МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №3
з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів
спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання

2019

Методичні вказівки до лабораторної роботи №3 з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл. О.Є. Капустян, С.І. Замковой. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2019 – 10 с*.

Укладачі:
Капустян О.Є., канд. техн. наук, доцент
Замковой С.І., зав. лаб.

Рецензент: Куликовський Р.А., канд. техн. наук, доцент

Голова методичної комісії каф. ОТЗВ
д. ф. н., проф. С.М. Попов

Редактор: Аверченко І.П., ст. лаб

Відповідальний за випуск:
Капустян О.Є., канд. техн. наук, доцент

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол №4 від 14.11.2019 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №4 від 10.12.2019 р.

* Методичні вказівки складено на основі «Методичних вказівок до виконання лабораторних занять з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів спеціальності: 6.092301 для всіх форм навчання / Укл.: Ю.М. Ткаченко»

ЗМІСТ

1 Мета роботи 4
2 Загальні відомості..... 4
3 Контрольні запитання для самоперевірки і контролю підготовленості студентів до роботи 8
4 Матеріали, інструмент, прилади, обладнання 8
5 Вказівки з техніки безпеки 9
6 Порядок проведення лабораторної роботи 9
7 Зміст звіту..... 10
Рекомендована література 10

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЗВАРЮВАННІ В АТМОСФЕРІ ЗАХИСНИХ ГАЗІВ

1 МЕТА РОБОТИ

Зробити дослідження зміни хімічного складу наплавленого металу при зварюванні в середовищі захисних газів (Ar і CO_2) електродним дротом Св-08Г2С.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

У випадку хімічних реакцій розплавленого металу з газами, покриттями, шлаковою ванною склад металу шва визначають з урахуванням коефіцієнтів переходу, що показують, яка частка металу, що міститься в електродному дроті, переходить в метал шва.

Коефіцієнт переходу змінюється в широких межах (0,3…0,95) залежно від хімічної активності елемента, виду зварювання, технології зварювання та ін.

Вид дугового зварювання	Легуючі елементи			
	C	Mn	Si	Cr
Зварювання без захисту:				
дріт марки Св-08А;	0,3...0,4	0,39...0,56	0,5...0,87	
дріт марки Св-18ХГСА	0,29...0,34	0,63...0,69		0,9...0,95
Зварювання в середовищі CO_2:				
дріт марки Св-12Х19Н9Т	0,8	0,78	0,78	0,94
дріт марки Св-18ХГСА		0,8	0,81	0,94
Зварювання в середовищі Ar + 5%O_2:				
дріт марки Св-18ХГСА	0,6	0,69	0,71	0,92
дріт марки Св-10ГС	0,59	0,41	0,32	

Хімічні реакції взаємодії розплавленого металу з газами при застосуванні певних засобів захисту називають зварювальними

металургійними реакціями.

Коефіцієнт переходу деяких елементів при різноманітних засобах зварювання

Виділяють дві основні зони або стадії взаємодії розплавленого металу з газами: торець електрода з краплями, що утворюються на ньому, і зварювальну ванну. Повнота металургійних реакцій залежить від температури, часу взаємодії, стану (площі) й концентрації реагуючих речовин. Характерні умови металургійних реакцій при зварюванні, як і при кристалізації, – висока температура нагрівання, відносно малий обсяг металу, який розплавляють, короткочасність процесу.

Середня температура крапель електродного металу, що надходять у ванну, зростає зі збільшенням щільності струму й становить при зварюванні сталей від 2200 до 2700° С, тобто характеризується значним перегрівом. Температура зварювальної ванни при дуговому зварюванні також характеризується значним перевищенням температури плавлення, перегрів становить 100…500° С. Висока температура сприяє значній швидкості реакцій завдяки високій швидкості охолодження.

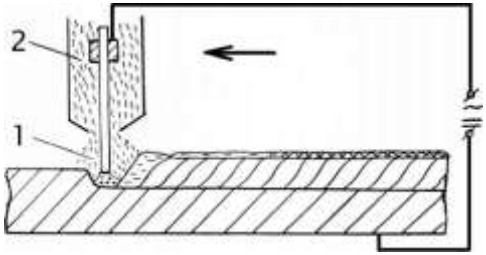
Електродугове зварювання у середовищі захисних газів електродами, які плавляться і які не плавляться, отримало широке розповсюдження у зварювальної техніці.

Захисний газ (рис. 2.1), що подається в зону зварювання через сопло обмиває метал в зоні зварювання й ізолює його від навколишньої атмосфери.

Як захисні застосовуються інертні гази - аргон, гелій або активні - вуглекислий газ та ін. суміші.

Металургійні процеси при зварюванні в атмосфері інертних і активних газів істотно відрізняються один від одного.

При зварюванні в середовищі інертного газу окислення практично мізерне і зміна составу металу шва відбувається тільки за рахунок випаровування складових металу. Окислення наплавленого металу можливе за рахунок недостатньої чистоти газу, а також окисів, наявних на поверхні основного та присадного металів.



1 - захисний газ; 2 - сопло

Рисунок 2.1 - Зварювання в захисних газах

При зварюванні в середовищі вуглекислого газу відбувається інтенсивне окислення металу, через те, що вуглекислий газ є у відношенні до сталі сильним окислювачем. Дисоціація вуглекислого газу при високих температурах та склад газової суміші подано на рис. 2.2.

