

К.В. КОЛЕСНИКОВА, канд. техн. наук,
В.О. ВАЙСМАН, д-р техн. наук,
В.М. ТОНКОНОГИЙ, д-р техн. наук,
О.С. ЛОПАКОВ, Одеса, Україна

ПОБУДОВА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ТРЕНІНГУ ПЕРСОНАЛУ ДУГОВОЇ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЇ ПЕЧІ

Протиріччя щодо якісної підготовки фахівців до виконання виробничих функцій у наслідок того, що під час навчання здійснюється контроль досягнень з теоретичної підготовки, а не виробничої діяльності, може бути подолано за рахунок розробки і використання тренажерів у навчальному процесі.

Ключові слова: навчання, тренажери, модель, якість освіти, контроль.

Противоречия качественной подготовки специалистов к выполнению производственных функций из-за того, что во время обучения осуществляется контроль достижений по теоретической подготовке, а не по производственной деятельности, может быть преодолено за счет разработки и использования тренажеров в учебном процессе.

Ключевые слова: обучение, тренажеры, модель, качество образования, контроль.

Contradiction in relation to high-quality preparation of specialists to implementation of functions of productions in investigation, that during studies control of achievements is carried out from theoretical preparation, instead of production activity, it can be overcome due to development and use of trainers in an educational process.

Keywords: training, fitness, model, quality of education, control.

Мета навчання у вищих навчальних закладах полягає у підготовці майбутнього фахівця до виконання певних виробничих функцій. Освітня кваліфікаційна характеристика (ОКХ) фахівця дозволяє сформуванню освітньо-професійну програму (ОПП), що містить сукупність дисциплін, необхідних для опанування компетенцій виробничої діяльності (рис. 1). Протиріччя контролю якості навчання є у тому, що під час навчання здійснюється контроль досягнень студентів у навчанні, а не у виробничій діяльності. При цьому за умовчанням приймається, що результати контролю досягнень корельовані з результатами виробничої діяльності. Усувається це протиріччя наближенням навчання до виробництва шляхом використання тренажерів, на яких можна відпрацьовувати завдання щодо управління реальними виробничими процесами.

Внутрішній еліпс (1) схематично відображає коло досяжності питань фахової підготовки за звичайною схемою підготовки фахівців (рис. 1). Зовнішній еліпс (2) відповідає можливостям навчання з використанням тренажерів. Природно, що навчання і контроль підготовки за виділеною областю 2, сприятиме якісній підготовці фахівців у наслідок знайомства майбутніх фахівців з сучасними технологіями виробництва.

Розвиток методів і засобів професійної освіти повинен бути спрямований на об'єктивну оцінку результатів навчального процесу з урахуванням структури знань і можливостей різних організаційних форм навчання. За ринкових відносин система кадрового менеджменту підприємств змінила цільову спрямованість. Управління людськими ресурсами націлено на підвищення ефективності інвестицій в навчання для постійного професійного удосконалення працівників підприємств. Тому використання тренажерів для підвищення кваліфікації персоналу є також першочерговим завданням виробництва.



Рисунок 1 – Области досяжності контролю якості освіти:

1 – традиційна навчальна діяльність; 2 – навчання з урахуванням можливостей тренажерів.

Розглянемо приклад побудови тренажера для управління процесами виплавки сталі у дуговій сталеплавильній печі, як системи підтримки прийняття рішень. Відображення технологічних процесів за допомогою розробленої моделі дозволяє створити умови управління віртуальним процесом, що є тотожним до управління реальним процесом.

Побудова системи підтримки прийняття рішень при управлінні технологічним процесом включає розробку структури виробничої системи, алгоритмів і методів управління програмними модулями стадій процесу, а також застосування нейронної мережі для рішення загальної системи рівнянь матеріального балансу і математичного опису рівноваги системи “шлак-метал”.

Система підтримки прийняття рішень для управління процесом містить об'єкти двох класів: інформаційні – банки даних і розрахунково-аналітичні, які на основі математичного моделювання дозволяють одержати дані про стан об'єкта після здійснення відповідних технологічних операцій (рис. 2).

Матеріал кладки печі під впливом високої температури починає інтенсивно переходити в шлак. У кислих печах для кладки подин, стін і склепінь застосовується динасова цегла. З магнезитових виробів формують стіни і подини лужних печей.

