

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 2

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 № 2 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

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

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЛЕГУВАННЯ МЕТАЛА ШВА ПРИ АВТОМАТИЧНОМУ ЗВАРЮВАННІ ПІД ФЛЮСОМ

1 МЕТА РОБОТИ

Дослідити процес розкислювання при автоматичному зварюванні під безмарганцевими та високомарганцевими флюсами.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

При автоматичному зварюванні під плавленим флюсом процеси розкислення та легування можуть відбуватися тільки за рахунок обмінних реакцій поміж металом і шлаком, через те, що плавильні флюси представляють систему складних силікатів або алюмосилікатів і не містять вільних металів, як розкислювачів осаджуючої дії.

Флюс АН-348А має більш кислотний характер ніж АН - 20 (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 - Склад зварювальних плавлених флюсів (ГОСТ 9087-81), мас. %

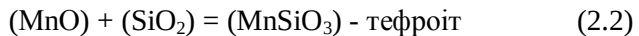
Флюс	SiO ₂	MnO	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O+ K ₂ O	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	<S	<P
АН-348А	41,0- 44,0	34,0- 38,0	6,5	5,0	4,5	-	4,0- 5,5	2,0	0,15	0,12
АН-20С	19,0- 24,0	0,5	3,0- 9,0	9,0- 13,0	27,0- 32,0	2,0-3,0	25,0- 33,0	1,0	0,08	0,05

Збільшення вмісту в наплавленому металі марганцю та кремнію при автоматичному зварюванні під флюсом відбувається за рахунок обмінних реакцій між шлаком і металом. Концентрація в металі та шлагі зв'язані між собою певною залежністю згідно закону розподілу. Процес може бути виражений узагальненою константою рівноваги. Рівноважна концентрація марганцю:

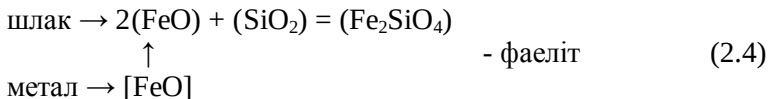
$$[\text{Mn}] = K_c(\text{MnO})/(\text{FeO}) \quad (2.1)$$

Вміст марганцю в металі збільшується з підвищенням температури, зі збільшенням концентрації MnO у шлаці та зі зменшенням у шлаці концентрації FeO .

Перехід марганцю у метал затримується при кислих шлаках, що містять надлишок SiO_2 або TiO_2 , так як MnO утворюватиме з SiO_2 міцні солі:



Кислі шлаки зв'язують FeO можуть бути, у відношенні до сталі й інших сплавів, розкислювачами:



Склад флюсу АН-348А створює сприятливі умови для переходу марганцю в метал.

Процес легування кремнієм істотно не відрізняється від процесу легування марганцем. Рівноважний стан визначається узагальненою константою рівноваги:

$$[\text{Si}]K_{\text{Si}} = [\text{Si}] (\text{FeO})^2 / (\text{SiO}_2) = f(T) \quad (2.5)$$

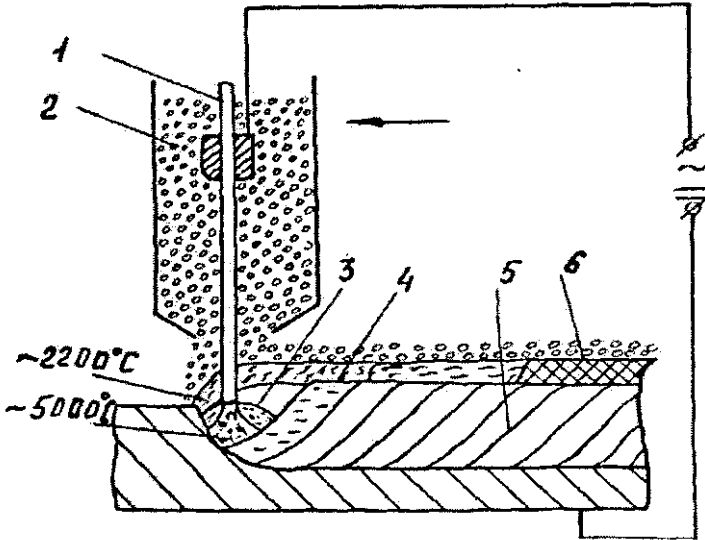
або

$$[\text{Si}] = K_{\text{Si}} (\text{SiO}_2) / (\text{FeO})^2 \quad (2.6)$$

Вміст кремнію в металі збільшується з підвищенням температури, з підвищенням вмісту SiO_2 на зменшення FeO у шлаці. Кремній переходить у наплавлений метал краще з кислих шлаків через те, що збільшення вмісту CaO і MnO в основних шлаках призводить до утворення стійких силікатів (CaSiO_3 і MnSiO_3), що знижують активність SiO_2 .

Розкислення металу шва полегшується тим, що в зварювальній зоні відбувається різка зміна температури і тому, рівновага оборотних реакцій зміщується у бік утворення силікатів.

