

## **Уважаемые студенты!**

Задание:

1. Повторите теоретический материал по ранее изученной теме.
2. Ознакомьтесь с порядком проведения практической работы.
3. Выполните приведенную далее практическую работу в письменном виде в соответствии с вариантом задания (согласно списочному составу студентов в журнале).
4. Выполните приведенные далее расчеты.
6. Письменный отчет по практической работе в виде фото предоставьте преподавателю на e-mail ([tamara\\_grechko@mail.ru](mailto:tamara_grechko@mail.ru)).

**Примите к сведению**, что данная практическая работа выполняется на двух занятиях (1 занятие – 4 пара 14.02.2023 г., 2 занятие - 2 пара 16.02.2023 г.).

**Обратите внимание!!!** В случае возникновения вопросов по теоретическому материалу лекции обращайтесь для консультации к преподавателю по тел. 0721355729 (Ватсап).

С уважением, Гречко Тамара Ивановна!

## **Практическая работа**

**Тема:** Расчет режимов сварки под флюсом

**Цель:** Научится выбирать режимы сварки под флюсом для заданных условий

### ***Порядок выполнения работы:***

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями
2. Выполнить задание практической работы в соответствии с вариантом
3. Ответить на контрольные вопросы

## ***Теоретические сведения***

Режим сварки - совокупность ряда факторов сварочного процесса, обеспечивающих устойчивое горение дуги и получение сварных швов заданных размеров, формы и качества.

Основные параметры: род, сила и полярность тока; напряжение сварки, диаметр проволоки; скорость подачи электродной проволоки; скорость сварки; расход проволоки; расход электроэнергии.

### **Аналитический способ определения режимов сварки**

**1.Диаметр электродной проволоки** выбирают таким, чтобы он обеспечил максимальную производительность сварки (наплавки) при требуемой глубине проплавления.

С увеличением толщины свариваемых деталей растет диаметр проволочного электрода и сварочный ток, но уменьшается скорость формирования сварного шва.

<b>Диаметр электрода, мм</b>	<b>Сила сварочного тока, А</b>
2	200-400
3	300-600
4	400-800
5	700-1000
6	700-1200

### **2.Расчет сварочного тока, А:**

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_{э}^2 \cdot a}{4}$$

Рекомендуется использовать высокие значения плотности тока в электродной проволоке:

- при сварке  $a \geq 40 \div 50 \text{ А/мм}^2$  - для более глубокого проплавления,
- при наплавке  $a \leq 30 \div 40 \text{ А/мм}^2$ - для снижения глубины проплавления.

Наплавку рекомендуется выполнять при постоянном токе прямой полярности. Вылет электродной проволоки принимается  $30 \div 60 \text{ мм}$ , при этом более высокие его значения соответствуют большему диаметру

проволоки и силе тока.

**3. Напряжение сварки** существенно увеличивается только при толщине деталей свыше 25 мм.

Зависимость напряжения дуги от силы сварочного тока (флюс АН-348А):

Сила сварочного тока, А	180-300	300-400	500-600	600-700	700-850	850-1000
Напряжение дуги, В	32-34	34-36	36-40	38-40	40-42	41-43

**4. Скорость подачи электродной проволоки, м/ч:**

$$V_{\text{ПР}} = \frac{4 \cdot \alpha_{\text{Р}} \cdot I_{\text{СВ}}}{\pi \cdot d_{\text{ПР}}^2 \cdot \rho}$$

где  $d_{\text{ПР}}$  – диаметр проволоки, мм;

$\rho$  – плотность металла электродной проволоки, г/см<sup>3</sup> (для стали  $\rho = 7,8$  г/см<sup>3</sup>).

