

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторної роботи № 4
«Моделювання контактного точкового зварювання»
з дисципліни «Моделювання технологічних процесів зварювання»
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм
навчання

2022

Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи № 4 «Моделювання контактного точкового зварювання» 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. – 18 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 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ	5
4 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	6
5 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ	7
6 ЗМІСТ ЗВІТУ	17
ЛІТЕРАТУРА	18

1 МЕТА РОБОТИ

Визначити призначення, склад програмного пакету SPOTSIM. Визначити закладені в програму матеріали та геометрію деталей, що зварюються. З'ясувати, які зварювальні машини та їх технічні характеристики, електроди та їх геометрія використовуються в даному програмному пакеті.

Ознайомитися з опціями програми, з методикою визначення впливу параметрів режимів контактного точкового зварювання на формування зварного з'єднання нелегованих та легуваних сталей.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Програмний пакет SPOTSIM - моделювання контактного точкового зварювання є складовою програмного забезпечення ComHighTech (моделювання основних зварювальних процесів контактного, дугового, лазерного зварювання та різання).

Пакет SPOTSIM необхідний для аналізу формування шва при контактному точковому зварюванні з'єднання із сталевих низьковуглецевих, нелегованих і хромонікелевих сталей товщиною 0,5-5 мм при використанні різних електродів і машин.

Програмне забезпечення SPOTSIM складається з комп'ютерної моделі контактного точкового зварювання, модуля оптимізації процесу і банків даних про теплофізичних і механічних властивостях сталей, технічні характеристики зварювальних машин, а також про форму електродів.

Модель процесу виконує чисельне рішення системи нелінійних диференціальних рівнянь електричного потенціалу і теплопровідності, а також рівнянь, що описують пластичне протікання металу і зміна зварювального струму в процесі зварювання. Розраховуються розподіл електричного потенціалу і щільності струму, температур, пластичні деформації і площі контактів для кожного моменту часу. В якості вихідних даних виступають теплофізичні характеристики сталей. Також враховуються електричні характеристики зварювальної

машини, в тому числі фазовий кут включення тиристорів.

В результаті моделювання визначаються:

- розміри зони плавлення;
- розміри зони термічного впливу;
- глибина відбитка електродів;
- зазор, що виникає між деталями.

Крім того, можливо оцінити ймовірність виплеску рідкого металу із зони зварювання і виникнення інших дефектів.

Результати розрахунків візуалізуються і протоколюються.

SPOTSIM дозволяє вирішувати практичні завдання проектування і оптимізації технології контактного зварювання, зокрема: знаходження області допустимих параметрів зварювання, оцінка стабільності зварювання, вибір оптимальних параметрів процесу і т.д.

3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ

1. Призначення програмного пакету SPOTSIM.
2. Склад ПЗ SPOTSIM.
3. Функції комп'ютерної моделі ПЗ SPOTSIM.
4. Що визначається в результаті моделювання ПЗ SPOTSIM?
5. Які практичні завдання вирішує ПЗ SPOTSIM?
6. Які марки сталей закладені в програму?
7. Які товщини закладені в програму?
8. Яка геометрія електродів?
9. Які діаметри електродів?
10. Типи зварювальних машини, закладених в ПЗ SPOTSIM.
11. Як шунтування передбачене в ПЗ SPOTSIM?
12. Які режими для аналізу КТС при використанні машин постійного струму закладені в ПЗ?
13. Які режими для аналізу КТС при використанні машин змінного струму закладені в ПЗ?

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 SpotSim (рис. 5.1). Вибираємо мову та натискаємо «ОК».

2. В блоці «Workpiece» (деталь) обираємо матеріал та товщину деталей (рис. 5.2), кількість точок (рис. 5.3 а, б).

3. В блоці «Machine» (машина), обираємо машину, діаметр та геометрію електродів (рис. 5.4).

4. В блоці «Objective» (ціль), обираємо «Analysis» (аналіз), виставляємо параметри (рис. 5.5).

