

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут проблем моделювання в енергетиці

На правах рукопису

ЗИКОВ
Андрій Феліксович

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА
ЕЛЕМЕНТІВ І СТРУКТУР ТРЕНАЖЕРІВ
ЗВАРНИКА ГРУПОВОГО НАВЧАННЯ

05.13.05 —
елементи та пристрої обчислювальної техніки
і систем управління

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ 1994



Дисертація є рукопис.

Робота виконана в Відділенні гібридних моделюючих та керуючих систем в енергетиці Інституту проблем моделювання в енергетиці НАН України.

Науковий керівник: член-кор. НАН України, доктор технічних наук, професор Васильєв Всеволод Вікторович.

Офіційні опоненти:

1. Академік НАН України, доктор технічних наук, професор Тимофєєв Борис Борисович.
2. Кандидат технічних наук Шумов Валерія Олександрович.

Провідна організація - НПК "Київський інститут автоматички", 254107, м.Київ, вул. Нагорна 22.

Захист відбудеться "22" вересня 1994 р. о 14 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 016.61.01 Інституту проблем моделювання в енергетиці НАН України, 252164, м.Київ-164, вул. Генерала Наумова, 15.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці ІПМЕ НАН України.

Автореферат розісланий 28 липня 1994 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат технічних наук

Семагіна

Семагіна Е.П.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОБЛЕМИ. Розвиток різноманітних галузей промисловості неодмінно пов'язаний із розширенням виробничих процесів, що застосовують зварювання. Як свідчить статистика, в останній час спостерігається нарощування обсягів зварювальних робіт, у тому числі, із застосуванням ручних методів. Такий стан справ вимагає постійного зростання кількості кваліфікованих працівників, які володіють ручними засобами зварювання. Крім того, зростання вимог до ефективності виробничих процесів потребує підвищення продуктивності і якості ручної дугової зварки, що залежать не тільки від використаного зварювального обладнання, матеріалів, але й від кваліфікації зварників, тобто рівня їх теоретичної та практичної підготовки. Втім зростає актуальність підвищення ефективності учбового процесу щодо підготовки висококваліфікованих зварників. Інтенсифікація та якість навчання чимало залежать од використання в учбовому процесі технічних засобів практичного навчання.

До найбільш ефективних технічних засобів практичного навчання належать тренажери, що реалізують фізичну і/чи функціональну модель робочого середовища, забезпечують постійне контролювання дій учня і призначені для формування в нього професійних навиків та умінь, що є необхідними при виконанні робіт в реальних умовах.

Існує велика кількість зварювальних тренажерів, відмінність між якими полягає у принципах побудови, методичних і функціональних можливостях, сфері застосування тощо. Але вони мають ряд спільних недоліків, до яких відносять: відсутність загальної концепції управління процесом формування навички зварника; недостатньо високий рівень обробки статистичного матеріалу щодо оцінювання як окремого тренувального сеансу, так і усього учбового процесу у цілому; невирішення питань комплексного групового назначання зварників. За умов великомасштабного впровадження зварювальних тренажерів ці недоліки не дозволяють забезпечити оперативне централізоване управління учбовим процесом, а також у повній мірі використати арсенал технічних засобів навчання. У наслідку це може привести до перенасичення учбових центрів дорогим обладнанням, і, у той самий час, до значного падіння економічної ефективності учбового процесу.

Підвищення ефективності учбового процесу великих учбових центрів, поряд з усуненням перелічених недоліків, пов'язане із створенням постів індивідуального навчання з мінімальним об'ємом обладнан-

ня для роботи в реальному масштабі часу, що включаються в систему колективного користування з передачею ряду функцій центральному терміналу (посту інструктора), тобто із створенням тренажерів зварника групового навчання (ТЗГН).

Таким чином, розробка елементів та пристроїв ТЗГН, які забезпечують ефективну і якісну підготовку кваліфікованих зварників є актуальним науковим завданням.

Значний внесок у розвиток зварювальних тренажерних засобів зробили Б.Є.Патон, Г.Є.Пухов, В.В.Васильєв, В.К.Походня, В.О.Богдановський, С.М.Даниляк, В.М.Гавва, О.І.Баранов, В.В.Ткаченко, О.І.Карпій та багато інших вчених.

Понад десяток років ВГМКСЕ ІПМЕ НАН України разом із ОКТБ ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАН України активно працюють над створенням зварювальних тренажерів. В результаті ряд зварювальних тренажерів різних модифікацій серійно засвоєно заводами "Кристал" (м.Миколаїв), "Буревісник" (м.Київ), а також Калінінградським експериментальним заводом ім. 60-річчя СРСР, і відзначені дипломами ВДНГ СРСР та УРСР.

