

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.
4. Выполните приведенные далее расчеты.
5. Письменный отчет по практической работе в виде фото предоставьте преподавателю на e-mail (tamara_grechko@mail.ru).

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: Технология автоматической сварки под слоем флюса

Цель:

1. Теоретические сведения.

При сварке под флюсом (рис. 1) дуга горит между сварочной проволокой **1** и свариваемым изделием **5** под слоем гранулированного флюса **4**. Ролики **2** специального механизма падают в электродную проволоку в зону дуги **6**.

Сварочный ток (переменный или постоянный прямой или обратной полярности) подводится к проволоке с помощью скользящего контакта **3**, а к изделию – постоянным контактом.

Сварочная дуга горит в газовом пузыре, который образуется в результате плавления флюса и металла.

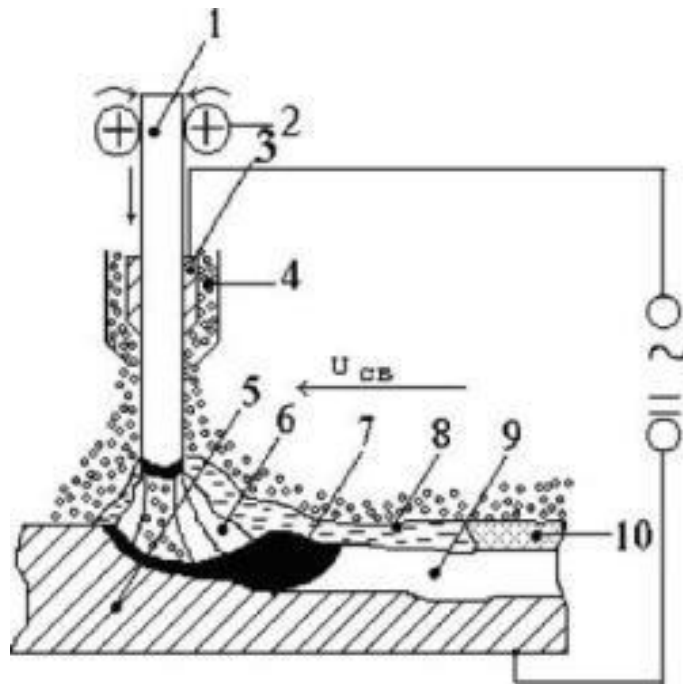


Рис.1 - Схема автоматической сварки (наплавки) под флюсом

Кроме того, расплавленный металл защищен от внешней среды слоем расплавленного флюса **8**. По мере удаления дуги от зоны сварки расплавленный флюс застывает и образует шлаковую корку **10**, которая впоследствии легко отделяется от поверхности шва.

Флюс засыпается впереди дуги из бункера слоем толщиной 40–80 мм и шириной 40– 100 мм. Нерасплавленный флюс после сварки используется повторно. Расплавленные электродный и основной металлы **7** в сварочной ванне перемешиваются и при кристаллизации образуют сварной шов **9**.

Преимущественное применение находит сварка проволокой (проволочным электродом), но имеет распространение наплавка ленточными или комбинированными электродами.

К достоинствам сварки под флюсом относятся:

- высокая производительность процесса, благодаря использованию больших токов, глубокому проплавлению, почти полному отсутствию потерь металла на угар и разбрызгивание (не более 3%);

- высокое качество наплавляемой поверхности в результате хорошей защиты флюсом сварочной ванны;

- незначительное количество неметаллических включений в металле шва; возможность легирования наплавляемого металла через флюс; лучшее использование тепла дуги (по сравнению с ручной сваркой расход электроэнергии уменьшается на 30–40%);

- лучшие условия труда сварщика и ряд других.

Вместе с тем, этот вид сварки имеет и недостатки:

- сильный нагрев изделия; повышенная текучесть расплавленных металла и флюса, что позво-

ляет вести сварку только в нижнем положении и наплавлять детали диаметром не менее 40 мм;

- необходимость в отдельных случаях повторной термической обработки;

- невозможность непосредственного наблюдения за формированием сварочного шва.

