

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 5 «Дослідження переносу
електродного металу при ручному дуговому зварюванні плавленням»
з дисципліни «Теорія процесів зварювання» для студентів
спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання

2017

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 5
«Дослідження переносу електродного металу при ручному дуговому
зварюванні плавленням» 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

Провести дослідження впливу режимів ручного дугового зварювання плавленням (полярності, роду току, сили струму) на характер переносу електродного металу.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Існує дві основні форми переносу крапель при дуговому зварюванні плавким електродом — з коротким замиканням та без замикань дугового проміжку. Основною формою переносу без коротких замикань є перенос струменевий, що відрізняється великою часткою впорядоченого відрибу крапель.

Час існування, розміри, температура електродних крапель, визначається з одного боку величиною зварювального струму та напруги, з іншого - фізико-хімічними процесами між рідким металом, та газовою фазою.

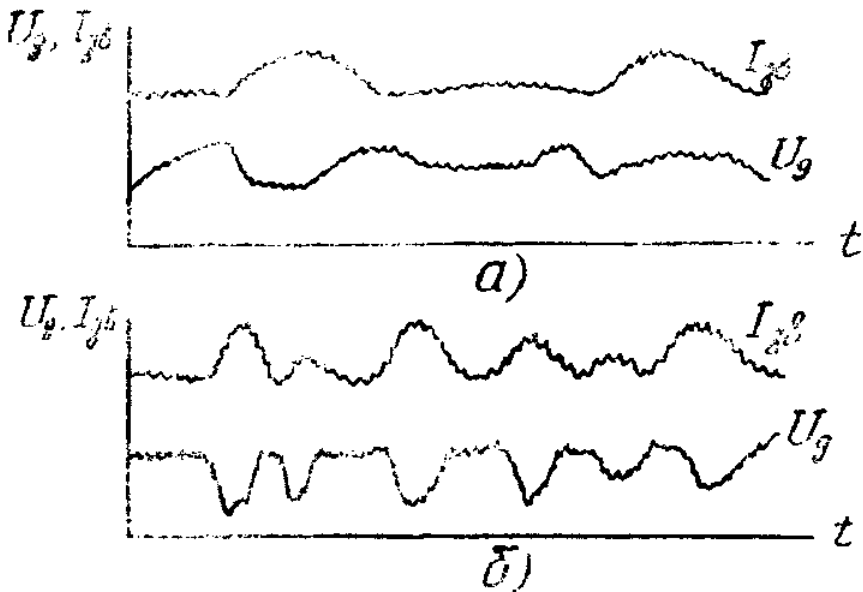
Електродний метал стікає в зварювальну ванну у виді крапель; при ручному дуговому зварюванні таким чином переноситься до 90 % електродного металу. Решта 10 % являють собою бризки і пари, значна частина яких втрачається. Дуга розплавляє електрод з досить великою швидкістю, так, наприклад, електрод довжиною 450 мм розплавляється за 1,5 - 2 хв.

Крапля розплавленого металу збирається на кінці електрода і приймає грушовидну форму. Потім біля основи краплі утворюється тонка шийка, в якій густина струму різко збільшується, метал розігрівается, шийка робиться тонше, довше і, нарешті, крапля торкається зварювальної ванни, на мить замикаючи електрод і метал накоротко. Шийка рветься, а тиском парів і газів крапля відкидається вперед, у напрямку до кратера. Слідом за цим дуга виникає знову, і процес утворення краплі повторюється.

За секунду з електрода на метал переноситься від 20 до 50 крапель приблизно однакового розміру. Поряд з великими краплями електродний метал переноситься на виріб також у виді потоку дрібних крапель (струменевий процес перенесення металу). Чим більше

зварювальний струм і чим товще шар покриття на електроді, тим більша частина металу переноситься у виді потоку дрібних крапель. В електродах з тонким покриттям і при зварюванні на малих струмах процес перенесення є переважно крупно-крапельний. Тиском газів дуги рідкий метал відкидається з дна ванни на її бічну поверхню, що викликає утворення поглибленого кратера. Це відбувається періодично, тому рідкий метал відкладається окремими порціями, внаслідок чого поверхня шва виходить лускатою. Чим товще покриття електрода, тим більше буде шар шлаку над розплавленим металом шва і тим лусочки будуть тонше, а поверхня шва - більш рівною і чистою [1].

Про характер переносу крапель побічно можна судити за осцилограмами напруги дуги та зварювального струму (рис. 2.1), а також за розміром (масою) електродних крапель (рис. 2.2).

