

Оценка возможности легирования металла шва за счет использования никельсодержащих отходов в составе флюса

Студенты: гр.104112 Ивко Я.В., Кецко А.Н., Середа В.Ю.,
гр.104811 Качура Е.С.

Научные руководители – Урбанович Н.И, Комаров О.С.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Известно, что пластические свойства металла шва можно повысить за счет его легирования таким элементом как никель. Введение легирующих элементов в сварочную ванну можно осуществлять через металлическую и/или шлаковую фазу. В предлагаемой работе сделана попытка проведения легирования металла шва через шлаковую фазу путем введения никельсодержащих отходов, в которых никель содержится в виде оксида, в состав флюса.

Эксперименты с целью проверки возможности легирования шва через шлаковую фазу проводили на установке для сварки под слоем флюса АДФ-1002. В одном случае в состав стандартного флюса АН-348А добавили 10 % отработанного катализатора ГИАП-16, содержащего 20% NiO и до 80% Al₂O₃. В другом случае, кроме 10% ГИАП-16, добавили 2% молотого ферросилиция (ФС75) с целью создания условий для восстановления никеля из оксида. Для сравнительного анализа по усвоению никеля из оксида в качестве исходного служил сварной шов, полученный под флюсом без добавок. Отработанный никельсодержащий катализатор использовали вместо порошкового никеля, исходя из соображений экономии средств на легирование и по экологическим соображениям, предусматривающим утилизацию вторичных ресурсов.

В качестве образца, для получения сварного соединения использовали пластины из стали марки Ст3 размерами 200х65х10.

Выбор режима сварки проводили расчетным путем и по справочным таблицам. Основными параметрами режима сварки являются: сила сварочного тока $I_{св}$, напряжение на дуге $U_{д}$, скорость подачи сварочной проволоки $V_{п.пр}$, скорость сварки $V_{св}$.

Первоначально задавались d_3 . Его значение зависит от требуемой глубины проплавления металла $h_{пр}$. Глубина проплавления определяется толщиной металла и типом сварного соединения. Для стыковых односторонних швов, форма и конструктивные элементы подготовки кромок свариваемых деталей для получения которых представлены на рисунке 1, глубина проплавления $h_{пр}$ равна толщине свариваемого металла S , т.е. $h_{пр} = S$.

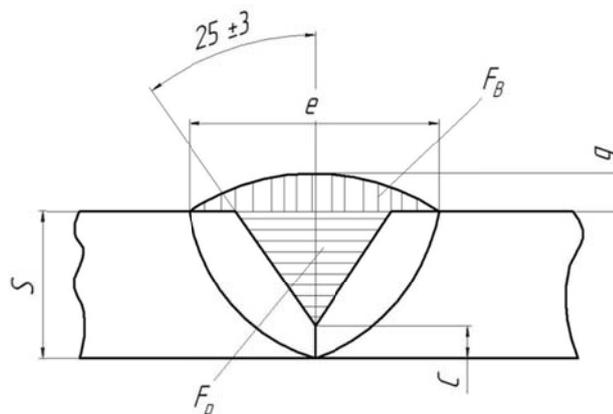


Рисунок 1 – Стыковой шов с V-образной разделкой кромок:
e – ширина шва; g – выпуклость шва; F_B – площадь V-образной разделки кромок;

F_b – площадь валика шва; S – толщина свариваемого металла

Площадь наплавленного металла стыкового шва с V-ой разделкой кромок определяли суммой площадей геометрических фигур, которые заполняются электродным металлом при сварке по формуле:

$$F_H = S \cdot b + (S - c)^2 \operatorname{tg} \alpha + 0,75 e g, \text{ мм}^2;$$

Поскольку $b = 0$ мм; $h_{\text{пр}} = 10,0$ мм; $e = 3,0 \pm 1,0$ мм; $g = 1,5 \pm 1,0$ мм, тогда

$$F_H = 10 \cdot 0 + (10 - 3)^2 \operatorname{tg} 25 + 0,75 \cdot 17 \cdot 1 = 35,6 \text{ мм}^2;$$

Силу сварочного тока определили по формуле:

$$I_{\text{св}} = (h_{\text{пр}} / k_{\text{п}}) 100, \text{ А};$$

где $k_{\text{п}}$, мм/100 А – коэффициент пропорциональности, зависящий от условий сварки и определяется по таблице 1.