Сварка под флюсом используется при изготовлении и ремонте конструкций и деталей ответственного назначения, которые должны быть надежными при эксплуатации в условиях низких и высоких температур.

Наибольшее применение находят флюсы марок АН-348А, АН-348В, ОСЦ-45, АНЦ-1 и др. (ГОСТ 9087-81 ФЛЮСЫ СВАРОЧНЫЕ ПЛАВЛЕННЫЕ).

Такие флюсы рекомендуются для сварки низко- и среднеуглеродистых сталей. Для сварки и наплавки низко- и среднелегированных сталей используются флюсы АН-348А, АН-60, АН-22 и другие в сочетании с проволоками марок Св-08А, Св-08ГА и проволоками, легированными хромом, молибденом, никелем. Некоторые сочетания сварочных материалов приведены в Табл. 2.1

Таблица 1 - Некоторые сочетания флюсов и проволок сплошного сечения при дуговой сварке под флюсом

Флюсы и проволока для автоматической сварки		
Марка флюса	Назначение флюса	Рекомендуемые марки проволоки
АН-348А, АН-348В, АНЦ-1	Сварка и наплавка изделий широкой номенклатуры из углеродистых и низколегированных сталей	Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-10Г2
АН-60	Сварка углеродистых и низколегированных сталей	Св-08, Св-08ГА; Св-08ХМ, Св-10НМА
АН-22	Сварка низко- и среднелегированных сталей	Св-08ГА, Св-08ХМ, Св-08ХМФ, Св-08ХГНМГА
АНК-30	Сварка углеродистых и низколегированных сталей, в т.ч. хладостойких мелкозернистых повышенной прочности	Св-08, Св-08ГА, Св-08ХМ, Св-08ХМФ, Св-08ХГНМТА

2. Расчёт режима сварки и некоторых технико-экономических параметров процесса

2.1 Параметры режима дуговой сварки под флюсом:

- диаметр электродной проволоки, $d_{эл.}$;
- скорость сварки, V_c ;
- сварочный ток, $I_{св.}$;
- напряжение сварки, U_c ;
- вылет электродной проволоки, L_B ;
- скорость подачи электродной проволоки, $V_{пр.}$;
- общее количество проходов, $N_{пр.}$;
- расход флюса, G_f ;

Дуговую сварку под флюсом по уровню автоматизации разделяют на механизированную и автоматическую. При механизированной сварке параметры V_c и L_B устанавливаются вручную и жёстко не контролируются, но их расчёт выполняется.

2.2 Подготовка исходных данных. В исходные данные входят:

1. Химический состав и марка свариваемого металла.
2. Химический состав и марка электродной проволоки, и сварочного флюса.
3. Способ сварки по уровню автоматизации (механизированная, автоматическая).
4. Тип соединения.
5. Толщина свариваемого металла.
6. Положение шва и количество проходов.
7. Тип шва по форме и по количеству проходов.
8. Форма и размеры подготовки кромок под сварку.
9. Общие размеры шва.

Сведения о стандартных типах сварных соединений приведены в ГОСТ 8713 «Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры». Сведения о нестандартных типах соединений приводятся в конструкторско-технологической документации на свариваемое изделие.

Тип шва по количеству проходов N можно определить по табл. 2.

Таблица 2 - Типы стандартных швов по количеству проходов при дуговой сварке

Тип шва по количеству проходов	Толщина металла стыкового шва S , мм	Катет K , мм, углового шва при положении	
		нижнем	«лодочка»
Однопроходный	2...12	3...8	5...14
Двухпроходный двухсторонний	2...22	3...8	5...14
Многопроходный	24...160	9...40	15...40

Расчёт режима сварки по размерам шва (ширина e и глубина проплавления h) производится для односторонних или двусторонних швов, для корневого или подварочного проходов многопроходного шва.

