

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторної роботи № 1
з дисципліни «Основи теорії зварювання» для студентів
освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» усіх
форм навчання

2017

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 1 з дисципліни «Основи теорії зварювання» для студентів освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» усіх форм навчання / Укл.: О.Є. Капустян, М.І. Андрущенко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2017. - 14 с.

Укладачі: О.Є. Капустян, ст. викладач,
М.І. Андрущенко, 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 № 1 від 22.08.2017

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 1 від 19.09.2017

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ	6
4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ	7
5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	8
6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ.....	8
7 ЗМІСТ ЗВІТУ	11
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	11
Додаток А.....	12

ДОСЛІДЖЕННЯ ЛЕГУВАННЯ НАПЛАВЛЕНОГО МЕТАЛУ ЧЕРЕЗ КЕРАМІЧНИЙ ФЛЮС

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити методику розрахунку та виготовлення керамічних флюсів; дослідити перехід легуючих елементів в наплавлений метал. Розрахувати кількість легуючих і шлакоутворюючих компонентів, необхідну для отримання керамічного флюсу, який дозволить наплавляти метал заданого хімічного складу; виготовити керамічний флюс та провести наплавлення в три шари; визначити хімічний склад наплавленого метала.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Флюси для наплавлення плавленням класифікуються по способу виготовлення, призначенню, хімічному складу, будові та розміру частинок.

По способу виготовлення флюси діляться на плавлені та неплавлені. Плавлені флюси отримують шляхом сплавлення компонентів шихти. При виготовленні неплавлених флюсів частинки шихти скріпляються без їх розплавлення. До неплавлених флюсів відносяться керамічні, спечені флюси та флюси-суміші.

Керамічні флюси виготовляють із сумішів порошкоподібних матеріалів, скріплених за допомогою рідкого скла. Спечені флюси виготовляються шляхом спікання частинок шихти при підвищених температурах без їх розплавлення. Флюси-суміші отримують механічним змішуванням частинок різних матеріалів.

Неплавлені флюси виготовляють переважно для наплавлення шарів металу зі спеціальними властивостями, а також для зварювання низьколегованих сталей. Технологія виготовлення керамічних флюсів включає в себе операції змішування компонентів в рецептурних співвідношеннях, перемішування суміші з клеючим компонентом, грануляцію, сушку та прокалювання. Температура прокалювання

керамічних флюсів знаходиться в межах від 400 до 950° С; з підвищенням температури зростають технологічні властивості флюсу.

Керамічні флюси мають три основні частини:

- а) мінеральні шлакоутворюючі частинки;
- б) розкислюючі, легуючі та модифікуючі компоненти;
- в) зв'язуючі речовини.

Мінеральна частина – шлакоутворююча основа флюсу – система окислів і солей. Керамічні флюси, шлакоутворююча основа яких складається з оксидів, що не окислюють метал, забезпечують більш повний перехід легуючих елементів з флюсу в наплавлений метал. Співвідношення шлакоутворюючих компонентів підбирають таким чином, щоб забезпечити досить низьку температуру плавлення, а також досить короткий інтервал кристалізації шлаку. В складі композицій використовують: мармур, плавиковий шпат, двоокис титану, рутиловий концентрат, кварцовий пісок і т.п.

В якості легуючих, розкислюючих та модифікуючих компонентів використовують фероматеріали, рідше чисті елементи. Ступінь переходу кожного легуючого елемента оцінюється коефіцієнтом переходу K_p , який представляє собою співвідношення прирощення вмісту даного елемента в наплавленому металі до його вмісту у флюсі. В якості зв'язуючої речовини звичайно використовують рідке скло; можливе використання органічних клеїв, лаків.

Керамічні флюси підрозділяються на три групи:

I група - керамічні флюси типу К, призначені для автоматичного та напівавтоматичного зварювання низьковуглецевих та деяких низьколегованих сталей. Наприклад, флюс К-2 містить компоненти (% по масі):

- титановий концентрат – 55;
- польовий шпат – 13;
- плавиковий шпат – 10;
- феромарганець Мн-1 – 14;
- феросиліцій Си-75 – 8.