5. В блоці «Simulation» (моделювання), натискаємо «Start» (рис. 5.6).



Рисунок 5.1

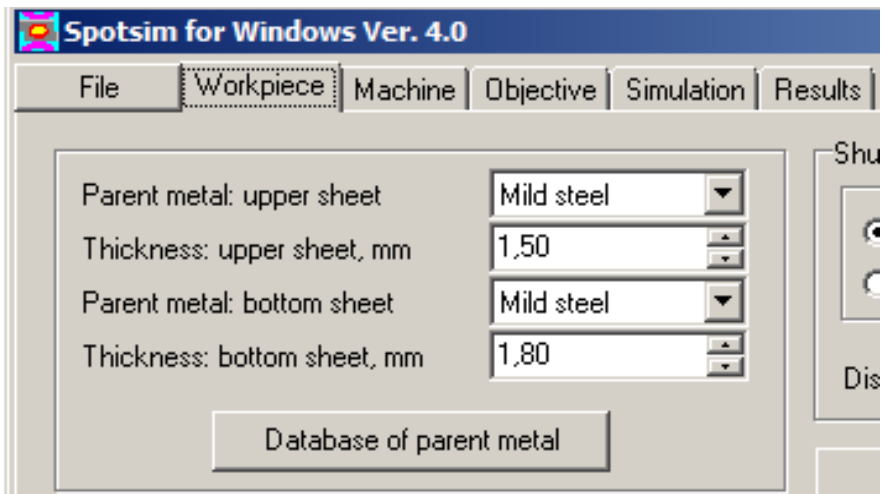
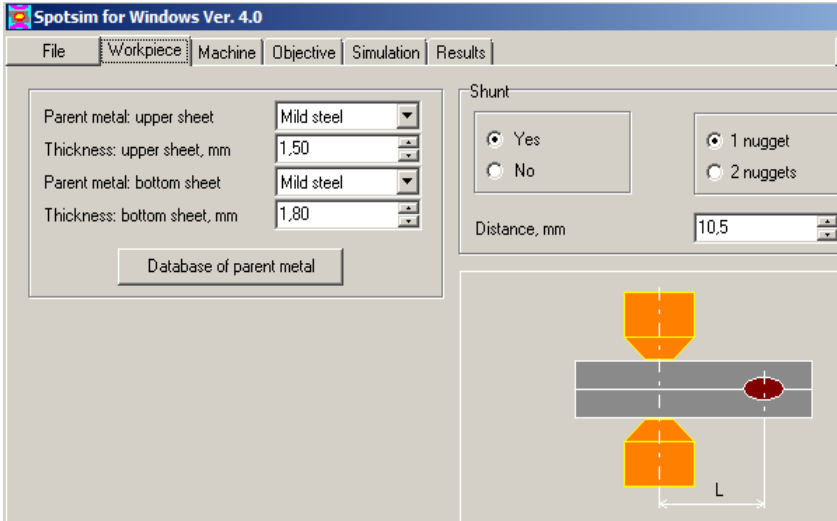
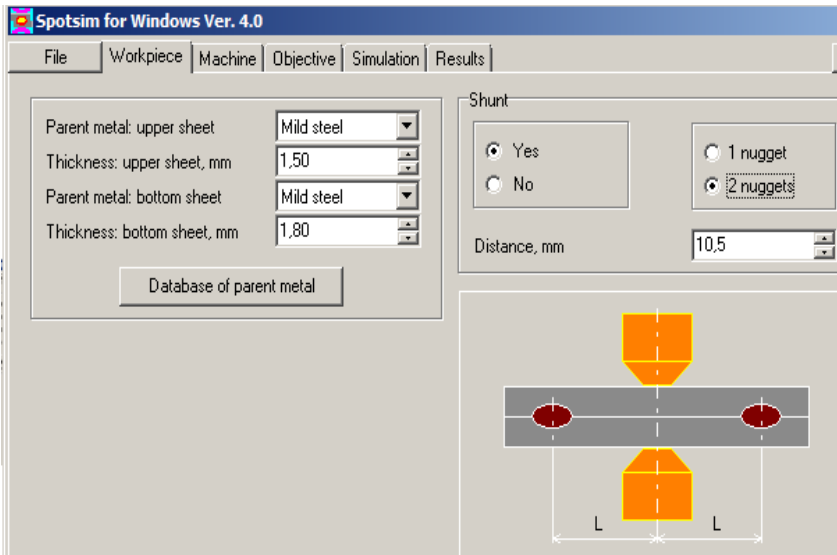


