Э-138/45Н	Э46А
9	T3	2	2,7	MP-3	Э46
10	T3	40	1,6	Э-138/45Н	Э46А
11	У4	5	6,5	ЦЛ-30	Э-09ХМ
12	У4	20	7,0	ВСЦ-3	Э50
13	C2	3	25,0	АНО-3	Э46
14	C17	25	10,0	MP-3	Э46
15	T3	4	12,0	ЦЛ-26М	Э-10Х3М1ВФ
16	H2	60	13,0	ВСЦ-3	Э50
17	H2	5	24,0	ЦЛ-26М	Э-10Х3М1ВФ
18	T3	35	18,0	АНО-3	Э46
19	У4	10	17,0	ЦЛ-30	Э-09ХМ
20	У4	6	13,0	MP-3	Э46
21	У4	15	5,0	ЦЛ-20	Э-09Х1МФ
22	C2	1	10,5	ЛКЗ-70	Э70
23	C2	4	8,5	ВСЦ-3	Э-09ХМ
24	C17	35	8,0	ЛКЗ-70	Э70
25	C17	60	9,5	ЦЛ-30	Э-09ХМ
26	C2	3,0	9,5	ЛКЗ-70	Э42А
27	C2	2	1,0	MP-3	Э46
28	C2	3	3,5	ЦЛ-20	Э42А
29	C17	12	4,5	ЦЛ-26М	Э50
30	C17	22	10,0	УОНИ-13/45	Э-10Х3М1ВФ
31	C17	4	6,0	ВСЦ-3	Э42А
32	H2	15	16,0	ЦЛ-20	Э-09Х1МФ
33	H2	29	3,5	ЛКЗ-70	Э70
34	T3	5	1,7	MP-3	Э46
35	T3	45	2,6	Э-138/45Н	Э46А

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЁТА

1. Определить диаметр электродного стержня.

Диаметр электродного стержня выбирают по табл. 4.2 в зависимости от толщины свариваемых заготовок, учитывая существующие диаметры стальной сварочной проволоки.

2. Рассчитать силу сварочного тока.

Силу сварочного тока можно определить по эмпирической формуле:

$$I_{CB} = f \cdot d_{\text{э}}, \quad (4.1)$$

где f – опытный коэффициент, равный 40...60 А/мм; наибольшее его значение принимают для электродов с углеродистым и низколегированным стержнем, а наименьшее – для электродов из высоколегированной проволоки.

Зависимость между диаметром электрода и толщиной свариваемого металла при ручной сварке покрытыми электродами

Таблица 4.3

Толщина листа в S , мм	0,5-1,0	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10	10,1-15,0	15,1-20,0	Свыше 20
Диаметр электрода $d_{\text{э}}$, мм	1,0-1,6	1,6-2,5	2,5-4,0	4,0-5,0	5,0-6,0	5,0-8,0	5,0-10,0

3. Определить массу наплавленного металла.

Массу наплавленного металла определяют по эскизу сварного соединения, который выполняется в соответствии с индивидуальным заданием и справочной таблицей 4.3. При выполнении эскизов следует учесть, что величина "n" в угловом соединении У4 составляет от $S/2$ до S . Минимальные значения катетов k швов типа У4, Н2, Т3 выбираются из табл. 1.4.

По эскизу сварного соединения рассчитывают площадь поперечного сечения наплавленного металла шва $F_{\text{н}}$ как сумму площадей элементарных геометрических фигур, составляющих сечение шва. Например, для сварного соединения, приведенного на рис. 2, величина $F_{\text{н}}$ будет представлять сумму площадей валика 1, прямоугольника 2 и двух треугольников 3:

$$F_{\text{ВАЛ}} = 0,67 \cdot b \cdot c, \quad (4.2)$$

$$F_{\text{ПРЯМ}} = a \cdot S, \quad (4.3)$$

$$F_{\Delta} = \frac{1}{2} (S - 1,5)^2 \cdot \text{tg}27^{\circ}, \quad (4.4)$$

где b – ширина валика шва, мм;
 c – усиление валика шва, мм.

То есть $F_{\text{Н}} = 0,67 \cdot b \cdot c + a \cdot S + 2 \cdot \frac{1}{2} (S - 1,5)^2 \cdot \text{tg}27^{\circ}$.

При определении площади поперечного сечения наплавленного металла соединений У4, Т3 и Н2 допускается не учитывать выпуклость шва, т.е. принять в сечении треугольник ($F_{\Delta} = k^2/2$).

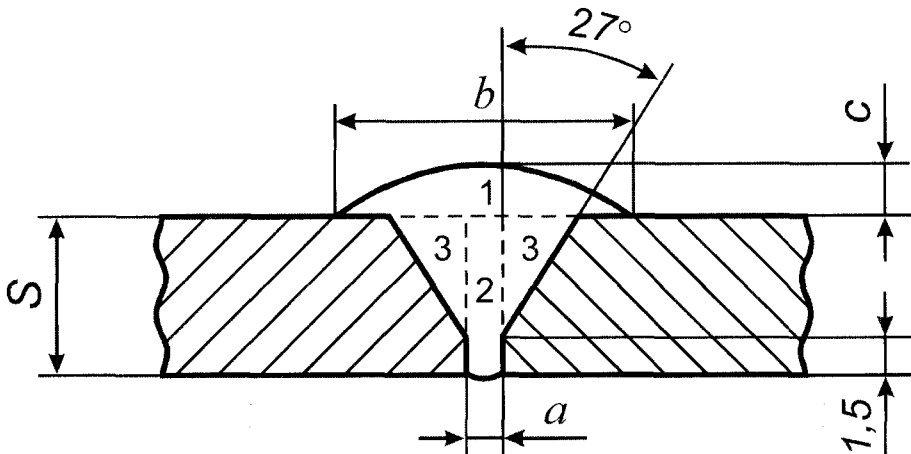
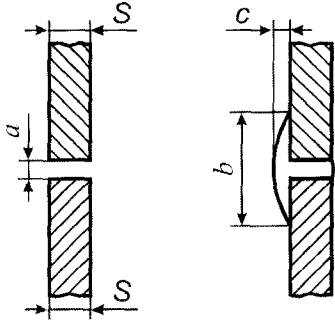


