

АВТОМАТИКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО- ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

УДК 664.03

В. В. Кухарчук, д-р. техн. наук, проф.; **В. В. Богачук, канд. техн. наук, доц.;**
В. Ф. Граняк; А. С. Ніколаєв

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗУВАННЯ ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ ВМІСТУ ВОЛОГИ У КІНЦЕВОМУ ПРОДУКТІ У ВИРОБНИЦТВІ ВЕРШКОВОГО МАСЛА

Проведено аналіз перспективності використання різних моделей прогнозування стохастичної системи визначення вологості вершкового масла для компенсації затримки надходження інформації про стан технологічного об'єкта та виділені основні фактори появи похибки роботи системи автоматичного керування маслосбивачем на етапі прогнозування поточного значення вмісту вологи у напів-готовому продукті.

Вступ

Підвищення якості, а отже конкурентоспроможності продукції є одним з основних напрямків розвитку вітчизняної промисловості. Особливо гостро ця проблема стоїть у виробництві продуктів харчування, до яких, відповідно до закону України «Про безпечність та якість харчових продуктів» висуваються особливо жорсткі вимоги. Значну частину підприємств переробної галузі АПК України становлять підприємства, що виробляють вершкове масло, тому підвищення його якості є важливою науково-технічною задачею.

Постановка задачі

Оскільки якість вершкового масла значною мірою визначається його вологістю [1], то розробка засобів забезпечення стабільності вмісту вологи у цьому продукті є актуальною задачею. А так як виробництво вершкового масла на потужних молокопереробних підприємствах здійснюється, в основному, на технологічних лініях, що виконані на базі маслосбивачів безперервної дії [2], то розробка систем керування цими агрегатами, які б забезпечували високоточну стабілізацію вологості, є одним із пріоритетних завдань.

Як було показано у [3], важливою проблемою у реалізації прецизійних систем стабілізації вологості є значне запізнення інформації про стан об'єкта контролю, пов'язане із неможливістю вимірювання останньої безпосередньо на виході маслосбивача, у якому здійснюється вплив на вологість вихідного продукту. Тож побудова універсальної адаптивної моделі прогнозування, яка була б інваріантною до особливостей технологічного обладнання, дало б можливість підвищити точність роботи за рахунок нівелювання похибки, що вноситься допусками у конструктивне виконання робочих органів, та значно підвищити швидкодію автоматичного керування.

Аналіз шляхів розв'язання задачі

На сьогоднішній день відома авторегресійна модель прогнозування параметрів стохастичних неперервних систем, якою по суті є технологічна лінія на базі маслосбивача безперервної дії. Загальний вигляд математичної моделі авторегресії [4]

використання такої структури керування (блок-схема якої показана на рис. 1) дає можливість значно збільшити швидкодію системи.

Така структура передбачає наявність у системі двох входів, на які надходить інформація про поточну вологість продукту на виході сопла шнекового механізму та поточне прискорення приводного двигуна маслосбивача. Це забезпечує можливість врахувати як поточний стан вологості продукту, так і робити висновки про майбутню швидкість зміни цього параметра. Інформація з входів, попередньо перетворена у двійковий код, надходить на нейрон-нечіткий регулятор, де на основі нейрон-нечіткої моделі, здійснюється прогнозування. Прогнозоване значення надходить на числовий перетворювач, де здійснюється корегування сигналу задання системи керування, на повертається у нейрон-нечіткий регулятор інформація про значення похибки попереднього прогнозу.

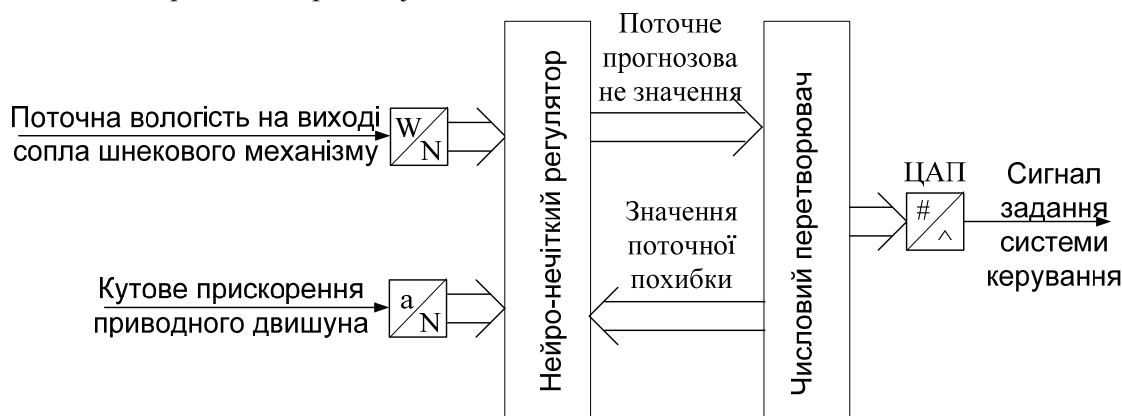


Рис. 1. Блок-схема структури керування процесом виробництва вершкового масла в технологічній лінії на базі маслосбивача безперервної дії

Загалом нейронна мережа є штучним аналогом людського мозку. Тому її основні складові компоненти, що за аналогією мають назву нейронів, здатні виконувати певні функції з обробки інформації, яка до них надходить. Нейрони згруповані в шари і мають численні взаємозв'язки з будь-якими нейронами як свого шару, так і багатьох інших шарів. Виходом нейрону є стан його активності, рівень якого визначається за формулою [7]:

$$a_i(t + \tau) = Y_j \cdot \omega_{ij} \cdot a_j(t) + x_j(t),$$

де ω_{ij} – вага зв'язку нейрона i з будь-яким іншим нейроном j мережі; Y_j – стан входів нейрону j , пов'язаного з нейроном i мережі у певний момент часу t ; $a_j(t)$ та $a_i(t + \tau)$ – стан активності нейронів j та i у певний момент часу (t та $(t + \tau)$), відповідно; $x_j(t)$ – довільний зовнішній чинник, що діє на j -й нейрон.