Коэффициент расплавления проволоки сплошного сечения при сварке под флюсом определяется по формулам:

для переменного тока:

$$\alpha_{\text{Р}} = 7,0 + 0,04 \cdot \frac{I_{\text{СВ}}}{d_{\text{ПР}}}$$

для постоянного тока прямой полярности:

$$\alpha_{\text{Р}} = 2 + \sqrt{\frac{I_{\text{СВ}}}{d_{\text{ПР}}}}$$

для постоянного тока обратной полярности

$$\alpha_{\text{Р}} = 10 \div 12 \text{ г/Ач}$$

**5. Скорость сварки, м/ч:**

$$V_{\text{СВ}} = \frac{\alpha_{\text{Н}} \cdot I_{\text{СВ}}}{100 \cdot F_{\text{В}} \cdot \rho}$$

где  $\alpha_{\text{Н}}$  - коэффициент наплавки, г/А ч;

$$\alpha_{\text{Н}} = \alpha_{\text{Р}}(1 - \Psi),$$

где  $\Psi$  - коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание, принимается равным  $0,02 \div 0,03$ .

$F_{\text{В}}$  - площадь поперечного сечения одного валика, см<sup>2</sup>,

При наплавке за один проход можно принять равной  $0,3 \div 0,6$  см<sup>2</sup>.

**6. Масса наплавленного металла, г:**

При сварке

$$G_H = F_{шв} \cdot l \cdot \gamma, \text{ г}$$

где  $l$  – длина шва, см;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла (для стали  $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$ ).

При наплавке

$$G_H = F_{нп} \cdot h_H \cdot \gamma, \text{ г}$$

где  $F_{нп}$  – площадь наплавляемой поверхности,  $\text{см}^2$ ;

$h_H$  – требуемая высота наплавляемого слоя, см.

### 7. Расход электродной проволоки

$$G_M = G_H (1 + \psi), \text{ кг}$$

где  $\psi$  – коэффициент потерь ( $\psi = 0,1 \dots 0,15$ )

### 8. Расход флюса, г/пог.м:

$$G_\Phi = \frac{(U_d - 1,8) \cdot 780}{V_{св}}$$

Толщина слоя флюса зависит от силы сварочного тока:

Сварочный ток, А	200-400	400-800	800-1200
Толщина слоя флюса, мм	25-35	35-45	45-60

### 9. Время горения дуги (основное время)

$$t_0 = \frac{G_H}{\alpha_H \cdot I_{св}}, \text{ ч}$$

где  $G_H$  – масса наплавленного металла шва данного типа, кг;

$\alpha_H$  — коэффициент наплавки,  $\text{г/А} \cdot \text{ч}$  ;

$I_{св}$  — сила сварочного тока, А.

### 10. Полное время сварки (наплавки) ,ч,

$$T = \frac{t_0}{k_{п}}$$

где  $t_0$  – время горения дуги (основное время),ч;

$k_{п}$ –коэффициент использования сварочного поста, принимается  $0,6 \div 0,7$ .

### 11. Расход электроэнергии, кВт· ч

$$A = \frac{U_d \cdot I_{св}}{\eta \cdot 1000} \cdot t_0 + W_0 \cdot (T - t_0)$$

где  $U_d$  – напряжение дуги, В;

$W_0$  – мощность источника питания, работающего на холостом ходе, кВт.

На постоянном токе  $W_0 = 2,0 \div 3,0$  кВт, на переменном –  $W_0 = 0,2 \div 0,4$  кВт.

$T$  – полное время сварки или наплавки, ч.

$\eta$  – КПД источника питания сварочной дуги (при постоянном токе  $0,6 \div 0,7$ , при переменном  $0,8 \div 0,9$ );

Режим сварки под флюсом можно определить также с помощью справочных таблиц.