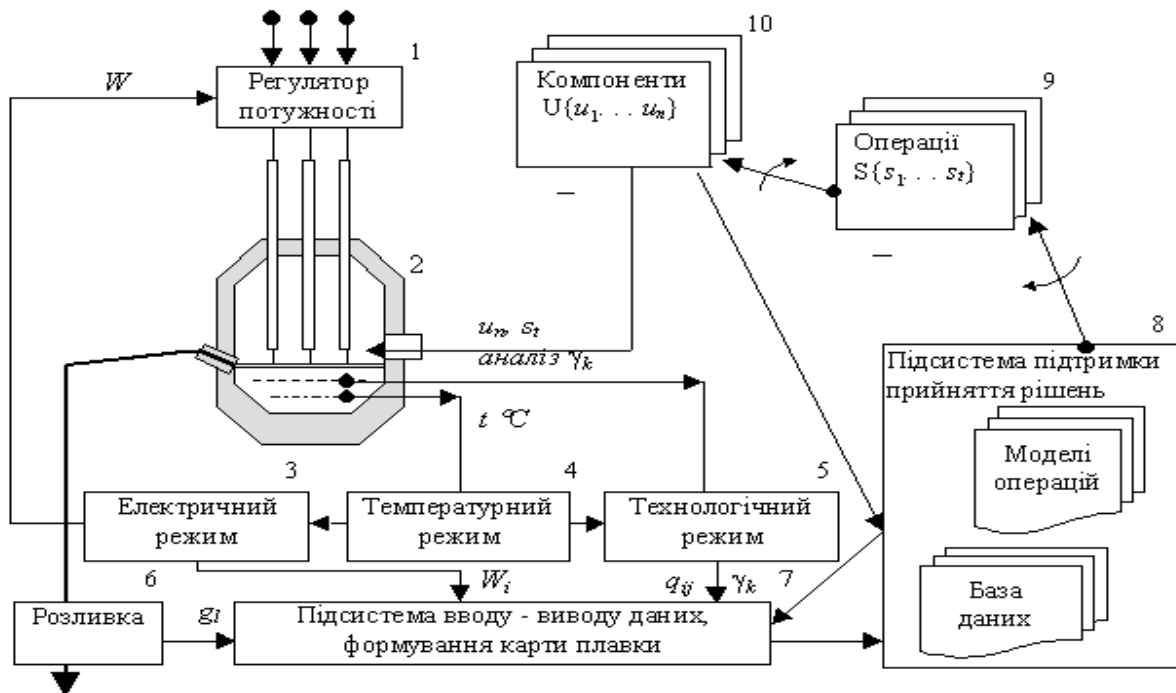


Рисунок 2 – Структура системи підтримки прийняття рішень АСУ ТП:

1 – регулятор потужності; 2 – дугова піч; 3, 4, 5 – регламентні параметри електричного, температурного і технологічного режимів; 6 – розливка металу; 7 – підсистема обліку параметрів плавки; 8 – програмний комплекс підтримки прийняття рішень; 9, 10 – вибір операцій, визначення виду і кількості матеріалів, що завантажуються в піч.

Технологія виплавки сталі в печах різних типів відрізняється застосуванням різних матеріалів для формування шлаку, а також різними скла-

дами шлаків, що утворились під час плавки. Тому вельми важливим є запропонований загальний підхід для урахування особливостей футерівки при моделюванні технологічних процесів, що дозволяє імітувати роботу як з лужними, так і з кислими печами. Після вибору типу процесу автоматично формується масив даних про склад вогнетривких матеріалів. Цей масив слугуватиме надалі для визначення маси речовин, що переходять із кладки печі у ванну.

Кожна із стадій процесу (рис. 2) може бути розглянута окремо, але, завдяки побудові системи за модульним принципом, створено уніфікований програмний модуль, керований подіями, для управління будь-якою із стадій процесу. Головне призначення цього модуля – відлік часу процесу у реальному або прискореному темпі, що дозволяє прогнозувати результати технологічних операцій при управлінні процесом. В модулі виконуються також розрахунки параметрів, що змінюються в процесі проведення тієї або іншої стадії: угар металу, розчинення поду і заправки. Для забезпечення наочності виконується комп'ютерна анімація процесу завантаження матеріалів у піч, процесів кипіння, а також горіння електричної дуги. При “натисканні” на відповідні елементи управління екранної форми імітується виконання операцій аналізу металу або вимірювання температури.