Сначала определяем основные параметры режима: $d_{эл}$, V_c , I_c , так как они непосредственно зависят от размеров шва e и h , затем – дополнительные параметры: U_c , L_b , $V_{пр}$, $q_{зг}$, зависящие от основных.

Диаметр электродной проволоки может изменяться в сравнительно широких пределах, а скорость сварки и сварочный ток определяются однозначно при строго заданных двух размерах шва.

2.3.1 Диаметр электродной проволоки, $d_{эл}$ зависит от толщины металла S и глубины проплавления h . Однако, глубина проплавления зависит от величины зазора v между кромками и формы подготовки кромок под сварку. Для учёта этих факторов введём расчётную глубину проплавления h_p , которую можно определить по Табл.2.2.

Диаметр проволоки рассчитываем в зависимости от расчётной глубины проплавления h_p , мм по формуле:

$$d_{эл} = (0,29...1,1) h_p \quad (2.1)$$

Предельные значения $d_{эл}$ ограничиваются способом сварки по уровню автоматизации и

пространственного положения шва, табл. 3. Полученный расчётным путём $d_{эл}$ округляют до ближайшего стандартного по Табл. 3 и используем это значение в дальнейших расчётах.

Таблица 3 - Определение h_p при механизированной и автоматической сварке

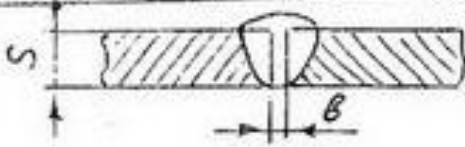
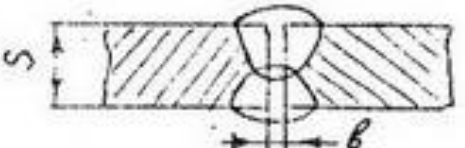
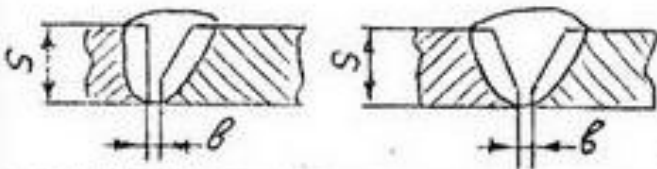
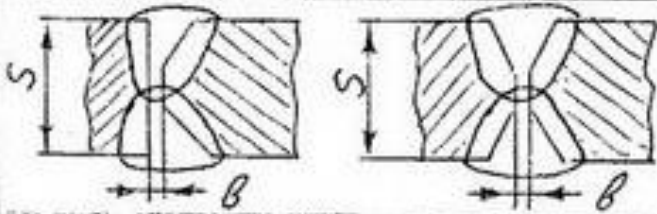
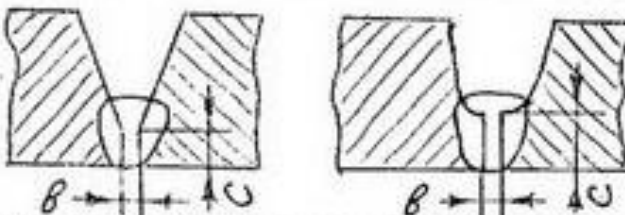
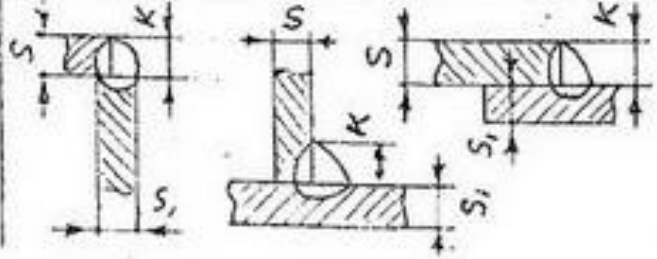
Вариант	Эскиз шва и формы подготовки кромок	Формула для определения расчетной глубины проплавления
1		$h_p = S - 0,5b$
2		$h_p = 0,6S - 0,5b$
3		$h_p = 0,75S - 0,5b$
4		$h_p = 0,35S - 0,5b$
5		$h_p = C - 0,5b$
6		$h_p = (0,7 \dots 1,1)K,$ $K \leq 1,2S$

