

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №2
по курсу «Материаловедение. ТКМ» Спец. 200100.62, гр. ИТ-11
РАСЧЕТ РЕЖИМОВ РУЧНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СВАРКИ

Цель работы

Приобрести практические навыки по выбору и расчету режимов электродуговой сварки стыкового соединения.

Исходные данные

Пример задания исходных данных приведен в табл. 1.

Таблица 1

Данные для расчета режимов электродуговой и газовой сварки

№ варианта	Электродуговая сварка				
	Марка свариваемого материала	Предел прочности σ_b , МПа	Толщина материала S , мм	Длина шва l , мм	Тип шва
11	Сталь 25	500	39	300	вертикальный

Задание

Установить оптимальные режимы ручной электродуговой сварки стыкового соединения деталей.

Работа выполняется в соответствии с данным методическим указанием, лекционным материалом по дисциплинам «Материаловедение», «Технология конструкционных материалов» и рекомендуемой литературой.

Для указанного в исходных данных варианта требуется выполнить:

1. Начертить (в масштабе) эскиз подготовки сварного соединения и тип шва.
2. Выбрать марку электрода и рассчитать расход электродов для сварки.
3. Определить число проходов.
4. Начертить схему сварочного поста.
5. Рассчитать силу сварочного тока и определить расход электроэнергии для сварки.
6. Рассчитать основное (технологическое) время сварки.

Порядок выполнения работы

1. Эскиз подготовки сварного соединения и тип шва

Основные типы, конструктивные элементы и размеры сварных стыковых соединений по ГОСТ 5264-80 приведены в табл. 2.

В зависимости от заданной в табл. 1 толщины свариваемого материала из табл. 2 выбирается тип сварного соединения и форма его поперечного сечения.

На рис. 1 показаны различные типы сварных швов стыковых соединений.

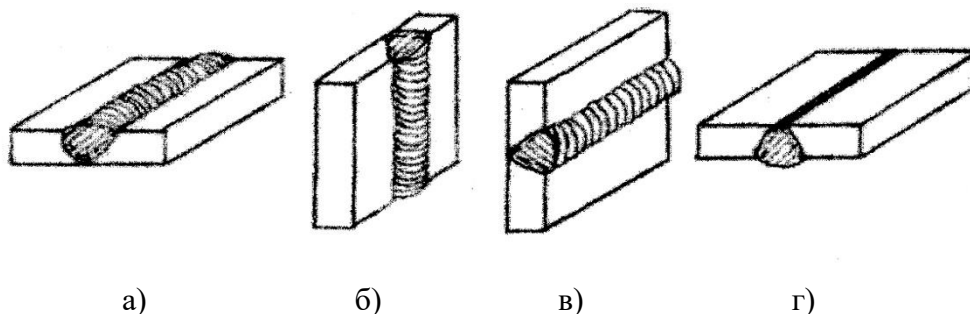


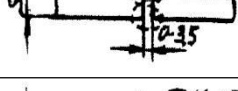
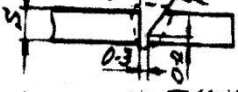
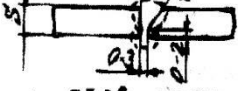


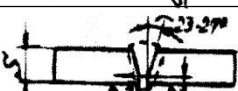
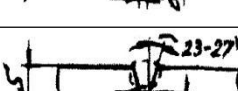
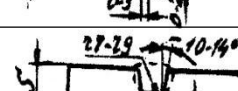
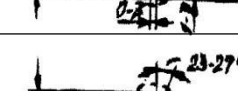


Рис. 1. Типы швов при различном положении в пространстве:
а – нижний; б – вертикальный; в – горизонтальный; г – потолочный

Типы, конструктивные элементы и размеры
сварных стыковых соединений

Обозначение типа сварного соединения	Толщина материала S , мм	Форма поперечного сечения сварного соединения
C1 односторонний	1÷4	
C2 односторонний	1÷4	
C42 двухсторонний	6÷12	
C8 односторонний	3÷60	
C12 двухсторонний	3÷60	
C13 двухсторонний	15÷100	
C15 двухсторонний	8÷100	
C17 односторонний	3÷60	
C21 двухсторонний	3÷60	
C23 двухсторонний	15÷100	
C25 двухсторонний	8÷120	

