

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

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

2022

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.

Укладачі: С.О. Шумикін, канд. техн. наук, доцент;
О.Є. Капустян, 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 № 6
від 25.01.2022

Рекомендовано до видання
НМК ІФФ
Протокол № 5
від 27.01.2022

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ.....	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
3 КОНРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ	7
4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	8
5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ...	10
6 ЗМІСТ ЗВІТУ	13
ЛІТЕРАТУРА	14

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчити призначення, склад, можливості та функції програм - ного пакету MAGSIM.

Ознайомитися з опціями програми. Визначити закладені в програму типи зварних з'єднань та їх геометрію (товщини, зазори), матеріали для зварювання (основного металу, зварювального дроту). Виявити склад захисних газів, тип та параметри процесу зварювання.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Системи CAE (Computer Aided Engineering - інженерні розрахунки з використанням комп'ютерних програм) можна розділити на класи в залежності від складності виконуваних завдань і кваліфікації користувача.

Великий клас CAE - програм орієнтований на рядового технолога і дозволяє вирішувати окремі прикладні завдання для обраного виду зварювання - розрахунок параметрів режиму зварювання, визначення витрати зварювальних матеріалів, прогноз очікуваних механічних властивостей металу шва і зони термічного впливу, прогноз розмірів зварного шва і т.п. Алгоритми таких програм засновані на простих аналітичних залежностях і емпіричних моделях.

Робота з прикладними аналітичними програмами здійснюється в спрощеному інтерфейсі і не вимагає великих апаратних ресурсів. Запускаються в роботу такі програми автономно або спільно з CAD / CAPP – системою. (CAD – Computer Aided Design – конструювання з використанням комп'ютерних програм; CAPP – Computer Aided Process Planning – планування технологічних процесів з використанням комп'ютерних програм або автоматизована технологічна підготовка).

Підклас CAE-програм, орієнтований на висококваліфікованих користувачів – аналітиків, дозволяє вирішувати на кінцево-елементних сітках комплексні завдання (чисельне моделювання

процесів тепло- і масопереносу, фізико-хімічні реакції і металургійні процеси, аналіз електричних полів, аналіз напружено-деформованого стану виробу і т.п.). Обчислювальне ядро комп'ютерної програми вирішує відповідну систему диференціальних рівнянь, що описують різні за своєю природою явища, чисельними методами. Такі програми можуть бути побудовані за модульним принципом, виділяючи певні види зварювання або моделі процесів. Прикладами можуть служити комплекс SPOTSIM, BUTTSIM, MAGSIM, LASIM, CUTSIM (ComHighTech – міжнародний науково-освітній центр «Комп'ютерні високі технології в з'єднань матеріалів», Росія, Тула); SysWeld (ESI Group, Франція); SOAR (Sandia Optimization & Analysis Routines for automated welding – національна лабораторія Міністерства енергетики США); SORPAS (Swantec, Данія); VirtualArc (ABB, Швеція).

Міцність, жорсткість, довговічність, стійкість зварних конструкцій аналізують в універсальних CAE-системах ANSYS, NASTRAN, що мають спеціальні засоби і можливість досліджувати об'ємні, оболонкові або стержневі конструкції.

ComHighTech - програмне забезпечення, що дозволяє моделювати основні зварювальні процеси контактного, дугового, лазерного зварювання і різання, а також автоматизувати робоче місце інженера-технолога (ARMSW).

Продукт ComHighTech складається з декількох пакетів програм, що дозволяють виконувати певні функції: MAGSIM - імітація МАГ-зварювання (напівавтоматична в активних захисних газах), SPOTSIM - моделювання контактного точкового зварювання, CUTSIM - імітація лазерного різання, ARMSW - створення технологічної документації, MEXSW - аналіз механічних властивостей зони термічного впливу, FLUX 2.1 - розрахунок параметрів режиму зварювання під флюсом.

Пакет MAGSIM дає можливість спостерігати вплив параметрів режиму зварювання на результат зварювання. Проводить статистичну оцінку впливу відхилень зварювальної установки на якість шва, а також автоматично визначає оптимальні параметри зварювання з урахуванням обраної мети. Складається з декількох модулів.

Модуль «Аналіз» служить для розрахунку та подання температурного поля і формування шва при обраних користувачем параметрах режиму. При цьому обрані параметри і отриманий результат протоколюються, а аналіз якості шва оцінюється по Європейським нормам або ГОСТ.

