

Технічні науки

УДК 004.4

**Завгородній Валерій Вікторович**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*доцент кафедри інформаційних технологій*

*Державний університет інфраструктури та технологій*

**Завгородний Валерий Викторович**

*кандидат технических наук, доцент,*

*доцент кафедры информационных технологий*

*Государственный университет инфраструктуры и технологий*

**Zavgorodnii Valerii**

*Candidate of Technical Sciences, Docent,*

*Associate Professor of Information Technologies Department*

*State University of Infrastructure and Technologies*

**Завгородня Ганна Анатоліївна**

*старший викладач кафедри інформаційних технологій*

*Державний університет інфраструктури та технологій*

**Завгородняя Анна Анатольевна**

*старший преподаватель кафедры информационных технологий*

*Государственный университет инфраструктуры и технологий*

**Zavgorodnaya Anna**

*Senior Teacher of Information Technologies Department*

*State University of Infrastructure and Technologies*

**Завгородній Вадим Вікторович**

*магістр кафедри інформаційних технологій*

*Державного університету інфраструктури та технологій*

**Завгородний Вадим Викторович**

*магистр кафедры информационных технологий*

*Государственного университета инфраструктуры и технологий*

**Zavgorodnii Vadym**

*Master of Information Technologies Department  
State University of Infrastructure and Technologies*

**ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ НАВЧАЛЬНО-  
ВИРОБНИЧОЇ СИСТЕМИ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УЧЕБНО-  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ  
DESIGN OF AUTOMATED TRAINING AND PRODUCTION SYSTEM**

***Анотація.** Розглядається проектування інформаційного та програмного забезпечення автоматизованої навчально-виробничої системи проектувальника зварювального виробництва з оновленням та модифікацією даних, розрахунком параметрів зварювання та видачі інформації з бази даних.*

***Ключові слова:** проектування, автоматизована система, база даних, процеси, розрахунок та перевірка параметрів.*

***Аннотация.** Рассматривается проектирование информационного и программного обеспечения автоматизированной учебно-производственной системы проектировщика сварочного производства с обновлением и модификацией данных, расчетом параметров сварки и выдачи информации из базы данных.*

***Ключевые слова:** проектирование, автоматизированная система, процессы, база данных, расчет и проверка параметров.*

***Summary.** The design of information and software of the automated training and production system of the designer of welding production with updating and modification of data, calculation of parameters of welding and delivery of the information from a database is considered.*

**Key words:** *design, automated system, database, processes, calculation and verification of parameters.*

Зварювання – це технологічний процес отримання нероз'ємних з'єднань матеріалів за допомогою встановлення міжатомних зв'язків між зварюваними частинами при їх місцевій або пластичній деформації, або спільною дією того й іншого. Зварюванням з'єднують однорідні та різнорідні метали та їх сплави, метали з деякими неметалевими матеріалами (керамікою, графітом, склом), а також пластмаси [1]. Зварювання – це економічно вигідний, високопродуктивний і в значній мірі механізований технологічний процес, широко застосовується практично у всіх галузях машинобудування [2].

Існує декілька методів визначення параметрів режиму зварювання – табличний, графічний та аналітичний. Перших два, не дивлячись на очевидні зручності та доступність, мають обмеження у застосуванні. У таблицях режими наводяться часто в широких межах, що знижує точність розрахунку параметрів. Тому виникає необхідність експериментальної перевірки розрахованих показників. Графічний метод передбачає використання номограм, яких в літературі замало. Тому аналітичний спосіб є найефективнішим, та розрахунки в ручну все таки призводять до деяких неточностей [3]. Стрімкий розвиток інформаційних технологій за останні роки зробив розв'язання цієї проблеми цілком можливим і доступним.

Аналіз існуючих організаційних форм виробничого навчання показав, що в сучасних умовах, коли можливість повноцінної організації виробничої практики на підприємствах є обмеженою, ефективною стає форма створення навчально-виробничої системи, яка дозволить найбільш оптимально вирішувати навчально-виробничі цілі за рахунок наближення

структури навчально-виробничого процесу до майбутньої професійної діяльності.

Для забезпечення автоматизованого розв'язку, із збереженням постійної інформації, а також розрахованих параметрів, необхідно спроектувати інформаційне та програмне забезпечення автоматизованої навчально-виробничої системи проектувальника зварювального виробництва, що дозволить вносити та модифікувати дані у таблиці бази даних, виконувати розрахунки режиму дугового зварювання під флюсом та режиму дугового зварювання в захисних газах, також видавати необхідну інформацію з бази даних та виконувати перевірку розрахованих параметрів зварювання.

