

## ТЕХНОЛОГІЯ ІНТЕГРОВАНОГО НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ MATHCAD

**Постановка проблеми.** Інженер зварювального виробництва у своїй професійній діяльності використовує знання та уміння із різних галузей фундаментальних і фахових дисциплін (фізики, хімії, математики, механіки, опору матеріалів, термодинаміки, матеріалознавства, зварювальних технологій, обладнання та інструменту). Різноманітність цих складників змісту професійної діяльності інженера зварювального виробництва обумовлює проблему їх інтеграції у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців. Ураховуючи складність змісту навчання, вирішити цю проблему можливо за умови використання адекватного й ефективного комп'ютерного програмного забезпечення, до якого, в першу чергу, належить система MathCAD.

**Актуальність попередніх досліджень.** Розробці проблеми побудови методик і технологій інтегрованого навчання у процесі професійної підготовки майбутніх фахівців різних напрямів присвячено дослідження Г. Білецької, О. Білик, Н. Божко, О. Булейко, Л. Васіної, Є. Вороніної, О. Джулик, О. Єфремової, І. Козловської, Д. Коломійця, С. Рибака, Я. Собко, Н. Стучинської, В. Чистікової, М. Чувиріної, В. Хитрук, Т. Якимович [2-8].

Достатньо розробленими нині є теоретичні та методичні засади інтеграції загальнопрофесійних дисциплін (Є. Вороніна), професійно-теоретичних та загальнопрофесійних дисциплін (О. Булейко, Я. Собко, В. Чистікова), природничо-математичних та професійно-теоретичних дисциплін (Г. Білецька, Л. Васіна, О. Джулик, І. Козловська, Д. Коломієць, Я. Собко, Н. Стучинська, М. Чувиріна), природничо-математичних дисциплін (О. Єфремова, В. Хитрук), професійно-практичних та професійно-теоретичних дисциплін (Н. Божко, Т. Якимович).

Але при цьому недостатньо розробленими залишаються теоретичні та методичні засади інтеграції багатокомпонентного змісту навчання, до якого і належить зміст навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва.

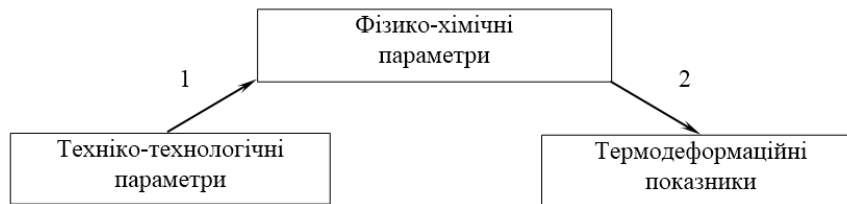
**Метою дослідження** є розробка технології інтегрованого навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва з використанням системи MathCAD.

**Виклад основного матеріалу.** Основу змісту навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва складають наступні елементи з фізики, хімії, математики, механіки, опору матеріалів, термодинаміки, матеріалознавства, зварювальних технологій, обладнання та інструменту [1]:

- фізико-хімічні параметри металів, що зварюються: хімічний склад, параметри міцності, твердості, пружності, в'язкості, пластичності, теплопровідності, тепловіддачі, теплоємності, коефіцієнту лінійного та об'ємного розширення;
- термодформаційні показники зварювального шву: тимчасові та залишкові напруження, зварювальні деформації та переміщення;
- техніко-технологічні параметри процесу зварювання, зварювального обладнання та інструменту: температура, струм, напруга, швидкість процесу зварювання, склад матеріалу, діаметр електрода, параметри зварювальної дуги.

Традиційні технології навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва характеризуються використанням достатньо складних і громіздких традиційних аналітичних математичних моделей, які пов'язують фізико-хімічні параметри з термодформаційними та техніко-технологічними параметрами. Характерною особливістю

традиційних технологій навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва є відсутність безпосереднього зв'язку (інтеграції) термодформаційних показників та техніко-технологічних параметрів (рис. 1).



**Рис. 1. Модель змісту традиційних технологій навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва**

З метою усунення цього недоліку розроблено технологію навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва, в якій встановлюється безпосередній зв'язок між термодформаційними показниками та техніко-технологічними параметрами (рис. 2).



