

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Запорізький національний технічний університет**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторної роботи № 1

«Розрахунок параметрів автоматичного зварювання під флюсом із застосуванням персонального комп'ютеру в діалоговому режимі» з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» для студентів освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» усіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 1 «Розрахунок параметрів автоматичного зварювання під флюсом із застосуванням персонального комп'ютеру в діалоговому режимі» з дисципліни «Виробництво зварних конструкцій» для студентів освітньої програми «Технології та устаткування зварювання» усіх форм навчання / Укл.: А.О. Шумілов, О. Є. Капустян – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - 10 с.

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

Затверджено  
на засіданні кафедри ОТЗВ  
Протокол № 6  
від 31.01.2018

Рекомендовано до видання  
НМК ІФФ  
Протокол № 6  
від 13.02.2018

## 1 МЕТА РОБОТИ

Засвоєння методики розрахунку параметрів режиму автоматичного зварювання під флюсом стикових швів зварних з'єднань та розробка програми розрахунку цих параметрів у діалоговому режимі із застосуванням персонального комп'ютеру.

## 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

При розробці технологічного процесу зварювання важливе значення мають правильно призначені параметри режиму зварювання. З цією метою технолог звичайно використовує довідкові дані або результати спеціально проведених досліджень по зварюванню аналогічних виробів.

При визначенні параметрів режиму зварювання для конкретного зварного з'єднання вимагається обрати спосіб зварювання, рід та полярність струму, вид та розміри зварних матеріалів, розрахувати силу струму, напругу дуги, швидкість зварювання. Основні співвідношення, що використовуються для розрахункового визначення основних параметрів режиму, наведені у [1-3], що використовуються у даній роботі для побудови алгоритму розрахунку параметрів режиму зварювання на персональному комп'ютері.

Перед зварюванням важливо визначити і погодити основні параметри режиму зварювання під шаром флюсу:

- марка і діаметр зварювального дроту;
- марка і грануляція флюсу;
- рід і полярність зварювального струму;
- сила зварювального струму;
- швидкість зварювання;
- швидкість подачі зварювального дроту.

Марку зварювального дроту і флюсу визначають залежно від хімічного складу зварюваної сталі.

Якщо всі параметри правильно підібрати і узгодити між собою, то зварний шов буде виконано якісно і відповідно бажаним геометричних розмірів.

## 2.1 Методика розробки алгоритму розрахунку параметрів режиму автоматичного зварювання під флюсом стикових з'єднань

Для всіх стикових з'єднань основними розмірними параметрами, що визначають якість зварного з'єднання, є:

- глибина провару  $H$ ;
- коефіцієнт форми провару  $k_1$ ,
- коефіцієнт форми підсилення шва  $k_2$ ,

$$k_1 = \frac{B}{H},$$

$$k_2 = \frac{B}{H_1},$$

де  $B$  – ширина шва;

$H_1$  – висота підсилення шва.

Для стикових швів ці параметри повинні задовольняти наступним вимогам:

1)  $H$  повинна бути не менше товщини металу зварних елементів;

2)  $k_1 = 0,8 - 0,4$ ;

3)  $k_2 = 7 - 10$ .

Для розрахунку глибини провару використовується формула:

$$H = 0,0156 \sqrt{\left(\frac{Q_1}{k_1}\right)}, \quad (2.1)$$

де  $Q_1$  – погонна енергія, що розраховується за формулою:

$$Q_1 = 0,24 \cdot I \cdot U \cdot \frac{E}{V}, \quad (2.2)$$

$$k_1 = k_3 \cdot (19 - 0,01 \cdot I) \cdot D \cdot \frac{U}{I}, \quad (2.3)$$

де  $I$  – сила струму, А;

$U$  – напруга дуги, В;

$E$  – ККД дуги;

$V$  – швидкість зварювання, м/год;

$D$  – діаметр електродного дроту;

$k_3$  – коефіцієнт, залежний від роду струму, полярності  $P$  та щільності струму  $J$ , при цьому:

- для змінного струму  $k_3 = 1,0$ ;

- для постійного струму зворотної полярності  $k_3 = 0,92$ , при  $J > 120 \text{ А/мм}^2$  та  $k_3 = 0,367 \cdot J^{0,1925}$ , при  $J < 120 \text{ А/мм}^2$ ;

- для постійного струму прямої полярності  $k_3 = 2,82 \cdot J^{0,1925}$ , при  $J < 120 \text{ А/мм}^2$  та  $k_3 = 1,12$ , при  $J > 120 \text{ А/мм}^2$ .