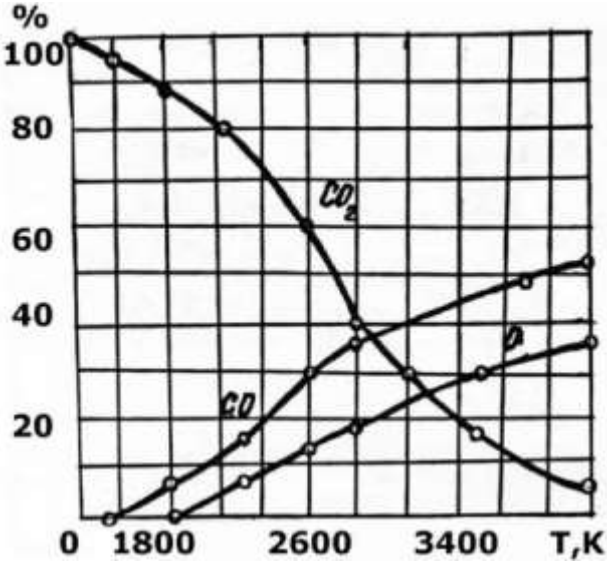


Рисунок 2.2 - Ступінь дисоціації вуглекислого газу в залежності від температури

При зварюванні в середовищі вуглекислого газу застосовуються легований дріт для розкислення і компенсації компонентів, що окислюються у результаті взаємодії рідкого металу з CO_2 при високій температурі процесу (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювальних дротів та низьковуглецевої сталі

Найме-нування	C	Mn	не більше					
			Si	Cr	Ni	S	P	A1
Св-08А	≤0,1	0,35- 0,60	0,03	0,15	0,30	0,030	0,03	0,01
Св-08Г2С	≤0,11	1,80- 2,10	0,70- 0,95	0,20	0,25	0,025	0,03	-
Сталь ВСт3сп	0,14- 0,22	0,40- 0,65	0,12-0,65	0,30	0,30	0,050	0,04	0,06

Реакції окислення сталі можуть протікати двома шляхами:

а) у результаті безпосередньої взаємодії з вуглекислим газом:

$$[Fe] + (CO_2) \rightarrow [FeO] + (CO) \qquad (2.1)$$

$$[Mn] + (CO_2) \rightarrow (MnO) + (CO) \qquad (2.2)$$

$$[C] + (C0_2) \rightarrow 2(CO) \qquad (2.3)$$

вигорання карбідного вуглецю

$$[Si] + (CO_2) \rightarrow (SiO_2) + 2(CO) \qquad (2.4)$$

б) у результаті взаємодії з продуктами дисоціації вуглекислого газу:

$$2(CO_2) \rightarrow 2(CO) + (O_2) \qquad (2.5)$$

$$[Fe] + 0,5[O_2] \rightarrow 2[FeO] \qquad (2.6)$$

$$[Mn] + 0,5[O_2] \rightarrow (MnO) \qquad (2.7)$$

$$[Si] + [O_2] \rightarrow (SiO_2) \qquad (2.8)$$

$$[C] + 0,5[O_2] \rightarrow (CO) \qquad (2.9)$$

Реакції окислення відбуваються або безпосередньо за рахунок

CO_2 або за рахунок закису заліза, який розчинений у зварювальній ванні:

$$[FeO] + [Mn] = (MnO) + [Fe] \qquad (2.10)$$

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Основні шляхи окислення металу в зоні плавлення.
2. Окислення металу при зварюванні поверхневими окисами.
3. Окислення металу зварювальної ванни складними газами.
4. Зварювання в середовищі CO_2.
5. Розчинність водню в металі шва.
6. Розчинність азоту в металі шва.
7. Взаємодія рідкого металу в зоні зварювання з газовими сумішами.
8. Методи оцінки ступеню спорідненості елементів до кисню.
9. Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С.
10. Випаровування металів при зварюванні.
11. Утворення «сажистого вуглецю» при зварюванні CO_2.

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Напівавтомати А-516, А-825 для зварювання в середовищі вуглекислого та інертних газів.
2. Пластина з низьковуглецевої сталі.
3. Електродний дріт Св-08Г2С.
4. Стилоскоп.

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
2. Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.
3. У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. У випадку виникнення пожежі або поразки електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності з затвердженими інструкціями з охороні праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Вивчити конструкцію напівавтоматів для зварювання в середовищі захисних газів й принципом їх роботи. Зробити пробне наплавлення під керівництвом викладача.
2. Зробити наплавлення валика завдовжки 40...50 мм на пластину з маловуглецевої сталі в середовищі вуглекислого газу та аргону зварювальним дротом Св-08Г2С. Наплавленний метал замаркувати й відрізати кінці електродного дроту так, щоб збереглися краплі.
3. Зробити дослідження за допомогою спектрального аналізу вмісту марганцю в:

— наплавленні у середовищі повітря;
— наплавленні у середовищі аргону;
— наплавленні у середовищі CO_2;
— краплі на кінці дроту в середовищі аргону;
— краплі на кінці дроту в середовищі повітря;
— краплі на кінці дроту в середовищі CO_2.

Результати аналізу подати за формою таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Результати спектрального аналізу

№	Досліджуваний об'єкт	Вміст марганцю при наплавленні у середовищі, мас. част. %		
		Ar	CO_2	повітря
1	Наплавлення			
2	Краплі на кінці дроту			
3	Дріт			
4	Пластина зі сталі			

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен вміщувати опис дослідів й детальний аналіз отриманих результатів. Пояснити закономірності зміни вмісту марганцю у краплі й шві при використанні різних захисних середовищ.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Теоретические основы сварки. Винокуров В.А., Фролов В.В., Волченко В.А. и др., под ред. В.В. Фролова – 2-е изд. – М.: Высшая школа, 1988. – 592 с.

2. Багрянский К.В., Добротина З.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов. - К.: Высшая школа, 1976. - 423 с.

3. Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов. - М.: Высшая школа, 1977. - 487 с.