Задача розрахунку матеріального балансу може бути зведена до пошуку рішення, при якому буде виконуватися умова:

$$Y = \sum_{k=1}^n (x_k^0 - x_k^r)^2 \leq \xi,$$

де x_k^0 , x_k^r – загальна маса k -го елемента в печі до і після розрахунку рівноваги; ξ – похибка розрахунку, яка прийнята, виходячи з похибки хімічних аналізів

При цьому $x_k^0 = x_k^{0s} + x_k^{0m}$, де індекси s і m відносяться до шлаку і металу. Аналогічне рівняння справедливе для продуктів (індекс r) металургійних реакцій: $x_k^r = x_k^{rs} + x_k^{rm}$. Пошук рішення полягає у визначенні коефіцієнтів розподілу

$$L_k = \frac{x_k^{rs}}{x_k^0} = \frac{x_k^{rs}}{x_k^r}.$$

З балансових рівнянь одержимо вираз для функції неузгодженості розрахунку матеріального балансу для кожного компонента системи:

$$Y_k = x_k^0 - L_k x_k^0 - x_k^{rm} = x_k^0 (1 - L_k) - x_k^{rm} \rightarrow 0.$$

У даному випадку x_k^{rm} є функцією L_k , тобто $x_k^{rm} = f(L_k)$.

Результати комп'ютерних експериментів показали, що залежність Y_k від коефіцієнтів розподілу L_k близька до лінійної. Виявлена властивість

окремих функцій неузгодженості використовується для прямого пошуку L_k , що забезпечує, на основі таких допущень, потрапляння до області припустимих рішень $Y_k \leq \xi$. Якщо відома в першому наближенні залежність має вигляд:

$$Y_k = a + b L_k,$$

то, прийнявши $Y_k = 0$, одержимо шукане рішення $L_{k(opt)} = -a/b$.

При пошуку рішення з використанням нейронних мереж ефект паралельності обчислень досягається завдяки п'яти нейроконтролерам, кожний з яких формує значення однієї незалежної змінної (рис. 3).

