

5. Тсатсаронис Дж. Взаимодействие термодинамики и экономики для минимизации стоимости энергопреобразующей системы / Джордж Тсатсаронис; науч. ред. и пер. с англ. Т.В. Морозюк. – Одесса: Студия «Негоциант», 2002. – 152 с.

Разработана методика для определения эксергетических потерь, эксергетической эффективности и эксергетических критериев выпускного тракта двигателей внутреннего сгорания, которая позволяет оценить эффективность протекания отработанных газов по газовому тракту с учетом всех видов потерь.

Эксергетический анализ, эксергетические потери, эксергетическая эффективность, эксергетические критерии, выпускной тракт, двигатель внутреннего сгорания.

In this article the method by definition of exergy losses, exergy efficiency and exergy criteria of an exhaust manifold of the internal combustion engines is given. This method allows to estimate the efficiency of exhaust gases in the exhaust manifold with taking into account all types of losses.

Exergy analysis, exergy losses, exergy efficiency, exergy criteria, exhaust manifold, internal combustion engine.

УДК 621.31:62.5

НЕЙРОНЕЧИТКА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ВЕНТИЛЮВАННЯМ БІОСИРОВИНИ

**В. С. Федорейко, доктор технічних наук
І. Б. Луцик, І. С. Іскерський, кандидати технічних наук
Тернопільський національний педагогічний
університет імені В.Гнатюка**

Запропоновано спосіб реалізації системи керування процесом вентилювання біосировини на основі нейронечітких технологій. Наведено послідовність визначення режимних параметрів технологічної установки із врахуванням факторів, що впливають на її енергоощадність.

Вентилювання, біосировина, система керування, енергозатрати, нейронечіткі технології.

Комплексність вирішення завдань підвищення якості продукції та зменшення усіх видів затрат на її виробництво потребують перегляду усіх задач вже на етапі проектування систем керування технологічними процесами [2].

Ця проблема є актуальною і для електротехнологічних комплексів

активного вентиляювання зерноскладів, де витрати енергії, у порівнянні з науково обґрунтованими нормами, вищі в середньому на 30 %.

Основною метою системи керування вентиляційною установкою є підтримання температури та вологості біосировини не вище гранично допустимих норм при мінімальних витратах електроенергії. Оскільки задача організації енергоощадних режимів роботи електропривода вентиляційної установки є багатокритеріальною, то реалізувати її раціональне управління можливо шляхом створення інтегрованої технології провадження процесу.

Аналіз наукових робіт у цій області свідчить про те, що класичні методи та моделі діагностування стану біосировини не дають адекватної інформації про функціонування системи. Адже процеси, що відбуваються у насипі зерна характеризуються нелінійною поведінкою, для них характерне виникнення нештатних ситуацій (самозігрівання), їх складно описати математично. В свою чергу нейронні мережі здатні формувати дуже точну апроксимацію для складних недетермінованих нелінійних функцій будь-якої тривалості. Отже, у цих випадках варто використовувати експертні системи на основі нечіткої логіки з реалізацією їх на базі апаратних або програмно-алгоритмічних емуляційних нейронних мереж [3].

Мета досліджень – встановлення раціональних енергоощадних режимів роботи технологічного процесу вентиляювання біосировини за допомогою системи керування шляхом застосування нейронечітких технологій.

Матеріали та методика досліджень. Методом раціоналізації режимів роботи системи керування та підвищення її ефективності, мобільності та гнучкості є застосування адаптивних алгоритмів та нейронечітких технологій. Тому основою проектування цього типу систем керування є конструювання бази знань, методи подання яких ґрунтуються на принципах теорії систем та штучного інтелекту. Кількісною мірою якості функціонування технологічної системи є змішаний критерій її ефективності: якісні показники біосировини та енерговитрати [1].

Результати досліджень. Енергоощадність технології вентиляювання та ефективність роботи системи керування залежить, в першу чергу, від якості контролю процесу. Така система повинна забезпечувати автоматичний поточний контроль параметрів процесу зберігання та техніко-економічних показників роботи вентиляційного обладнання. Тільки на основі повної та оперативної інформації щодо вказаних показників можливе визначення раціональних енергоощадних режимів роботи вентиляційних установок.

Система керування технологічним процесом вентиляювання повинна забезпечувати вирішення двох основних взаємопов'язаних завдань.

1. Аналіз стану сировини для виявлення осередків самозігрівання чи наявності шкідників та визначення необхідних умов для проведення вентиляювання.