В якості зв'язуючого використовують силікат натрію електродний, класу А. Хімічний склад шва при однопровідному зварюванні низьковуглецевої сталі дротом Св-08: 0,12 % С; 0,70 % Мп; 0,40 % Si. Недоліком флюсу є висока окислювальна здатність, що обмежує можливості введення до складу фероматеріалів.

II група - керамічні флюси типу КС.

До складу входять основні оксиди солей та фероматеріали. Наприклад, флюс КС-1 має (в % по масі):

- мармур – 57,7;
- плавиковий шпат – 20;
- двоокис титану – 15;
- феротитан – 6;
- феромарганець Mn-1 – 0,5;
- феросиліцій Si-75 – 0,8.

Флюс дозволяє отримати при зварюванні дротом Св-08 наплавлений метал наступного складу: 0,1 % С; 0,41 % Mn; 0,17 % Si; 0,65 % Ti; 0,006 % S; 0,20 % P. Наявність титана в складі наплавленого металу дозволяє подрібнювати структуру шва та, відповідно, підвищувати його міцнісні та пластичні характеристики. Шлак флюсів КС характеризується слабкою окислювальною дією, що забезпечує високий коефіцієнт переходу легуючих та модифікуючих елементів у шов.

III група - керамічні флюси для наплавочних робіт, зі складом шлакової фази подібною флюсам КС, дають змогу отримувати високолегований метал за рахунок введення до складу феросплавів.

Основним недоліком керамічних флюсів є жорстка залежність складу наплавленого металу від напруги дуги. Причому, навіть невеликі коливання напруги на дузі, можуть помітно змінити хімічний склад шва.

З КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Загальна класифікація флюсів.
2. Металургійна роль флюсів.
3. Утворення пор у металі шва при зварюванні під флюсом.
4. Характеристика плавлених флюсів.
5. Характеристика керамічних флюсів.
6. Реакція кремнію при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.

7. Реакція марганцю при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
8. Спільне протікання реакцій кремнію та марганцю при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
9. Сутність кремнемарганцевідновлювального процесу при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
10. Реакція сірки при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
11. Реакція фосфору при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
12. Вплив поверхневих окислів на утворення пор в металі шва при зварюванні вуглецевої сталі під флюсом.
13. Раціональні композиції флюсів при зварюванні низьковуглецевої сталі.
14. Склад флюсу АН-348А.
15. Флюси для зварювання легованих сталей.
16. Склад, властивості та функції зварювальних флюсів.
17. Флюси для газового зварювання.
18. Функції флюсу при електрошлаковому зварюванні.
19. Реакції кремнію та марганцю при електрошлаковому зварюванні.
20. Вимоги до флюсів для електрошлакового зварювання.

4 МАТЕРІАЛИ, ІНСТРУМЕНТ, ПРИЛАДИ, ОБЛАДНАННЯ

4.1. Електродний дріт (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – “АР(3.10)” - масив складу зварювального дроту, середні значення, %

№	Марка дроту	C	Si	Mn	Cr	V	W	Mo	Ti	Al	Fe
1	Св-08	0,10	0,03	0,50	0,15	-	-	-	-	0,01	99,13
2	Св-08А	0,10	0,03	0,50	0,12	-	-	-	-	0,01	99,16
3	Св-08Г2С	0,08	0,85	1,95	0,20	-	-	-	-	-	96,90

4.2. Феросплави (табл. 4.2).

4.3. Вихідні матеріали для виготовлення флюсу: крейда, плавиковий шпат, титановий концентрат, рідке скло.

- 4.4. Лабораторний змішувач.
- 4.5. Сушильна шафа.
- 4.6. Зварювальна головка А-1416.
- 4.7. Стилоскоп СЛ-11.

Таблиця 4.2 – “АF(7.10)” - масив складу феросплавів в %, (середні значення)

№ пп	Марка феросплаву	C	Si	Mn	Cr	V	W	Mo	Ti	Al	Fe
1	Ферованадій ВД-3	0,63	-	1,62	-	48,10	-	-	-	-	49,65
2	Феровольфрам	0,13	-	-	-	-	76,5	-	-	-	23,37
3	Феромолібден ФМ-1	0,06	0,77	-	-	-	-	55,06	-	-	44,11
4	Феротитан Ти-2	0,92	5,45	-	-	-	-	-	24,5	6,6	63,47
5	Ферохром Фх-200	1,79	0,80	0,16	0,16	69,73	-	-	-	-	27,52
6	Феромарганець Мн-0	0,33	1,70	91,6	91,6	-	-	-	-	-	6,37
7	Графіт	80,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

5 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

До лабораторних робіт допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.

Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.

У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.

У випадку виникнення пожежі або ураження електричним струмом, студенти повинні діяти у відповідності до затверджених інструкцій з охорони праці та пожежної безпеки.

6 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

6.1. Розрахувати кількість металевої домішки до флюсу, при якій в 3-му шарі наплавлення забезпечується отримання одного з матеріалів (табл. 6.1) за вказівкою викладача з урахуванням коефіцієнтів переходу (табл. 6.2).

Таблиця 6.1 – “AS(7.10)” - масив складу наплавленого металу, в % (середні значення)

№ пп	Наплавлений метал	C	Si	Mn	Cr	V	W	Mo	Fe
1	P18	0,80	-	-	4,20	1,20	18,5	0,20	75,10
2	120X12Ф1	1,22	0,40	0,35	12,0	0,80	-	-	85,25
3	200X20Г10В1Ф	2,00	0,04	10,0	19,0	0,70	1,0	-	67,26
4	250X15МЗ	2,60	0,50	0,80	16,0	-	-	0,80	79,30
5	300X20Г10В1Ф	2,60	0,04	10,0	19,0	0,80	1,0	-	66,36
6	300X20Г10Ф5	2,80	0,04	10,0	19,0	5,0	-	-	63,16
7	08ГС	0,12	0,40	0,70	-	-	-	-	98,78

Таблиця 6.2 – “P(10)” - масив коефіцієнтів переходу легуючих елементів із флюсу при вибраній шлако-газозахисній системі

C	Si	Mn	Cr	V	W	Mo	Ti	Al	Fe
0,40	0,40	0,45	0,75	0,75	0,75	0,60	0,1	0,1	1,0

При розрахунку маси дроту значення діаметра зварювального дроту "D" (2; 3; 4; 5; 6 мм) та густини дроту "Q" (г/см³) змінити за вказівкою викладача.

Розрахунок кількості легуючих компонентів флюсу для наплавлення металу відповідного хімічного складу виконують з використанням програми "FLUS" алгоритм якої приведено на рис. 6.1.

Програма "FLUS" включає в себе шість підпрограм, оскільки вибір компонентів, залежить від умов застосування флюсу, технології наплавлення та т.п. (додаток А).

6.2. Виготовити керамічний флюс відповідно проведеному розрахунку.

6.3. Провести наплавлення в три шари на пластину з низьковуглецевої сталі під дослідним флюсом електродним дротом марки Св-08. Наплавлення має бути щільним без пор, тріщин, шлакових включень та інших дефектів.

6.4. Заміряти твердість наплавленого металу.

6.5. Провести спектральний аналіз 3-го шару наплавленого

металу.

6.6. Скорегувати склад флюсу відповідно до результатів спектрального аналізу.