Наведемо порядок розрахунку режиму дугового зварювання під флюсом. Для цього визначаються наступні параметри режиму [3]:

- Діаметр електродного дроту  $d_e$  (мм) – може бути підібраним, виходячи з геометрії шва.
- Сила зварювального струму  $I_{зв}$  (А) – визначається за формулою:

$$I_{зв} = \frac{H_{зв}}{k_h}, \quad (1)$$

де  $k_h$  – коефіцієнт пропорційності, що залежить від роду та полярності струму, діаметра електродного дроту, складу флюсу.

У випадку коли флюс не є окислювальним:

$$I_{зв} = 110d_e + 10d_e^2, \quad (2)$$

- Напруга на дузі  $U_d$  (В) – визначається за формулою:

$$U_d = 22 + 0,02I_{зв}, \quad (3)$$

- Швидкість зварювання  $V_{зв}$  (м/год) – визначається за формулою:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}, \quad (4)$$

де  $A$  – коефіцієнт, що знаходиться в залежності від  $d_e$  (довідник значення коефіцієнту  $A$  для визначення швидкості зварювання).

- Швидкість подавання  $V_{пд}$  (м/год) – визначається за формулою:

При зварюванні на змінному струмі визначається за формулою:

$$V_{\text{пд}}^- = 1,67 \frac{I_{\text{зв}}}{d_e} + 7,4 * 10^{-3} \frac{I_{\text{зв}}}{d_e}, \quad (5)$$

При зварюванні на постійному струмі прямої полярності визначається за формулою:

$$V_{\text{пд}}^- = 0,384 \frac{I_{\text{зв}}}{d_e} + 1,17 * 10^{-2} \frac{I_{\text{зв}}}{d_e}, \quad (6)$$

При зварюванні на постійному струмі зворотної полярності визначається за формулою:

$$V_{\text{пд}}^+ = 1,92 \frac{I_{\text{зв}}}{d_e} + 2,79 * 10^{-3} \frac{I_{\text{зв}}}{d_e}, \quad (7)$$

- Виліт електродного дроту  $l_e$  (мм) – визначається за формулою:

$$l_e = (10 \pm 2)d_e, \quad (8)$$

Далі розглянемо розрахунок режиму дугового зварювання в захисних газах. При цьому визначаються наступні параметри режиму [2]:

- Діаметр електродного дроту  $d_e$  (мм) – може бути підібраним в залежності від типу з'єднання
- Сила зварювального струму  $I_{\text{зв}}$  (А) – визначається за формулою:

$$I_{\text{зв}} = \frac{100k}{1,75 - 0,15d_e}, \quad (9)$$

де  $k$  катет кутового шва.

- Напруга на дузі  $U_d$  (В) – визначається за формулою:

$$U_d = 14 + 0,05I_{\text{зв}}, \quad (10)$$

- Швидкість зварювання  $V_{\text{зв}}$  (м/год) – визначається за формулою:

$$V_{\text{зв}} = 100,8 - 8,72k - 9,3b - 77,344d_e + \\ + 0,843kb - 3,06kd_e + 0,759k^2 + 40,909d_e, \quad (11)$$

- Швидкість подавання  $V_{\text{пд}}$  (м/год) – визначається за формулою:

При зварюванні на змінному струмі визначається за формулою (5).  
При зварюванні на постійному струмі прямої полярності визначається за формулою (6).  
При зварюванні на постійному струмі зворотної полярності визначається за формулою (7).

- Витрати захисного газу  $q_3$  – визначається за формулою:

$$q_3 = 0,2I_{3В}^{0,75}, \quad (12)$$

- Виліт електродного дроту  $l_e$  (мм) – визначається за формулою (8).

Для реалізації автоматизованої навчально-виробничої системи проектувальника зварювального виробництва була розроблена логічна структура таблиць бази даних, яка представлена на рисунку 1 [4, 5].

Структура меню автоматизованої навчально-виробничої системи проектувальника зварювального виробництва складається з нормативно-довідникової, вхідної та вихідної інформації [6, 7].

