

УДК 621.3.079

Володимир Козирський, д.т.н., професор; Вікторія Момотюк

Національний університет біоресурсів і природокористування України, Україна

ЕНЕРГООЩАДНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ХЛІБОКОМБІНАТУ

Розроблено структурну схему енергоощадної системи керування із використанням технологій штучного інтелекту. Обґрунтовано доцільність використання нейронних мереж при побудові системи керування на хлібному виробництві та сформовано алгоритм і структуру системи керування процесом випічки хліба.

Енергоощадність, електротехнічний комплекс, нейронні мережі, система керування

Volodymyr Kozyrskiy; Victoria Momotyuk;

ENERGY MANAGEMENT SYSTEM OF ELECTROTECHNOLOGICAL COMPLEX BY THE PRODUCTION OF BREAD

The structural scheme of the energy-saving control system using artificial intelligence technologies is developed. The expediency of using neural networks in the construction of a management system in bread production is substantiated and the algorithm and structure of the bread cereal baking process control system are formed.

Energy saving, electrical engineering, neural networks, control system

Ключовою передумовою для енергоефективного управління електротехнологічним комплексом виробництва хліба є наступна техніко-економічна залежність: якщо енергетичні витрати хлібокомбінату складають 2,5% від сукупних витрат, а його прибуток дорівнює 5% від обороту, то зниження енергетичних витрат на 10% еквівалентно зростанню прибутку на 5%.

Мета досліджень – обґрунтувати, створити та апробувати у виробничих умовах енергоощадну систему керування електротехнологічним комплексом хлібокомбінату.

Матеріали і методика досліджень. Для розробки та аналізу математичної моделі розподілу енергетичних ресурсів хлібокомбінату використано експериментальні дані та перелік основного електротехнологічного обладнання отримано на хлібокомбінаті ТзОВ ”Нові перспективи” с. Варковичі, Дубенського р-ну, Рівненської обл. Інформацію отримано в результаті проведення пасивного експерименту, який проходив протягом 90 діб.

Результати досліджень та їх візуальний вигляд показали, що вимірювані асортиментні та енергетичні параметри змінюються нелінійно, а процеси проходять нестационарно, що значно ускладнює подальші дослідження впливу асортиментного завдання на енергетичні потоки при виробництві хлібопродуктів.

Результати кореляційного аналізу показали неможливість встановлення ступеня лінійного взаємозв'язку між даними важливими показниками виробничих процесів – коефіцієнти кореляції менше 0,3. Отже, встановлено нелінійність та нестационарність процесів, фактичну неможливість формалізувати взаємозв'язки між виробничими параметрами із використанням класичних підходів (лінійного кореляційного аналізу), зокрема між асортиментним завданням та енергоефективністю виробництва.

Тому для синтезу енергоефективних систем управління електротехнологічним комплексом виробництва хлібобулочних виробів, із врахуванням встановленої нелінійності взаємозв'язків між виробничо-економічними параметрами та їх нестаціонарною зміною у часі, доцільно використати теорію нейронних мереж, яка забезпечує ефективність роботи саме при аналізі та оцінці таких процесів: стохастичних, нелінійних, із розмитою інформаційною складовою.

Головна мета системи управління, виходячи із концептуальної структурної схеми та зонної вартості електроенергії, – максимально сконцентрувати використання технологічного обладнання у часові добові «вікна» із мінімальною вартістю електроенергії, відповідно – мінімізувати час роботи електротехнічних агрегатів часи максимальної вартості. Тобто електротехнологічний комплекс повинен працювати в зоні 0,25 тарифу, в години нічного мінімального навантаження енергосистеми (з 23-ї години до 7-ї години); для чого ітераційно застосовано мережу Петрі.

Аналізуючи найефективніший час використання обладнання (тобто набір навчальних даних отриманих на основі мережі Петрі та експериментальних досліджень, при одному із типових асортиментних завдань), можна констатувати, що вартість використаної електроенергії зменшилась на 7,3% (порівняно із лінійним проходженням виконання асортиментного завдання). Ітераційне моделювання включало 24 експертні епохи.

Для подальшої оптимізації вибрали багаточаровий перцептрон (рис.) (MLP 24-10-29) із наступними відносними середньоквадратичними похибками синтезу: тестова – 3,8%, контрольна – 3,6%, перевірочна – 3,2%.

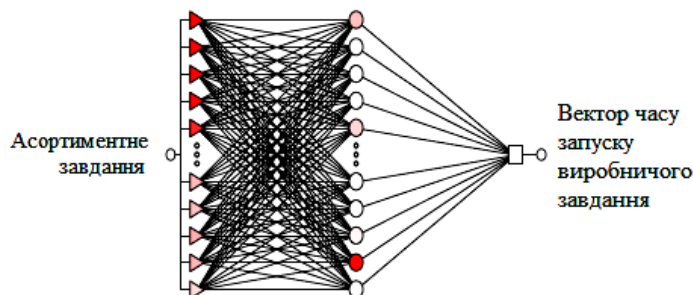


Рис. 1. Архітектура енергоефективної нейромережевої системи управління електротехнологічним комплексом виробництва хлібобулочних виробів

Виробничі дослідження системи управління проводились на реальному підприємстві ТзОВ "Нові перспективи" с. Варковичі, Дубенського р-ну, Рівненської обл., де було встановлено спеціалізоване програмне забезпечення на основі синтезованої енергоефективної інтелектуальної системи. Керування окремими технологічними вузлами забезпечувалось локальними мікроконтролерними системами.

Узагальнені економічні показники оцінки виробничих результатів включення технологічного обладнання, при виконанні асортиментних завдань, згідно зонної вартості електроенергії, на промисловому об'єкті протягом 30 діб підтверджують ефективність та перспективність такого підходу (робота електротехнологічного комплексу хлібокомбінату без врахування зонної вартості електроенергії встановлювалась із використанням попередніх досліджень на цьому ж підприємстві) - відносне зменшення фінансових витрат на функціонування елетротехнолонічного комплексу хлібокомбінату склало 10,47%.