Модуль «Діагностика» служить для оцінки впливу відхилення режимів зварювання на результат. При цьому проводиться 2000 імітацій зварювання при різних відхиленнях. Метод Монте-Карло, який використовується в даному модулі, дозволяє варіювати відхилення кожного з трьох параметрів згідно з принципом випадкового розсіювання по гауссовому закону. Після статистичної обробки отримані результати класифікуються згідно Європейським нормам, EN 25817 і графічно подаються на екрані.

Модуль «Оптимізація» служить для отримання оптимальних параметрів режиму зварювання при обраних користувачем умовах. При цьому можна задати мету імітації, наприклад, максимальна швидкість зварювання або оптимальне формування шва. Отримані результати представляються на екрані дисплея або виводяться на принтер в тривимірному поданні «напруга на дузі - зварювальний струм - швидкість зварювання».

Система розрахунку режимів зварювання призначена для комплексної автоматизації робіт технолога-зварника при проектуванні технологічних процесів зварювання. Система є додатком до САПР ТП Вертикаль і самостійно вирішує наступні завдання:

- автоматизований підбір режимів для основних видів зварювання;
- автоматизований підбір зварювальних матеріалів;
- розрахунок норм витрати зварювальних матеріалів;
- розрахунок витрати електроенергії і основного часу на технологічний перехід;
- генерація готових фрагментів технологічного процесу зварювання (набори операцій і переходів) по заданих параметрах зварного шва і способу зварювання;
- настройка всіх параметрів і алгоритмів обробки даних для будь-яких зварних швів і способів зварювання.

При проектуванні технологічних процесів зварювання і підборі режимів враховуються конструктивні елементи зварних швів (ГОСТ 5264-80, ГОСТ 14771-76 та ін.), положення шва в просторі, вживані матеріали (основні, допоміжні), характеристики обладнання та інші необхідні параметри. Спосіб зварювання деталей може бути вказаний для всього шва або окремо для кожного шару шва; можливий автоматизований підбір зварювальних матеріалів з урахуванням вимог до міжкристалітної корозії і умов експлуатації зварної конструкції.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ

1. В якому виді представляються отримані результати оптимальних параметрів режиму зварювання?
2. Види зварних з'єднань, закладені в програмі.
3. З яких модулів складається програмне забезпечення MAGSIM?
4. За яким принципом будуються програми підкласу САЕ, орієнтовані на висококваліфікованих користувачів-аналітиків?
5. Змінні геометричні параметри кутових з'єднань.
6. Змінні геометричні параметри нахлесточних з'єднань.
7. Змінні геометричні параметри стикових з'єднань.
8. Змінні параметри обладнання зварювання.
9. Матеріали для зварювання закладені в програмі.
10. Можливості програми MAGSIM.
11. На чому засновані алгоритми програм підкласу САЕ-програм, орієнтованих на рядового технолога?
12. Назвіть комплекси САЕ - програм, орієнтованих на висококваліфікованих користувачів – аналітиків.
13. Параметри режиму зварювання.
14. По яких нормах оцінюється аналіз якості шва?
15. Призначення модуля «Аналіз».
16. Призначення модуля «Діагностика».
17. Призначення модуля «Оптимізація».
18. Призначення програми MAGSIM.
19. Склад захисних газів в програмі.
20. Чи виконує пакет MAGSIM аналіз формування шва при зварюванні з'єднань із низьковуглецевих нелегованих сталей?
21. Чи виконує пакет MAGTSIM аналіз формування шва при зварюванні з'єднань із хромонікелевих сталей?
22. Чи можна проаналізувати формування шва з'єднань із хромонікелевих сталей?
23. Що вирішує обчислювальне ядро комп'ютерної програми підкласу САЕ-програм, орієнтованих на висококваліфікованих

користувачів – аналітиків?

24. Що дозволяє вирішувати підклас САЕ-програм, орієнтований на рядового технолога?

25. Що дозволяє програмне забезпечення ComHighTech?

26. Що представляють собою системи САЕ?

27. Яке моделювання виконує підклас САЕ-програм, орієнтований на висококваліфікованих користувачів – аналітиків?

28. Який модуль служить для отримання оптимальних параметрів режиму зварювання при обраних користувачем умовах?

29. Який модуль служить для оцінки впливу відхилення режимів зварювання на результат?

30. Який модуль служить для розрахунку та подання температурного поля і формування шва при обраних користувачем параметрах режиму?

31. Яким системам, підкласу програм, програмному забезпеченню належить програмний пакет MAGSIM?

32. Які програмні пакети входять в програмне забезпечення ComHighTech?

33. Які чисельні рішення виконує модель процесу зварювання плавким електродом в захисних газах?