МЕТОЮ РОБОТИ є дослідження та розробка елементів і структур тренажерів зварника групового навчання, призначених для формування навичку ведення ручного дугового зварювального процесу.

Згідно поставленої мети розглянуті такі питання:

- дослідження способів побудови ТЗГН;
- дослідження і розробка методу управління формуванням навичку зварника;
- дослідження і розробка блоку контролю дій навчаємого та пристрою контролю і управління ТЗГН, які дозволяють реалізувати автоматичне управління формуванням навичку зварника;
- розробка інваріантного щодо різних типів тренажерів механізму оцінювання учбових дій зварника;
- дослідження і розробка елементів та пристроїв малоалерних дугових ТЗГН різних модифікацій, побудованих на основі спеціалізованої і серійної ІВМ-сумісної комп'ютерної техніки;

Вирішення останньої проблеми потребувало проведення досліджень і розробок:

- пристрою контролю та управління поста навчаємого, який забезпечує його роботу як у складі ТЗГН, так і в автономному режимі;
- багатоканальної системи збирання даних з постів навчаємого, які містять в собі інформацію щодо учбових дій зварника;
- пристрою з'єднання, який забезпечує обмін даними між багато-

каналною системою збирання даних і ПЕОМ поста інструктора;

- пристрою з'єднання, який забезпечує обмін даними між спеціалізованою мікро-ЕОМ поста інструктора та зовнішнім запам'ятовувачим пристроєм, в якості якого використовується відеомагнітофон.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ засновані на: теоретичних основах обчислювальної техніки; аналізі та синтезі дискретних пристроїв; теоретичних основах дугового зварювання; теорії імітаційного моделювання; теорії автоматичного управління; інженерній психології.

НАУКОВА НОВИЗНА. В дисертаційній роботі здобуті такі наукові результати:

- на основі проведених досліджень вирішене актуальне наукове завдання щодо створення ефективного тренажера зварника групового навчання;

- запропоновано метод управління навчанням зварників - метод параметричної адаптації, який дозволяє автоматизувати та індивідуалізувати процес формування навиків ведення зварки;

- розроблено блок контролю дій навчаємого з параметрами, які перестроюються. Цей блок забезпечує ефективний контроль в процесі тренувань;

- запропоновано інваріантний щодо різних типів тренажерів механізм оцінювання результатів дій навчаємого у процесі навчання;

- на основі розробленого блоку контролю дій навчаємого, методу управління формуванням навиків ведення зварки та механізму оцінювання результатів дій навчаємого розроблено пристрій контролю і управління ТЗГН, що дозволяє автоматизувати управління як окремим тренувальним сеансом, так і учбовим процесом у цілому;

- досліджені та розроблені елементи і пристрої малоамперних дугових ТЗГН різних модифікацій, серед яких: пристрій контролю й управління автономним постом навчаємого; багатоканальна система збирання та первинної обробки інформації; пристрій з'єднання системи збирання інформації з ІВМ-сумісною ПЕОМ поста інструктора; пристрій з'єднання спеціалізованої мікро-ЕОМ з відеомагнітофоном.

ПРАКТИЧНА ЦІННІСТЬ. Розроблені малоамперні дугові тренажери зварника групового навчання. Їх елементи та пристрої контролю і аналізу дій навчаємих, а також метод управління учбовим процесом та реалізуючих його пристроїв, які надають можливість комплексного підходу до процесу навчання кваліфікованих електрозварників і підвищення економічної ефективності учбового процесу за рахунок централізації та автоматизації управління формуванням навиків ведення

ручного дугового зварювального процесу групи навчаних, а також за рахунок об'єктивного контролю і аналізу дій навчаних.

Розроблені малоамперні дугові тренажери зварника групового навчання можуть знайти найширше застосування в системі професійно-технічного навчання.

Автор був відповідальним виконавцем і співвиконавцем ряду договорів за даною тематикою з учбовими закладами, серед яких: головний учбово-курсовий комбінат "Ростовенерго", м. Ростов-на-Дону Російська Федерація (1990 - 1992 р.р.); СПТУ-61 м. Барановичи, Республіка Білорусь (1991 - 1993 р.р.); СПТУ-18 м. Харків (1992 - 1993 р.р.).

