

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Національний університет «Запорізька політехніка»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторної роботи № 3  
« Визначення розподілу температур в металі при зварюванні  
плавким електродом в захисних газах за допомогою моделювання по  
програмному пакету MAGSIM»  
з дисципліни «Моделювання технологічних процесів  
зварювання» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 3 «Визначення розподілу температур в металі при зварюванні плавким електродом в захисних газах за допомогою моделювання по програмному пакету MAGSIM» з дисципліни «Моделювання технологічних процесів зварювання» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл.: С.О. Шумикін, О.Є. Капустян, І.М. Білоник, Г.М. Лаптева. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 10 с.

Укладачі: С.О. Шумикін, канд. техн. наук, доцент;  
О.Є. Капустян, канд. техн. наук, доцент;  
І.М. Білоник, канд. техн. наук, доцент;  
Г.М. Лаптева, канд. техн. наук, доцент.

Рецензент: Р.А. Куликовський, канд. техн. наук, доцент  
Редактор: І.П. Аверченко  
Відповідальний за випуск: О.Є. Капустян

Затверджено  
на засіданні кафедри ОТЗВ  
Протокол № 6 від 25.01.2022

Рекомендовано до видання  
НМК ІФФ  
Протокол № 5  
від 27.01.2022

## 1 МЕТА РОБОТИ

За допомогою програмного пакету MAGSIM при заданих параметрах режиму зварювання плавким електродом в захисних газах провести моделювання технологічного процесу зварювання стикових з'єднань мало вуглецевих і аустенітних сталей. Проаналізувати результати та визначити термічний цикл процесу, розміри зварювальної ванни (глибину, ширину, довжину), розподіл температур в поверхневому шарі металу.

## 2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Пакет MAGSIM [3] дає можливість визначити розподіл температур впродовж вісі шва [4]. Так при заданих параметрах (рисунок 2.1) температурний цикл має вигляд (рисунок 2.2). При цьому, якщо задавати значення  $Y$  при незмінних значеннях  $Z = 0$ , то маємо значення температур на відстані від осі впродовж шва в поверхневому шарі металу (рисунок 2.3). Якщо задавати значення  $Z$  (відстань від вісі шва вглиб металу) при незмінних значеннях  $Y = 0$ , то маємо значення температур вглибині впродовж вісі шва (рисунок 2.4).

Змінюючи значення  $Y$  та  $Z$  можна визначити ширину, довжину та глибину зварювальної ванни. Крім того, по графіках термічного циклу можна побудувати ізотерми розподілу температур в металі зварного з'єднання в процесі технологічного процесу зварювання.