Нормативно-довідникова інформація в свою чергу представлена наступними довідниками:

- рекомендованих значень  $de$  в залежності від товщини металу
- значення коефіцієнту  $Kh$  в залежності від умов проведення зварювання
- залежностей товщини стінок та катетів кутових швів від способу зварювання
- значення коефіцієнту  $A$  для визначення швидкості зварювання
- залежності діаметра дроту від типу з'єднання та товщини металу
- типів з'єднання

Вхідна інформація представлена наступними вхідними документами:

- Розрахунок параметрів зварювання під флюсом (рис. 2, а)
- Розрахунок параметрів зварювання у захисних газах (рис. 3, а)

Вихідна інформація представлена наступними екранними формами:

- Перевірка розрахованих параметрів зварювання під флюсом (рис. 2, б)
- Перевірка розрахованих параметрів зварювання у захисних газах (рис. 3, б)

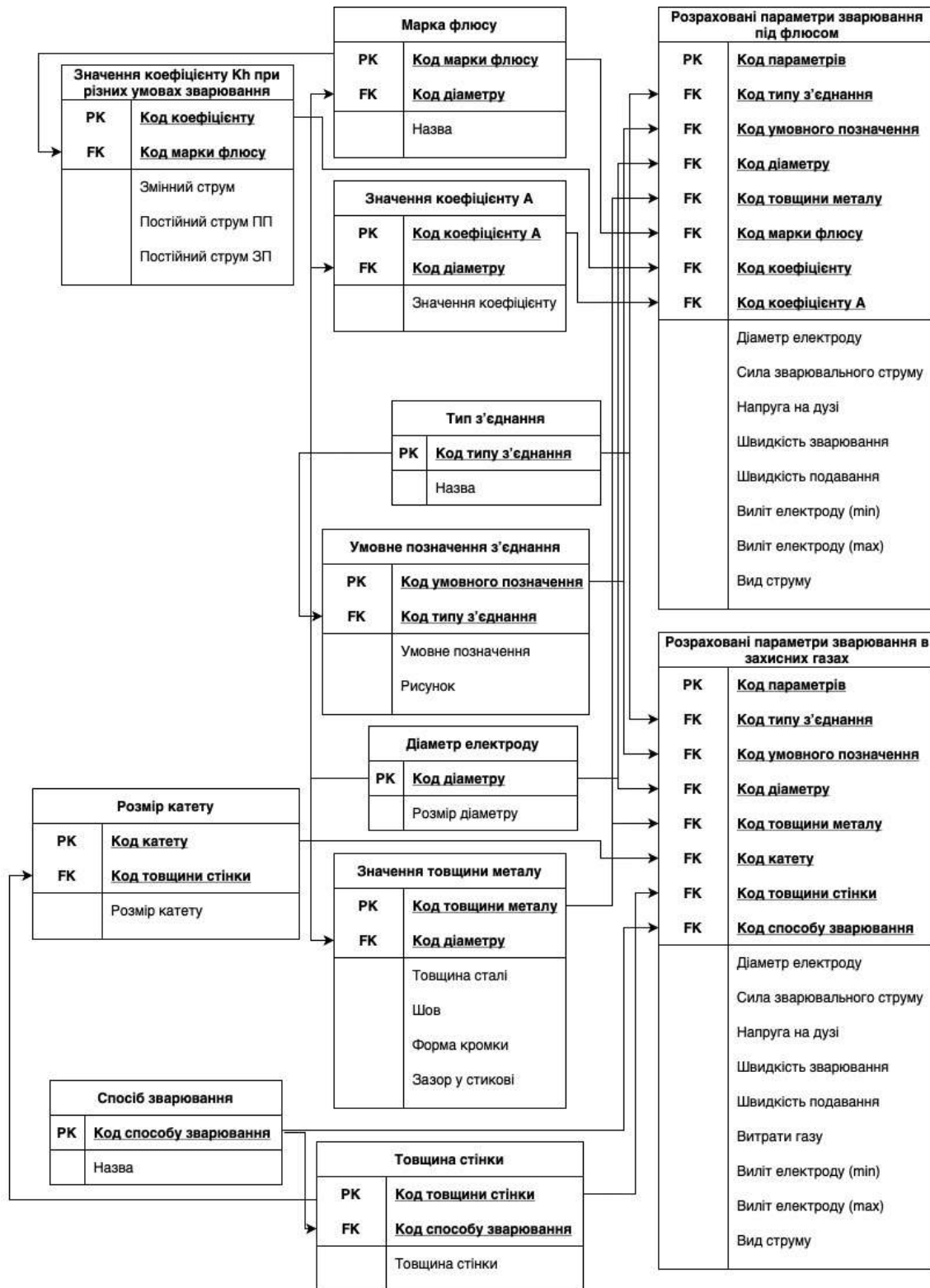
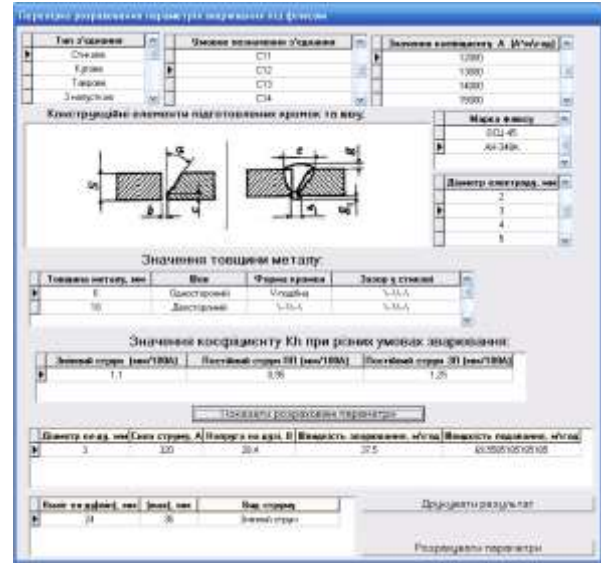
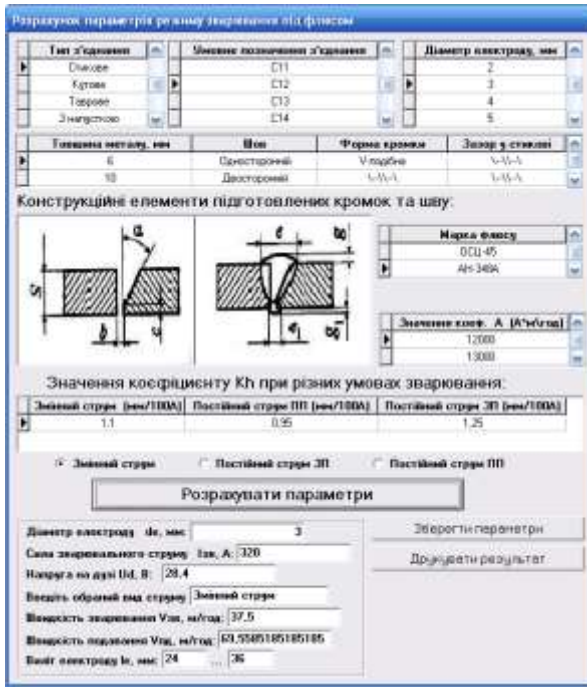