Таблица 4 - Ограничения на диаметр проволоки при дуговой сварке под флюсом

Диаметры электродной проволоки $d_{эл}$, мм при сварке	
автоматической	механизированной
1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0	1,6; 2,0

2.3.2 Скорость сварки рассчитываем с учётом известного $d_{эл}$ и заданной ширины шва e , мм/с:

$$V_c = (695 \cdot d_{эл}) \cdot (1/e)^2 \quad (2.2)$$

Ограничения V_c связаны с составом и строением зёрен (стекло, пемза) сварочного флюса и уровнем автоматизации процесса. При использовании флюсов типа АН-348А скорость автоматической сварки рекомендуется в пределах 4...16 мм/с, механизированной – 4...8 мм/с.

2.3.3 Сварочный ток $I_{св}$, А определяем однозначно при известных h_p , $d_{эл}$ и V_c :

$$I_{св} = 85,4 \cdot h_p \cdot (d_{эл} \cdot V_c)^{0,5} \cdot \{1/[4 + 0,0285 \cdot h_p \cdot (d_{эл} \cdot V_c)^{0,5}]\} \quad (2.3)$$

Расчётный сварочный ток должен находиться в пределах $I_{св} = (110...230) \cdot d_{эл}$. Кроме того, сварочный флюс не должен превышать допустимое значение для заданной марки сварочного флюса.

2.3.4 Напряжение сварки U_c , В:

$$U_c = 22 + 0,02 I_{св} \quad (2.4)$$

5. Вылет электродной проволоки, мм :

$$L_B = 10 d_{эл} \pm 2 d_{эл} \quad (2.5)$$

5. Скорость подачи электродной проволоки $V_{пр}$,

м/ч рассчитывается по формуле:

$$V_{пр} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{св}}{\pi \cdot d_{пр}^2 \cdot \rho} \quad , \quad (2.6)$$

где α_p – коэффициент расплавления проволоки, г/А·ч ;

ρ – плотность металла электродной проволоки, г/см³ (для стали $\rho = 7,8$ г/см³);

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

$d_{эл.}$ - диаметр электрода, мм.

Значение α_p рассчитывается (принимается) по формулам:

$$\alpha_p = 7,0 + 0,04 \cdot \frac{I_{св}}{d_{пр}} \quad - \text{ для переменного тока } \rightarrow (2.7.1)$$

$$(2.7.2) \quad \alpha_p = 2 + \sqrt{\frac{I_{св}}{d_{пр}}} \quad - \text{ для тока прямой полярности } \rightarrow$$

$$\frac{\Gamma}{\text{А} \cdot \text{ч}} \quad - \text{ для постоянного тока обратной полярности } \rightarrow \alpha_p = 10 \dots 12 \quad (2.7.3)$$

5. Расход G_ϕ , сварочного флюса зависит от напряжения и скорости сварки и приближённо определяется по эмпирической зависимости:

$$\frac{g}{\text{пог.м}} \quad G_\phi = (U_c - 1,8) \cdot 780 \cdot (1/V_c), \quad (2.8)$$

Толщина слоя флюса зависит от силы сварочного тока, Табл.2.4:

Таблица 5 - Зависимость толщины слоя флюса от тока сварки

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

2.3.8 Масса наплавленного металла G_H , г, рассчитывается по следующей формуле:

$$G_H = F_{нм} \cdot l \cdot \rho, \quad (2.9)$$

где $F_{нм} = 2F_1 + F_2$ - площадь сечения наплавленного металла шва, см²; определяется как сумма элементарных геометрических фигур, составляющих сечение разделки (F_1) и выпуклости шва (F_2), рис.2.

l – длина шва, см;

ρ – плотность наплавленного металла (для стали $\rho = 7,8$ г/см³).