Основні результати дисертації були використані при розробці малоамперних дугових тренажерів зварника групового навчання: МДТЗ-05 (річний економічний ефект від впровадження в ГУКК "Ростовенерго" у 1992 році становив 500 тис. руб.), МДТЗ-07 (річний економічний ефект від впровадження в СПТУ-61 м. Барановичи та СПТУ-18 м. Харкова у 1993 році становив 3 млн. руб. і 6 млн. карб. відповідно).

Крім того, ряд положень дисертаційної роботи знайшли застосування у розробці тренажерів зварника індивідуального навчання "ЕТЗ-01", "ІТЗ-01", "МДТЗ-04", "МДТЗ-06". Зварювальні тренажери "ЕТЗ-01" і "МДТЗ-04" серійно засвоєні Калінінградським експериментальним заводом ім. 60-річчя СРСР та заводом "Буревісник" (м. Київ).

АПРОВАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ. Основні результати роботи доповідались й були схвалені на:

- науково-технічній конференції "Застосування машинної графіки в моделюванні та системах навчання" (Пенза, 1989 р.);

- наукових семінарах відділу синтезу моделюючих ланцюгів ВГМКСЕ ІПМЕ НАН України (1988 - 1993 р.р.).

ПУБЛІКАЦІЇ. Матеріали дисертації знайшли своє відображення у 6 друкованих працях, з яких 2 виконані особисто автором; отримано 2 авторських свідоцтва СРСР.

СТРУКТУРА ТА ОБСЯГ ПРАЦІ. Дисертація викладена на 152 сторінках машинописного тексту, містить 28 малюнків і 2 фотографії, та складається із вступу, чотирьох розділів, заключення, списку літератури, що містить 106 найменувань, і додатку.

У ВСТУПІ обгрунтовується актуальність праці, формулюється її мета та основні положення, що виносяться до захисту.

ПЕРША ГЛАВА присвячена аналізу тренажерних засобів професійної підготовки зварників та проблем їх розробки. Показано, що зварювальні тренажери є найбільш ефективними і перспективними технічними засобами практичного навчання, які дозволяють інтенсифікувати учбовий процес з одночасним підвищенням якості навчання.

Розглянуто проблеми впровадження зварювальних тренажерів у великих центрах підготовки зварників. Ефективність роботи учбових центрів залежить від принципів, закладених в основу організації учбового процесу і методів використання комплексу тренажерів. З плином часу зростають вимоги щодо розширення можливостей засобів тренажерної техніки. Це, насамперед, стосується сервісних послуг: реєстрації, аналізу, одержання об'єктивної оцінки дій навчального і т. ін. Реалізація зростаючих вимог призводить до значного підвищення вартості комплексу обладнання учбових центрів. Це помітно не тільки при застосуванні мікропроцесорної техніки, але й, особливо, при використанні електронних схем за принципом "жорсткої логіки". В області обчислювальної техніки є ефективний шлях організації роботи кількох споживачів - система колективного користування. При цьому робочий термінал кожного споживача спрощується за рахунок передачі більшості функцій центральному терміналу. Зростання ефективності роботи учбових центрів, з огляду на організацію системи колективного споживання, повинно розвиватися не шляхом ускладнення окремих тренажерів (індивідуального навчання), що призведе до перенасичення учбового центру коштовною технікою, а шляхом створення тренажерів з мінімальним добром обладнання, необхідним для роботи в реальному масштабі часу, з передачею решти функцій, не критичних до часу обробки, до центрального пульта. За цих умов виникає якісно нова система організації тренажерних засобів - система групового навчання.

Таким чином, подальше зростання ефективності роботи учбових центрів, що спеціалізуються на підготовці висококваліфікованих зварників, в значній мірі є залежним від розробки та впровадження ТЗГН. Розробка зазначених тренажерів передбачає створення апаратно-програмних засобів, що дозволяють об'єднати виконання сервісних функцій кількох тренажерів.

З метою вибору базових пристроїв для тренажеру групового нав-

чання проведено аналіз тренажерних засобів навчання зварників. Найперспективнішими щодо використання у ТЗГН виявилися електронні та малоамперні дугові тренажери. Показано, що електронні та малоамперні дугові тренажери не конкурують між собою, а доповнюються один одним у системі навчання.

Розглянуто адаптивно-ієрархічний метод навчання, за яким весь навчальний процес розбивається на три рівня. Перший рівень відповідає початковому навчанню, і на цьому етапі використовуються електронні тренажери зварника. Другий рівень передбачає активне формування й закріплення навиків. На цьому етапі застосовують малоамперні дугові тренажери зварника. Третій рівень - перехід до роботи на реальному обладнанні, і тут використовують контроль-тренажери. Перехід од рівня до рівня відбувається за умов відпрацювання певної кількості тренувальних сеансів, або досягнення рівня сформованого навичу певного значення.