Рис.1. Логічна структура таблиць бази даних

Джерело: розробка авторів



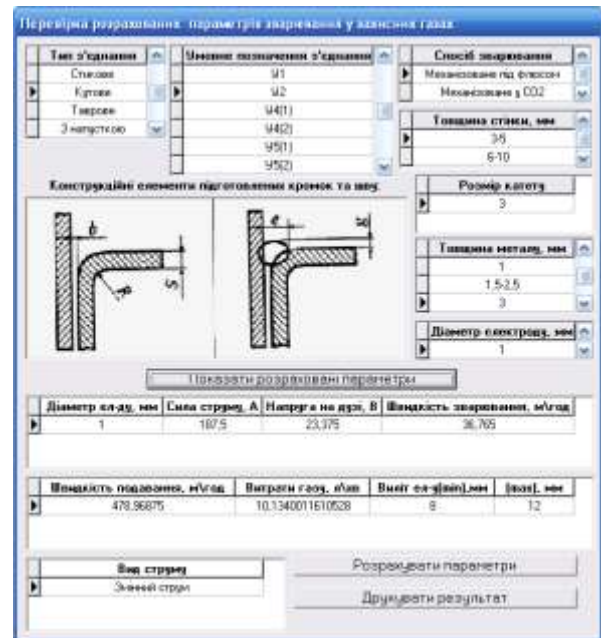
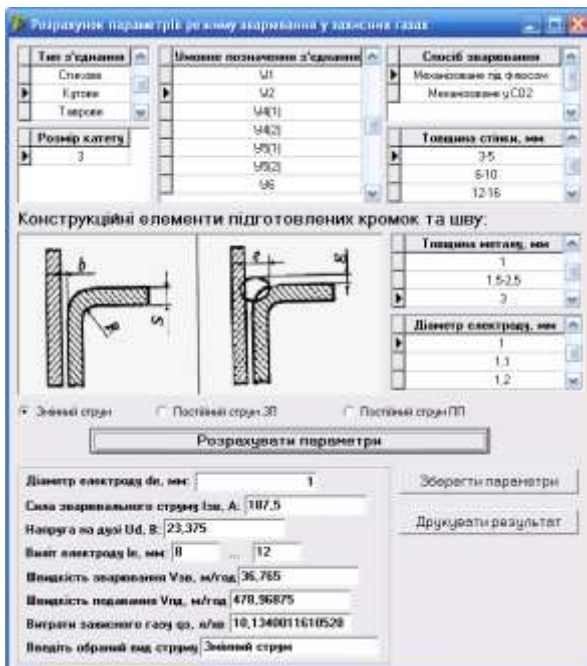


