

ВИКОРИСТАННЯ ГАЗОВОЇ СУМІШІ У ЯКОСТІ ЗАХИСНОГО ГАЗУ ПРИ ДУГОВОМУ ЗВАРЮВАННІ

Крюк А.Г., канд. техн. наук, **Осикова А.М.**, магістр 2 курсу
(Харківський національний економічний університет ім. Семена Кузнеця)

Зварювання в захисних газах є одним зі способів дугового зварювання. Відомі наступні різновиди зварювання в захисному газі: в інертних одноатомних газах (аргон, гелій), у нейтральних двоатомних газах (азот, водень) та у вуглекислому газі. У практиці найбільш широке застосування одержало зварювання у вуглекислому газі.

З кожним роком все більша кількість промислових підприємств, на яких застосовуються зварювальні роботи, починають використовувати зварювання в середовищі захисних газів, про це свідчить аналіз ринку обладнання для дугового зварювання плавленням. За останнє десятиліття частка зварювання в захисних газах зросла з 64% до 75,7%. Якщо розглядати застосування зварювальних газів тільки з точки зору отримання найкращого захисту реакційного простору зварювальної дуги від зовнішнього повітря, то оптимальним захисним газом буде аргон. Аргон важчий за повітря (густина 1,78 кг/м³), володіє низьким потенціалом іонізації (15,7 В), не вступає в хімічні взаємодії з іншими елементами і в достатніх кількостях міститься у вільному вигляді (0,9325% об., або 0,00007% ваг.), що дозволяє отримувати його з повітря в ректифікаційних установках. В даний час аргон широко застосовується в якості захисного газу при зварюванні алюмінієвих сплавів і високолегованих сталей (особливо нержавіючих хромонікелевих). Однак при зварюванні вуглецевих і низьколегованих сталей основних структурних класів на ПАТ «Завод «Червоний Жовтень» основним захисним газом залишається вуглекислий газ CO₂. Між тим застосування аргону дозволяє підвищити температуру зварювальної дуги, що покращує проплавлення зварного шва, збільшуючи продуктивність зварювання в цілому. При цьому проплавлення набуває «кинджальної» форми, що дозволяє виконувати однопрохідні зварювання в щільну металу великої товщини, який обробляється. При зварюванні в середовищі аргону мінімізується вигорання активних легуючих елементів, що дозволяє використовувати більш дешеві зварювальні дроти [1]. Вуглекислий газ має високу щільність і сам по собі здатний забезпечити якісний захист реакційного простору, його потенціал іонізації, рівний 14,3 В, це дає можливість використовувати при зварюванні ефект дисоціації молекул вуглекислого газу на оксид вуглецю CO і вільний кисень [2]: CO₂ ↔ CO + O. У якості захисної газової суміші для зварювання плавким електродом у всіх промислово розвинених країнах давно вже не застосовують чистий вуглекислий газ. Підвищення продуктивності зварювальних робіт при застосуванні газових сумішей становить не менше 30-50%. Наприклад, застосування газових сумішей при напівавтоматичному зварюванні металу, що підлягає подальшому фарбуванню, не вимагає подальшої зачистки зварного шва і біляшовної зони

[3]. Зварений шов виходить форми і чистоти цілком придатної для подальшого фарбування. Це забезпечує значне підвищення продуктивності праці при подальших роботах зі звареними виробами на підприємстві.

У табл. 1 наведені дані, які показують вплив газової суміші на параметри зварювання: струм зварювання $I_{зв}$; напруга дуги U_d ; кількість наплавленого металу в одиницю часу Q ; коефіцієнт втрат металу на розбризкування ψ ; коефіцієнт забризкування $A_{нб}$, який визначає трудовитрати на видалення бризок з поверхні зварюваних деталей.

Проаналізувавши дані наведені у табл. 1 можна зробити висновок, що зварювання в середовищі аргону дасть можливість отримувати більшу кількість наплавленого металу в одиницю часу, при цьому втрати металу на розбризкування, а відповідно і трудовитрати на видалення бризок менше ніж при зварюванні із застосуванням вуглекислого газу. Але варто звернути увагу на результат від застосування суміші 78% Ar, 20% CO₂ і 2% O₂, який представлено в табл. 2 [3].

