

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 8 «Дослідження зміни складу
металу шва при ручному електродуговому зварюванні»
з дисципліни «Теорія процесів зварювання» для студентів
спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 8
«Дослідження зміни складу металу шва при ручному електродуговому
зварюванні» з дисципліни «Теорія процесів зварювання» для
студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання
/ Укл.: О.Є. Капустян, Р.А. Куликовський – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. -
10 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, ст. викладач;
Р.А. Куликовський, канд. техн. наук, доцент
Рецензент: М.Ю. Осіпов, канд. техн. наук, доцент
Редактор: І.П. Аверченко
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол № 8 від 29.03.2017

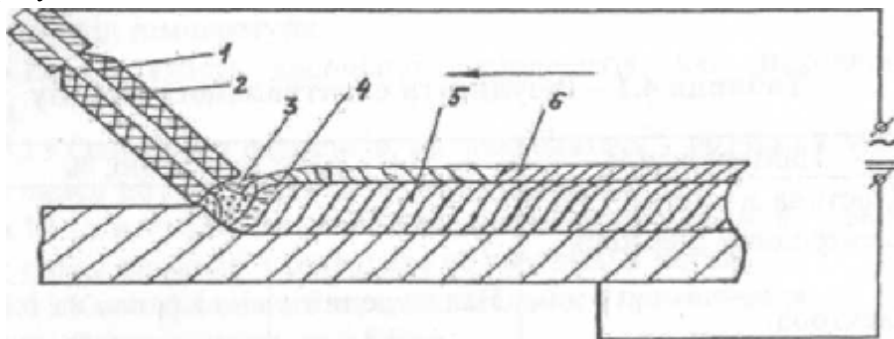
Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 8 від 11.04.2017

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчення металургійних особливостей переходу марганцю в наплавлений метал при зварюванні електродами без покриття, із крейdiaним покриттям і електродами з покриттям рутилового типу.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Схема процесу зварювання покритим електродом пояснюється рисунком 2.1.



1 - стержень; 2 - покриття; 3 - газоплаковий захист; 4 - метал зварювальної ванни; 5 - валик наплавленого металу; 6 - шлакова кірка.

Рисунок 2.1 - Зварювання покритим електродом

У процесі ручного електродугового зварювання низьковуглецевої сталі відбувається окислення металу при його взаємодії з навколишнім середовищем. Окислювання може відбуватися за такою реакцією:



Закис заліза, розчинений в рідкому металі, окислюватиме компоненти сталі: кремній, марганець і вуглець:





Зменшення наявності в сталі кремнію, марганцю і вуглецю знижує механічні властивості наплавленого металу та свідчить про окислення металу шва, ще більш погіршуючи ці властивості.

Для одержання наплавленого металу, рівномічного з основним, застосовуються якісні електроди, виготовлені з дроту Св-08, Св-08А (табл. 2.1) і спеціальних покриттів, компоненти яких виконують такі функції:

Таблиця 2.1 - 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

2.1 Іонізуючі компоненти (CaCO_3 , K_2CO_3 та ін.) мають іони з малим потенціалом іонізації й стабілізують дуговий розряд.

2.2 Шлакоутворюючі компоненти утворюють під час плавлення шлак і тим самим ізолюють метал від шкідливого впливу навколишньої атмосфери. Крім того, вони вступають в обмінні реакції, регулюючи склад металу у зварювальній ванні.

Шлакоутворюючими компонентами є:

- польовий шпат - $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$
- крейда, мармур - CaCO_3
- плавиковий шпат - CaF_2
- пісок - SiO_2
- гематит - Fe_2O_3
- марганцева руда - MnO_2
- титановий концентрат - $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$
- рутил - TiO_2
- та інші.

Процес обмінних реакцій між шлаком і металом може бути виражений узагальненою константою рівноваги (наприклад,

марганцю), враховуючи, що концентрація в металі та шлаці зв'язані між собою, згідно закону розподілу, наступним співвідношенням:

$$K_{Mn} = [Mn](FeO)/(MnO) = f(T), \quad (2.5)$$

або

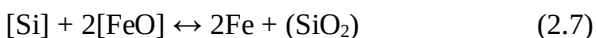
$$[Mn] = K_{Mn} (MnO) / (FeO) \quad (2.6)$$

Таким чином вміст марганцю у наплавленому металі залежить від температури і концентрації у шлаці окисів заліза та марганцю. Це стосується і кремнію.

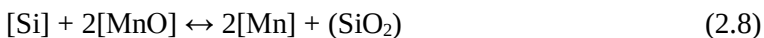
2.3 Газоутворюючі компоненти - крейда, мармур, крохмаль, декстрин та ін. органічні речовини, при своєму розкладанні або окисленні у процесі зварювання, виділяють велику кількість газів (головним чином CO_2) і витісняють повітря із зони зварювання.

2.4 Легуючі та розкислюючі компоненти представляють собою феросплави або чисті метали, які під час плавлення покриття розчиняються в металі шва або відновлюють окиси, відіграючи роль розкислювачів.

Наприклад, кремній із феросиліцію, розчиняючись в електродному матеріалі, розкислює його:



Кремній із феросиліцію, потрапляючи у шлак, відновлює залізо із закису заліза та марганець із закису марганцю:



2.5 Зв'язувальні компоненти - як правило, це рідке скло ($Na_2O \cdot SiO_2$), яке при зварюванні переходить у шлак.

Таким чином, при зварюванні якісними електродами метал шва піддається розкисленню та легуванню і зварне з'єднання набуває потрібних механічних властивостей.

З КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Максимальна робота як міра хімічної спорідненості елементів.
2. Закон діючих мас для гомогенних систем.
3. Термодинамічні умови рівноваги.
4. Закон діючих мас для гетерогенних систем.
5. «Довгі» та «короткі» шлаки.
6. Утворення окисів при зварюванні.
7. В'язкість рідких тіл. Залежність в'язкості від температури.
8. Пружність дисоціації окисів, як міра хімічної спорідненості елементів до кисню.
9. Закон розподілу речовин у незмішуваних розчинах.
10. Розташувати елементи розкислювача в ряд за ступенем хімічної спорідненості до кисню (при $t = 2000^{\circ}\text{C}$).
11. Зміни ступеню хімічної спорідненості елементів у залежності від температури.
12. Пружність дисоціації компонентів, які знаходяться у розчині.
13. Окислення елементів, що знаходяться у розчині у випадку, коли їх окиси не розчинні ні в металі, ні у шлаці.
14. Окислення елементів, які знаходяться у розчині у випадку, коли їх окиси розчинні у шлаці, але не розчинні в металі.
15. Склад електродів АНО-4.
16. Склад електродного дроту Св-08А.
17. Класифікація електродів загального призначення.
18. Металургійні процеси при зварюванні електродами руднокислого типу.
19. Захисна та легуюча дія електродних покриттів.
20. Класифікація компонентів, які застосовують для електродних покриттів.

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Пластина з низьковуглецевої сталі (табл. 2.1).
2. «Голі» електроди (без покриття) (табл. 2.1).
3. Електроди АНО-4 і з крейдяним покриттям (табл. 4.1).
4. Сталева щітка.
5. Стилоскоп СЛ-11А.
6. Пост ручного дугового зварювання.
7. Джерело зварювального струму ВДУ-504.

Таблиця 4.1 - Склад електродних покриттів, мас. %.

Елект- роди	Найменування									
	CaCO ₃	TiO ₂	Слю да	CaF ₂	Ма гне зит	FeMn	FeSi	FeTi	целю лоза	Fe порош ок
АНО-4	-	44	24	-	15	15		-	2	15-20
УОНИ 13/45	53	-	-	18	-	2	3	15	-	-

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 мусить негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. У випадку виникнення пожежі або ураження електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1 Зробити пробне наплавлення під керівництвом викладача.

2. Зробити наплавлення 3-х валиків завдовжки по 40-50 мм на пластину трьома видами електродів. Позначити тавром кожний валик, щоб надалі їх не сплутати. Поверхню очистити від шлаку.

3 Дослідити зміни складу металу методом спектрального аналізу. Для чого відрубати зубилом кінці 3-х використаних електродів (25-30 мм) з краплями та визначити на стилоскопі вміст марганцю в таких матеріалах:

- а) основному металі;
- б) наплавці;
- в) у краплі на кінці електроду.
- г) без покриття;
- д) з крейdiaним покриттям;

Результати аналізу подати за формою табл. 6.1.

Таблиця 6.1 - Результати спектрального аналізу

№	Досліджуваний об'єкт	Вміст марганцю при напавленні, мас. част. %	
		Напавлений метал	Крапля на торці електроду
1	Електрод: - без покриття - з покриттям АНО-4 - з крейdiaним покриттям		
3	Електродний стержень		
4	Пластина зі сталі		

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

- Тема та мета роботи.
- Короткі відомості про процес легування металу шва при ручному електродуговому зварюванні.

3. Опис досліджень, які характеризують зміни складу металу краплі та шва у порівнянні з електродним дротом і основним металом.
4. Детальний аналіз отриманих результатів.
5. Заповнена табл. 6.1.
6. Висновки по роботі.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Теоретические основы сварки / Под ред. В.В.Фролова.- М.: Высшая школа, 1970. - 592с.
2. 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.
3. Багрянский К.В., Добротина З.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов. - К.: Высшая школа, 1976. - 423 с.
4. Теория сварочных процессов / Под ред. В.В. Фролова. - М.: Высшая школа, 1988. – 560 с.
5. Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов. Учебник для вузов. Изд. 2-е перераб. - М.: Высшая школа, 1977. - 302 с.
6. Походня И.К. Газы в сварных швах. - М.: Машиностроение, 1972. – 255 с.
7. Алов А.А. Основы теории сварки и пайки. - М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.
8. Прохоров Н.Н. Физические процессы в металлах при сварке. - М.: Металлургия, 1975. - 596 с.
9. Сварка в машиностроении: Справочник в 4-х томах / Редкол.: Г.А. Николаев (пред.) и др. - М.: Машиностроение, 1978 - т.1 / Под ред. Н.А. Ольшанского. 1978. - 504 с.
10. Вознесенская И.М. Основы теории ручной дуговой сварки теоретические основы профессиональной деятельности - 2005
11. Малышев Б. Д., Мельник В. И., Гетия И. Г. Ручная дуговая сварка
12. Фоминых В.П., Яковлев А.П. Ручная дуговая сварка. - М. Высшая школа, 1981. – 256 с.

13.Чернышов Г.Г. Справочник молодого электросварщика по ручной сварке. 1987 .

14.Крюковский Н.Н. Производство сварочных электродов.

15.Походня И.К. Металлургия дуговой сварки. Процессы в дуге и плавление электродов.

16.Походня И.К. Металлургия дуговой сварки, взаимодействие металла с газами.

17.Юхин Н.А. Выбор сварочного электрода.