34. Скільки імітацій зварювання виконується при різних відхиленнях параметрів режимів в пакеті MAGSIM?

35. Як проводиться оцінка впливу відхилення режимів зварювання на результат в програмному пакеті MAGSIM?

36. Як проводиться розрахунок та подання температурного поля і формування шва при обраних користувачем параметрах режиму?

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 вимикача на передній панелі системного блоку.

5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

1. Відкриваємо програму MAGSIM (рис. 5.1). Вибираємо мову та натискаємо «ОК». В вікні «Joint type» розглядаємо закладені в програму види з'єднань (рис. 5.2 – 5.4).



Рисунок 5.1

2. Вибираємо з'єднання «Butt joint» (з'єднання стикове), визначаємо закладені в програму геометричні параметри.
3. В закладках вікна «Task» (задача) (рис. 5.5 та 5.6) визначаємо матеріали основного металу та зварювального дроту, діапазони параметри зварювального сопла, обладнання, процесу зварювання.
4. Повторюємо пп. 2 та 3 для з'єднань «Fillet joint» (з'єднання кутове) та «Lap joint» (з'єднання внапусток).

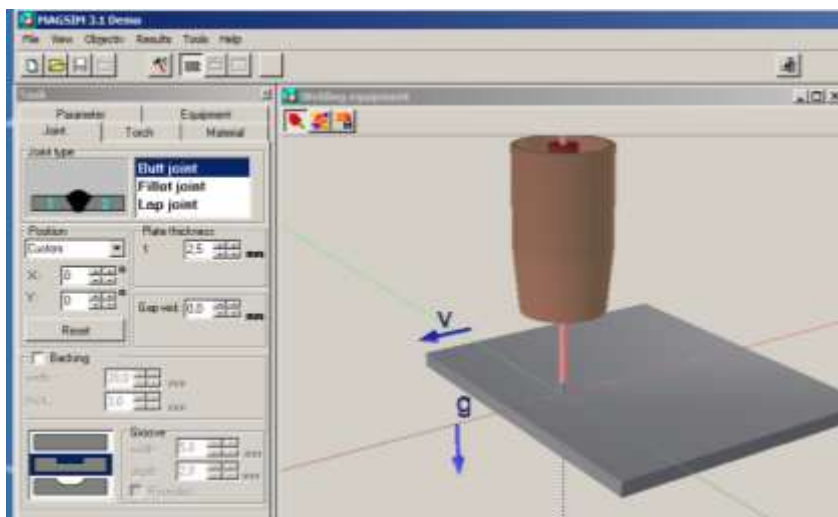


Рисунок 5.2

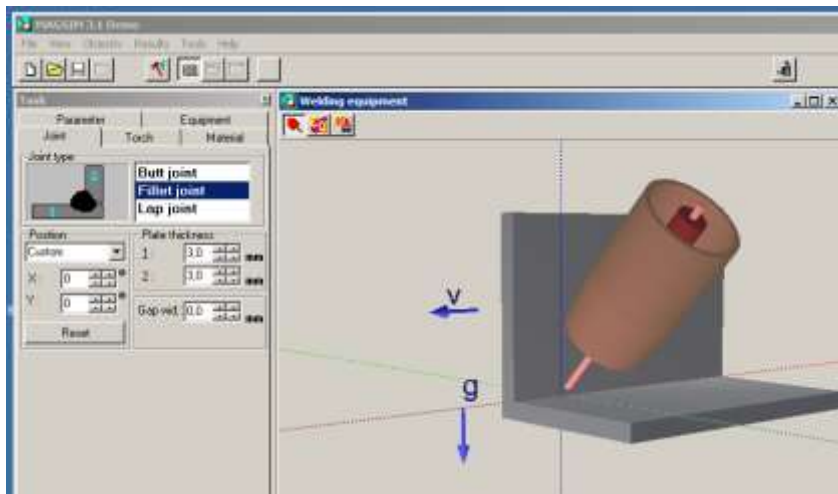


Рисунок 5.3

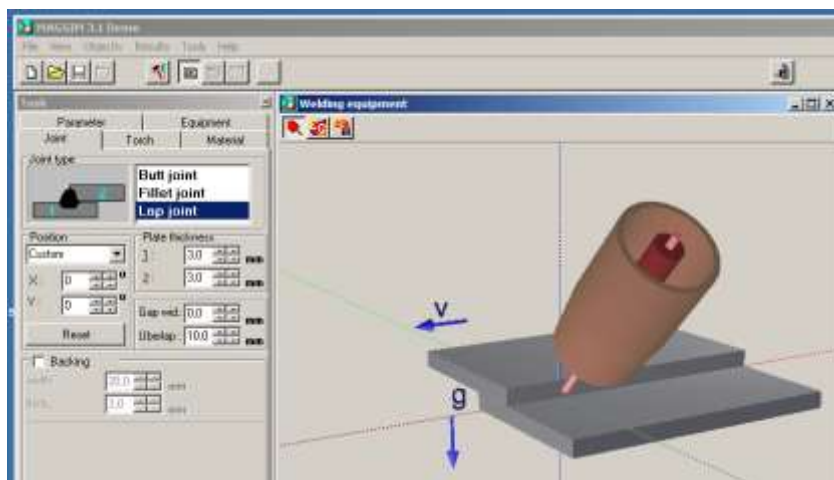


Рисунок 5.4

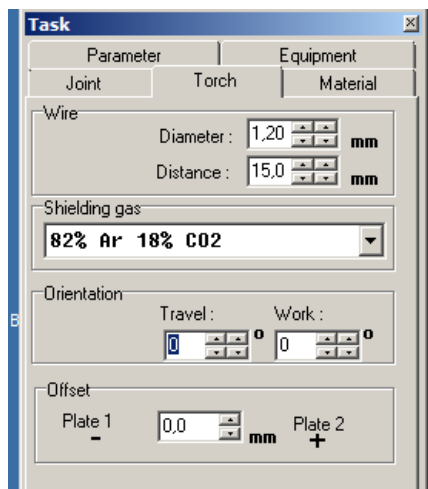
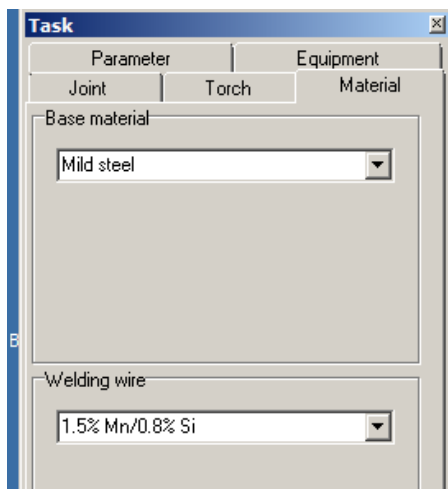


Рисунок 5.5

The image displays two side-by-side screenshots of the MAGSIM software interface, which is used for configuring welding parameters. Both windows have a title bar labeled 'Task' and tabs for 'Joint', 'Torch', and 'Material'. Below these are sections for 'Parameter' and 'Equipment'.

Left Screenshot (Recommendations):

