

## Уважаемые студенты!

### Задание:

1. Повторите теоретический материал по ранее изученной теме.
2. Ознакомьтесь с порядком проведения практической работы.
3. Оформите письменный отчет по практической работе.
4. Письменный отчет по практической работе в виде фото предоставьте преподавателю на e-mail ([tamara\\_grechko@mail.ru](mailto:tamara_grechko@mail.ru)).

**Обратите внимание!!!** В случае возникновения вопросов по выполнению практической работы обращайтесь для консультации к преподавателю по тел. 0721355729 (Ватсап).

С уважением, Гречко Тамара Ивановна!

## Практическая работа

**Тема:** Выбор и расчет параметров режима при контактной точечной сварке.

**Цель:** Научиться выбирать и производить расчет параметров режима при контактной точечной сварке;

### **Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом
2. Ознакомиться с примером расчета режимов сварки
3. Выполнить задание практической работы в соответствии с вариантом
4. Ответить на контрольные вопросы

### **Теоретические сведения**

Режимы сварки при контактной сварке зависят от жесткости режима:

- алюминийевые и медные сплавы - жёсткие режимы,
- низкоуглеродистые стали - на мягкие и жёсткие режимы.

**Исходными данными** для расчёта точечной сварки являются:

- толщина свариваемого металла  $S$ ;
- марка свариваемого металла.

**Основными расчётными параметрами** режима точечной сварки являются:

- диаметр контактной поверхности электрода  $d_э$ .
- время сварки (протекания сварочного тока)  $t_{св}$ ;
- усилие на электродах  $F_{св}$ ;
- величина сварочного тока  $I_{св}$ ;

**Дополнительными расчётными параметрами** являются:

- минимальная величина нахлёстки деталей  $b_n$ ;
- минимальный шаг точек  $Н_{тм}$ ;

- величина тока шунтирования  $I_{ш}$ ;
- время предварительного сжатия деталей  $t_{сж}$ ;
- время проковки сварной точки  $t_{пр}$ ;
- время цикла сварки  $t_{ц}$ ;
- режим работы машины ПВ.

### **Определение основных параметров режима сварки**

**1. Диаметр контактной поверхности электрода  $d_э$  зависит от толщины свариваемого металла  $S$ (мм):**

$$d_э = 2 \cdot S + 3 \text{ при } S \leq 3$$

$$d_э = 1,5 \cdot S + 5 \text{ при } S > 3$$

**Диаметр ядра точки  $d_я$  (мм):**

$$d_я = 1,75 + 2,5 \cdot S$$

### **2. Время сварки**

$$t_{св} = K_t \cdot S,$$

где  $K_t$  - коэффициент времени сварки (таблица 1).

Таблица 1 - Значение коэффициента времени сварки  $K_t$

Материал	$K_t$ , с/мм	
	"мягкий" режим	"жесткий" режим
Низкоуглеродистые стали	0,3	0,08
Нержавеющие стали	0,16	0,08
Жаропрочные стали	0,3	0,15
Алюминий и его сплавы	0,1	0,07
Титан и его сплавы	0,16	0,1
Латуни	0,16	0,08

### **3. Усилие сжатия электродов $F_{св} = K_p \cdot S$ ,**

где  $K_p$  - коэффициент давления (таблица 2). Большие значения – для жёстких режимов.

Таблица 2 - Значение коэффициента давления  $K_p$

Материал	$K_p$ , Н/мм
Низкоуглеродистые стали	$(1,2 \dots 2,5)10^3$
Нержавеющие стали	$(3,5 \dots 4,0)10^3$
Сплав АМг6	$(2,5 \dots 2,5)10^3$
Титан и его сплавы	$(1,2 \dots 2,5)10^3$

Латуни	$(1,2...2,5)10^3$
--------	-------------------

**4. Величина сварочного тока  $I_{св}$  определяется по таблице 3:**

Таблица 3 - Величина сварочного тока  $I_{св}$ , кА

Материал	Толщина листа, мм								
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0
Низкоуглеродистые стали	7-9	8-11	10-12	11-13	11-14	11-15	12-16	13-18	14-19
Нержавеющие стали	5-6	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	-	-	-
Алюминиевые сплавы	24-27	27-30	30-32	32-40	40-46	50-60	82-87	100-105	110-115
Титан и его сплавы	4-5	8-10	9-11	11-13	-	-	-	-	-
Латуни	17-19	22-28	26-30	30-35	35-40	40-46	50-60	-	-

**Расчет дополнительных параметров режима сварки**

**1. Минимальная величина нахлестки**

$$b_n = S^2 + 8, \text{ мм}$$

**2. Минимальный шаг точек**

$$H_{TM} = 14 + S^2, \text{ мм}$$

**3. Величина шунтирования**

При постановке ряда точек часть токов протекает через ранее сваренные токи, т. е. Возникает шунтирование тока (рисунок 2).