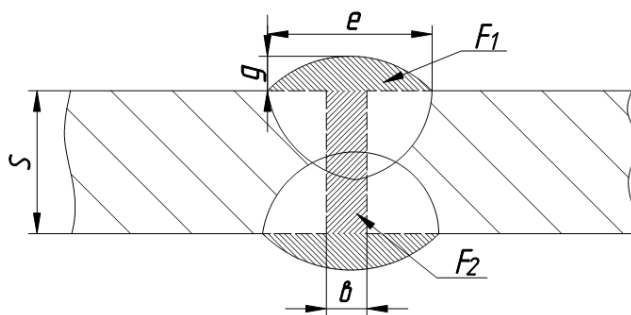


Рисунок 2 - Площадь поперечного сечения наплавленного электродного металла стыкового шва:

F_1 – площадь разделки; F_2 – площадь выпуклости.

2.3.9 Время горения дуги t_0 , ч, определяется по формуле:

$$t_0 = \frac{G_H}{I_{св} \cdot \alpha_H}, \quad (2.10)$$

где G_H - масса наплавленного металла G_H , г;

$I_{св}$ – сварочный ток, А;

$\alpha_H = \alpha_P \cdot (1 - \Psi)$, где Ψ - коэффициент потерь металла на угар и разбрызгивание. При дуговой сварке под флюсом $\Psi = 0,02 \dots 0,03$.

2.3.10 Полное время сварки T , ч, определяется по формуле:

$$T = \frac{t_0}{k_{п}}, \quad (2.11)$$

где $k_{п}$ – коэффициент использования сварочного поста, ($k_{п} = 0,6 \div 0,57$).

2.3.11 Расход электродной проволоки $G_{пр}$ г, рассчитывается по формуле:

$$G_{пр} = G_H \cdot (1 + \psi), \quad (2.12)$$

где G_H – масса наплавленного металла, г; Ψ – коэффициент потерь, ($\Psi = 0,02 \dots 0,03$).

2.3.12 Расход электроэнергии A , кВт·ч, определяется по формуле:

$$A = \frac{U_D \cdot I_{св}}{\eta \cdot 1000} \cdot t_0 + W_0 \cdot (T - t_0), \quad (2.13)$$

где $U_D = U_C$ – напряжение дуги, В;

η – КПД источника питания: при постоянном токе $0,6 \dots 0,7$, при переменном $0,8 \dots 0,9$;

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

На постоянном

токе $W_0 = 2,0 \dots 3,0$ кВт, на переменном – $W_0 = 0,2 \dots 0,4$ кВт.

3. Пример расчёта режима дуговой сварки под флюсом по размерам шва.

3.1 Задача. Определить режим сварки под флюсом стыкового соединения №1 верхней полусферы резервуара, Рис. 3.

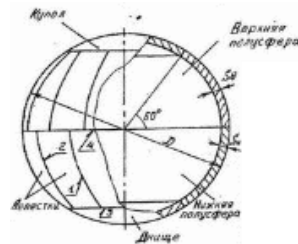


Рисунок 3 - Сферический резервуар

3.2 Подготовка исходных данных. Из технологического анализа сварного изделия установлено:

- основной металл – сталь 09Г2С (ГОСТ 19282);
- сварочный флюс – АН-47 (ТУ 14-1-1353-75);
- сварочная проволока Св08ГА (ГОСТ 2246);
- сварка автоматическая;
- толщина основного металла - 26мм;
- тип соединения – стыковой;
- тип шва – стыковой, двусторонний двухпроходный;
- положение шва - нижнее;
- форма и размеры подготовки кромок, рис. 4.