Найбільш ефективним уявляється розвиток другого рівня навчання, оскільки саме на цьому шабелі здійснюється формування й закріплення прийомів та навиків ведення зварювального процесу. Відтак розробку тренажерів групового навчання на даному етапі видається найбільш доцільним часновувати на використанні пристроїв з фізичною моделлю зварювальної обстановки, що реалізується малоамперним дуговим зварювальним джерелом струму.

Групове навчання стає можливим тільки за умови максимальної автоматизації процесу управління практичним навчанням зварників, тобто мається на увазі передача ряду функцій інструктора апаратно-програмним засобам, які узагальнюють його досвід і знання.

Розробка ТЗГН повинна утримуватись в ранзі пристроїв автоматичного управління, а тренажер як такий мусить містити засоби інструкторського контролю й управління. Виходячи з цього, постає необхідність розв'язання питань розробки методу управління процесом практичного навчання зварників з використанням тренажерів й засобів реалізації даного методу. Метод, про який йдеться, має бути заснованим на контролюванні узагальненого параметру учбового процесу, властивого усім типам тренажерів. Таким параметром може виступати рівень сформованого навичу кожного учня.

Аналіз існуючих пристроїв оказав, що функціональне завантаження тренажерів, побудованих за жорсткою логікою, досяг свого насичення, одже, розробка нових тренажерів на базі жорсткої логіки призведе до невиправданих апаратних витрат, що, у свою чергу, обу-

мовить значне падіння їх економічних показників. Розв'язання цієї проблеми полягає в активному використанні обчислювальних засобів, у тому числі й мікропроцесорної техніки.

Таким чином, основними складовими проблеми створення малоамперного дугового тренажера зварника групового навчання, як стрижневого елемента системи реалізації адаптивно-ієрархічного методу, є такі:

- розробка методу управління формуванням навичку зварника і засобів його реалізації;

- розробка системи збирання та первинної обробки інформації щодо учбових дій навчаємого;

- розробка пристрою з'єднання системи збирання інформації з ПЕОМ поста інструктора;

- розробка поста навчаємого, що надає можливість автономної роботи;

- розробка пристрою з'єднання стандартних технічних засобів навчання для роботи у складі тренажера зварника групового навчання.

Наведена укрупнена структурна схема тренажерів, що реалізує концепцію групового навчання, й розглянуто її основні елементи.

Досліджені основні топології, які можуть бути використані для побудови ТЗГН. Визначено, що для малоамперного дугового ТЗГН є доцільним застосування топології "зірка".

ДРУГА ГЛАВА охоплює дослідження й розробки функціонального складу засобів технічного забезпечення тренажерів зварника групового навчання.

Технічні засоби ТЗГН можна розділити на засоби індивідуального і колективного користування. Технічні засоби індивідуального користування забезпечують моделювання робочої зварювальної обстановки і розташовані на робочому місці навчаємого (пост навчаємого). Технічні засоби колективного користування забезпечують інструментальне (пристрій контролю й управління) та інструкторське (пульт інструктора) управління учбовим процесом і розташовані на робочому місці інструктора (пост інструктора).

Визначено склад технічних засобів моделювання робочої обстановки для постів навчаємих і засобів їх будування. До складу технічних засобів поста навчаємого повинні увійти імітатори (функціонально-геометричні моделі) зварювального обладнання і моделюючий пристрій. Імітатори відображають функціональні й просторові характеристики зварних з'єднань і зварювального обладнання. До складу

імітаторів входять: імітатор ручного інструменту, що складеться з імітатору електроду та імітатору утримувача; імітатор зварювальних з'єднань; шолом-маска зварника. Моделюючий пристрій, реалізуючи модель зварювальної обстановки (модель плавлення електроду, модель формування зварного шву, модель іскроутворення й модель зварної ванни) забезпечує динаміку взаємодії імітаторів. У малоамперних дугових тренажерах модель зварювальної обстановки реалізується за допомогою фізичної моделі, створеної на основі малоамперного зварювального джерела струму.

Для розроблення пристрою контролю та управління формуванням навичку зварника була розглянута організація учбового процесу. В результаті було визначено, що система управління формуванням навичку повинна мати ієрархічну структуру, тобто являти собою централізовану систему, підсистеми якої розподілені по кільком рівням, кожний з яких виконує частину функції управління. Підсистема першого рівня управління здійснює контроль та керування окремим сеансом тренування, а підсистема другого рівня - контроль та керування процесом навчання загалом (формування чергового тренувального завдання, аналіз результатів навчання). Підсистеми першого й другого рівнів - це системи локального і комплексного управління відповідно.