$$I_{ш} = \frac{I_{св} \cdot r_{ээ}}{r_{ш}},$$

где  $r_{ээ}$  и  $r_{ш}$  - электрические сопротивления зоны сварки и шунта

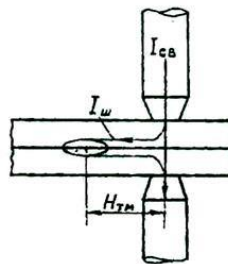


Рисунок 1 – Схема шунтирования тока

Сопротивление зоны сварки:

$$r_{ээ} = \frac{K_э \cdot 2 \cdot \rho \cdot H_{TM}}{S \cdot b_{пр}},$$

где  $b_{пр} = 0,5(d_э + d_n)$  – приведённая с учётом растекания тока ширина шунта,  $d_n = d_э + \beta S$  - диаметр площадки контакта, мм ( $\beta = 1,0$  при "жестких" режимах и  $\beta = 1,5...1,7$  при "мягких" режимах сварки)

$K_{\Sigma} \approx 0,4$

$\rho$  - удельная электрическое сопротивление материала, мкОм·см (таблица 4)

Таблица 4 - Удельное сопротивление и коэффициент теплопроводности сплавов при  $T = 20^{\circ}\text{C}$

Сплав	$\rho$ , мкОм·см	$a$ , см <sup>2</sup> /с
Низкоуглеродистые стали	12...15	0,15
Нержавеющие стали	70...75	0,28
Жаропрочные стали	75-80	0,26
Алюминий и его сплавы	2,8...3,4	0,7
Титан и его сплавы	8,0...9,0	0,07
Латуни	7...10	0,6

Сопротивление  $r_{ш}$  вычисляется по формуле:

$$r_{\Sigma} = \frac{h}{4\sqrt{a \cdot t_{св}}}$$

где  $h = 0,5 \cdot S$  – средняя величина проплавления детали;

$a$  – коэффициент теплопроводности металла, см<sup>2</sup>/с (таблица 4)

Суммарный ток  $I_2$ :

$$I_2 = I_{св} + I_{ш}$$

#### 4. Время предварительного сжатия

$$t_{сж} = 0,08 + 0,03 \cdot S$$

#### 5. Время проковки

$$t_{пр} = 0,1 + 0,04 \cdot S$$

#### 6. Время паузы

Время паузы зависит от веса, габаритов деталей и выбирается по (таблице 5) или экспериментально.

Таблица 5 - Время паузы при точечной сварке

	Кантовка (мм)	Масса узла (кг)								
		0,5	1	3	5	8	10	12	15	25
Время паузы $t_{п}$ (с)	50	0,03	0,042	0,054	0,066	0,078	0,09	0,096	0,102	0,114
	100	0,042	0,054	0,072	0,084	0,096	0,108	0,114	0,12	0,132
	200	0,072	0,084	0,096	0,108	0,12	0,132	0,138	0,15	0,168
	300	0,108	0,120	0,144	0,102	0,18	0,198	0,21	0,222	0,246
	500	0,144	0,168	0,192	0,216	0,24	0,284	0,296	0,302	0,324

#### 7. Время цикла $t$

Время цикла определяется как сумма:

$$t_{ц} = t_{сж} + t_{св} + t_{пр} + t_{п}$$

## 8. Режим работы машины

Режим работы машины характеризуется соотношением ПВ в %:

ПВ - продолжительность включения машины  $B = \frac{t_{св}}{t_{ц}} 100\%$

На основании полученных значений расчётных параметров строится циклограмма сварки

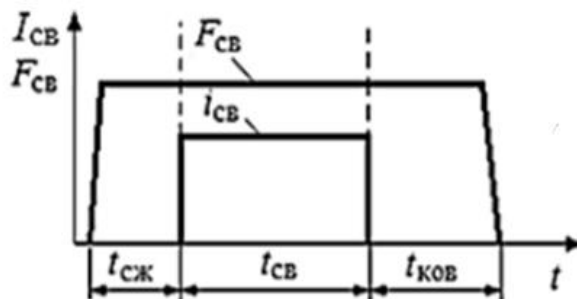


Рисунок 2 - Циклограмма контактной точечной сварки

### Задание для практической работы

Определить расчетные параметры режима контактной точечной сварки при постоянном усилии сжатия для заданных условий. Исходные данные по вариантам выбрать их таблицы

Вариант	Материал	Толщина, мм	Режим	Масса узла, кг	Кантовка, мм
1	Сталь 20	2	мягкий	2,	100
2	АМцб	2,5	-	3,0	150
3	Л62	3,0	-	4,0	200
4	20Х18Н	3,5	жесткий	5,0	250
5	ВТ22	1,5	мягкий	6,0	300
6	4Х9С2	4,0	жесткий	12,0	350
7	Сталь 20	2,0	мягкий	20,0	400
8	АМцб	3,0	-	22,0	450
9	ЛН65-5	2,5	-	18,0	50
10	20Х18Н	3,0	жесткий	20,0	100
11	ВТ22	2,0	мягкий	12,0	200
12	4Х9С2	3,5	жесткий	5,0	300
13	Ст3	4,0	мягкий	16,0	400
14	ЛС59-1	3,5	-	25,0	450