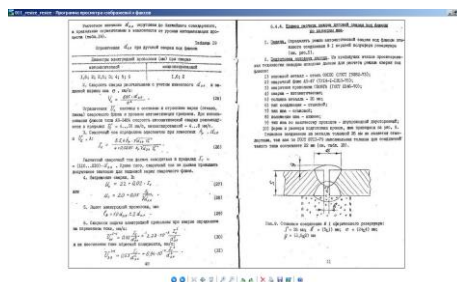


Рисунок 2.4 Тип, конструктивные размеры и элементы стыкового соединения №1 резервуара:

$$S = 26 \text{ мм}; e = (5 \pm 1) \text{ мм}; e = (24 \pm 4) \text{ мм}; g = (2,5 \pm 2) \text{ мм}.$$

Стыковое соединение из металла толщиной 26 мм не является стандартным, так как в ГОСТ 8713 максимальная толщина для соединений такого типа составляет 22 мм, Табл.18 ГОСТ 8713

3.3 Расчёт режима сварки.

3.3.1 Определяем расчётную глубину проплавления по Табл. 2.2:

$$h_p = 0,6 S - 0,5e = 0,6 \cdot 26 - 0,5 \cdot 5 = 13,1 \text{ мм}$$

3.3.2 Диаметр электродной проволоки:

$$d_{эл} = (0,29 \dots 1,1) h_p = (0,29 \dots 1,1) \cdot 13,1 = 14,4 \text{ мм}$$

При автоматической сварке расчётному диапазону удовлетворяют стандартные диаметры 4, 5, 6 мм. Если выбрать более высокое значение $d_{эл}$, то несколько выше будет V_c и, следовательно, производительность процесса. Принимаем $d_{эл} = 5 \text{ мм}$.

3.3.3 Скорость сварки рассчитаем по формуле:

$$V_c = (695 \cdot d_{эл}) \cdot (1/e)^2 = (695 \cdot 5) \cdot (1/24)^2 = 6 \text{ мм/с (21,6 м/ч)}$$

Скорость сварки находится в пределах ограничений.

3.3.4 Сварочный ток определяем по формуле (2.3):

$$\begin{aligned} I_{св} &= 85,4 \cdot h_p \cdot (d_{эл} \cdot V_c)^{0,5} \cdot \{1/[4 + 0,0285 \cdot h_p \cdot (d_{эл} \cdot V_c)^{0,5}]\} = \\ &= 85,4 \cdot 13,1 \cdot (5 \cdot 6)^{0,5} \cdot \{1/[4 + 0,0285 \cdot 13,1 \cdot (5 \cdot 6)^{0,5}]\} = 1013,7 \text{ А} \end{aligned}$$

Проверяем соответствие расчётного сварочного тока допустимым пределам по эмпирической формуле

$$I_{св} = (110 \dots 230) \cdot d_{эл} = (110 \dots 230) \cdot 5 = 550 \dots 1150 \text{ А}$$

Принимаем $I_{св} = 1014 \text{ А}$

3.3.5 Напряжение сварки по формуле (2.4):

$$U_c = 22 + 0,02 I_{св} = 22 + 0,02 \cdot 1014 = 42,3 \text{ В}$$

Вылет электродной проволоки по эмпирической формуле (2.5):

$$L_B = 10 d_{эл} \pm 2 d_{эл} = 10 \cdot 5 \pm 10 \text{ мм}$$

3.3.7 Значение α_R рассчитываем для варианта сварки на переменном токе:

$$= 7,0 + 0,04 \cdot 1014 \cdot (1/5) = 15,11 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Скорость подачи электродной проволоки:

$$= (4 \cdot 15,11 \cdot 1014) / (3,14 \cdot 5^2 \cdot 7,8) = 100,1 \text{ м/ч (27,8 мм/с)}.$$

Определяем приблизительный расход флюса по формуле (2.8)

$$G_{\Phi} = (U_c - 1,8) \cdot 780 \cdot (1 / V_c) = (42,3 - 1,8) \cdot 780 \cdot (1 / 21,6) = 1462,5 \sim 1,5$$

кг/пог.м

Толщину слоя флюса определяем таблично, Табл. 5 – 45...60 мм

Технико-экономические показатели процесса рассчитать самостоятельно, воспользовавшись рис. 4.