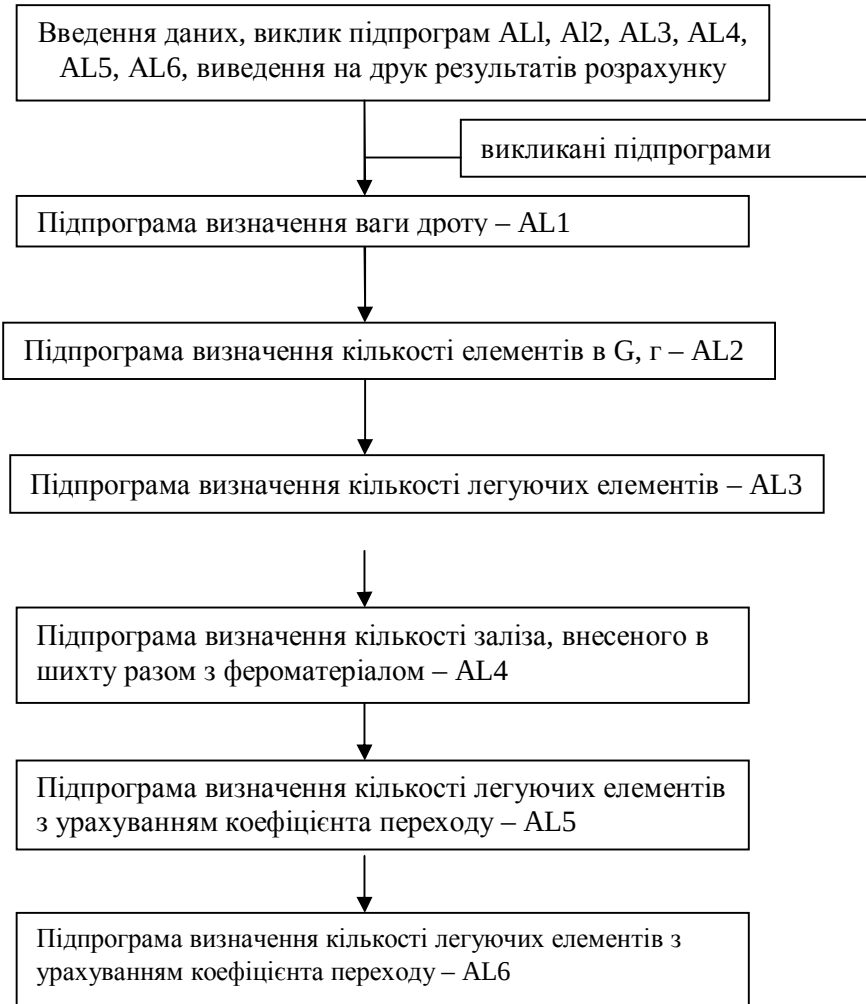


Рисунок 6.1 – Алгоритм програми "FLUS"

7 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Привести дані розрахунку складу флюсу на ЕОМ.
2. Описати технологію та режими наплавлення.
3. Проаналізувати результати спектрального аналізу.
4. Обґрунтувати порядок корегування складу флюсу.
5. Висновки.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Хренов К.К., Кушнерев Д.М. Керамические флюсы для автоматической сварки и наплавки. – К.: ГИТЛ УССР, 1961. – 257с.
2. Сварка в машиностроении. Справочник. Том 1, 2. - М.: Машиностроение, 1978.
3. Теоретические основы сварки / Под ред. В.В. Фролова. - М.: Высшая школа, 1970. – 585 с.
4. Багрянский К.В., Добротина З.А., Хренов К.К. Теория сварочных процессов. – К.: Вища школа, 1976. – 423 с.

Додаток А

Програма "FLUS"

0001		DIMENSION AP(3,10), AKE(3,10),AS(7,10),AKLE(7,10), *AF(7,10),FE(7,10),P(10),AKLEK(7,10), S(7,10)
0002		DATA AS/0.8,0.1,0.1,4.2,1.2,18.5,0.2,0.1, *0.1,75,1,1.2,0.4,0.35,12.0,0.8,0.01,0.01,0.01, *0.01,85.25,2.0,0.04,10.0,19.0,0.7,1.0,0.01, *0.01,0.01,67.26,2.6,0.5,0.8,16.0,0.01,0.01, *0.8,0.01,0.01,79.30,2.8,0.04,10.0,19.0,0.8, *1.0,0.01,0.01,0.01,66.36,2.8,0.04,10.0,19.0,5.0, *0.01,0.01,0.01,0.01,63.16,0.12,0.4,0.7,0.01, *0.01,0.01,0.01,0.01,0.01,98.78/
0003		DATA AP /0.1,0.03,0.5,0.15,0.01,0.01,0.01,0.01, *0.01,99.13,0.1,0.03,0.5,0.12,0.01,0.01,0.01,0.01 *0.01,99.16,0.08,0.085,1.95,0.20,0.01,0.01,0.01,0.01, *0.01,96.9/
0004		DATA AF /0.63,0.01,1.62,0.01,48.0,0.01,0.01, *0.01,0.01,49.65,0.13,0.01,0.01,0.01,0.01,76.5, *0.01,0.01,0.01,23.37,0.06,0.77,0.01,0.01,0.01,0.01, *55.06,0.01,0.01,44.18,0.92,5.45,0.01,0.01,0.01,0.01, *0.01,24.5,6.6,63.47,1.79,0.8,0.16,69.73,0.01, *0.01,0.01,0.01,0.01,27.52,0.33,1.7,91.6,0.01, *0.01,0.01,0.01,0.01,0.01,6.37,80.0,0.01,0.01, *0.01,0.01,0.01,0.01,0.01,0.01,0.01/
0005		DATA P/0.4,0.4,0.45,0.75,0.75,0.75,0.6,0.1, *0.1,0.01/
0006		READ 1,Q,D
0007	1	FORMAT (2F8.4)
0008		CALL AL1(Q,D,G)
0009		CALL AL2(G,AP,AKE)
0010		CALL AL3(AS,AKE,AKLE)
0011		CALL AL4(AF,AKLE,FE)
0012		CALL AL5(P,AKLE,AKLEK)
0013		CALL AL6(AKLEK,AF,S)
0014		PRINT 2, S