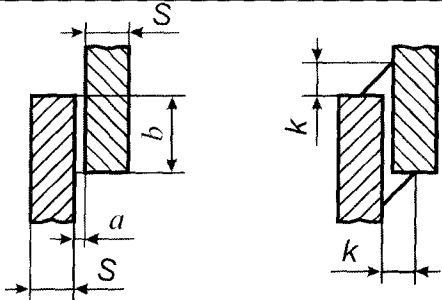
Рис. 4.2. Эскиз стыкового сварного соединения С17

Конструктивные элементы швов сварных соединений
по ГОСТ 5264-80

Таблица 4.4

Усл. обозн. сварного соедин.	Конструктивные элементы		Толщина сварив. листов S , мм	Зазор a , мм	Ширина налива b , мм	Усиле-ни c , мм
	Подготовлен. кромок сварн. соединений	Сварно го шва				
1	2	3	4	5	6	7
C2			1,0...1,5 св. 1,5...3,0 св. 3,0...4,0	0...0,5 0...2,0 1,5...3,0	6 7 8	0,5...1,5 0,5...2,5 1,0...3,0
			3...5 св. 5...8 св. 8...11 св. 11...14	0...3,0	6...10 10...14 17...21 14...18	0...2,0
C17			Св. 14...17 Св. 17...20 Св. 20...24 Св. 24...28 Св. 28...32 Св. 32...36 Св. 36...40	0...3,0	19...25 23...29 27...33 31...37 35...41 39...45 44...50	0...2,5

	СВ.40...44 СВ.44...48 СВ.48...52 СВ.52...56 СВ.56...60	0...3,0	48...56 50...58 52...60 56...64 61...69	0...2,5
У4 	1,0...1,5 СВ. 1,5...3,0 СВ. 3,0...30,0	0...0,5 0...1,0 0...2,0		
Т3 	2...3 СВ. 3...15 СВ. 15...40	0...1,0 0...2,0 0...3,0		
Н2	2...5 СВ. 5...10 СВ. 10...29	0...1, 0 0...1,	Величина нахлеста b , мм	

	св. 29...60	5 0...2, 0 0...2, 0	3...20 8...40 12...100 30...240
---	-------------	---------------------------------	--

Минимальный катет углового шва k

Таблица 4.5

Предел текучест и металла, МПа	Толщина свариваемых заготовок, мм							
	1...4	Св 4 до 5	Св 5 до 10	Св 10 до 16	Св 15 до 22	Св 22 до 32	Св 32 до 40	Св 40 до 80
До 400	3	4	5	6	7	8	9	10
Свыше 400	4	5	6	7	8	9	10	12

Примечания: 1. Минимальное значение катета не должно превышать $1,2 \cdot S$.

2. Предел текучести металла смотрите в табл. 4.6.

Затем определяют объем наплавленного металла V_H по формуле

$V_H = F_H \cdot L$, где L – длина сварного шва, м.

И лишь после этого рассчитывают массу наплавленного металла, учитывая размерность величин:

$$M_H = V_H \cdot \rho, \quad (4.5)$$

где ρ – плотность наплавленного металла, г/см^3 (для стали можно принять $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$).

4. Расход электродов Q_{Σ} приближенно можно подсчитать по формуле:

$$Q_{\Sigma} = \alpha_p \cdot M_H, \quad (1.6)$$

где α_p – коэффициент потерь металла на угар, разбрызгивание, огарки и т.д. (принимают равным 1,6...1,8).

5. Определить основное время на сварку по формуле:

$$t_{CB} = \frac{M_H}{\alpha_H \cdot I_{CB}}, \quad (4.7)$$

где α_H – коэффициент наплавки, г/А·ч.

Величину α_H выбирают по таблице 4.6 в зависимости от марки электрода.

Некоторые характеристики электродов

Таблица 4.6

Марка электрода	Коэффициент наплавки α_H , г/А·ч	Предел текучести σ_T , МПа	Род тока, полярность
УОНИ-13/45	8,5	360	Постоян. обратн. полярн.
АНО-3	8,5	380	Постоян. и переменный
МР-3	7,8	380	Перем. и пост. обрат.
ВСЦ-3	9,5...13,0	410	полярности
Э-138/45Н	8,5	350	Постоян. прям. и обрат.
ЛКЗ-70	9,5	600	полярности
ЦЛ-20	10,3	410	Постоян. обратн. полярн.
ЦЛ-26М	10,5	420	--“-- --“-- --“--
ЦЛ-30	10,4	380	--“-- --“-- --“--

6. Подсчитать количество электроэнергии, идущей на сварку:

$$Q_{\Sigma\Sigma} = U_d \cdot I_{CB} \cdot t_{CB}, \quad (4.8)$$

где U_d – напряжение дуги, обычно составляющее 25...28 В.

где α_p – коэффициент потерь металла на угар, разбрызгивание, огарки и т.д. (принимают равным 1,6...1,8).

6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что называется электрической дугой ? Чем она обусловлена ?
2. Какие материалы сваривают ручной дуговой сваркой ?
3. Что представляют собой электроды для ручной дуговой сварки ?
4. Какие существуют типы стальных электродов по назначению ?
5. Что такое марка электрода, чем она характеризуется ?