Рисунок 5.2



a



б

Рисунок 5.3

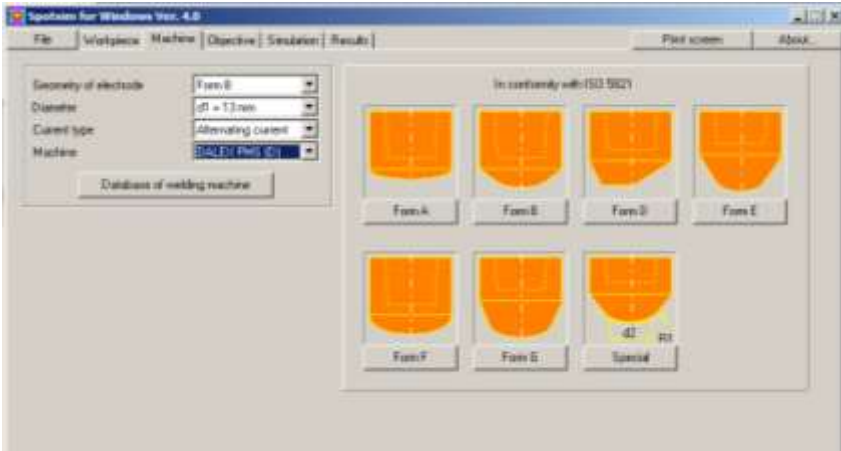


Рисунок 5.4

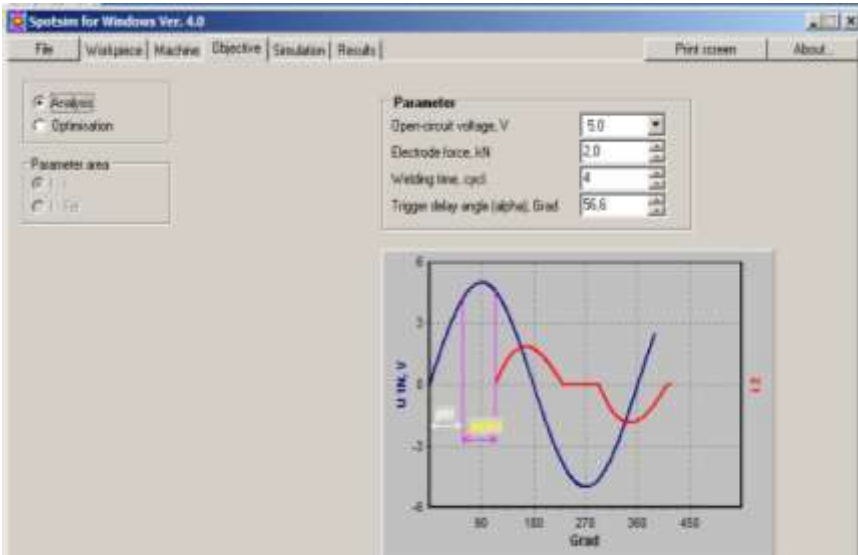


Рисунок 5.5

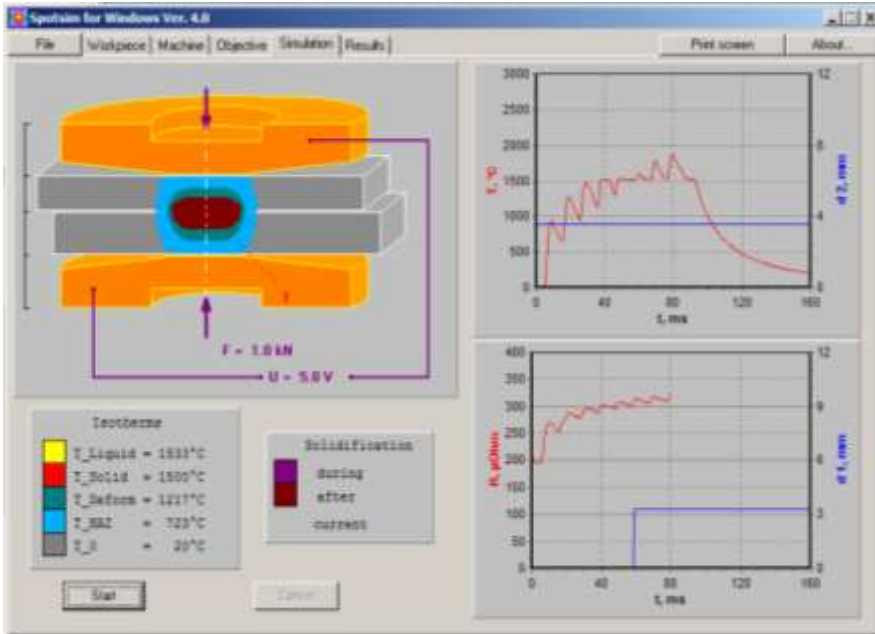


Рисунок 5.6

6. В блоці «Objective», обираємо «Optimisation» (оптимізація) (рис. 5.7), виставляємо режими, діапазони для змінних параметрів і умов розмірів ядра.

7. В «Simulation» стартуємо оптимізацію (рис. 5.8).

8. В блоці «Results» (результати), натискаємо, наприклад, «Welding current» (зварювальний струм) (рис. 5.9), «Temperature in the weld» (температура в ядрі) (рис. 5.10), «Nugget diameter» (діаметр ядра) (рис. 5.11), «Nugget penetration top» (проплавлення вгору) (рис. 5.12).

9. Повторюємо пп. 5-7 для зварювальних машин постійного та змінного струму.

10. Для збереження даних натискаємо в результатах «Save As...» (зберегти як) і зберігаємо в блокнот (рис. 5.13).