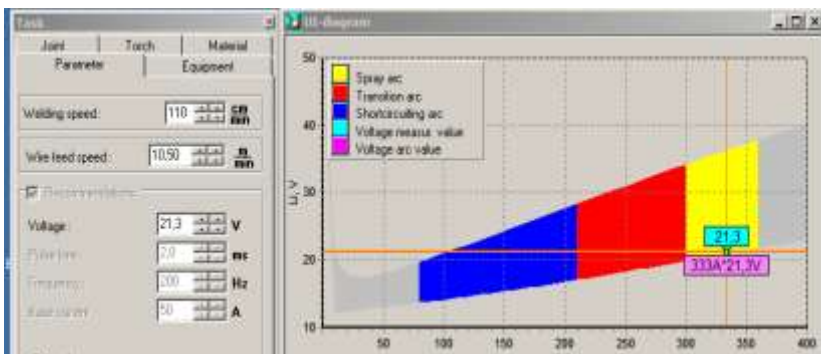


Рисунок 2.1

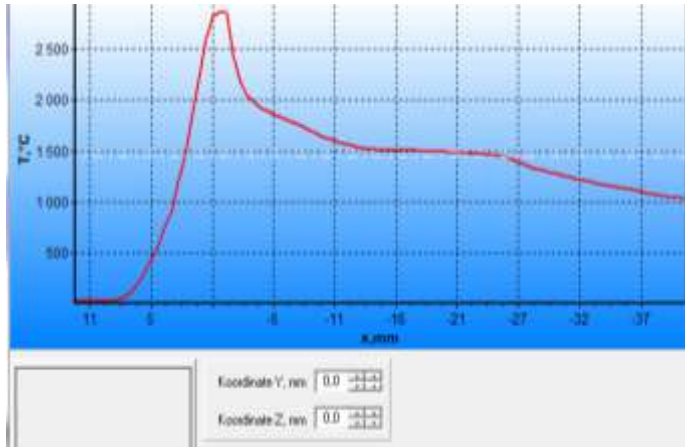


Рисунок 2.2

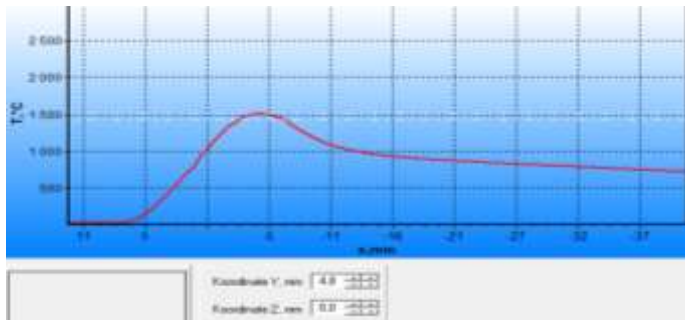


Рисунок 2.3

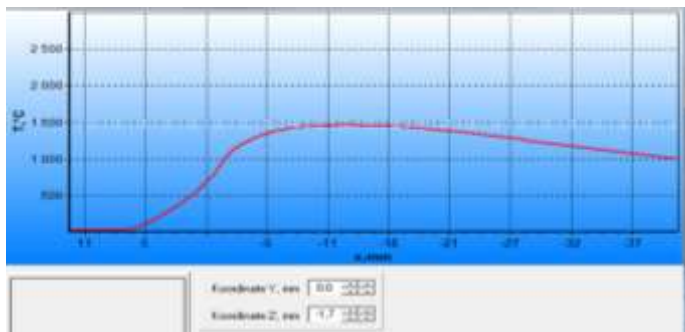


Рисунок 2.4

### **3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ**

1. Послідовність дій для отримання термічного циклу зварювання при модулюванні зварювання плавким електродом в захисних газах в програмному пакеті MAGSIM.

2. Які координати використовуються в графіках термічного циклу зварювання?

3. З яким параметром режиму зварювання пов'язана швидкість подавання зварювального дроту?

4. Як встановлюються задані вихідні зварювальні напруга та струм для проведення моделювання зварювання в захисних газах плавким електродом в програмі MAGSIM?

5. Які показники висвітлюються в вікні “Вольт-амперна характеристика”?

6. Яка вольт-амперна характеристика зварювального джерела живлення використовується при зварюванні електродом, що плавиться?

7. Яким чином можна визначити глибину зварювальної ванни при заданих вихідних параметрах?

8. Яким чином можна визначити ширину зварювальної ванни при заданих вихідних параметрах?

9. Яким чином можна визначити довжину зварювальної ванни при модулюванні по програмі MAGSIM?

10. Які області стану горіння зварювальної дуги представлені на вольт-амперній характеристиці дуги?

11. Як ввести в вихідних даних задану величину зварювального струму в програмі MAGSIM?

12. Які геометричні параметри стикових зварних з'єднань закладені в програмі?

13. Які матеріали для зварюванні закладено в програмі?

14. Послідовність дій для відкриття опції «Вольт-амперна характеристика» в програмі MAGSIM ?

15. Яку дію в опції «Задача» треба вибирати для отримання в опції «Результати» термічний цикл зварювання?

## 4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. Дисплей повинен бути розвернений від вікон під кутом, не меншим 90°, з метою запобігання потрапляння на екран прямих сонячних променів та уникнення відблиску, що значно ускладнює читання інформації з екрана дисплея.

2. Екран дисплея повинен бути очищений від пилу, оскільки пил спричинює появу шкідливих впливів при роботі за дисплеєм.

3. На столі, де встановлено комп'ютер, не повинні знаходитися сторонні речі, їжа чи її залишки тощо.

4. Перед початком роботи за комп'ютером слід вимити і насухо витерти руки для запобігання появи плям на клавіатурі, корпусі комп'ютера, дисплея, мишки та ін.

5. Через кожні 10 хв. роботи за екраном дисплея слід зробити перерву на кілька хвилин, під час якої записати отримані результати, підготувати дані для продовження роботи чи її план, або просто відпочити.

6. Якщо використовується мишка, то під неї слід покласти спеціальний килимок для запобігання забруднення, що може призвести до виходу з ладу.

7. Якщо клавіатура не використовується, вона має бути накрита спеціальною прозорою кришкою для запобігання попадання пилу чи якихось предметів під клавіші, що може призвести до ушкодження клавіатури.

8. При виникненні будь-яких запитань під час роботи з комп'ютером слід звертатися до викладача.

9. Під час роботи з комп'ютером у комп'ютерному класі категорично забороняється:

- самостійно намагатися усунути будь-які неполадки в роботі комп'ютера, незалежно від того, коли і з чієї вини вони сталися;
- від'єднувати і під'єднувати будь-які пристрої комп'ютера;
- доторкатися до будь-яких деталей на задній панелі системного блоку;
- знімати кришку корпусу системного блоку;
- застосовувати непередбачувані правилами фізичні дії до будь-яких пристроїв – стукати по пристроях, трясти їх,

перевертати, розбирати тощо.

10. Без значної спеціальної підготовки дозволяється:

– користуватися клавіатурою, під'єднаною до комп'ютера, яка служить для введення повідомлень-вказівок про виконання комп'ютером тих чи інших операцій;

– користуватися мишкою, під'єднаною до комп'ютера, яка використовується, щоб мати можливість серед переліку послуг, позначення чи назви яких подані на екрані дисплея, вибрати (вказати на) одну із послуг, що надаються комп'ютером;

– вмикати комп'ютер за допомогою вмикача на передній панелі системного блоку;

– після появи на екрані дисплея повідомлення «Тепер комп'ютер можна вимкнути» вимикати комп'ютер за допомогою вмикача на передній панелі системного блоку.