0015	2	FORMAT (2X,E14.7)
0016		STOP
0017		END
0001		SUBROUTINE AL1 (Q,D,G)
0002		$G=((Q*3.14*(D**2))/4)*100$
0003		RETURN
0004		END
0001		SUBROUTINE AL2 (G,AP,AKE)
0002		DIMENSION AP (3,10), AKE(3,10)
0003		Do 1 I=1.3
0004		Do 2 J=1.10
0005		$AKE(I,J)=(G*AP(I,J))/100$
0006	2	CONTINUE
0007	1	CONTINUE
0008		RETURN
0009		END
0001		SUBROUTINE AL3 (AS,AKE,AKLE)
0002		DIMENSION AS (7,10), AKE (3,10), AKLE (7,10)
0003		I=1
0004	3	Do 1 J=1.7
0005		Do 2 K=1.10
0006		$AKLE (J,K)=(AKE(1,10))*(AS(J,K))/(AS(J,10))$
0007	2	CONTINUE
0008	1	CONTINUE
0009		I=I+1
0010		IF (I.LE.3) GOTO 3
0011		RETURN
0012		END
0001		SUBROUTINE AL4 (AF,AKLE,FE)
0002		DIMENSION AF(7,10),AKLE(7,10),FE(7,10)
0003		Do 1 I=1.7
0004		Do 2 J=1.10
0005		$FE (I,J)=(AF(1,10))*(AKLE(I,J))/(AF(I,J))$
0006	2	CONTINUE
0007	1	CONTINUE
0008		RETURN

0009		END
0001		SUBROUTINE AL5 (P,AKLE,AKLEK)
0002		DIMENSION P(10),AKLE(7,10),AKLEK(7,10)
0003		Do 1 I=1.7
0004		Do 2 J=1.10
0005		AKLEK (I,J) = (AKLEK(I,J))/(P(J))
0006	2	CONTINUE
0007	1	CONTINUE
0008		RETURN
0009		END
0001		SUBROUTINE AL6 (AKLEK, AF, S)
0002		DIMENSION AKLEK (7, 10), AF(7,10), S(7,10)
0003		Do 1 I=1.7
0004		Do 2 J=1.10
0005		S(I,J)=((AKLEK(I,J))*100.)/(AF(I,J))
0006	2	CONTINUE
0007	1	CONTINUE
0008		RETURN
0009		END

G – маса дроту; визначається в підпрограмі "AL1".

AKE(3.10) – масив кількості елементів у масі дроту.

AKLE(7.10) – масив кількості легуючих елементів.

FE(7.10) – масив кількості заліза, внесеного в шихту разом з фероматеріалами.

AKLEK(7.10) – масив кількості легуючих елементів з урахуванням коефіцієнтів переходу.

S(7.10) – масив кількості феросплавів для введення у флюс.

Примітка. В програмі "FLUS" в масивах значення "I" – номер рядка, вводиться згідно варіанту, вказаному викладачем. Для виводу необхідного рядка зі складом феросплаву в керамічному флюсі слід змінити оператор "PRINT 2,S (I,J)", де замість "I" поставити номер варіанта.