2. Выбор марки электрода и расчет
количества электродов для сварки

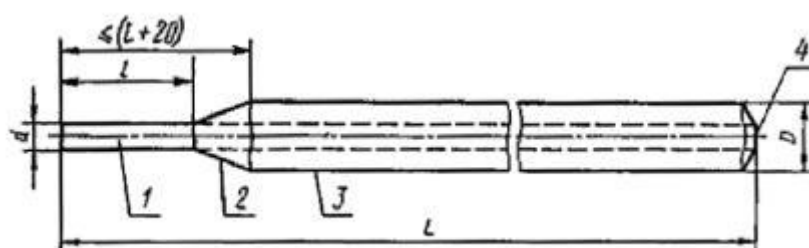
В зависимости от заданной в табл. 1 толщины свариваемого материала из табл. 3 выбирается диаметр электрода.

Зависимость диаметра электрода от толщины свариваемого материала

Толщина материала, мм	0,5÷2	3	4÷8	9÷12	13÷15	16÷20	> 20
Диаметр электрода, мм	1,5÷2	3	4	4÷5	5	5÷6	6÷10

Примечание. Для вертикальных швов диаметр электрода не должен быть более 5 мм, для потолочных и горизонтальных – не более 4 мм.

Размеры электродов (ГОСТ 9466-75)



1 - стержень; 2 – участок перехода, 3 - покрытие; 4 - контактный торец без покрытия

Выбранный из табл. 3 диаметр электрода уточняется по табл. 4.

Таблица 4

Диаметр электрода $d_э$, мм	1,6	2	2,5	3	4	5,6,8,10,12
Длина электрода L , мм	200,250	250	250,300	300,350	350,450	450

Тип и марка электрода выбирается из табл. 5 исходя из следующего условия:

$$\sigma_B^{св. шва} \geq \sigma_B^{осн.мет.};$$

где $\sigma_B^{св. шва}$ – предел прочности материала сварного шва, МПа (кГ/мм²);
 $\sigma_B^{осн.мет.}$ – предел прочности свариваемого материала, МПа (кГ/мм²).

Характеристики электродов (ГОСТ 9466-75 и ГОСТ 9467-75)
для ручной электродуговой сварки конструкционных сталей

Тип электрода	Марка обмазки	Род и полярность тока	Тип сварного шва	Коэффициент наплавки K_H , г/А·ч	Назначение электрода
Э38	АН-1	ПР, ПС, любая	Все	9,0	Сварка малоуглеродистых и низколегированных сталей
Э42	ОММ-5, СМ-5	То же	То же	7,2	
Э42	ЦШ-7	То же	То же	10,6	
Э42	АНО-1	То же	Нижний	15,0	
Э42	ОМД-2	То же	Все	10,0	
Э42	ВСП-16	ПР, ПС, обратная	То же	10,0	
Э42	ВСЦ-2	ПС, любая	То же	10,5	
Э42А	УОНИ-13/45	ПС, обратная	То же	8,5	
Э42А	СМ-11	То же	То же	9,5	
Э42А	УП-1/45	ПР, ПС, обратная	То же	10,0	
Э42А	УП-2/45	То же	То же	10,0	
Э46	МР-3	ПР, ПС, любая	Все	7,8	
Э46	ОЗС-6	То же	Нижний	10,5	
Э46	ЗРС-1	То же	То же	14,0	
Э46	ОЭС-3	ПР, ПС, обратная	Все	15,0	
Э46	РБУ-4	ПР, ПС, обратная	Все	2,8	Сварка малоуглеродистых и низколегированных сталей
Э46	РБУ-5	То же	То же	9,0	
Э46	АНО-3	ПР, ПС, любая	То же	8,5	
Э46	Э-138-45Н	ПР, ПС, обратная	То же	8,5	
Э50	ВСЦ-3	ПС, любая	То же	9,5-13,0	Сварка среднеуглеродистых и низколегированных сталей
Э50А	УОНИ-13/55	ПС, обратная	То же	9,0	
Э50А	ДСК-50 УП-1/55	ПР, ПС, обратная	То же	10,0	
Э55А	УОНИ-13/55Ц	ПС, обратная	Нижний и потолочный	9,5	Сварка легированных сталей повышенной прочности
Э60А	УОНИ-13/65	То же	Все	9,0	
Э70	ЛКЗ-70	То же	Нижний	9,5	
Э85	УОНИ-13/85	То же	Все	10,0	
Э85	УОНИ-13/85Ц	ПР, ПС, обратная	То же	9,0	
Э100	УЛ-13-63	ПС, обратная	То же	9,0	
Э150	НИИАТ-3	То же	То же	10,0	

