

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторної роботи № 3

з дисципліни “Основи теорії наплавлення” для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» для всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 3 з дисципліни “Основи теорії наплавлення” для студентів освітньої програми «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» для всіх форм навчання /Укл.: О.Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. - 10 с.

Укладач: О.Є. Капустян, ст. викладач

Рецензент: А.О. Шумілов, канд. техн. наук, доцент

Коректор: І.П. Аверченко

Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол № 8 від 1.06.2016

Затверджено

на засіданні НМК ІФФ

Протокол № 10 від 21.06.2016

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1 МЕТА РОБОТИ .....	5
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ .....	5
3 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ .....	8
4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	8
5 ЗМІСТ ЗВІТУ .....	9
6 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ .....	9
7 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ .....	10
ЛІТЕРАТУРА .....	10

# ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТАЛУРГІЙНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ ЗВАРЮВАННІ В АТМОСФЕРІ ЗАХИСНИХ ГАЗІВ

## ВСТУП

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.

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

Коефіцієнт переходу деяких елементів при різноманітних засобах зварювання

Вид дугового зварювання	Легуючі елементи			
	C	Mn	Si	Cr
Зварювання без захисту: дріт марки Св-08А; дріт марки Св-18ХГСА	0,3...0,4 0,29...0,34	0,39...0,56 0,63...0,69	0,5...0,87	0,9...0,95
Зварювання в середовищі CO <sub>2</sub> : дріт марки Св-12Х19Н9Т дріт марки Св-18ХГСА	0,8	0,78 0,8	0,78 0,81	0,94 0,94
Зварювання в середовищі Ar + 5%O <sub>2</sub> : дріт марки Св-18ХГСА дріт марки Св-10ГС	0,6 0,59	0,69 0,41	0,71 0,32	0,92

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.

## **1 МЕТА РОБОТИ**

Зробити дослідження зміни хімічного складу наплавленого металу при зварюванні в середовищі захисних газів (Ar і CO<sub>2</sub>) електродним дротом Св-08Г2С.

## **2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ**

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

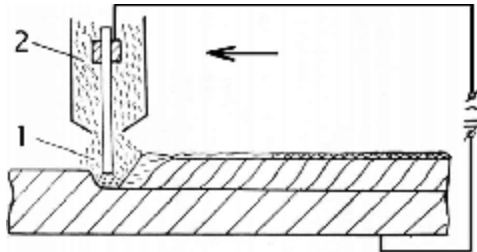
Захисний газ (рис. 2.1), що подається в зону зварювання через сопло обмиває метал в зоні зварювання й ізолює його від навколишньої атмосфери.

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 складу 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.

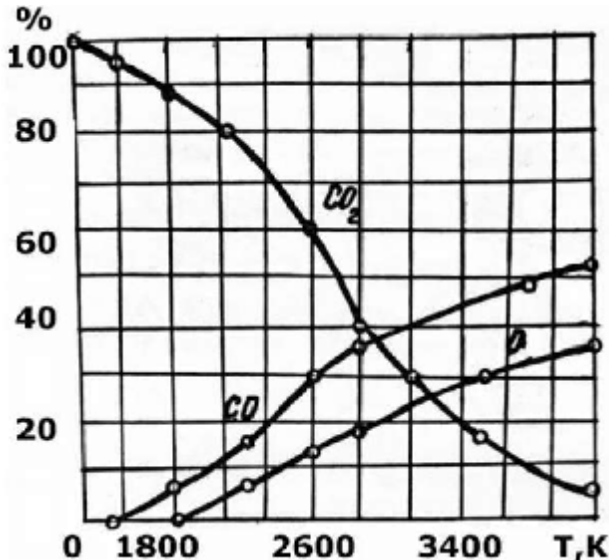


Рисунок 2.2 - Ступінь дисоціації вуглекислого газу в залежності від температури

При зварюванні в середовищі вуглекислого газу застосовуються легований дріт для розкислення і компенсації компонентів, що окислюються у результаті взаємодії рідкого металу з  $\text{CO}_2$  при високій

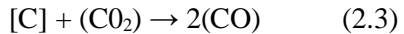
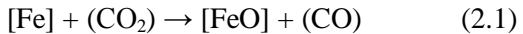
температурі процесу (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювальних дротів та низьковуглецевої сталі

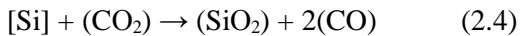
Найменування	C	Mn	не більше					
			Si	Cr	Ni	S	P	Al
Св-08А	≤0,1	0,35- 0,60	0,03	0,15	0,30	0,030	0,03	0,01
Св-08Г2С	≤0,11	1,80- 2,10	0,70- 0,95	0,20	0,25	0,025	0,03	-
Сталь ВСт3сп	0,14- 0,22	0,40- 0,65	0,12-0,65	0,30	0,30	0,050	0,04	0,06

Реакції окислення сталі можуть протікати двома шляхами:

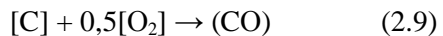
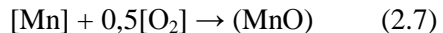
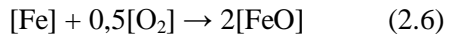
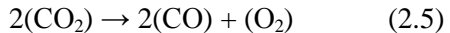
а) у результаті безпосередньої взаємодії з вуглекислим газом:



вигорання карбідного вуглецю



б) у результаті взаємодії з продуктами дисоціації вуглекислого газу:



Реакції окислення відбуваються або безпосередньо за рахунок  $\text{CO}_2$  або за рахунок закису заліза, який розчинений у зварювальній ванні:



### **3 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ**

- 3.1 Напівавтомати А-516, А-825 для зварювання в середовищі вуглекислого та інертних газів.
- 3.2 Пластина з низьковуглецевої сталі.
- 3.3 Електродний дріт Св-08Г2С.
- 3.4 Стилоскоп.

### **4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ**

4.1 Вивчити конструкцію напівавтоматів для зварювання в середовищі захисних газів й принципом їх роботи. Зробити пробне наплавлення під керівництвом викладача.

4.2. Зробити наплавлення валика завдовжки 40...50 мм на пластину з маловуглецевої сталі в середовищі вуглекислого газу та аргону зварювальним дротом Св-08Г2С. Наплавлений метал замаркувати й відрізати кінці електродного дроту так, щоб збереглися краплі.

4.3 Зробити дослідження за допомогою спектрального аналізу вмісту марганцю в:

- наплавленні у середовищі повітря;
- наплавленні у середовищі аргону;
- наплавленні у середовищі  $\text{CO}_2$ ;
- краплі на кінці дроту в середовищі аргону;
- краплі на кінці дроту в середовищі повітря;



— краплі на кінці дроту в середовищі  $\text{CO}_2$ .

Результати аналізу подати за формою табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Результати спектрального аналізу

№	Досліджуваний об'єкт	Вміст марганцю при наплавленні у середовищі, мас. част. %		
		Ar	$\text{CO}_2$	повітря
1	Наплавлення			
2	Краплі на кінці дроту			
3	Дріт			
4	Пластина зі сталі			

## 5 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.

## 6 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

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  $\text{CO}_2$ .
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  $\text{CO}_2$ .

## **7 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

7.1 До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.

7.2 Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.

7.3 У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.

7.4 У випадку виникнення пожежі або поразки електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності з затвердженими інструкціями з охорони праці та пожежної безпеки.

## **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., Гумарев А.С. Теория сварочных процессов. - М.: Высшая школа, 1977. - 487 с.