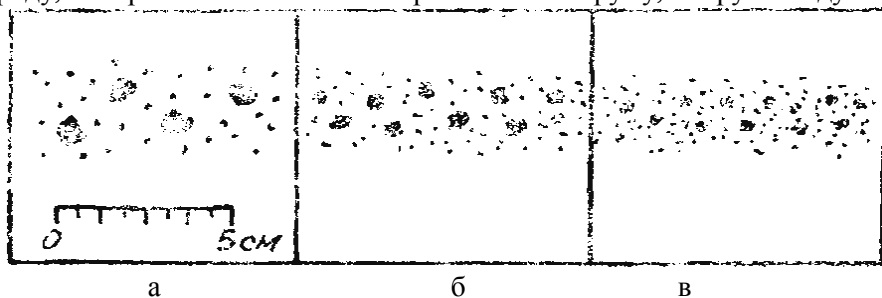


а - без коротких замикань; б - з короткими замиканнями дугового проміжку

Рисунок 2.1 - Осцилограми падіння напруги U_d та зварювального струму $I_{зв}$ при плавленні електроду

Розмір крапель та їх кількість у процесі плавлення електродного металу вивчають шляхом виведення їх з дуги при наплавленні на

графітовий диск обертача. Велика швидкість обертання диску відносно електроду забезпечує розміщення крапель металу та шлаку на відстані, що виключає можливість їх зварювання між собою. Після закінчення наплавлення краплі збирають з сит за фракціями і проводять статистичну обробку. При обробці виявляють загальну кількість крапель; кількість крапель, які утворюються за одну секунду; середню масу однієї краплі; масу крапель однієї фракції; масу всіх крапель. Метод дозволяє досліджувати вплив на розмір крапель та вид їх переносу, діаметру та складу електродного дроту, складу електродного покриття або шихти електродного дроту; складу газової фази; роду, полярності та величини зварювального струму; напруги на дузі.



а – 150 А; б – 200 А; в – 300 А

Рисунок 2.2 - Вид електродних крапель при наплавленні на графітовому диску електродом АНО-4 діаметром 5 мм у залежності від величини зварювального струму

З КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Види крапельного переносу при дуговому зварюванні плавленням.
2. Як впливає зварювальний струм на характер переносу електродного металу?
3. Як впливає склад покриття електроду на характер переносу?
4. Як впливає полярність струму на перенос електродного

металу?

5. Як впливають сили поверхневого натягу на вид переносу електродного металу?
6. Умови струменевого переносу металу.
7. Які сили діють в дузі на краплю?
8. Які фактори впливають на поверхневу енергію?

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

1. Електроди АНО-4 Ø 2...6 мм.
2. Секундомір.
3. Набір сит з отворами 1...5 мм.
4. Ваги 0,01-200 г.
5. Щиток зварника.
6. Обертач М-11010 з графітовим диском.
7. Пост ручного дугового зварювання.

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. Ознайомитись з інструкцією з безпеки експлуатації обладнання, яке використовується у роботі.

2. Увімкнути обертач М-11010.

3 Зробити по черзі наплавлення матеріалами за режимами, наведеними у таблиці 6.1 (за вказівкою викладача).

Таблиця 6.1 - Режими зварювання у експериментах

№	Діаметр електроду, мм	Полярність струму	Сила струму, А
1.	2	Пряма	80...100
2.	3	Пряма	80...100
3.	4	Пряма	80...100
4.	5	Пряма	80...100
5.	6	Пряма	80...100
6.	3	Зворотна	80...100
7.	3	Пряма	120...140
8.	3	Пряма	150...170
9.	3	Пряма	180...200

4 Розібрати сита і зібрати за фракціями краплі. Підрахувати кількість крапель, зважити їх.

5 Заповнити таблицю 6.2.

6 Провести аналіз результатів експериментів.

7 Для кожного експерименту побудувати графіки масового складу фракцій крапель (рис. 6.1).

8 Зробити висновки.

Графік залежності маси фракції від загальної маси крапель від середньої маси однієї краплі фракції. Осьова шкала (X) позначена як 'Середня маса однієї краплі фракції' і має значення від 80 до 600 мг. Вертикальна шкала (Y) позначена як 'Маса фракції від загальної маси крапель' і має значення від 10 до 70 %.

Середня маса однієї краплі фракції (мг)	Маса фракції від загальної маси крапель (%)
80	~7
120	~12
160	~15
200	~22
240	~30
280	~38
320	~45
360	~52
400	~60
440	~68
480	~55
520	~40
560	~25
600	~10

PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема та мета роботи.
2. Короткі відомості про перенос електродного металу при ручному дуговому зварюванні плавленням.
3. Описати методику проведення роботи.
4. Таблиця з даними.
5. Графіки.
6. Аналіз результатів експериментів.
7. 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. Лесков Г.И. Электрическая сварочная дуга. - М.: Машиностроение, 1970. - 334 с.
7. Кох Б.А. Основы термодинамики металлургических процессов сварки. - Л.: Судостроение, 1975. – 240 с.
8. Алов А.А. Основы теории сварки и пайки. - М.: Машиностроение, 1972. – 272 с.
9. Новожилов Н.М. Основы металлургии дуговой сварки в активных защитных газах. - М.: Машиностроение, 1972. - 230 с.

10. 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.

11. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. - М.: Машиностроение, 1974. – 240 с.

12. Прохоров Н.Н. Физические процессы в металлах при сварке. - М.: Металлургия, 1975. - 596 с.

13. Металлургия дуговой сварки и сварочные материалы. – К.: Академперіодика, 2012. — 526 с.

14. Мазель А.Г. Технологические свойства электрической дуги. – М.: Машиностроение, 1969. – 178 с.