2. Вибір режимних параметрів установок активного вентиляювання.

Цільовою функцією керування процесом активного вентиляювання зерна Z_{AB} є мінімізація втрат зерна B_3 , витрат енергії $E_{ав}$ при відповідних обмеженнях за якісними показниками продукту:

$$Z_{AB} = B_3 \wedge E_{AB}, \begin{cases} E_{ав} = f(Q, H_{зу}, m_3) \Rightarrow \min \\ B_3 = f(t_3, w_3, k_{зук}) \Rightarrow \min \end{cases} \quad (1)$$

В основі функціональної схеми розв'язку першого завдання – діагностики стану біосировини, лежить експертна система (рис.1). Оперативна інформація від термодатчиків, дані про температуру та вологість повітря, результати розрахованих значень та параметрів заносяться у базу даних з метою їх подальшого використання для прогнозування процесу самозигрівання.

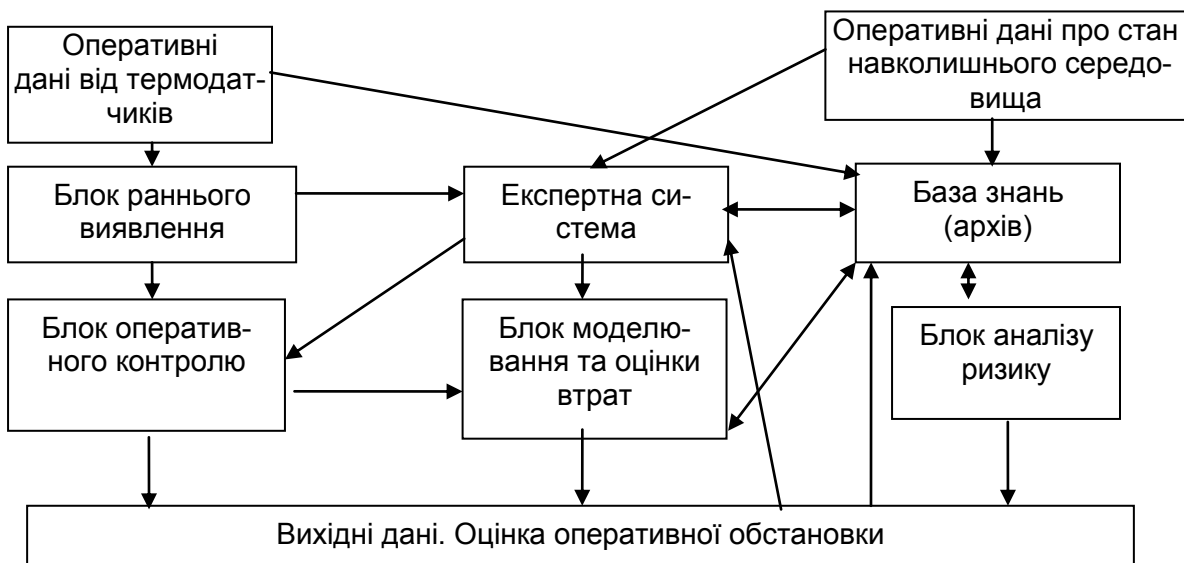


Рис 1. Функціональна схема розв'язку задачі діагностики

Реалізувати ефективну систему діагностики стану біосировини за умов недостатності вимірювальної інформації можна на основі використання технології Data Mining – процесу підтримки прийняття рішень, які ґрунтуються на пошуку у наявних даних прихованих закономірностей. За цією технологією, використовуючи механізми віртуальних датчиків, можна встановити не тільки поточні значення температур, а й загальну тенденцію зміни градієнта температури в насипі на відстані від осередку самозигрівання.

Оцінювання отриманих даних за допомогою експертної системи дозволяє прогнозувати розвиток самозигрівання.

Також доцільним є використання гібридних адаптивних нейронечітких систем (ANFIS) і для розв'язання задач допустимості проведення вентилявання та диференціації швидкісних режимів електропривода вентилятора. Адже в цих випадках діапазон допустимих значень також є нечітко визначеним і змінним в умовах впливу різноманітних збурень, до яких належать фактори: абіотичні – температура і вологість повітря; технологічні – зміна продуктивності вентилятора та вологості чи температури зерна; біологічні – наявність шкідників [1].