а)

б)

Рис. 2. Параметри зварювання під флюсом: а) розрахунок; б) перевірка

Джерело: розробка авторів



а)

б)

Рис. 3. Параметри зварювання у захисних газах: а) розрахунок; б) перевірка

Джерело: розробка авторів



За останні роки суттєво розширено інформаційне забезпечення автоматизованих зварювальних установок за рахунок їх оснащення сучасними вимірювальними пристроями з малогабаритними датчиками, що працюють на різних фізичних принципах. Інтеграція інформаційної та керуючої частин систем управління дозволяють розробити і впровадити автоматизовану навчально-виробничу систему зварювального виробництва, побудувати на її основі ефективні автоматизовані комплекси для розглянутих способів зварювання.

Практичне застосування представленої автоматизованої навчально-виробничої системи проектувальника зварювального виробництва надає змогу реалізувати наступні завдання: збір і обробка даних про процес зварювання і функціонування обладнання; програмування режимів зварювання; адаптивне управління процесом зварювання за інформацією з датчиків про значення технологічних параметрів, геометричних параметрів та просторового положення стику, що зварюється; автоматизація вибору режимів зварювання безпосередньо на зварювальному обладнанні за даними про основні технологічні умови (тип і просторове положення шва, товщина і марка зварюваного металу).

**Висновки.** Розроблено логічну структуру бази даних, засоби для підтримки таблиць і відношень між пов'язаними таблицями.

Розроблено зручний користувацький інтерфейс, який дозволяє вводити та модифікувати інформацію, виконувати розрахунки режиму дугового зварювання під флюсом та в захисних газах, виводити результати на друк або зберігати їх, видавати в режимі реального часу за запитами необхідну інформацію з бази даних, виконувати перевірку розрахованих параметрів зварювання.

## **Література**

1. Джерела живлення для дугового та плазмового зварювання і різання : навч. посіб. / Г. П. Болотов, М. Г. Болотов, Чернігів. нац. технол. ун-т. Чернігів : ЧНТУ, 2017. 178 с. Бібліогр.: С. 178. ISBN 978-617-7571-06-2
2. Зварювання та наплавлення чавунів : навч. посіб. / В. М. Палаш, Р. В. Палаш ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Бадікова Н. О., 2017. 176 с. : іл., табл. Бібліогр.: С. 169-172 (50 назв). ISBN 978-617-7448-13-5
3. Джерела живлення для дугового зварювання та наплавлення : навч. посіб. / О. Г. Александров, Д. А. Антонюк, О. Є. Капустян. Львів : Новий Світ-2000, 2013. 224 с.
4. Агальцов, В.П. Базы данных. В 2-х т. Т. 2. Распределенные и удаленные базы данных: Учебник / В.П. Агальцов. М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. 272 с.
5. Голицына, О.Л. Базы данных: Учебное пособие / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, И.И. Попов. М.: Форум, 2012. 400 с.
6. Карпова, И.П. Базы данных: Учебное пособие / И.П. Карпова. СПб.: Питер, 2013. 240 с.
7. Крамаренко В.В., Завгородний В.В., Голубев С.А. Методы повышения достоверности данных в автоматизированных системах управления // Науковий журнал «Математичне моделювання». Дніпродзержинськ, 2005. № 1(13). С. 58-63.