Таблиця 1

Вплив газової суміші на параметри зварювання

Захисний газ	$I_{зв}$, А	U_d , В	Q , кг/год.	ψ , %	$A_{нб}$, %
CO ₂	200 – 210	22 – 23	2,3	4,7	1,5
	300 – 310	30 – 33	4,3	6,7	2
82% Ar + 18% CO ₂	200 – 210	24 – 25	3,7	3,8	0,3
	300 – 310	30 – 31	6	2,9	0,3
78% Ar + 20% CO ₂ + 2% O ₂	200 – 210	25 – 26	3,7	3,2	0,2
	300 – 310	30 – 31	6	2,9	0,2
86% Ar + 12% CO ₂ + 2% O ₂	200 – 210	21 – 22	3,1	1,4	0,2
	300 – 310	29 – 30	4,4	0,5	0

Таблиця 2

Порівняння параметрів зварювання при використанні CO₂ та суміші 78% Ar + 20% CO₂ + 2% O₂

Параметри зварювання	При використанні CO ₂	При використанні суміші 78% Ar + 20% CO ₂ + 2% O ₂
Кількість наплавленого металу в одиницю часу, кг/год	2,3 – 4,3	3,7 – 6
Коефіцієнт втрат металу на розбризкування, %	4,7 – 6,7	2,9 – 3,2
Коефіцієнт набризкування, що визначає трудовитрати на видалення бризок з поверхні зварювальних деталей, %	1,5 – 2	0,2

З порівняння параметрів зварювання видно, що при використанні суміші обсяг наплавленого металу в одиницю часу перевершує результат при використанні аргону, а втрати металу на розбризкування менше ніж при використанні вуглекислого газу, а отже зменшилися і трудовитрати на видалення бризок з поверхні зварювальних деталей, ніж при використанні вуглекислого газу, що свідчить про більш доцільне використання суміші 78% Ar + 20% CO₂ + 2% O₂. Далі розрахуємо економію від запропонованого заходу. При застосуванні зва-

рування в однакових умовах з використанням різних захисних газів будуть отримані наступні результати: за 60 хвилин зварювання із застосуванням в якості захисного газу CO₂ витрачається 960 л газу, при застосуванні газової суміші яка складається з 78% Ar, 20% CO₂ і 2% O₂ на таку ж роботу необхідно 43 хвилини, відповідно витрачається 688 л суміші. Середня ціна CO₂ становить 2,6 грн/л, а вартість готової суміші 3,5 грн/л, відповідно вартість захисного газу при такому зварюванні буде визначатися за формулою:

$$C_{\text{в газу}} = V \cdot Ц, \text{ грн}; \quad (1)$$

$$C_{\text{в CO}_2} = 960 \cdot 2,6 = 2466,15 \text{ грн}; \quad (2)$$

$$C_{\text{в суміші}} = 688 \cdot 3,5 = 2422,65 \text{ грн}, \quad (3)$$

де V – необхідний обсяг захисного газу; Ц – ціна 1 л захисного газу.

Економія E₁ при використанні суміші буде наступною:

$$E_1 = 2466,15 - 2422,65 = 43,5 \text{ грн}. \quad (4)$$

Витрата електроенергії на зварювання в загальному вигляді визначаються за формулою [3]:

$$E_{\text{сб}} = U \cdot J \cdot t / (q \cdot 1000), \text{ кВт. год}, \quad (5)$$

де U – напруга зварювальної дуги, що приймається за технологічним режимом, В; J – сила струму (визначається виміром), А; T – час горіння дуги, год.; q – ККД джерела живлення дуги (0,8);

Необхідна кількість електроенергії для даної зварювальної операції E_{св CO₂} буде складати:

$$E_{\text{св CO}_2} = 12 \text{ кВт/год} [300 \cdot 32 \cdot 1 / (1000 \cdot 0,8)]; \quad (6)$$

$$E_{\text{св суміші}} = 300 \cdot 32 \cdot 0,71 / (1000 \cdot 0,8) = 8,6 \text{ кВт/год}. \quad (7)$$

Економія електроенергії E₂ при використанні сумішею складе:

$$E_2 = (12 - 8,6) \cdot 0,671 = 2,28 \text{ грн/год}. \quad (8)$$

Загальна економія складе:

$$E_{\text{заг/год}} = 2,28 + 43,5 = 45,78 \text{ грн/год}. \quad (9)$$

Розраховані показники зведено у табл. 3 для визначення ефективності використання газових сумішей в якості захисного газу.

Таблиця 3

Вихідні дані для розрахунку ефекту при застосуванні газових сумішей

№ з/п	Витрати	До	Після	Відхилення (+;-)
		CO ₂	Суміш 78% Ar+20% CO ₂ +2% O ₂	
1	Витрати часу на зварювання, хв	60	43	-17
2	Захисний газ, л/60 хв	960	688	-272
3	Ціна, грн/л	2,6	3,5	0,9
4	Електроенергія, кВт/год	12	8,6	-3,4

При використанні газових сумішей (що складаються з 78% Ar, 20% CO₂ і 2% O₂) час зварювання скорочується з 60 хвилин до 43 хвилин, а економія буде становити 45,78 грн/год. Отриманий ефект свідчить про економічну доцільність запропонованих заходів та забезпечить досягнення позитивних зрушень.

Список літератури: 1. Резницкий А. М. Ремонт и наладка электросварочного оборудования / А.М. Резницкий, В.С. Коцюбинский. – М.: Машиностроение, 1991. – 256 с. 2. Справочник

технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с. 3. Чернышов Г. Г. Сварочное дело: Сварка и резка металлов: Учебник для нач. проф. Образования / Г.Г. Чернышов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 496 с.