МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи № 2
з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів напряму підготовки 6.050504 «Зварювання» для всіх форм навчання

2016

Методичні вказівки до лабораторної роботи № 2 з дисципліни “Теорія зварювальних процесів” для студентів напряму підготовки 6.050504 «Зварювання» 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

* 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 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_2O_3	Na_2O+ K_2O	CaF_2	Fe_2O_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 шлаці зв'язані між собою певною залежністю згідно закону розподілу. Процес може бути виражений узагальненою константою рівноваги. Рівноважна концентрація марганцю:

$$[Mn] = K_c(MnO)/(FeO) \qquad (2.1)$$

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_2або TiO_2, так як MnO утворюватиме з SiO_2 міцні солі:

$$(MnO) + (SiO_2) = (MnSiO_3) \text{ - тефроіт} \qquad (2.2)$$

$$2(MnO) + (SiO_2) = (Mn_2SiO_4) \text{ - родоніт} \qquad (2.3)$$

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

$$\begin{array}{l} \text{шлак} \rightarrow 2(FeO) + (SiO_2) = (Fe_2SiO_4) \\ \qquad\qquad\quad \uparrow \qquad\qquad\qquad\qquad \text{- фаеліт} \\ \text{метал} \rightarrow [FeO] \end{array} \qquad (2.4)$$

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:

$$[Si]K_{Si} = [Si]\,(FeO)^2 / (SiO_2) = f(T) \qquad (2.5)$$

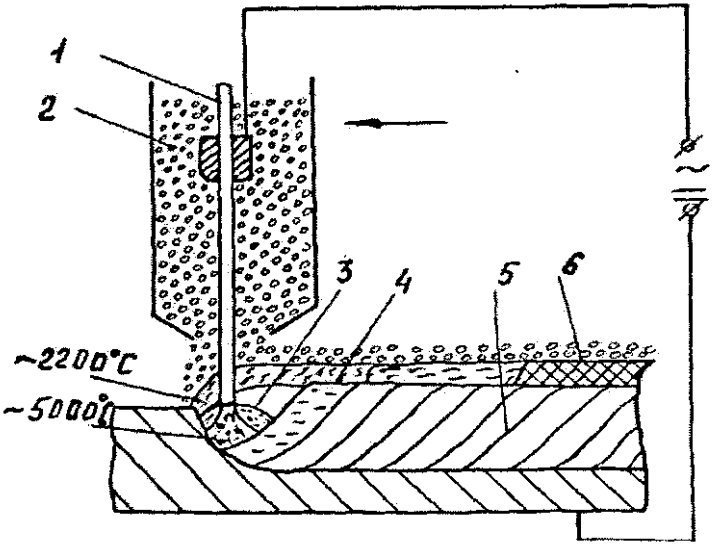
або

$$[Si] = K_{Si}\,(SiO_2)/\,(FeO)^2 \qquad (2.6)$$

Вміст кремнію в металі збільшується з підвищенням температури, з підвищенням змісту 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 (≈ 2000° С) здійснюються реакції:

$$[MnO] + [Fe] = [Mn] + (FeO) \qquad (2.7)$$

(FeO частково йде у шлак),

$$(SiO_2) + [Fe] = [Si] + (FeO) \qquad (2.8)$$

(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:

$$[Mn] + [FeO] = [MnO) + Fe \quad (2.9)$$

$$[Si] + 2[FeO] = (SiO_2) + Fe \quad (2.10)$$

MnO і SiO_2 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 дротів (ГОСТ 2246-70) та низьковуглецевої сталі (ДСТУ 2651-2005), мас. %

Найменування	C	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 охороні 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.