Розглянуто організацію програмного навчання й способи його реалізації. Виходячи з цього запропоновано метод параметричної адаптації, що забезпечує програмне формування тренувального завдання стосовно кожного етапу навчання на основі оцінки рівня здобутого навчаємим навичку. Практично це досягається уведенням у пристрій контролю та управління блоку контролю за діями навчаємого (БКДН) з параметрами, що перестроюються і характеризують координати об'єкту управління (рівень сформованого навичку). Функціонування пристрою контролю та управління зведене до визначення відповідності значень контролюємих параметрів дій навчаємого відповідно до параметрів БКДН. У разі досягнення цієї відповідності, тобто коли навчаємий успішно подолав поставлене локальне завдання, параметри БКДН змінюються, ускладнюючи локальне завдання наступного етапу навчання. Це ускладнення може відбуватися як за одним, так і за усіма параметрами одночасно. БКДН надає можливість достатньо легкого узгодження функціонування системи управління локального й комплексного рівнів. На локальному рівні БКДН задає цілі управління (визначає завдання), а на комплексному - являє собою об'єкт управління.

Математичний опис БКДН, що забезпечує контроль поточних значень параметрів, і, згідно результатів контролю, формує сигнал зупинення імітації зварювального процесу або сигнал помилки, може мати такий загальний вигляд:

$$b_{x_i} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } X_i \in [X_{mi}, X_{Mi}], \\ 1, & \text{якщо } X_i \notin [X_{mi}, X_{Mi}]; \end{cases} \quad (1)$$

$$b = \max(b_{x_1}, \dots, b_{x_n}); \quad (2)$$

$$b_{o_{x_i}} = \begin{cases} 0, & \text{якщо } X_i \in [X_{mi} + k_{1i}\Delta X_i, X_{Mi} - k_{2i}\Delta X_i], \\ 1, & \text{якщо } X_i \notin [X_{mi} + k_{1i}\Delta X_i, X_{Mi} - k_{2i}\Delta X_i]; \end{cases} \quad (3)$$

де: X_i - значення i -го параметру; $i = \{1, n\}$, n - кількість контролюваних параметрів; X_{mi} , X_{Mi} - нижня і верхня межі допустимих значень i -го параметру; ΔX_i - одиничне прирощення i -го параметру; k_{1i} , k_{2i} - коефіцієнти змін нижньої і верхньої меж щодо i -го параметру відповідно; $b_{o_{x_i}}$ - сигнал помилки щодо параметру X_i ; b_{x_i} - сигнал порушення межі допустимих значень; b - сигнал зупинки імітаційного процесу.

У процесі тренувального сеансу контролюються наступні параметри: довжина дугового проміжку; кут нахилу електроду відносно нормалі щодо поверхні деталей, які зварюються; тепловкладення.

Згідно з математичним описом розроблено функціональний склад БКДН, що забезпечує контроль дій навчаємого та подання відповідних сигналів за умови виявлення помилкових дій.

Реєстрація та відповідна обробка основних параметрів учбового процесу складають основу для прийняття рішення відносно переходу навчаємого до виконання більш складних завдань, тобто перестроювання параметрів БКДН, а також для визначення моменту, коли навчаємий дійсно буде підготовлений до роботи на реальному обладнанні за реальних умов.

В роботі пропонується, крім якісних оцінок дій навчаємого (середньоарифметичне й середнє відхилення значень контролюваних параметрів, кількість помилок, що їх припустився навчаємий під час тренувального сеансу), використання кількісних показників - узагальненого оцінювального показнику тренувального сеансу та узагальненого

комплексну оцінку рівня сформованого навичку ведення зварювального процесу.

Узагальнений оцінювальний показник засновано на імовірності успішного виконання тренувального сеансу і використовується для прийняття рішення щодо ускладнення наступного тренувального завдання за допомогою перестроювання параметрів БКДН. Узагальнений оцінювальний показник тренувального сеансу визначається таким чином:

$$I_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i * K_i, \quad (4)$$

де: n - кількість контрольованих параметрів; K_i - ваговий коефіцієнт i -го оцінювального показника; I_i - частковий оцінювальний показник i -го параметру:

$$I_i = \frac{N-1}{N} K_{pi} \sum_{j=1}^N \sigma_{oij}, \quad (5)$$

де: N - кількість вибірок значень контрольованого параметру; K_{pi} - коефіцієнт простою; σ_{oij} - сигнал помилки i -го параметру в момент часу j .