15	Бр.АЖ9-4	2,0	-	22,0	250
----	----------	-----	---	------	-----

### Пример выполнения практической работы

#### Задание:

Определить расчетные параметры режима контактной точечной сварки при постоянном усилии сжатия для заданных условий:

Материал - низколегированная сталь ,

Толщина металла - 4мм,

Режим - жесткий,

Масса узла - 10 кг,

Кантовка - 200 мм,

#### Решение:

#### *Определение основных параметров режима сварки*

**1. Диаметр контактной поверхности электрода  $d_3$** , зависит от толщины свариваемого металла  $S$ (мм):

$$d_3 = 1,5 \cdot S + 5 = 1,5 \cdot 4 + 5 = 11 \text{ мм} \quad (\text{при } S > 3)$$

Диаметр ядра точки  $d_я$  (мм):

$$d_я = 1,75 + 2,5 \cdot S = 1,75 + 2,5 \cdot 4 = 11,75 \text{ мм}$$

#### **2. Время сварки**

$$t_{св} = K_t \cdot S = 0,08 \cdot 4 = 0,32 \text{ с} ,$$

где  $K_t = 0,08$  - коэффициент времени сварки при жестком режиме (таблица 1).

#### **3. Усилие сжатия электродов**

$$F_{св} = K_p \cdot S = 2,5 \cdot 10^3 \cdot 4 = 10000 \text{ Н} = 10 \text{ кН} ,$$

где  $K_p = 2,5$  - коэффициент давления при жестком режиме (таблица 2).

#### **4. Величина сварочного тока $I_{св}$**

$I_{св} = 12 \text{ кА}$  (определяется по таблице 3)

#### *Расчет дополнительных параметров режима сварки*

#### **1. Минимальная величина нахлестки**

$$b_H = S^2 + 8 = 4^2 + 8 = 24 \text{ мм}$$

#### **2. Минимальный шаг точек**

$$H_{ТМ} = 14 + S^2 = 14 + 4^2 = 30 \text{ мм}$$

#### **3. Величина шунтирования**

Сопротивление шунта:

$$r_{ш} = \frac{h}{4\sqrt{a \cdot t_{св}}} \frac{0,2}{4\sqrt{0,15 \cdot 0,32}} = 0,23 \text{ Ом}$$

где  $h = 0,5 \cdot S = 0,5 \cdot 4 = 2 \text{ мм}$  – средняя величина проплавления детали;

$a = 0,15 \text{ см}^2/\text{с}$  – коэффициент теплопроводности металла, (таблица 4)

Сопротивление зоны сварки  $r_{зз}$  :

$$r_{зз} = \frac{K_э \cdot 2 \cdot \rho \cdot H_{ТМ}}{S \cdot b_{пр}} = \frac{0,4 \cdot 2 \cdot 15 \cdot 3}{0,4 \cdot 1,3} = 69 \text{ мкОм}$$

где  $K_э \approx 0,4$

$d_п = d_3 + \beta S = 11 + 1 \cdot 4 = 15 \text{ мм}$  - диаметр площадки контакта ( $\beta = 1,0$  при "жестких")

режимах сварки)

$b_{пр} = 0,5(d_э + d_{ш}) = 0,5(11+15) = 13$  мм - приведённая с учётом растекания тока ширина шунта,

$\rho = 15$  мкОм·см-удельная электрическое сопротивление материала (таблица 4)

$$I_{ш} = \frac{I_{св} \cdot r_{ээ}}{r_{ш}} = \frac{12000 \cdot 69 \cdot 10^{-6}}{0,23} = 3,6 \text{ А}$$

где  $r_{ээ}$  и  $r_{ш}$  - электрические сопротивления зоны сварки и шунта

Суммарный ток  $I_2$ :

$$I_2 = I_{св} + I_{ш} = 12000 + 3,6 = 12003,6 \text{ кА}$$

#### **4. Время предварительного сжатия**

$$t_{сж} = 0,08 + 0,03 \cdot S = 0,08 + 0,03 \cdot 4 = 0,2 \text{ с}$$

#### **5. Время проковки**

$$t_{пр} = 0,1 + 0,04 \cdot S = 0,1 + 0,04 \cdot 4 = 0,26 \text{ с}$$

#### **6. Время паузы**

$$t_{п} = 0,132 \text{ с (} t_{п} \text{ по таблице 5)}$$

#### **7. Время цикла t**

$$t_{ц} = t_{сж} + t_{св} + t_{пр} + t_{п} = 0,2 + 0,32 + 0,26 + 0,132 = 0,912 \text{ с}$$

#### **8. Режим работы машины**

Режим работы машины характеризуется соотношением ПВ в %:

ПВ - продолжительность включения машины

$$B = \frac{t_{св}}{t_{ц}} 100\% = \frac{0,32}{0,912} 100\% = 35\%$$

На основании полученных значений расчётных параметров строится циклограмма сварки

### ***Контрольные вопросы:***

1. Какие станки и устройства используют для точечной сварки?
2. В чем отличие точечной сварки от роликовой?
3. Назовите основные и дополнительные расчетные параметры точечной сварки
4. От каких факторов зависит величина сварочного тока?
5. Почему режимы сварки давлением различны для сплавов черных и цветных металлов?