**Рис. 2. Модель інтегрованого змісту розробленої технології навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва**

У цьому випадку можна стверджувати про подвійну інтеграцію елементів змісту навчання: 1,2 — пряма інтеграція, 3 — зворотна інтеграція.

Зв'язки 1 та 2 являють собою традиційні математичні аналітичні моделі. Прикладом таких моделей є напруження при вісесиметричному нагріві у процесі контактного зварювання, при дуговому зварюванні клепальних з'єднань у полярних координатах [1]:

$$\sigma_r = \frac{\alpha \cdot E \cdot Q}{8 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot \delta \cdot t} \cdot \frac{4 \cdot a \cdot t}{r^2} \left( 1 - e^{\frac{-r^2}{4 \cdot a \cdot t}} \right) e^{-b \cdot t} \quad (1)$$

$$\sigma_\theta = \frac{\alpha \cdot E \cdot Q}{8 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot \delta \cdot t} \cdot \left[ \frac{4 \cdot a \cdot t}{r^2} \left( 1 - e^{\frac{-r^2}{4 \cdot a \cdot t}} \right) - 2e^{\frac{-r^2}{4 \cdot a \cdot t}} \right] e^{-b \cdot t} \quad (2)$$

де  $\alpha$  — коефіцієнт лінійного розширення;  
 $E$  — модуль пружності;  
 $Q$  — кількість тепла;  
 $\lambda$  — коефіцієнт теплопровідності;  
 $\delta$  — товщина металеві пластини;  
 $a$  — коефіцієнт температуропровідності;  
 $b$  — коефіцієнт температуровіддачі;  
 $r$  — радіус;  
 $t$  — час.

Достатня складність традиційних математичних аналітичних моделей вимагає застосування відповідних програмних комп'ютерних засобів. До таких засобів, у першу чергу, належить система MathCAD. Використання цієї системи суттєво спрощує засвоєння

навчального матеріалу, який представлено складними аналітичними моделями, а за рахунок графічних можливостей системи MathCAD суттєво підвищується наочність його подання.

У розробленій моделі інтегрованого змісту навчання зв'язок 3 між техніко-технологічними параметрами та термодформаційними показниками забезпечується за допомогою запропонованих і розроблених нами редуційних аналітичних моделей.

Прикладом редуційних аналітичних моделей представлення змісту навчання майбутніх інженерів є модель, яка побудована на основі традиційних аналітичних моделей (1):

$$\sigma_r = f(K_{I_r} \cdot I_{3\theta}; K_{U_r} \cdot U_{3\theta}; \frac{K_{V_r}}{V_{3\theta}}) \quad (3)$$

$$\sigma_\theta = f(K_{I_\theta} \cdot I_{3\theta}; K_{U_\theta} \cdot U_{3\theta}; \frac{K_{V_\theta}}{V_{3\theta}}) \quad (4)$$

де  $K_{I_r}, K_{I_\theta}$  — коефіцієнти пропорційності деформації від струму зварювання;  
 $I$  — струм зварювання;

$K_{U_r}, K_{U_\theta}$  — коефіцієнти пропорційності деформації від напруги зварювання;  
 $U$  — напруга зварювання;

$K_{V_r}, K_{V_\theta}$  — коефіцієнти пропорційності деформації від швидкості зварювання;  
 $V$  — швидкість зварювання.

Запропоновану модель інтегрованого змісту навчання було покладено в основу розробленої технології навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва на основі використання системи MathCAD. Модель цієї технології навчання представлено на рис. 3.

Перший етап технології інтегрованого навчання присвячено інтеграції знань з фізико-хімічних параметрів та термодформаційних показників, а також техніко-технологічних параметрів та фізико-хімічних параметрів на репродуктивному рівні. На цьому етапі широко застосовуються традиційні аналітичні моделі змісту навчання. Багаточисельні розрахунки за цими моделями здійснюються в системі MathCAD. Це дозволяє забезпечити ефективну аналітичну діяльність студентів і високий ступінь інтеграції знань з фізико-хімічних параметрів, термодформаційних показників та техніко-технологічних параметрів (гілки 1 та 2 моделі рис. 2).