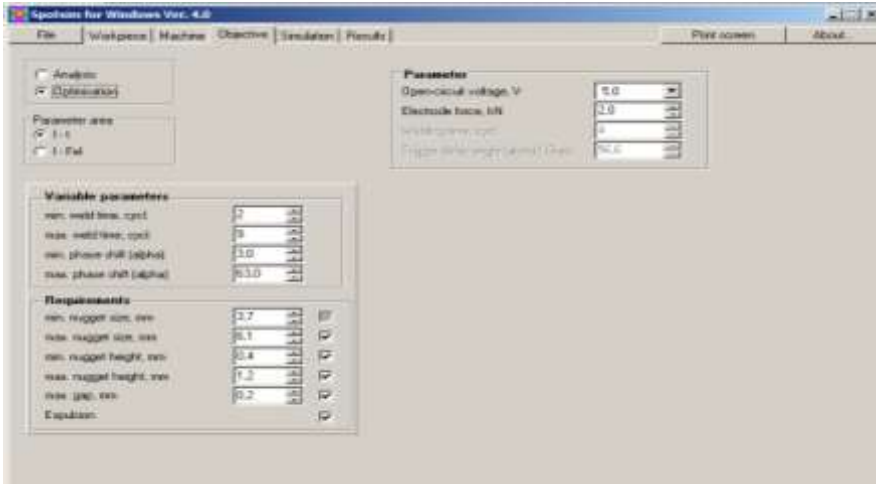


Рисунок 5.7

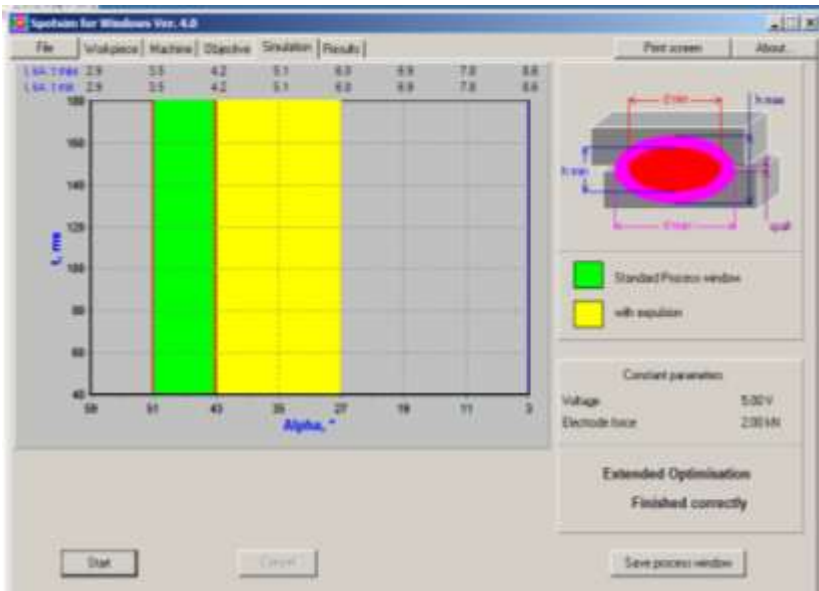


Рисунок 5.8

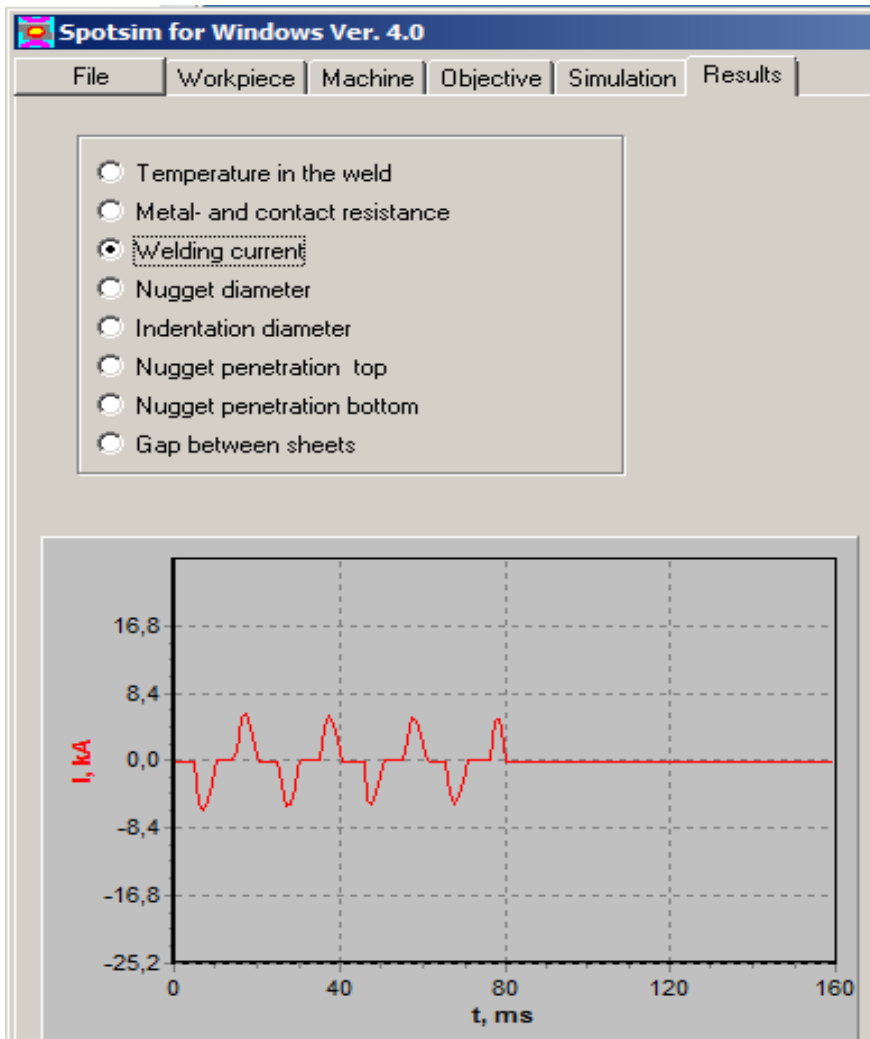


Рисунок 5.9

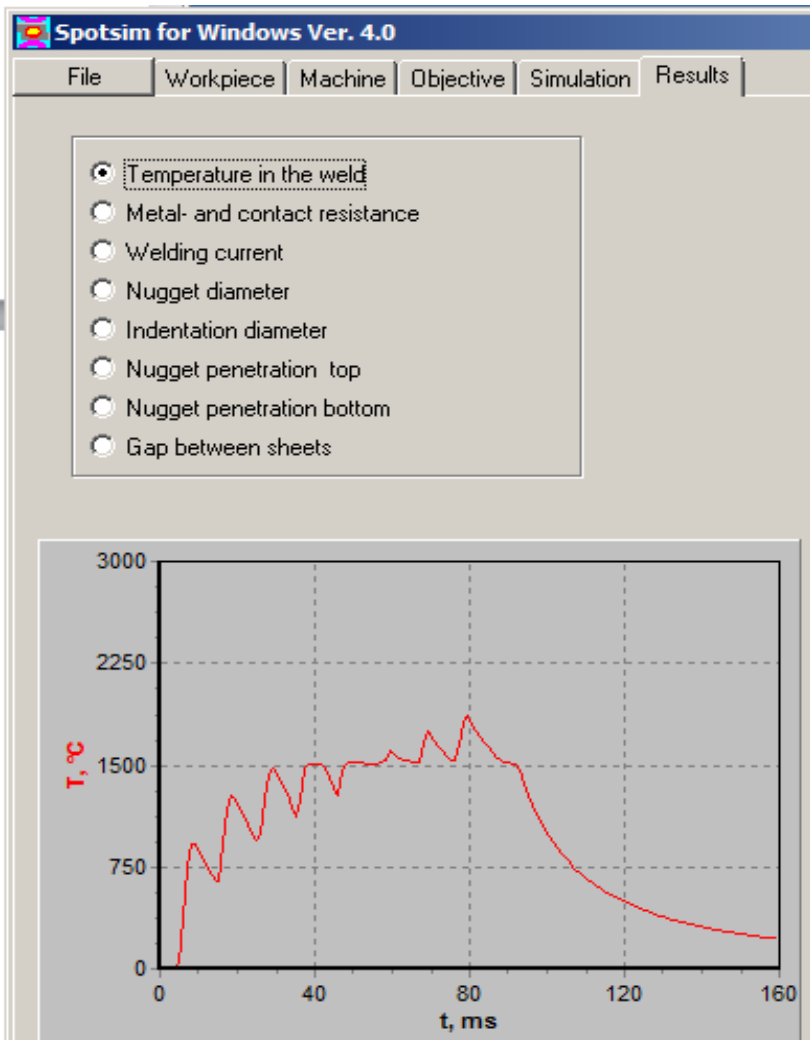


Рисунок 5.10

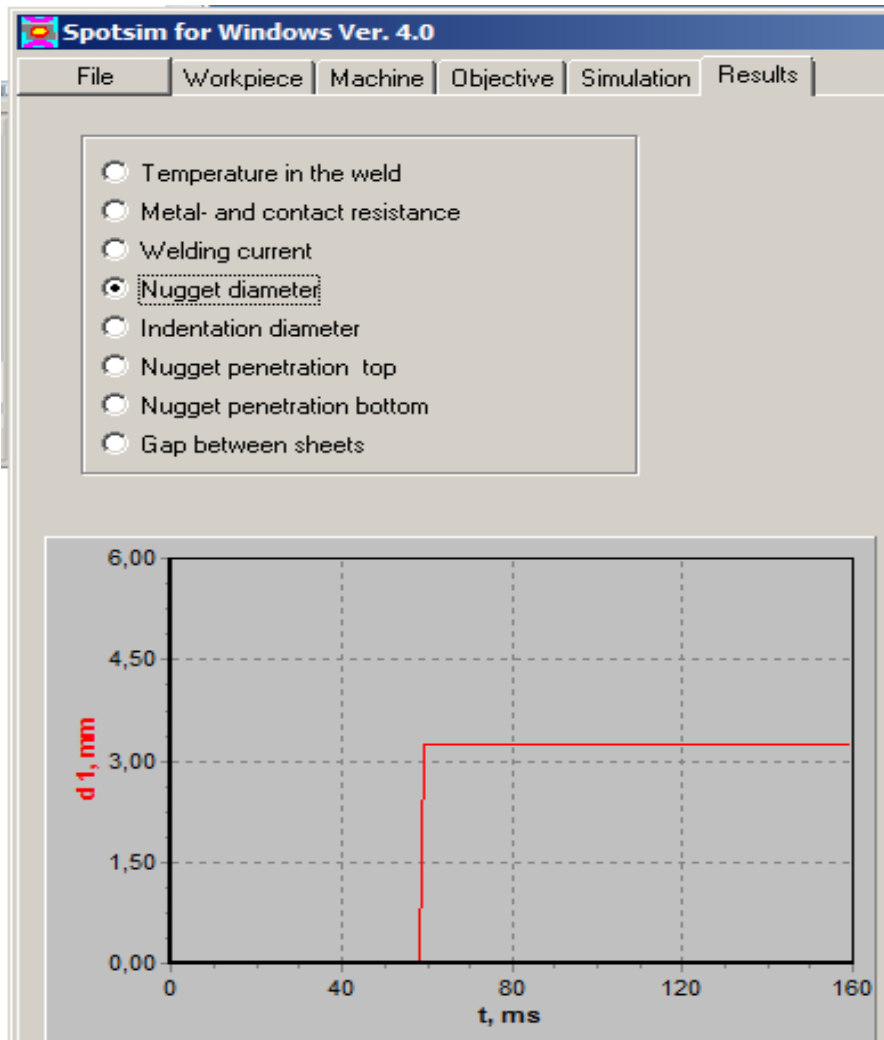


Рисунок 5.11

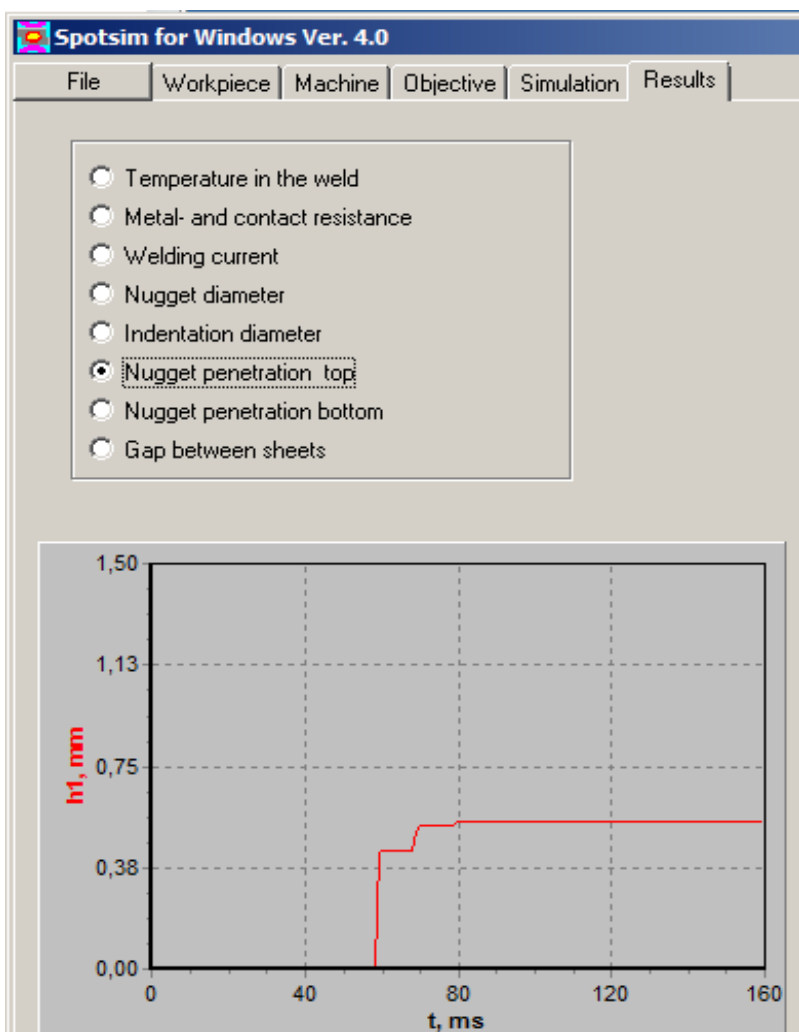


Рисунок 5.12


```

protokol.txt — Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка

          SPOTSIM Ver. 4.0
Simulation Of Resistance Spot welding
(C)2001 Dilthey & Sudnik
19.01.2022   03:50:19

INPUT DATA
Upper Sheet: Mild steel, mm 1.50
Bottom Sheet: Mild steel, mm 1.80