Узагальнена комплексна оцінка рівня сформованого навичку ведення зварювального процесу застосовується для визначення моменту, коли навчасний буде підготовлений до роботи з реальним обладнанням і визначається таким чином:

$$Q = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (6)$$

де: n - кількість контрольованих параметрів; Q_i - рівень сформованого навичку по i -му параметру:

$$Q_i = \frac{1}{2} \left[\frac{K_{1i}}{K_{1\geq i}} + \frac{K_{2i}}{K_{2\geq i}} \right], \quad (7)$$

де: K_{1i} , K_{2i} - поточні значення коефіцієнтів змінення нижньої й верхньої меж щодо i -го параметру; $K_{1\geq i}$, $K_{2\geq i}$ - еталонні значення коефіцієнтів змінення нижньої й верхньої меж щодо i -го параметру.

Запропонована система оцінок використовується для управління

процесом навчання.

Розроблений БКДН, метод управління й механізм обробки статистичного матеріалу покладено в основу розробки пристрою контролю й управління, що складається із блоку пам'яті, БКДН, блоку формування зворотнього зв'язку, блоку статистичної обробки, блоку прийняття рішень. Пристрій забезпечує управління навчанням методами стабілізації (локальний рівень) й параметричної адаптації (комплексний рівень). Розроблений пристрій дозволяє реалізувати автоматичне управління учбовим процесом.

ТРЕТЯ ГЛАВА присвячена дослідженням й розробці малоамперних тренажерів зварника групового навчання та їх основних пристроїв, серед яких: пристрій контролю й управління автономного поста навчаемого на базі однокристалльної мікро-ЕОМ; багатоканальна система збирання й первинної обробки інформації для змінюємої кількості постів навчаемого; пристрій з'єднання системи збирання даних з ІВМ-сумісної ПЕОМ поста інструктора; пристрій обміну даними між спеціалізованою мікро-ЕОМ тренажеру і зовнішнім запам'ятовувачим пристроєм на базі відеомагнітофону.

Доведено необхідність розробки такого поста навчаемого, який передбачав би роботу не тільки в складі системи групового навчання, але й індивідуальну роботу навчаемого поза системою. Це досягається розробкою пристрою контролю й управління, що забезпечує автономну роботу поста навчаемого із спрощеним добором функцій зварювальних тренажерів.

Реалізація пристрою контролю й управління автономним постом навчаемого за жорсткою логікою потребує значних часових і апаратних витрат. Виходячи з цього, розробка зазначеного пристрою проводилася на основі однокристалльної мікро-ЕОМ (ОЕОМ).

Досліджено особливості використання ОЕОМ щодо побудови керуючих пристроїв. Розглянуто типову структуру управляючих пристроїв з використанням ОЕОМ.

Проведені дослідження покладено в основу розробки пристрою контролю й управління, що складається із блоків: компараторів; генератору імпульсів; формування сигналів зворотнього зв'язку; управління; лічильників помилок по довжині дугового проміжку, по куту нахилу ручного інструменту; лічильників часу праці, часу сеансу; порівняння; оцінки учбових дій навчаемого; комутації. Блоки: лічильників, управління, порівняння, оцінки учбових дій навчаемого, комутації реалізуються за допомогою ОЕОМ.

Тренувальні завдання формується за допомогою органів управління. При порушенні значеннями контролюваних параметрів встановлених меж, до навчаємого надходять сигнали акустичного зворотнього зв'язку. Результати тренувального сеансу відображаються на табло індикації відповідно до положення органів управління.

Запропонований пристрій контролю й управління щодо функціонування поста навчаємого в автономному режимі дозволяє: спростити інтерактивну взаємодію навчаємого з тренажером; підвищити творчу активність навчаємого; зменшити трудоемкість процесу тренувань; підвищити мобільність поста навчаємого; підвищити "живучість" тренажерної системи; забезпечити раціональне використання технічних засобів малоамперного дугового ТЗГН.

Розглянуті способи побудови систем збору й первинної обробки даних, що містять інформацію щодо параметрів імітуємих зварювальних процесів. Показано, що така система повинна будуватися за багатоканальним принципом з аналоговим мультиплексуванням каналів передачі даних.

Здійснено технічні рішення щодо побудови багатоканальної системи збору, яка уміщує: аналоговий мультиплексор, пристрій вибірки-зберігання, аналого-цифровий перетворювач, блок управління і канали передачі даних, що, в свою чергу, складаються з вимірювальних перетворювачів і формувачів сигналів (посилувачі, фільтри і т. ін.).