На другому етапі технології інтегрованого навчання здійснюється зворотна інтеграція знань з фізико-хімічних та техніко-технологічних параметрів на продуктивному рівні. Основу цього етапу складає використання проблемно-пошукових методів для вирішення виробничих проблемних ситуацій. Зміст останніх складає вихід за межі допустимих значень таких термодформаційних показників зварного шву, як тимчасові та залишкові напруження металу, зварювальні деформації, зварювальні переміщення. При цьому стратегічний, якісний аналіз проблемних ситуацій здійснюється за допомогою редуційних аналітичних моделей виду (3, 4), а кількісний аналіз — за допомогою традиційних аналітичних моделей виду (1, 2) та системи MathCAD.



**Рис. 3. Технологія інтегрованого навчання на основі системи MathCAD майбутніх інженерів зварювального виробництва**

**Висновки.** Обґрунтовано і розроблено технологію інтегрованого навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва, яка побудована на основі використання як традиційних аналітичних моделей змісту навчання, так і запропонованих редукційних аналітичних моделей. Технологія інтегрованого навчання складається з двох етапів — прямої та зворотної інтеграції, що забезпечує підвищення якості засвоєння і інтеграції професійних знань.

**Перспективами подальших досліджень** є розробка комп'ютерної технології інтегрованого навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва.

#### **Література:**

1. Багрянский К.В. Теория сварочных процессов / К.В. Багрянский. — К.: «Высшая школа», 1976. — 424с.
2. Білецька Г.А. Педагогічні умови інтеграції фундаментальних і професійно орієнтованих дисциплін у підготовці екологів: автореф. дис. здобуття вчен. ступ. канд. пед. наук зі спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» / Г.А.Білецька. — Вінниця, 2004.— 20с.
3. Булейко О.І. Інтеграція професійних знань майбутніх будівельників засобами інформаційних технологій у процесі фахової підготовки: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» / О.І. Булейко. — Вінниця, 2009. — 20 с.
4. Джулик О.І. Формування системи знань про фізичні основи теплоенергетики в учнів професійно-технічних закладів освіти: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.04 / Джулик Ольга Іванівна. — К., 1997. — 220с.
5. Козловська І.М. Теоретико-методологічні аспекти інтеграції знань учнів професійної школи (дидактичні основи) / Козловська І.М. — Львів: Світ, 1999. — 302с.
6. Собко Я.М. Інтегрування знань учнів з фізичної електроніки у ПТУ радіотехнічного профілю: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.04 / Собко Ярослав Максимович. — К., 1996. — 207с.

7. Чистикова В.М. Интегративно-модульная технология непрерывной профессиональной подготовки специалистов сварочного производства: дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.08 / Чистикова Вера Михайловна. – Екатеринбург, 2006. – 220с.

8. Якимович Т.Д. Интеграція теоретичного і виробничого навчання в процесі професійної підготовки фахівців (на матеріалі електронної промисловості): дис. ... кандидата пед. наук: 13.00.04 / Якимович Тетяна Дмитрівна. – Київ, 2001. – 21с.

*У статті обґрунтовано і розроблено технологію інтегрованого навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва. Технологія навчання побудована на основі використання традиційних аналітичних моделей змісту навчання та запропонованих редуційних (спрощених) аналітичних моделей у системі MathCAD. Технологія інтегрованого навчання майбутніх інженерів зварювального виробництва складається з етапу прямої інтеграції та етапу зворотної інтеграції. Це забезпечує підвищення якості засвоєння і інтеграції професійних знань.*

**Ключові слова:** технологія навчання, інтегроване навчання, інженери зварювального виробництва, моделі змісту навчання, система MathCAD, пряма інтеграція, зворотна інтеграція.

*В статье обосновано и разработано технологию интегрированного обучения будущих инженеров сварочных производств. Технология обучения построена на основе использования традиционных аналитических моделей содержания и предложенных редуцированных (упрощенных) аналитических моделей в системе MathCAD. Технология интегрированного обучения будущих инженеров сварочных производств состоит из этапа прямой интеграции и этапа обратной интеграции. Это обеспечивает повышение качества усвоения и интеграцию профессиональных знаний.*

**Ключевые слова:** технология обучения, интегрированное обучение, инженеры сварочных производств, модели содержания обучения, система MathCAD, прямая интеграция, обратная интеграция.

*In the paper technology integrated education of future engineers and welding production are proved and developed. Technology training is based on traditional analytical models and reducing the content of analytical models in the system MathCAD. Technology integrated education of future engineers welding production consists of the steps direct and backward integration. It enhances the quality of assimilation and integration expertise.*

**Key words:** education technology, integrated education, Welding engineer, content model learning system MathCAD, direct integration, backward integration.