Примечания: 1. Цифры в типе электрода (например Э46) обозначают предел прочности материала шва в кГ/мм^2 (46кГ/мм^2 или 460 МПа), буква «А» - повышенные пластические свойства шва.

2. ПР – переменные ток, ПС – постоянный ток.

Пример обозначения электрода в технических документах:

Электроды УОНИ-13/45-3,0 ГОСТ 9466-75,

где УОНИ-13/45 – марка электрода (тип электрода Э42А);

3,0 – диаметр электрода $d_s = 3\text{ мм}$.

Расчет необходимого для сварки количества электродов производится по следующей формуле:

$$n_{\text{э}} = \frac{4 \cdot l \cdot F_{\text{н}} \cdot K_{\text{э}}}{\pi \cdot d_{\text{э}}^2 \cdot L}$$

где $n_{\text{э}}$ – количество электродов в штуках, которые округляются до ближайшего целого числа;

l – длина шва, мм;

$F_{\text{н}}$ – площадь поперечного сечения сварного соединения, мм²;

$K_{\text{э}}$ – коэффициент, учитывающий потери наплавленного металла на огарки, разбрызгивание и угар;

$K_{\text{э}} = 1,15 \div 1,25$;

$d_{\text{э}}$ – диаметр электрода, мм;

L – длина электрода, мм.

Площадь поперечного сечения сварного соединения $F_{\text{н}}$ рассчитывается как сумма площадей элементарных геометрических фигур, из которых складывается поперечное сечение сварного соединения. На рис. 2 в виде примера приведена форма поперечного сечения сварного соединения типа С17 и С21.

В данном примере площадь поперечного сечения сварного соединения $F_{\text{н}}$ определяется по следующей формуле:

$$F_{\text{н}} = (2 \cdot F' + F'') \cdot 1,1,$$

где множитель 1,1 учитывает площадь F''' .

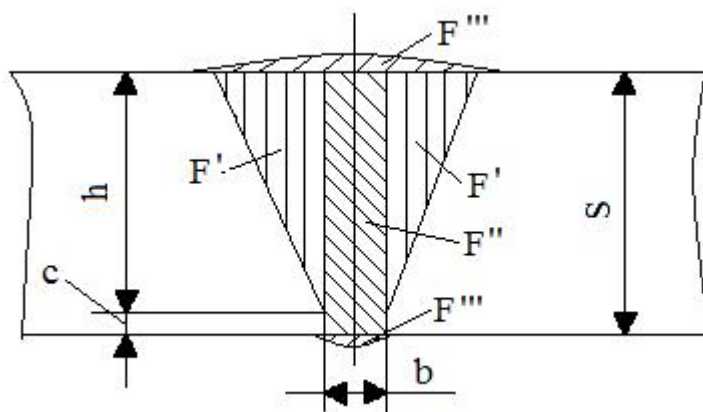


Рис. 2. Форма поперечного сечения сварного соединения типа С17 или С21

3. Определение числа проходов

За один проход площадь поперечного сечения наплавленного материала должна быть не более 30÷40 мм². Первый проход (проварка корня шва) выполняется электродами диаметром не более 5 мм (обычно диаметром 4 мм). При первом проходе (рис. 3) площадь поперечного сечения наплавленного металла F_1 определяется по следующей формуле

$$F_1 = (6 \div 8) \cdot d_{\text{э}}.$$

Для последующих проходов площадь поперечного сечения наплавленного металла $F_{\text{посл}}$ определяется по следующей формуле:

$$F_{\text{посл}} = (8 \div 12) \cdot d_{\text{э}}.$$

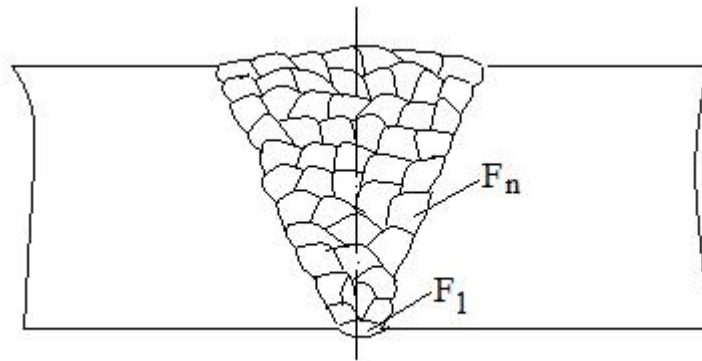


Рис. 3. Многослойный многопроходной шов

С учетом сказанного выше число проходов n_n определяется по следующей формуле:

$$n_n = \frac{F_n - F_1}{F_{\text{посл}}} + 1.$$

4. Схема сварочного поста

Схемы сварочных постов на постоянном и переменном токе приведены на рис. 4 и 5.

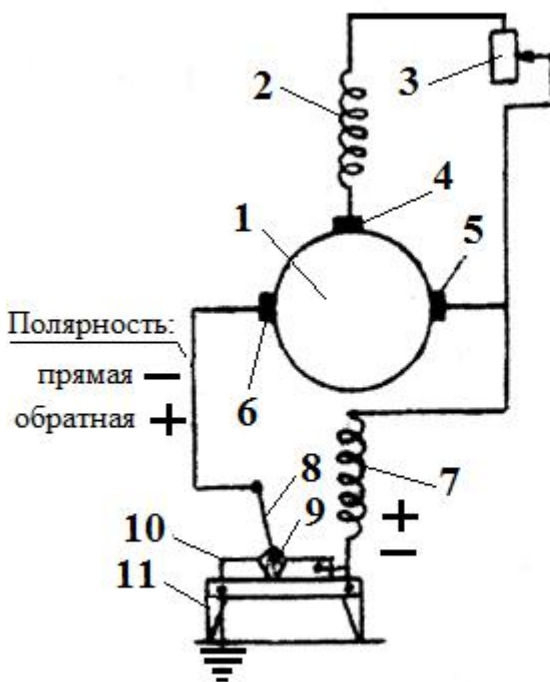


Рис. 4. Схема сварочного поста на постоянном токе:

1 – якорь генератора; 2,7 – обмотки возбуждения; 3 – реостат; 4 – вспомогательная щетка; 5,6 – главные щетки; 8 – электрод; 9 – дуга; 10 – свариваемые детали; 11 – сварочный стол.

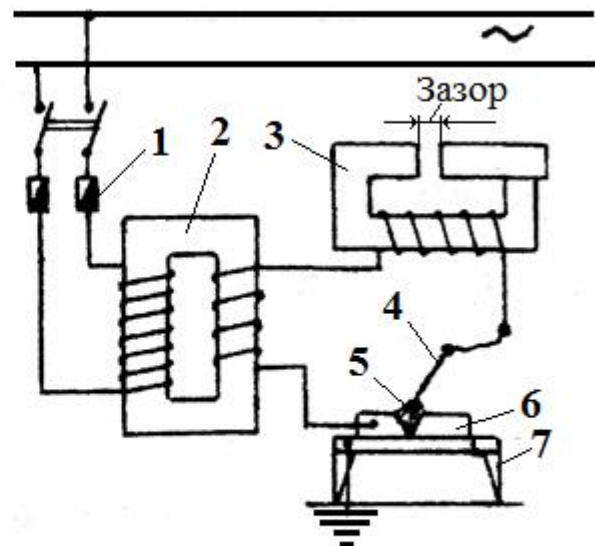


Рис. 5. Схема сварочного поста на переменном токе:

1 – предохранители; 2 – сварочный трансформатор; 3 – дроссель-регулятор; 4 – электрод; 5 – дуга; 6 – свариваемые детали; 7 – сварочный стол.