Досліджено способи обміну даними між IBM-сумісною ПЕОМ і периферійними пристроями, а також методи реалізації інтерфейсу АЦП з мікро-ЕОМ. На основі проведених досліджень запропоновано і розроблено функціональну схему пристрою з'єднання багатоканальної системи збору даних з постів навчаємих і ПЕОМ поста інструктора, яка містить: АЦП, лічильник адреси, оперативний запам'ятовуючий пристрій, шинні формувачі, селектор адреси.

Розроблений пристрій забезпечує програмно-керований увід/вивід за командами ЕОМ з розподіленням каналів уводу/виводу між периферійними пристроями і реалізує метод "останніх даних", що забезпечує асинхронну роботу АЦП і мікро-ЕОМ.

Зосереджено увагу також і на розробці пристрою з'єднання спеціалізованої мікро-ЕОМ поста інструктора із зовнішнім запам'ятовуючим пристроєм, в якості якого використовується відеомагнітофон. З метою забезпечення надійного обміну у пристрої з'єднання використовується контролер, який дозволяє у процесі запису даних на магнітну

плівку надлишково кодувати байт даних за Хемінгом додаванням п'яти розрядів, а у процесі відтворення - виправляти поодинокі помилки й позначати байти даних, що містять не більше трьох помилок. Для підвищення надійності зберігання цифрової інформації на магнітній плівці використовується багаторазовий запис байту даних. До складу пристрою входять: буферний блок; блок комутації; блок контролю та виправлення помилок; блок переутворювання; блок кодування даних; блок управління; блок з'єднання, блок селекції-1; блок селекції-2; посилювач; синхрогенератор.

У процесі запису байт даних у вигляді послідовного інформаційного слова переутворюється за методом фазової модуляції у самосинхронізований код, записується до структури телевізійних синхросигналів, і одержана інформаційна синхросуміш подається на вхід відеомагнітофону. У процесі відтворення із синхросуміші, що зчитується з магнітної плівки, відокремлюється інформаційна складова, яка підлягає декодуванню, перевірки щодо наявності помилок, і одержаний наприкінці байт даних подається на мікро-ЕОМ. Пристрій надає можливість здійснення двоспрямованого обміну цифровою інформацією між спеціалізованою мікро-ЕОМ поста інструктора та відеомагнітофоном із швидкістю 15450 байт/сек.

Розроблений пристрій може бути застосовано для обміну даними при об'єднанні тренажерних засобів у локальну мережу.

ЧЕТВЕРТА ГЛАВА висвітлює експериментальні дослідження малоамперних дугових тренажерів зварника групового навчання двох типів: з використанням спеціалізованої мікро-ЕОМ (МДТЗ-05) і серійної ПЕОМ "ПОИСК" (МДТЗ-07), а також автономного поста навчаемого. Ці пристрої розроблені в ВГМКСЕ ІПМЕ НАН України і застосовуються в системі професійно-технічного навчання зварників. Наведені їх технічні характеристики та розглянуті їх структурні схеми.

Експериментальні дослідження та практика експлуатації підтвержують практичну цінність й правильність розроблених способів побудови тренажерів зварника групового навчання.

У ЗАКЛЮЧЕННІ формулюються основні результати роботи.

У ДЮДАТКУ наведені матеріали, які підтверджують впровадження результатів дисертаційної роботи та засвідчують їх практичну цінність.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

В результаті проведених досліджень визначено основний напрям розвитку учбових центрів підготовки зварників, пов'язаний з їх оснащенням тренажерами групового навчання, а також вирішене актуальне наукове завдання створення тренажера зварника групового навчання на основі мікропроцесорної й комп'ютерної техніки, визначені наукові основи розробки його елементів та пристроїв, які дозволяють реалізувати автоматичне централізоване управління учбовим процесом, що забезпечує значне підвищення економічної ефективності практичного навчання зварників.

Основні результати роботи можуть бути сформульовані таким чином:

1. Запропоновано спосіб організації тренажерів зварника групового навчання, суть якого полягає у використанні постів навчаємого з обмеженим, але достатнім для автономної роботи, об'ємом обладнання і концентрацією засобів обробки даних у терміналі інструктора. Цей спосіб забезпечує оптимальне завантаження технічних засобів ТЗГН.

2. На основі досліджень організації програмного навчання, запропоновано метод параметричної адаптації, що надає можливість здійснення автоматизації управління формуванням навички ведення зварювального процесу. Метод орієнтований на автоматичну перебудову параметрів блоку контролю дій навчаємого щодо ускладнення чергового тренувального завдання у залежності від досягнутого рівня сформованого навичку.