### Задание для практической работы

Определить режимы резания при автоматической сварке под флюсом стальных листов для заданных условий:

Вариант	Марка стали	Толщина листа, мм	Длина шва, мм	Род тока	Полярность тока
1	Ст3кп	8	400	Постоянный	прямая
2	10Г2	10	450	Постоянный	обратная
3	18пс	12	500	Переменный	-
4	09Г2С	8	550	Постоянный	прямая
5	Сталь 20	10	600	Постоянный	обратная
6	Ст3кп	12	650	Переменный	-
7	10Г2	8	700	Постоянный	прямая
8	18пс	10	750	Постоянный	обратная
9	09Г2С	12	800	Переменный	-
10	Сталь 20	8	500	Переменный	-
11	Ст3кп	10	550	Постоянный	прямая
12	10Г2	12	600	Постоянный	обратная
13	18пс	8	650	Переменный	-
14	09Г2С	10	700	Постоянный	обратная
15	Сталь 20	12	750	Переменный	-

### Пример выполнения практической работы

#### Задание:

Определить режимы резания при автоматической сварке под флюсом для

заданных условий:

Марка свариваемого материала - сталь 18пс

Толщина свариваемого металла - 8 мм,

Длина шва - 250 см

Род тока - постоянный

Полярность - прямая

### Решение

**1. Диаметр электродной проволоки** выбираем таким, чтобы он обеспечил максимальную производительность сварки (наплавки) при требуемой глубине проплавления.

$$d_э = 2 \text{ мм ( для толщины металла 6 мм)}$$

**2. Род и полярность тока** выбирается в зависимости от марки свариваемого металла и его толщины, а также от марки присадочной проволоки. Принимаем постоянный ток прямой полярности

### 3. Расчет сварочного тока, А:

$$I_{св} = \frac{\pi d_э^2}{4} i = \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} \cdot 120 = 377 \text{ А}$$

где  $i = 120 \text{ А/мм}^2$  – плотность тока в электродной проволоке,  $\text{А/мм}^2$

$d_э$  – диаметр электродной проволоки, мм.

При сварочном токе  $300 \div 400 \text{ А}$  длина дуги должна быть в пределах  $2,0 \div 6,0 \text{ мм}$ .

**4. Напряжение сварки** существенно увеличивается только при толщине деталей свыше 25 мм.

Принимаем по таблице  $U = 36 \text{ В}$  - при  $I_{св} = 377 \text{ А}$  (флюс АН-348А):

### 5. Вылет электродной проволоки

Величину вылета выбирается в зависимости от диаметра электродной проволоки.

$$L_э = 10 d_{эл} = 10 \cdot 2 = 20 \text{ мм}$$

### 6. Скорость подачи электродной проволоки, м/ч:

$$V_{пн} = \frac{4 \cdot \alpha_p I_{св}}{\pi d_{эл}^2 \gamma};$$

где  $\alpha_p$  – коэффициент расплавления проволоки, г/А ч ;

$\gamma$  – плотность металла электродной проволоки, г/см<sup>3</sup> (для стали  $\gamma = 7,8$  г/см<sup>3</sup> = 0,0078 г/мм<sup>3</sup>).

Коэффициент расплавления проволоки сплошного сечения при сварке под флюсом для постоянного тока прямой полярности:

$$\alpha_p = 2 + \sqrt{\frac{I_{св}}{d_3}} = 2 + \sqrt{\frac{377}{2}} = 15,73 \text{ г/А ч}$$

тогда 
$$V_{mn} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{св}}{\pi d_{эл}^2 \gamma} = \frac{4 \cdot 15,73 \cdot 377}{3,14 \cdot 2^2 \cdot 7,8} = 242 \text{ м/ч}$$

### 7. Скорость сварки, м/ч:

$$V_{св} = \frac{\alpha_H I_{св}}{100 F_B \gamma} = \frac{15,73(1-0,02) \cdot 377}{100 \cdot 0,3 \cdot 7,8} = 24,8 \text{ м/ч}$$

где  $\alpha_H$  - коэффициент наплавки, г/А ч;

$$\alpha_H = \alpha_p (1 - \Psi),$$

где  $\Psi$  - коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание.

При сварке под флюсом  $\Psi = 0,02 - 0,03$ ;

$F_B$  - площадь поперечного сечения одного валика, см<sup>2</sup>.