Приблизний розподіл температури при автоматичному зварюванні під флюсом показано на рисунку 2.1.



1 - електродний дріт; 2 - флюс; 3 - газовий пухир; 4 - розплавлений метал;
5 - шов; 6 - шлакова кірка

Рисунок 2.1 - Схема процесу зварювання під флюсом

При високих температурах ($\approx 2000^\circ\text{C}$) здійснюються реакції:



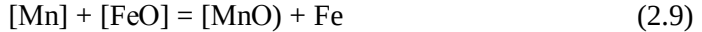
(FeO частково йде у шлак),



(FeO частково йде у шлак).

Ці реакції відбуваються на торці електрода, у краплях електродного металу і в передній частині ванни.

При температурах, близьких до температури кристалізації, перебігають реакції:



MnO і SiO₂ переходять у шлак або утворюють шлакові включення складового складу.

Таким чином, завдяки кислим шлакам, що зв'язують частину закису заліза у шлак, марганець і кремній не тільки розкисляють метал, але й частково його легують.

3 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

3.1 Пластина з низьковуглецевої сталі (табл. 3.1).

3.2 Стилоскоп.

3.3 Сталева щітка

3.4 Зварювальна автоматична головка А-1416.

3.5 Флюс АН-348А або АН-60.

3.6 Флюс АН-20.

3.7 Електродний дріт Св-08 (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Хімічний склад зварювальних дрітів (ГОСТ 2246-70) та низьковуглецевої сталі (ДСТУ 2651-2005), мас. %

Найменування	С	Mn	Не більше					
			Si	Cr	Ni	S	P	Al
Св-08	≤0,1	0,35-0,60	0,03	0,15	0,30	0,04	0,04	0,01
Св - 08А	≤0,1	0,35-0,60	0,03	0,12	0,25	0,03	0,03	0,01
Сталь ВСт 3 сп	0,14-0,22	0,40-0,65	0,12-0,30	0,30	0,30	0,05	0,04	0,06

4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

4.1 Вивчити конструкцію і принцип дії автоматичної головки. Під керівництвом викладача провести пробне наплавлення.

4.2 Провести наплавлення валика завдовжки 40...50 мм на пластину під флюсом АН-348А і очистити її від шлаку після охолодження, затаврувати. Відрізати шматок електродного дроту із застиглою краплею на кінці. Обережно очистити краплю від шлаку.

4.3 Повторити дослід наплавлення під флюсом АН-20.

4.4 Дослідити за допомогою спектрального аналізу, легування наплавки марганцем, при зварюванні під різноманітними флюсами наступних матеріалів:

4.4.1 Основний метал.

4.4.2 Електродний дріт.

4.4.3 Крапля розплавленого металу на торці електродного дроту при зварюванні під флюсом АН-348А.

4.4.4 Те саме при зварюванні під флюсом АН-20.

4.4.5 Метал, наплавлений під флюсом АН-348А.

4.4.6 Метал, наплавлений під флюсом АН-20.

Занести до звіту за формою таблиці 4.1 результати спектрального аналізу та подати пояснення усім змінам складу краплі і металу шва.

Таблиця 4.1 - Результати спектрального аналізу

№	Досліджуваний об'єкт	Вміст марганцю при наплавленні, мас. част. % під флюсом	
		АН-348А	АН-20
1	Крапля на торці електродного дроту		
3	Електродний дріт Св-08А		
4	Пластина зі сталі В Ст.3		
	Наплавлений метал		

5 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити опис дослідів та детального аналізу отриманих результатів.

6 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 6.1 Утворення зони плавлення при дуговому зварюванні.
- 6.2 Умови утворення шва.
- 6.3 Розміри зварювальної ванни.
- 6.4 Тривалість перебування металу зварювальної ванни у рідкому стані.
- 6.5 Температура металу в зоні плавлення при дуговому зварюванні.
- 6.6 Частки участі основного і присадного металу в утворенні шва.
- 6.7 Вихідна концентрація елементів у зоні плавлення та їх аналітична концентрація у шві.
- 6.8 Металургійна роль і загальна класифікація флюсів.
- 6.9 Реакція кремнію при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
- 6.10 Реакція марганцю при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
- 6.11 Спільний перебіг реакцій кремнію і марганцю при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
- 6.12 Кремне-марганцевідновний процес при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
- 6.13 Реакція сірки при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
- 6.14 Реакція фосфору при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
- 6.15 Раціональні композиції флюсів при зварюванні маловуглецевої сталі.
- 6.16 Флюси для зварювання легованих сталей.
- 6.17 Флюси для газового зварювання маловуглецевої сталі.

- 6.18 Флюси для зварювання алюмінію.
- 6.19 Склад флюсу АН-348А (ГОСТ 9087-81).
- 6.20 Склад флюсу АН-20.
- 6.21 Склад електродного дроту Св-08 (ГОСТ 2246-70).

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., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов. - М.: Высшая школа, 1977. - 487 с.
4. Теоретические основы сварки /Под ред. В.В.Фролова.- М.: Высшая школа, 1970. - 592с.