Коефіцієнт наплавлення (для зварювання під флюсом з деякими допущеннями рівний коефіцієнту розтоплення) обчислюється по формулі:

- для змінного струму:

$$A_1 = 13,35 - 4,4 \cdot D + 0,03 \cdot I + 0,65 \cdot D^2 - 0,0057 \cdot D \cdot I; (2.4)$$

- для постійного струму прямої полярності:

$$A_1 = 13 - 5,12 \cdot D + 0,047I + 1,05D^2 - 0,011 \cdot I \cdot D - 0,00001I^2; (2.5)$$

- для постійного струму зворотної полярності:

$$A_1 = 13,055 - 1,31 \cdot D + 0,0115 \cdot I + 0,18 \cdot D^2 - 0,0023 \cdot I \cdot D; (2.6)$$

$$U = 20 + \frac{0,05}{\sqrt{D}} I \pm 1. (2.7)$$

$$V = \frac{(-25,5 + 132 \cdot D)}{I}. (2.8)$$

ККД дуги при  $I \leq 900 \text{ А}$ :

$$E = 0,476 + 0,0005 \cdot I. (2.9)$$

При  $I > 900 \text{ А}$  прийняти  $E = 0,85$ .

Площа поперечного перерізу наплавленого металу:

$$F = \frac{I \cdot A_1}{27700 \cdot V}, (1.10)$$

$$H_1 = \frac{F}{0,73 \cdot B}. \quad (1.11)$$

### **3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ**

1. Які параметри режиму зварювання виявляють найбільший вплив на якість зварних з'єднань?
2. Методика вибору діаметру зварювального дроту.
3. Як проводиться розрахунок глибини провару при зварюванні стикових з'єднань?
4. Як виконати розрахунок напруги дуги та швидкості зварювання при зварюванні під флюсом?
5. Як формується програма розрахунку режиму у діалоговому режимі?
6. Геометричні параметри зварного шва.
7. Коефіцієнти наплавлення  $A_1$ .

### **4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ**

Під час виконання лабораторної роботи треба дотримуватися вимог Техніки безпеки, Правил протипожежної безпеки та Правил користування комп'ютерним класом, інструктаж з яких проводиться на початку семестру відповідальним працівником комп'ютерного класу, в якому заплановано проведення занять.

При виконанні лабораторних робіт слід виконувати всі вимоги викладача та відповідального працівника комп'ютерного класу, звертатися до них у разі виникнення будь-яких незрозуміlostей під час роботи.

Слід пам'ятати: у випадку, якщо користувач покидає своє робоче місце без виходу зі свого робочого режиму, або переказує свій пароль іншим особам, можливі наступні негативні наслідки:

- несанкціоновані вилучення або оновлення файлів користувача, зміна його пароля;
  - використання доступних користувачеві ресурсів не за призначенням;
  - виконання дій у мережі, що караються, під ім'ям користувача.
- Тому необхідно періодично міняти свій пароль і стежити за зберіганням його у секреті.

## 5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

5.1. По даним, наведеним у п. 2, розробити блок-схему алгоритму розрахунку у діалоговому режимі параметрів режиму автоматичного зварювання під флюсом з'єднань наступних типів:

- а) зварювання стикового з'єднання без скосу кромки за один прохід;
- б) зварювання стикового з'єднання без скосу кромки з двох сторін;
- в) зварювання стикового з'єднання без скосу кромки з одного боку на підкладці, що залишилася.