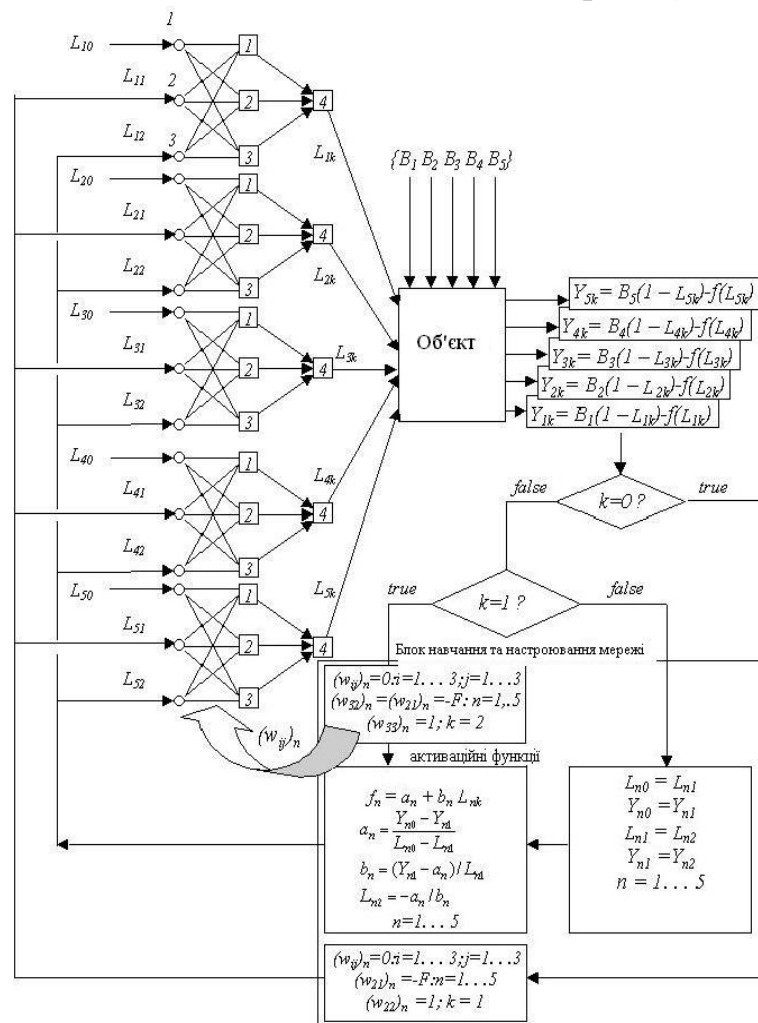


Рисунок 3 – Схема розв’язання рівнянь матеріального балансу і математичного опису рівноваги системи “шлак – метал” стадії окислювання

Активаційною функцією нейрона обрали залежність $f(s)=s_i$, яка проходить крізь початок координат. Вихідний сигнал нейрона формується за правилом:

$$f(s) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } s > 1; \\ s, & \text{якщо } 0 \leq s \leq 1; \\ 0, & \text{якщо } s < 0. \end{cases}$$

Управління виходом нейрона можна здійснювати зміною параметрів w_{ji} , L_{kj} , s^o_i . Наприклад, при значеннях $w_{11}=1$; $w_{21}=w_{31}=0$; $s^o_i=0$ вихідною величиною першого нейрона буде значення L_{10} . При зсуві $s^o_i \leq -1$ і незмінному значенні інших параметрів нейрон формує сигнал, рівний нулю, що перериває зв'язок даного нейрона з наступним шаром. Зазначена властивість нейронної мережі використана для управління процесом ітераційних обчислень. За рахунок “вимикання” окремих нейронів і динамічного підстроювання нейронна мережа функціонує в режимі структурної дискретності.

Перед початком розрахунку обчислюється маса основних компонентів B_j . Ці величини служать для контролю збіжності розрахунку. Розрахунок починається для довільно заданого набору значень L_{j0} . Результатом розрахунку є значення часткових функцій неузгодженості Y_{j0} .

Далі виконується підстроювання і коригування нейронної мережі для формування нового набору незалежних змінних L_{j1} . Поданий на вхід нейронів сигнал передається об'єкту (моделі). Досягнення прийняттого рішення відбувається за 4 звернення до моделі, що у порівнянні з методами градієнтного і випадкового пошуку, менше у 150 разів. Час, що витрачається на розрахунок рівноваги, вже не є лімітуючим чинником у застосуванні розробленого математичного опису в системах підтримки прийняття рішень, а також у складі математичного забезпечення навчальних програм.

Інформаційна структура створеної автоматизованої системи управління навчання персоналу побудована за ієрархічним принципом. Сталевар, який навчається, послідовно проходить відповідні рівні навчання: знань, відтворення, уміння і на останньому етапі за допомогою тренажера отримує знання, які дозволяють йому приймати ефективні рішення щодо управління ТП виплавки сталі.

Автоматизована система навчання персоналу містить дві складові: систему тестування і комп'ютерний тренажер. Останній не тільки формує практичні навички прийняття рішень з управління процесом, але й наочно відображає сутність процесів, що проходять у сталеплавильній печі. Підготовка персоналу за допомогою систем навчання є першим етапом впровадження АСУ технологічних процесів із застосуванням інформаційних технологій для підтримки прийняття рішень. Відночас розроблений тренажер може бути застосований для професійної підготовки студентів ливарного профілю.

Список використаних джерел: 1. Колесникова, Е.В. Математическое описание и расчет равновесия в системе “шлак – металл” / Е.В. Колесникова, Г.В. Кострова // Труды Одес. политехн. ун-та. – Одесса, 2004. – Вып. 2 (22) – С. 139 – 143. 2. Колесникова, Е.В. Апробация компьютерной системы тренинга и обучения сталеваров в условиях реального производства / Е.В. Колесникова, Г.В. Кострова // Материалы 12 семинара “Моделир. в прикл. научн. исслед.” – Одесса : ОНПУ, 2005. – С. 16 – 17.