5. Расчет силы сварочного тока и определение расхода электроэнергии для сварки
Сила сварочного тока определяется по одной из нижеприведенных формул

$$I = K \cdot d_э \cdot K_{ш}$$

или

$$I = (20 + 6 \cdot d_э) \cdot d_э \cdot K_{ш},$$

где I – сила тока, А; K – коэффициент (табл. 6); $K_{ш}$ – коэффициент (табл. 7); $d_э$ – диаметр электрода, мм.

Таблица 6

Значение коэффициента K

$d_э$, мм	2	3	4	5	6
K	25÷30	30÷45	35÷50	40÷55	45÷60

Таблица 7

Значение коэффициента $K_{ш}$

Тип шва	Нижний	Горизонтальный		Вертикальный	Потолочный
		$S < 1,5 \cdot d_э$	$S > 3 \cdot d_э$		
$K_{ш}$	1,0	0,85÷0,9	1,0÷1,15	0,85÷0,9	0,75÷0,8

Расход электроэнергии определяется следующим образом:

а) для сварки на переменном токе $q = 4 \div 6$ кВт·ч на 1 кг наплавленного металла (в расчёте принять среднее значение $q = 5$ кВт·ч на 1 кг наплавленного металла);

б) для сварки на постоянном токе $3 \div 4$ кВт·ч на 1 кг наплавленного металла (в расчёте принять среднее значение $q = 3,5$ кВт·ч на 1 кг наплавленного металла).

Расход электроэнергии составит

$$N = q \cdot M \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где $M = \frac{F_n \cdot l \cdot \rho}{10^6}$ – масса наплавленного металла, кг; $\rho = 7,8$ г/см³ – плотность материала шва.

6. Расчет основного (технологического) времени сварки

Основное время сварки определяется по следующей формуле

$$T_0 = \frac{M \cdot 10^3}{I \cdot K_n},$$

где T_0 – основное (технологическое) время сварки, ч; I – сила тока, А; K_n – коэффициент наплавки, г/А·ч (табл. 5).

Исходные данные для выбора вариантов задания

№ вар	Марка свариваемого материала	Электродуговая сварка			
		$\sigma_{в}$, МПа	Толщина материала S , мм	Длина шва l , мм	Тип шва
1	Сталь 08	280	6	800	верт
2	Сталь 15ХФ	750	8	600	гориз
3	Сталь 15	470	10	500	потол
4	Сталь 20	400	12	500	нижн
5	Сталь 15	250	15	400	верт
6	Сталь Ст.3сп	400	10	600	нижн
7	Сталь 18ХГН	1150	4	1000	потол
8	Сталь 30Г2	700	5	120	потол
9	Сталь 25ХГС	1110	8	800	нижн
10	Сталь 14Г2	600	3	45	нижн
11	Сталь 10	300	5	50	нижн
12	Сталь 30Г2	700	5	120	потол
13	Сталь 25ХГС	1110	8	800	нижн
14	Сталь Ст.1кп	350	15	500	гориз
15	Сталь Ст.3пс	400	20	500	нижн
18	Сталь Ст.3сп	400	30	400	нижн
16	Сталь 15Г2	600	12	350	нижн
17	Сталь 15	470	5	100	гориз
18	Сталь 20ХФ	800	8	800	нижн
19	Сталь 15Х	620	6	890	верт
20	Сталь 20Х	650	4	450	гориз
21	Сталь 15	470	5	600	нижн
22	Сталь 30	500	8	440	нижн
23	Сталь 35	540	10	800	нижн
24	Сталь 40	580	6	700	верт
25	Сталь 45	610	5	320	гориз
26	Сталь 50	640	12	540	нижн
27	Сталь 08	320	16	250	верт
28	Сталь 10	340	8	170	гориз
29	Сталь Ст4 пс	480	4	350	нижн
30	Сталь Ст6 сп	650	6	200	гориз
31	Сталь 55	660	10	280	нижн
32	Сталь СТ5 пс	550	12	300	гориз