

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи №2
з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» для студентів
спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання

2019

Методичні вказівки до лабораторної роботи №2 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 | 7 |
| 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 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).

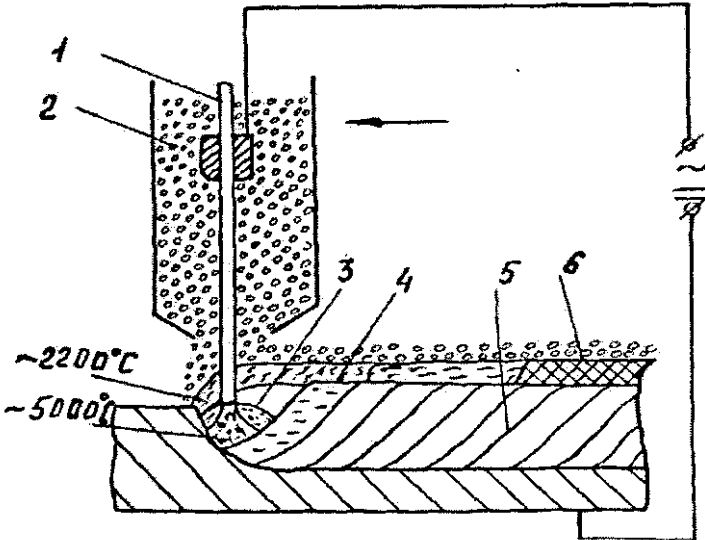
Таблиця 2.1 - Склад зварювальних плавлених флюсів (ГОСТ 9087-81), мас. %

| 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:

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

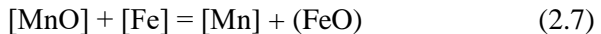
Приблизний розподіл температури при автоматичному зварюванні під флюсом показано на рисунку 2.1.



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:



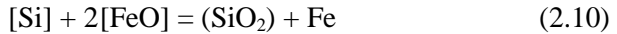
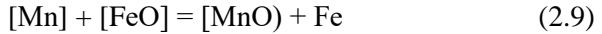
(FeO частково йде у шлак),



(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 кисню заліза у шлак, марганець і кремній не тільки розкисляють метал, але й частково його легують.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Утворення зони плавлення при дуговому зварюванні.
2. Умови утворення шва.
3. Розміри зварювальної ванни.
4. Тривалість перебування металу зварювальної ванни у рідкому стані.
5. Температура металу в зоні плавлення при дуговому зварюванні.
6. Частки участі основного і присадного металу в утворенні шва.
7. Вихідна концентрація елементів у зоні плавлення та їх аналітична концентрація у шві.
8. Металургійна роль і загальна класифікація флюсів.
9. Реакція кремнію при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
10. Реакція марганцю при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
11. Спільний перебіг реакцій кремнію і марганцю при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
12. Кремне-марганцевідновний процес при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
13. Реакція сірки при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.

14. Реакція фосфору при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
15. Раціональні композиції флюсів при зварюванні маловуглецевої сталі.
16. Флюси для зварювання легованих сталей.
17. Флюси для газового зварювання маловуглецевої сталі.
18. Флюси для зварювання алюмінію.
19. Склад флюсу АН-348А (ГОСТ 9087-81).
20. Склад флюсу АН-20.
21. Склад електродного дроту Св-08 (ГОСТ 2246-70).

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Пластина з низьковуглецевої сталі (табл. 4.1).
2. Стилоскоп.
3. Сталева щітка
4. Зварювальна автоматична головка А-1416.
5. Флюс АН-348А або АН-60.
6. Флюс АН-20.
7. Електродний дріт Св-08 (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 - Хімічний склад зварювальних дротів (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 |

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 охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

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

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.

3. Повторити дослід наплавлення під флюсом АН-20.

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

- основний метал;

- електродний дріт;

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

5. Те саме при зварюванні під флюсом АН-20.

6. Метал, наплавлений під флюсом АН-348А.

7. Метал, наплавлений під флюсом АН-20.

Занести до звіту за формою таблиці 6.1 результати

спектрального аналізу та подати пояснення усім змінам складу краплі і металу шва.

Таблиця 6.1 - 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 | | |

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

Звіт повинен містити опис дослідів та детального аналізу отриманих результатів.

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.

4. Теоретические основы сварки /Под ред. В.В.Фролова.- М.: Высшая школа, 1970. - 592с.