При цьому необхідною умовою є по пунктам:

$$\text{а) } (S + 0,5) \leq H \leq (S + 1,5);$$

$$\text{б) з кожної сторони } (S/2 + 1,5) \leq H \leq (S/2 + 2,5);$$

$$\text{в) } (S + 0,2b) \leq H \leq (S + 0,5b),$$

де  $b$  – товщина металевої підкладки.

5.2. Розробити програму на алгоритмічній мові *Basic* чи *Pascal* для розрахунку параметрів режиму зварювання. Виявити помилки та зробити редагування програми. Розрахувати параметри режиму зварювання та вивести результати на екран монітору. Проаналізувати отримані дані та зробити висновки, скласти звіт.

З використанням співвідношень, наведених у п.2.1, алгоритм

розрахунку на персональному комп'ютері параметрів режиму однопрохідного зварювання під флюсом стикового з'єднання на флюсовій подушці без розділу кромок та без зазору може бути представлений у вигляді наступних дій.

1. Ввести вхідні дані – товщину металу  $S$ та рід і полярність струму  $P$ :

$$S = N + 1,$$

де  $N$  – порядковий номер студента в журналі.

2.Задати силу струму:

$$I = 90 \cdot S.$$

3. Ввести діаметр дроту  $D= 2$  мм. Розрахувати щільність струму:

$$J = \frac{I}{0,785 \cdot D^2},$$

та зробити вибір  $D$  за допустимими межами величини щільності струму, для чого у програмі організувати цикл розрахунку для  $D$  від 2 мм до 6 мм для щільності струму  $J$ у допустимих межах, що наведені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Допустимі межі для щільності струму  $J$

$D$ , мм	2	3	4	5	6
$J_{min}$	65	45	35	30	25
$J_{max}$	200	90	60	50	45

4.По обраним  $D$  та  $I$  розрахувати напругу дуги за формулою (2.7).

5.Розрахувати швидкість зварювання по формулі (2.8).

6. Залежно від роду та полярності струму розрахувати коефіцієнт  $A_1$  по формулам (2.4), (2.5) чи (2.6).

7. Визначити значення  $k_1$ по формулі (2.3) з урахуванням коефіцієнту  $k_3$ .

8. Розрахувати  $E$  дуги по формулі (2.9).

9. Розрахувати глибину провару  $H$  по формулі (2.1) з урахуванням формул (2.2), (2.3) та (2.7) і порівняти з даним значенням.



10. Якщо  $H$  не задовольняє даному значенню, збільшити або зменшити силу струму, перейти до кроку 2 і повторити розрахунок до отримання заданої величини  $H$ .

11. Розрахувати ширину шва по формулі  $B = \frac{k_1}{H}$ .

12. Розрахувати  $F$  по формулі (2.10).

13. Розрахувати  $H_1$  по формулі (2.11).

14. Вивести на результати розрахунку на екран монітору.

## 6 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Тема та мета роботи.
2. Основні параметри режиму зварювання під флюсом та їх вплив на якість зварних з'єднань.
3. Методика розрахунку параметрів режиму зварювання.
4. Блок-схема алгоритму розрахунку параметрів режиму зварювання.
5. Текст програми розрахунку.
6. Результати розрахунку.
7. Аналіз результатів розрахунку та висновки.
8. Ескіз поперечного перерізу зварного з'єднання в масштабі, відповідно до розмірів.
9. Висновки по роботі.

## 7 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Теория сварочных процессов / Под ред. В.В. Фролова. - М.: Высш. шк., 1988. - 559 с.
2. Акулов, А.И. Технология и оборудования сварки плавлением. Учебник для студентов вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. -М.:Машиностроение. -1997. - 432 с.
3. Кутана В.В. и др. Моделирование систем расчетов автоматической сварки под флюсом // Автоматическая сварка. 1977. - №6. С. 12-14.

4. Патон, Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ под редакцией акад. Б.Е Патона – М.: Машиностроение, 1974. – 768 с.