- Welding speed:** 110 cm/min
- Wire feed speed:** 10.50 m/min
- Recommendations:** (checked)
- Voltage:** 21.4 V
- Pulse time:** 2.0 ms
- Frequency:** 200 Hz
- Base current:** 50 A
- Pulse slope:** Type 4
- Current rising slope:** 800 A/ms
- Current falling slope:** 700 A/ms

Right Screenshot (Process type):

- Process type:** Non puls
- Power source:**
 - max. no load voltage: 25.0 V
 - min. no load voltage: 18.0 V
 - Power source slope: 0.0 V/100A
- Welding cable:**
 - Hose assembly length: 2.5 m
 - Cable cross section: 75 mm²
- Cable to wire feeder:**
 - Length: 5.0 m
 - Cable cross section: 75 mm²
- Cable to workpiece:**
 - Length: 5.0 m
 - Cable cross section: 75 mm²
- Location of Voltage measurement:** at torch

Рисунок 5.6

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Найменування та мета роботи, номер групи та прізвище студента.
2. Призначення програми MAGSIM.
3. Види зварних з'єднань, закладені в програму.
4. Змінні геометричні параметри з'єднань та параметри режимів зварювання.
5. Діапазони змін параметрів.
6. Висновки по роботі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Акулов, А.И. Технология и оборудование сварки плавлением [Текст] : учеб. для студентов вузов / А. И. Акулов, Г. А. Бельчук, В. П. Демянцевич. – М. : Машиностроение, 1977. – 432 с.
2. Окерблом, Н.О. Проектирование технологии изготовления сварных конструкций [Текст] / Н.О. Окерблом, В.П. Демянцевич, И.Л. Байкова. – Л. : Судпромгиз, 1963. – 600 с.
3. Судник, В.А. Расчеты сварочных процессов на ЭВМ [Текст] : учеб. пособие / В.А. Судник, В.А. Ерофеев. – Тула : ТПИ, 1986. – 100 с.
4. 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.