Current type: Alternating current
Machine:     DALEX PMS (D)
Electrodes: Form B
Diameter:
welding time:           mm      13
Electrode force:       kN       1.0
Open-circuit voltage:  V       5.0
Trigger angle (alpha): Grad    57

SIMULATION RESULT
Welding current,      I,      kA      2.80
Nugget diameter,     d1,      mm      3.20
Indentation diameter, d2,      mm      3.60
Penetration topside, h1,      mm      0.50
Penetration bottom,  h2,      mm      0.60
Deep penetration topside, e1, mm      0.00
Deep penetration topside, e2, mm      0.00
Gap between sheets,  x,      mm      0.00
Temp. of electrode topside, T1 °C      330
Temp. of electrode bottom, T2 °C      520

```

Рисунок 5.13

6 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Найменування та мета роботи, номер групи та прізвище студента.
2. Призначення склад програмного пакету SPOTSIM.
3. Закладені в програму матеріали та геометрія деталей, що зварюються,.
4. Зварювальні машини та їх технічні характеристики.

5. Електроди та їх геометрія, що використовуються в даному програмному пакеті.
6. Опис опцій програмного пакету («Objective», «Simulation», «Optimisation», «Results»).
7. Висновки по роботі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Судник, В. А. Расчеты сварочных процессов на ЭВМ [Текст] : учеб. пособие / В. А. Судник, В. А. Ерофеев. – Тула : ТПИ, 1986. – 100 с.
2. Судник, В. А. Математическое моделирование технологических процессов сварки в машиностроении [Текст] / В. А. Судник, В. А. Ерофеев. – М. : Машиностроение, 1987. – 56 с.
3. Шуп Т. Решение инженерных задач на ЭВМ [Текст] : практическое руководство / Т. Шуп; пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – 238 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.
- 5 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.