Визначення умов проведення активного вентилявання здійснюється на основі модуля, сформованим за каскадним методом і який складається з двох fuzzy-систем, реалізованих на основі алгоритму *Sugeno* (рис.2.а):

– підсистеми визначення відносної вологості повітря $w_{n.в.}$, що здійснюється на основі параметричної залежності, яка формується згідно з психрометричною таблицею:

$$w_{n.в.} = f(t_{n.м.м.}, \Delta t_{n.м.}) , \quad (2)$$

де $\Delta t_{n.м.}$ – різниця значень температури за мокрим $t_{n.м.м.}$ і сухим термометром;

– підсистеми визначення рівноважної вологості зерна проводиться на основі даних відносної вологості повітря $w_{n.в.}$ та температури зерна $t_з$:

$$w_{п.з.} = f(t_з, w_{n.в.}) \quad (3)$$

Для встановлення мінімальної кількості термів, які б адекватно дозволили відтворити діапазон значень вхідних змінних, проведена кластеризація розподілу даних. Подальше тестування та перевірка роботи навчених систем довели їх адекватність, адже середньоквадратична похибка становила не більше 0,35 % (рис. 2,б).

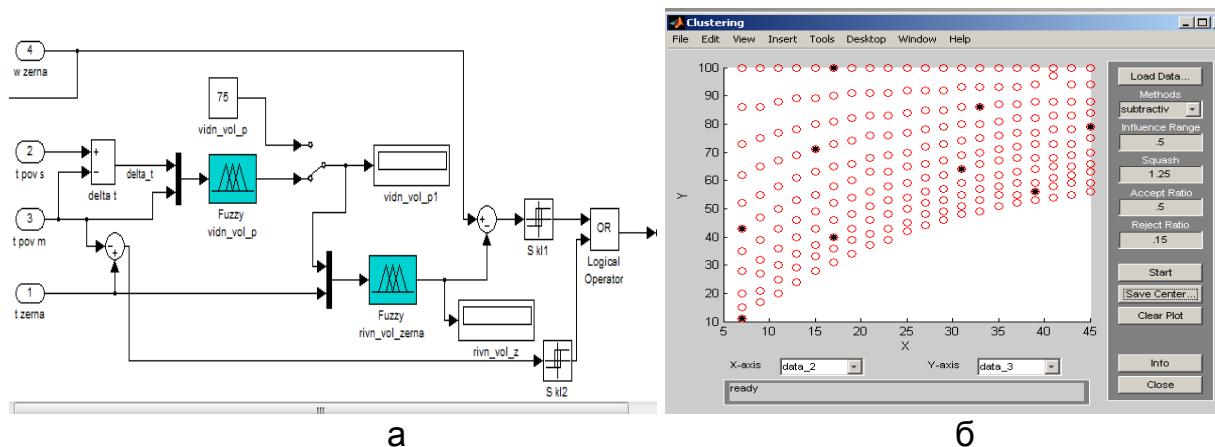


Рис. 2. Модуль визначення умов проведення активного вентилявання:
 а – блок визначення рівноважної вологості зерна;
 б – визначення центрів кластерів розподілу даних

Для вирішення завдання вибору режимних параметрів установок активного вентилявання необхідно визначити продуктивність вентилявання (Q , м³/год), яка залежить від маси зернового насипу, вибору режиму вентилявання згідно зі значеннями детекторів зараженості та самозігрівання й основних теплофізичних характеристик зерна певної культури (теплопровідності – λ , температуропровідності – a , тепловіддачі – α):

$$Q = f(m_з, R, \lambda, \alpha, a) . \quad (2)$$

При цьому потрібно проводити корекцію необхідного напору з урахуванням опору насипу зерна, для врахування яких використана fuzzy-

система, формування баз знань якої здійснено на основі експериментальних даних для досліджуваних культур (ріпаку, пшениці, кукурудзи) (рис. 3).