Для сварки на переменном токе сварочной проволокой $\varnothing 2,0$ мм, принимаем $k_{\text{п}} = 1,25$ мм/100 А. Тогда:

$$I_{\text{св}} = (h_{\text{пр}} / k_{\text{п}}) 100 = (10 / 1,25) 100 = 800 \text{ А};$$

Таблица 1 – Значение коэффициента $k_{\text{п}}$

Марка флюса	Диаметр электродной проволоки, мм.	Для переменного тока, А	Для постоянного тока, А	
			Прямая полярность	Обратная полярность
			$k_{\text{п}}$, мм/100 А	$k_{\text{п}}$, мм/100 А
АН – 348-А	2	1,25	1,15	1,40

После вычисления силы сварочного тока уточняем диаметр сварочной проволоки по формуле:

$$d_s = 1,13 (I_{\text{св}} / j)^{1/2}, \text{ мм};$$

где j – допустимая плотность тока, А/мм², значения которой представлены в таблице 2

Таблица 2 – Значение плотностей тока при автоматической сварке под флюсом

Диаметр проволоки, мм	<2	2	3	4	5
j , А/мм ²	90-200	60-120	45-90	35-60	30-50

Для сварочной проволоки диаметром 2,0 мм, из таблицы 2 принимаем $j = 120$ А/мм².

$$d_s = 1,13 (I_{\text{св}} / j)^{1/2} = 1,13 (800 / 120) = 3 \text{ мм}.$$

Напряжение на дуге устанавливаем в зависимости от марки и диаметра электрода. Так как сварку под флюсом проводим на токах до 1000 А, то напряжение дуги рассчитываем по формуле:

$$U_{\text{д}} = 19 + 0,037 I_{\text{св}} = 19 + 0,037 \cdot 800 = 48,6 \text{ В};$$

Скорость сварки $V_{\text{св}}$, м/ч вычисляем по формуле:

$$V_{\text{св}} = \alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}} / \gamma F_H \cdot 100;$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки под флюсом, $\alpha_{\text{н}} = 13 \div 16$, г/А·ч;

$I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока, А;

γ – плотность металла, $\gamma = 7,8$ г/см³;

F_H – площадь поперечного сечения наплавленного металла за один проход, см².

$$V_{\text{св}} = 14 \cdot 800 / 7,8 \cdot 0,356 \cdot 100 = 40 \text{ м/ч},$$

Скорость подачи $V_{п.пр}$, м/ч, сварочной проволоки вычисляем по формуле:

$$V_{п.пр} = \alpha_n \cdot I_{св} / \gamma \cdot F_3 \cdot 100, \text{ м/ч};$$

где F_3 – площадь сечения сварочной проволоки,

$$F_3 = \pi d_3^2 / 4 = 3,14 \cdot 0,3^2 / 4 = 0,07 \text{ см}^2. \text{ Тогда}$$

$$V_{п.пр} = 14 \cdot 800 / 7,8 \cdot 0,07 \cdot 100 = 205 \text{ м/ч};$$

Рекомендуемая форма проплавления $\Psi = e/h_{пр} = 1,3-2$.

Находим ширину шва: $e = h_{пр} \cdot \Psi = 10 \cdot 2 = 20 \text{ мм}$.

Сварку стальных пластин проводили на заданных режимах, представленных выше. После чего, с целью проведения анализа на химический состав металла шва, из трех сварных соединений вырезали фрагменты сварного шва и изготавливали шлифы.

Как показал сравнительный анализ химического состава металла швов, который проводили на сканирующем электронном микроскопе JSM-5610 LV с использованием рентгенофлуоресцентного микроанализатора JED 2201, большее содержание никеля получили в металле шва сварного соединения, сварку которого производили под слоем флюса, содержащего 10% ГИАП-16 + 2%ФС75, и оно составило 0,1%.

Таким образом, установлена принципиальная возможность легирования металла шва через шлаковую фазу за счет использования в составе флюса вторичных ресурсов, содержащих оксиды никеля.

УДК 621.73

Сравнительный анализ сварочно-технических свойств газообразного и твердого диоксида углерода при дуговой сварке

Студенты: гр.104811 Сосновский Е.А., Адериха Д.С., Сахно А. А.,
гр.104813 Кулакля С.О.

Научные руководители – Урбанович Н.И., Викторовский Д.И.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Проведенные ранее, на кафедре «Порошковая металлургия, сварка и технология материалов» Белорусского национального технического университета, исследования позволили показать принципиальную возможность использования сухого льда в качестве сварочного материала [1].

Сухой лед – твердый диоксид углерода (CO_2) ГОСТ 12162-77 (рисунок 1). При атмосферном давлении и температуре минус 78 °С диоксид углерода способен сублимировать, т.е. переходить из твердого кристаллического состояния сразу в газообразное. Сублимирующий в зоне дуги лед, выделяя огромный объем чистого углекислого газа, создает надежную защиту расплавленного металла и сварочной дуги от вредного воздействия воздуха.