Вхідні сигнали надходять до нейронів першого шару, які після обробки даних передають інформацію на наступний шар і т. д. Нейрони останнього шару спрямовують інформацію на виходи мережі. Отже, у випадку використання нейрон-нечіткої мережі немає потреби мати чітке уявлення про структуру об'єкта та особливості його внутрішніх зв'язків, що дає можливість відмовитися від розробки типової моделі, з усіма перерахованими вище її недоліками. Необхідно лише надати мережі конкретні носії інформації або їх сукупності, тобто приклади, в яких певним входам відповідають певні виходи системи. Нейро-нечіткі мережі здатні самостійно знаходити взаємозв'язки всередині системи, що є аналогом бази даних у нечітких моделях, використовуючи для цього прийоми математичної обробки вихідної вибірки, яка є масивом реальних експериментальних даних. Цей процес має назву навчання нейрон-нечіткої мережі. Нейро-нечітка мережа в автономному режимі вишукує саме таку вагу зв'язків між нейронами, яка б дозволила отримати на виході із неї результати максимально подібні до тих, що отримані в реальному експерименті. Як наслідок, створюється певна математична модель досліджуваного об'єкта, яку достатньо важко чітко описати, оскільки вона «закодована» у зв'язках між нейронами мережі. Разом з тим, розроблена модель надзвичайно ефективно функціонує і реально прогнозує результати, дуже близькі до тих, які отримуються

експериментально. Крім того, нейронна мережа здатна апроксимувати складні нелінійні функціональні залежності у завданнях діагностики, прогнозування, ідентифікації тощо.

Причому позитивною властивістю нейро-нечіткої системи є можливість адаптивного навчання в процесі роботи, яке ґрунтується на мінімізації середніх квадратичних помилок прогнозу. Тож, ця система, так як і моделі динамічних рядів, дозволяє адаптуватися до змінних технічних умов, а отже, залишається адекватною протягом усього часу функціонування технологічної лінії.

Тож, виходячи з поданого аналізу, очевидно, що нейро-нечітка модель характеризується найменшою методичною похибкою прогнозування. Тому її використання в технологічних лініях на базі масложивачів неперервної дії є найперспективнішим.

Висновки

1. Встановлено, що для роботи системи автоматичного керування масложивачем безперервної дії із затримкою інформації про стан технологічного об'єкта доцільним є врахування як конструктивних особливостей конкретної технологічної лінії, так і динамічної зміни цих показників у часі.

2. Показано доцільність застосування нейро-нечіткого моделювання для стабілізації вмісту вологи у вершковому маслі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бажанов В. А. Зависимость относительной диэлектрической проницаемости сливочного масла от степени дисперсности водяной фазы / В. А. Бажанов, Б. В. Корнелюк. — Ярославль, 1970. — 10 с.
2. Панфилов В. А. Машины и аппараты пищевых производств / В. А. Панфилов. — М. : Высшая школа. — 2001. — 703 с.
3. Богачук В. В. Розробка системи керування електропривода масложивача безперервної дії з урахуванням запізнення отримання інформації про стан технологічного об'єкта. / В. В. Богачук, В. Ф. Граняк — Матеріали I Міжнародної конференції «Оптимальне керування електроустановками — 2011». [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://conf.vntu.edu.ua/energo/2011/>.
4. Мокін Б. І. Математичні методи ідентифікації електромеханічних процесів / Б. І. Мокін, В. Б. Мокін, О. Б. Мокін — Вінниця : Універсум-Вінниця, 2005. — 300 с.
5. Берлинер М. А. Измерение влажности. — 2-е изд., перераб. и доп. / М. А. Берлинер. — М. : Энергия, 1973. — 420 с.
6. Стохастичне прогнозування. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://buklib.net/component/option,com_jbook/task,view/Itemid,99999999/catid,202/id,9387/.
7. Прогнозування на основі нечіткої логіки і нейронних мереж та основні напрямки його використання у практиці гігієнічних досліджень. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.health.gov.ua/Publ/conf.nsf/0/d29da1b5c2387a39c2256dc60040b398?OpenDocument>.
8. Стохастичне прогнозування. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : http://buklib.net/component/option,com_jbook/task,view/Itemid,99999999/catid,202/id,9387/.
9. Прогнозування на основі нечіткої логіки і нейронних мереж та основні напрямки його використання у практиці гігієнічних досліджень. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.health.gov.ua/Publ/conf.nsf/0/d29da1b5c2387a39c2256dc60040b398?OpenDocument/>.

Рекомендована кафедрою теоретичної електротехніки та електричних вимірювань

Стаття надійшла до редакції 17.01.12

Рекомендована до друку 25.01.12

Кухарчук Василь Васильович — завідувач кафедри теоретичної електротехніки та електричних вимірювань;

Богачук Володимир Васильович — доцент кафедри відновлювальної енергетики та транспортних електричних систем і комплексів;

Граняк Валерій Федорович — студент Інституту магістратури, аспірантури та докторантури;

Ніколаєв Андрій Сергійович — студент Інституту радіотехніки, зв'язку та приладобудування.

Вінницький національний технічний університет, Вінниця