## 5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

1. Запустити програму MAGSIM [3].
2. Вибрати тип зварного з'єднання «Butt joint».
3. В вікні «Task» по вкладкам встановити вихідні параметри відповідно завданню варіанту (додаток):
  - а) матеріал і геометричні параметри;
  - б) в опції «View» ввимкнути «UI-diagram», виставити швидкість зварювання, зварювальні напруження та струм;
  - в) в опції «Objectiv» вибрати функцію «Analysis»; провести моделювання;
  - г) в опції «Results» вибрати, роздрукувати термічний цикл зварювання;
  - д) змінюючи координати по вісях Z і Y визначити розміри зварювальної ванни та роздрукувати графіки термічного циклу, що встановлюють крайки зварювальної ванни;
  - е) змінюючи координати по вісі Y з інтервалом 5...10 мм при Z = 0 мм; встановити точки з однаковими температурами, скласти таблицю та накреслити ізотерми температур на міліметровці формату A4;
4. Роздрукувати протокол.
5. Зробити висновки.

## 6 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Назва, ціль роботи.
2. Вихідні дані для проведення моделювання варіантів завдання студента, вказаного викладачем.
3. Опис вирішення завдання, письмовий аналіз результатів моделювання, граничних розмірів зварювальної ванни параметрів зварювання.
4. Вольт-амперну характеристику технологічного процесу зварювання плавким електродом в захисних газах відповідно заданим вихідним параметрам варіанта (рисунок 2.1).
5. Графіки термічного циклу зварювання впродовж вісі шва (рисунок 2.2); графік термічного циклу при  $Z = 0,0$  мм,  $T_{\max}=1500$  °С,  $2Y$  – ширина зварювальної ванни (рисунок 2.3); графік термічного циклу при  $Y = 0,0$  мм,  $T_{\max}=1500$  °С,  $Z$  – глибина зварювальної ванни (рисунок 2.4);
6. Ізотерми температур на поверхні металу в координатах X-Y ( $Z = 0$ ) на форматі A4.
7. Висновки.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций [Текст]: учеб. пособие для вузов / С.А.Куркин, В.М.Ховов, Ю.Н.Аксенов и др.; под ред. С.А. Куркина, В.М. Ховова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 464 с.
2. Соснин, Н.А. Механизация и автоматизация технологических процессов сварочного производства. Выбор и расчет оптимальных режимов / Н.А. Соснин, С.А. Ермаков – Спб. : СПбГПУ, 2003. - 84 с.
3. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 1 “Моделювання зварювання в захисних газах плавким електродом” з дисципліни “Моделювання технологічних процесів зварювання” для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл.: С.О. Шумикін, О.Є. Капустян – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 14 с.



4. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 2 «Визначення параметрів при моделюванні технологічного процесу зварювання плавким електродом в захисних газах» з дисципліни «Моделювання технологічних процесів зварювання» для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання / Укл.: С.О. Шумикін, О.Є. Капустян, І.М. Білоник, Г.М. Лаптева. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2022. – 14 с.

**Додаток**  
**Варіанти вихідних даних**

№	Матеріал сталь	Товщи на пласти ни, мм	Діаметр електрод а, мм	Нап руга U <sub>д</sub> , В	Зварю вальний струм I <sub>зв</sub> , А	Швидкість зварювання V <sub>зв</sub> , м/Г
1	маловугл.	1,0	0,8	20-22	140-160	20-25
2	аустеніт.	1,0	1,0	20-22	140-160	20-25
3	маловугл.	1,2	0,8	23-25	140-160	14-16
4	аустеніт.	1,2	0,8	23-25	140-160	14-16
5	маловугл.	2,0	1,0	26-28	190-200	48-50
6	аустеніт.	2,0	1,2	28-30	200-230	48-50
7	маловугл.	2,0	1,0	26-28	190-200	30-32
8	аустеніт.	2,0	1,2	28-30	200-230	30-32
9	маловугл.	2,5	1,2	24-26	250-280	25-30
10	аустеніт.	2,5	1,4	24-26	250-280	25-30
11	маловугл.	3,0	1,2	28-30	280-300	20-25
12	аустеніт.	3,0	1,4	28-30	280-300	20-25
13	маловугл.	3,5	1,2	28-30	280-300	18-24
14	аустеніт.	3,5	1,4	28-30	280-300	18-24
15	маловугл.	4,0	1,2	28-30	300-330	16-18
16	аустеніт.	4,0	1,4	28-30	300-330	16-18
17	маловугл.	4,5	1,4	28-30	300-330	14-16
18	аустеніт.	4,5	1,4	28-30	300-330	14-16
19	аустеніт.	5,0	1,4	28-30	300-330	25-30
20	аустеніт.	5,0	1,4	28-30	300-330	25-30

Вибіг електроду const = 15 мм.