При наплавке в СО<sub>2</sub> принимается равным 0,3 - 0,7 см<sup>2</sup>. Принимаем 0,3 см<sup>2</sup>.

### 8. Масса наплавленного металла, г:

$$G_H = F_{шв} \cdot l \cdot \gamma = 0,3 \cdot 250 \cdot 7,8 = 585 \text{ г}$$

где  $l = 250$  см – длина шва, см;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла (для стали  $\gamma = 7,8$  г/см<sup>3</sup>).

### 9. Расход электродной проволоки

$$G_M = G_H (1 + \psi) = 585 (1 + 0,1) = 644 \text{ г}$$

где  $\psi$  – коэффициент потерь ( $\psi = 0,1 \dots 0,15$ )

### 10. Расход флюса:

$$G_\phi = \frac{(U_d - 1,8) \cdot 780}{V_{св}} l = \frac{(36 - 1,8) \cdot 780}{377} \cdot 2,5 = 176 \text{ г}$$

Толщина слоя флюса зависит от силы сварочного тока. Принимаем 35 мм (при  $I_{св} = 377$  А)

### 11.Время горения дуги (основное время)

$$t_0 = \frac{G_H}{\alpha_H \cdot I_{св}} = \frac{585}{15,42 \cdot 377} = 0,1 \text{ ч}$$

где  $G_H = 585$  г- масса наплавленного металла шва данного типа, кг;

$\alpha_H = \alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{р}} (1 - \Psi) = 15,73(1 - 0,02) = 15,42 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$  — коэффициент наплавки;

$I_{св} = 377 \text{ А}$ — сила сварочного тока.

### 12.Полное время сварки (наплавки), ч,

$$T = \frac{t_0}{k_{\text{п}}} = \frac{0,1}{0,6} = 0,17 \text{ ч}$$

где  $t_0 = 0,11 \text{ ч}$  – время горения дуги (основное время),ч;

$k_{\text{п}}$  – коэффициент использования сварочного поста, который принимается для ручной сварки  $0,6 \div 0,7$ , принимаем  $0,6$ .

### 13.Расход электроэнергии, кВт· ч

$$A = \frac{U_{\text{д}} I_{св}}{\eta \cdot 1000} t_0 + W_0 (T - t_0) = \frac{36 \cdot 377}{0,6 \cdot 1000} 0,1 + 2,5(0,17 - 0,1) = 2,43 \text{ кВт}$$

где  $U_{\text{д}} = 36 \text{ В}$ – напряжение дуги;

$W_0$ – мощность, расходуемая источником питания сварочной дуги при холостом ходе, кВт; принимаем  $W_0 = 2,5 \text{ кВт}$  (ток постоянный)

$T = 0,17 \text{ ч}$  – полное время сварки или наплавки.

$\eta$ – КПД источника питания сварочной дуги, принимаем  $\eta = 0,6$  (ток постоянный).

### *Контрольные вопросы:*

1. Какие устройства регулируют сварочный ток при сварке под флюсом?
2. Как подается флюс в зону сварки?
3. Каких диаметров сварочная проволока применяется для сварки



под флюсом?

4. Перечислите наиболее часто применяемые марки сварочных флюсов;

5. Как регулируется скорость подачи проволоки?

6. Какие параметры режима сварки под слоем флюса Вы знаете?

7. Как влияют параметры режима сварки на форму сварного шва?

8. Сварочные проволоки для сварки под флюсом.

9. Классификация и составы флюсов для дуговой сварки.

10. Как зависит между сила сварочного тока от скорости подачи проволоки?

11. Как влияет погонная энергия сварки на величину проплавления?

12. На основании чего выбирают марку и диаметр сварочной проволоки?

13. Можно ли уменьшать силу тока при сварке последующих слоев многослойного шва при сварке без перерывов?

14. Для чего применяют выводные планки?

15. Как используются флюсовые подушки?

Какое сечение шва в кв. мм можно получить за 1 проход при автоматической сварке под флюсом?