3. Розроблено блок контролю за діями навчаємого з параметрами, що перестроюються і визначають мету учбових сеансів, а також спосіб його підстроювання стосовно формування тренувальних завдань відносно їх ускладнення. Розроблений блок є центральним елементом системи управління процесом навчання.

4. Запропоновано механізм оцінки динаміки процесу навчання інваріантний щодо різних типів тренажерів. Механізм заснований на порівнянні значень контролюємих параметрів дій навчаємого відносно параметрів блоку контролю, які підстроюються для кожного сеансу навчання.

5. На основі розробленого блоку контролю за діями навчаємого, методу управління навчальним процесом і механізму оцінки динаміки навчання запропоновано функціональний склад пристрою контролю й уп-

равління поста інструктора, який дозволяє реалізувати автоматичне централізоване управління практичним навчанням групи зварників.

6. Розроблено пристрій контролю й управління поста навчаємого, що забезпечує його роботу як у складі малоамперного дугового ТЗГН, так і в автономному режимі. Цей пристрій забезпечує ефективне використання технічних засобів ТЗГН.

7. Запропоновано багатоканальну систему збирання і первинної обробки інформації у складі малоамперного дугового ТЗГН, що дозволяє нарощувати кількість постів навчаємого.

8. На основі досліджених способів обміну інформацією між IBM-сумісною ПЕОМ та периферійним обладнанням розроблено пристрій з'єднання ПЕОМ поста інструктора з багатоканальною системою збирання інформації.

9. Розроблено пристрій обміну даними між спеціалізованою мікро-ЕОМ поста інструктора ТЗГН із зовнішнім запам'ятовуючим пристроєм на базі відеомагнітофону, що дозволяє підвищити ефективність використання стандартних технічних засобів навчання.

10. У результаті проведених досліджень і на основі запропонованих технічних рішень розроблені малоамперні дугові тренажери зварника групового навчання двох типів: з використанням спеціалізованої мікро-ЕОМ (тренажер МДТЗ-06) і серійної ПЕОМ (тренажер МДТЗ-07). Зазначені тренажери мають широкі можливості щодо одночасної підготовки групи зварників і ефективно використовуються в учбових центрах м.м. Харкова, Ростова-на-Дону, Барановичах.

ПУБЛІКАЦІЇ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Зыков А. Ф. Вопросы отображения элементов сварочной обстановки на экране цветного ТВ-монитора в компьютерном тренажере сварщика // Применение машинной графики в моделировочных и обучающих системах: Тез. докл. семинара 18 - 19 сент. 1989. - Пенза, 1989. С. 49 - 50.

2. Зыков А. Ф. Моделирование процесса плавления электрода в сварочных тренажерах // Моделирование в тренажерных системах: Сб. научн. тр. - Киев.: Наук. думка, 1990. - С. 123 - 127.

3. Организация сопряжения ЭВМ электронного сварочного тренажера с видеомагнитофоном / В. В. Васильев, А. Ф. Зыков, С. Н. Даниляк, В. В. Ткаченко // Электронное моделирование. - 1990. - 12, N 2. - С. 58 - 62.

4. Применение машинной графики в комплексном микропроцессорном дисплейном тренажере сварщика / С.Н. Даниляк, А.Ф. Зыков, Г.В. Давыдова, В.В. Ткаченко // Применение машинной графики в моделировании и обучающих системах: Тез. докл. семинара 18 - 19 сент. 1989. - Пенза, 1989. С. 36 - 37.

5. А.с. 1663619 СССР, МКИБ G09B19/24. Тренажер сварщика / В.В. Васильев, С.Н. Даниляк, А.Ф. Зыков, В.В. Ткаченко, Г.В. Давыдова, А.И. Карпий - Опубл. 15.07.91, БИ N 26.

6. А.с. 1696202 СССР, МКИБ В23К9/10. Устройство для слежения по стыку / В.В. Васильев, С.Н. Даниляк, А.И. Карпий, А.Ф. Зыков - Опубл. 07.12.91, БИ N 45.

Патент

Підп. до друку 23.06.94. Формат 60x34/16. Пап. офс. №2. Офс. друк.
Ум. друк. арк. 0,93. Ум. фарбо-відб. I, I6. Обл.-вид. арк. 0,96. тираж
100 прим. Зам. 180. Безкоштовно.

ІЕЗ ім.Е.О.Патона. 252650 Київ-5, МСП, вул. Горького, 69.
ПОД ІЕЗ ІМ. Е.О.ПАТОНА. 252650 Київ-5, МСП, вул. Горького, 69.

458980

AB 30.752

AB 30.752