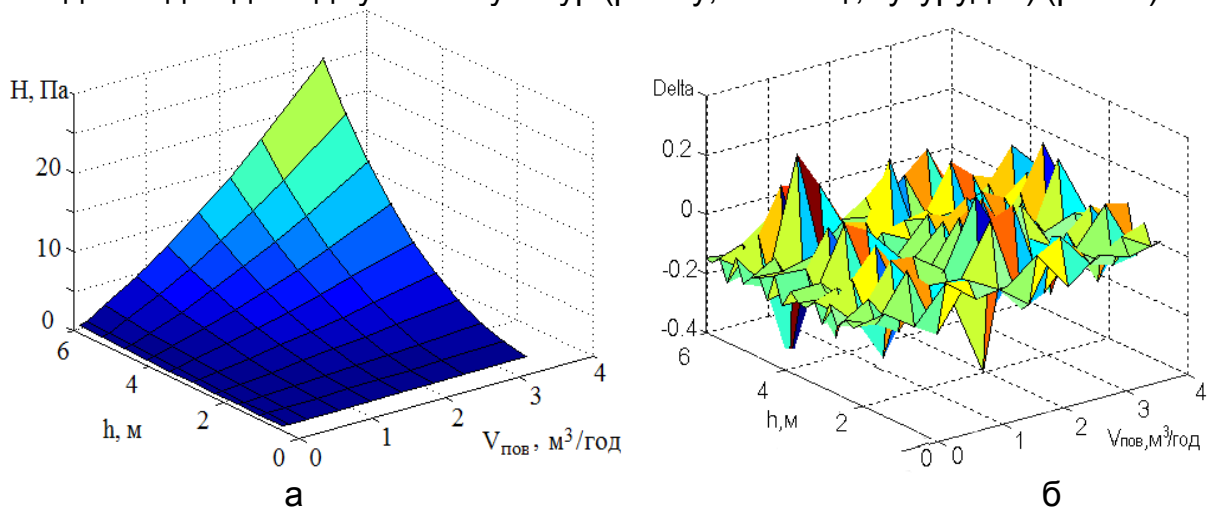


Рис. 3. Результати навчання системи визначення опору насипу кукурудзи: а – відтворена поверхня залежності опору насипу зерна; б – поверхня похибок

Продуктивність вентиляційного комплексу Q , згідно з аналізом норм вентилявання свідчить, що діапазон значень нечіткий і доволі розмитий. Це підтверджує коректність рішення щодо застосування засобів штучного інтелекту для визначення оптимальної продуктивності вентилятора. Отже, нечіткі системи реалізують вибір продуктивності вентилявання відповідно до вибраних режиму та зернової культури (рис. 4).

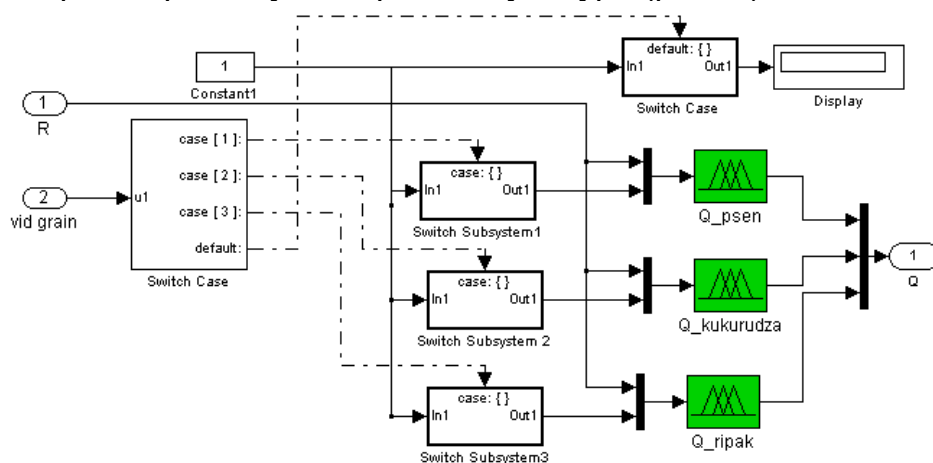


Рис. 4. Підсистема визначення продуктивності вентилятора

Таким чином, розроблена система керування проводить обробку інформації від датчиків температури, значень вологості зерна і повітря та показника зараженості зерна з певною дискретністю у часі. За допомогою окремих модулів спочатку перевіряють допустимість проведення вентилявання (визначення рівноважної вологості зерна). Після цього вибирають режим вентилявання згідно зі значеннями детекторів зараженості та самогрівання. На їх основі встановлюється необхідна продуктивність вентилятора із врахуванням втрат напору, що відбувається через опір зер-

нового шару. Сигнал від системи керування є задатчиком для частотного регулятора асинхронного електродвигуна привода вентилятора.

Основною проблемою програмної реалізації алгоритмів на базі нечіткої логіки та нейронних мереж є необхідність обробки великого обсягу інформації в реальному часі. Тому, для підвищення швидкодії нейрорегуляторів використовується апаратна реалізація їх алгоритмів. У таких випадках доцільним є використання мікроконтролерів, що поєднують аналоговий і цифровий принцип дії і програмовані користувачем як чисті цифрові схеми з мажорунням. До таких схем належать інтегральні схеми OMRON FP-3000, TOGAI-Infra Logic F 110, які легко підключаються до датчиків і виконавчих механізмів.

Ефективність функціонування системи керування швидкісними режимами роботи комплексу активного вентилявання, яка реалізована на базі мікроконтролера AT91SAM7XC512 з використанням програмного забезпечення, що розроблено на основі створених нами алгоритмів підтверджено тестуванням, яке здійснювалось як на базі експериментальної моделі, так і безпосередньо у виробничих умовах. Результати виробничих випробувань довели, що енергоспоживання процесу вентилявання при визначених швидкісних режимах продуктивності вентилятора знизилася на 29 %, тобто на 1/3 менше, ніж при нерегульованому способі.

Висновки

Розроблено систему керування процесом вентилявання біосировини на основі використання адаптивних гібридних нейронних мереж. Середня похибка навчених систем не перевищувала 0,35 %.

Апробація визначених швидкісних режимів вентилявання, які реалізуються з використанням системи керування, виявила, що тривалість вентилявання зерна може бути скорочена на 15–50 % залежно від метеорологічних умов та виду зерна, а енерговитрати знижені на 30 %

Список літератури

1. Луцик І.Б. Вплив швидкісних режимів установок активного вентилявання на біологічні процеси в зерновому насипі / І. Б. Луцик // Науковий вісник НУБіП України. – 2013. – Вип. 184. – С. 246–251.
2. Федорейко В.С. Енергоефективне керування електроприводом технологічних установок / В. С. Федорейко, І. Б. Луцик, І. С. Іскерський // Світлотехніка й електроенергетика: проблеми, перспективи : IV міжнар. наук.-техн. конф., 24–25 квіт. 2012 р., Тернопіль, 2012. – С. 121–123.
3. Федорейко В.С. Моніторинг температури у зерносховищах на основі нейротехнологій / В.С. Федорейко, І. Б. Луцик // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 24, т. 4. – С. 139–148.

Предложен способ реализации системы управления процессом вентилирования биосырья на основе нейронечетких технологий. Представлена последовательность определения режимных параметров технологической установки с учетом факторов, влияющих на ее энергосбережение.

Вентилирование, биосырье, система управления, энергозатраты, нейронечеткие технологии.

Are proposed The method of implementation system of control of process of ventilation raw materials based on neuro-fuzzy technology. Are presented the sequence of determination of regime parameters of systems active ventilation, taking into account factors affecting its energy efficiency.

Ventilation, raw materials, control system, energy costs, neuro-fuzzy technology.

УДК 516.9

ЗАСТОСУВАННЯ АЛГОРИТМУ ФЛОЙДА-УОРШОЛЛА ПРИ МОДЕЛЮВАННІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

***В.О. Качурівський, кандидат педагогічних наук
ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»***

Розглянуто питання моделювання плану роботи електротехнічних служб при проведенні технічного обслуговування об'єктів енергетичних систем. Визначено способи застосування інформаційних технологій при побудові графа електротехнічних об'єктів. Проведено програмування розрахунків найкоротших відстаней між вершинами графа та описано методику вибору оптимальних маршрутів доступу до електротехнічних об'єктів.

Моделювання, алгоритм Флойда-Уоршолла, граф, оптимальні шляхи, програмування, інформаційні технології.

Організація роботи підрозділів районних електричних мереж (РЕМ) з технічного та сервісного обслуговування устаткування для постачання електроенергії, зокрема щодо визначення оптимального порядку та послідовності виконання різних операцій, займає значне місце в енергетиці [2].

При плануванні роботи електротехнічної служби з обслуговування об'єктів енергетичних систем особливу увагу заслуговує задача розробки маршрутів під'їзду до них. Розгорнута сітка автомобільних доріг визначає велику кількість можливих маршрутів доступу до електротехнічних об'єктів, тому постає проблема оптимізації маршрутів пересування, які скорочують матеріальні затрати підприємства, що у свою чергу веде до економії коштів та підвищення рентабельності енергетичних систем.

Окрім того, визначені шляхи та час, затрачений на переміщення по них, може бути використані при плануванні денного чи тижневого обсягу робіт бригади з технічного чи сервісного обслуговування енергетичної системи.