

де ξ_1, η_1 – нові довільні функції. Виразимо Φ_2, Ψ_2 із (6) та підставимо в (5). Одержимо структуру розв'язку:

$$\begin{aligned} T &= \Phi_1 - \omega D_1 \Phi_1 - \beta_{11} \omega \Phi_1 - \beta_{12} \omega \Psi_1 + \alpha q_1, \\ U &= \Psi_1 - \omega D_1 \Psi_1 - \beta_{21} \omega \Phi_1 - \beta_{22} \omega \Psi_1 + \alpha q_2. \end{aligned} \quad (7)$$

У формулах (7) Φ_1, Ψ_1 – невизначені компоненти, незалежно від вибору яких, межові умови (2) задовольняються точно. Свободою у виборі функцій Φ_1, Ψ_1 можна скористатися для задовільнення системи диференціальних рівнянь (1) варіаційним або проєкційним методами.

М.І. Погожих, д-р техн. наук, проф. (*ХДУХТ, Харків*)

М.А. Чеканов, канд. техн. наук, доц. (*ХДУХТ, Харків*)

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Розвиток сучасних харчових виробництв неможливий без створення нового устаткування та оптимізації існуючих технологічних процесів. Для забезпечення енергоефективності процесів використовується системний підхід, який містить у собі такі заходи: визначення, вимірювання, аналіз, покращення та управління.

Під час дослідження енергоефективності існуючого устаткування спочатку необхідно провести вимірювання процесних характеристик (температура, тиск, об'єм, витрата та ін.), визначити основного споживача енергії та характер її споживання. За сукупністю цих дій можна визначити ефективність витрати енергії та напрям модернізації для забезпечення оптимізації існуючих технологічних процесів.

Заходи, які вживаються для збільшення енергоефективності поділяють на активні та пасивні. До пасивних належить заміна застарілих пристроїв новими з більшим коефіцієнтом корисної дії, з низьким енергоспоживанням, більшим ресурсом роботи, покращеною тепловою ізоляцією устаткування тощо. До активних заходів належить насамперед забезпечення автоматичного контролю та алгоритму управління процесом. Для цього використовують сучасні комп'ютерні та мікропроцесорні системи керування устаткованими датчиками з оберненим зв'язком та аналого-цифровими та цифро-аналоговими перетворювачами, оскільки сьогодні вони стали одним із найбільш дешевих, швидких та безпечних способів збирання та обробки інформації, з її подальшим використанням. Постійний розвиток

мікропроцесорних систем, створення нової елементної бази дозволяє частково або повністю автоматизувати контроль та створити алгоритм управління процесами та апаратами харчових виробництв, що дозволить підвищити їх енергоефективність та безпечність.

Аналіз і раціоналізація технологічних процесів харчових виробництв, ефективне управління різними агрегатами, машинами, механізмами вимагають численних вимірів різноманітних фізичних величин. Для вимірювання основних параметрів устаткування, що досліджується, використовуються датчики прямих і непрямих вимірювань. Датчик це пристрій, що перетворює вплив будь-якої фізичної величини на сигнал, зручний для подальшого використання. Датчики бувають різних типів, розрізняються за способом дії. Показники отримуються із сигнального, регулюючого або керуючого пристрою, що перетворює контрольовану величину (температуру, тиск, частоту, силу світла, електричну напругу, силу струму тощо) на сигнал, зручний для вимірювання, передачі, зберігання, обробки, реєстрації, а іноді й для впливу на керовані процеси.

Алгоритм контролю та управління процесом дозволяє розв'язувати задачі із енергоефективності технологічних процесів прямим методом, тобто змушувати працювати обладнання в режимі енергоспоживання, достатньому для здійснення механічної роботи, підведення теплової, електромагнітної, радіаційної енергії.

Зворотний зв'язок та мікропроцесорна техніка при цьому виконують роль своєрідного «мозку», який автоматично вирішує завдання оптимізації процесу. За такого способу керування та автоматизації технологічним процесом виключається необхідність розв'язання складних теоретичних задач або отримання великих масивів експериментальних даних.

Запропонований алгоритм автоматизації та управління керування апаратом можна здійснити використовуючи, наприклад, 1-Wire інтерфейс, розроблений фірмою «Dallas Semiconductor Corp». Однопровідна мікромережа складається з мікропроцесора адаптера, який можна запрограмувати безпосередньо, або під'єднати через COM, або USB-порт до комп'ютера та здійснювати управління програмно.

При цьому під час роботи системи автоматизації можна реєструвати експериментальні дані з усіх датчиків з великою дискретністю та за необхідності виводити отримані експериментальні залежності досліджуваних величин на дисплей комп'ютера в режимі реального часу. Запропоновану схему автоматизації можна зібрати, використовуючи адаптери DS9097U-009 або DS9490R, датчики температури DS18B20, вологості DS2406 та модуля керування навантаженням DS2413P. Залежно від топології мікромережі можна монтувати систему автоматизації та

управління довжиною до 3 метрів, без зовнішнього живлення – до 10 датчиків. Якщо використовувати зовнішнє живлення, довжина мікромережі за необхідності може досягати до 300 метрів та до 250 датчиків. Як можна побачити, за такої кількості активних датчиків можна досліджувати будь-яке устаткування або технологічний процес харчової промисловості в режимі реального часу. Це дозволить підвищити енергоефективність та керування технологічними процесами з урахуванням використання сучасної елементної бази. Запропонований алгоритм контролю та апаратного управління, можна здійснити за допомогою 1-Wire мікромережі з використанням елементної бази «Dallas Semiconductor Corp».

О.Л. Романовська, асист. (*ЧТЕІ КНТЕУ, Чернівці*)

ВПЛИВ БОРОШНА «ЗДОРОВ'Я» ТА ПОРОШКУ КЕРОБУ НА ТЕПЛОМАСООБМІННІ Й ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ПІД ЧАС ВИПІКАННЯ БІСКВІТНИХ НАПІВФАБРИКАТІВ

Визначенням теплофізичних характеристик харчових продуктів в Україні займаються не так багато вчених. Головною проблемою таких досліджень є складність розв'язку диференціальних рівнянь, якими описується теплове поле і сам тепловий процес. Широкого використання набув метод, розроблений О.В. Ликовим з визначення теплових коефіцієнтів та розв'язку диференціального рівняння теплопровідності в процесі нагрівання тіла тепловим полем, що описується лінійною функцією часу.

Метою нашого дослідження є комплексне дослідження ТФХ бісквіту під час його випікання з використанням універсального вимірювального комп'ютерного приладу.

Об'єктом дослідження є бісквітне тісто: зразок № 1 – контроль «Бісквіт основний», зразок № 2 – з заміною борошна пшеничного вищого гатунку на 30% борошна «Здоров'я», зразок № 3 – контроль «Бісквіт з какао», зразок № 4 – з заміною борошна пшеничного вищого гатунку на 30% борошна «Здоров'я» та 100 заміною какао на порошок кербу. Дослідження проведені з використанням універсального вимірювального комп'ютерного приладу за методом розігрітого циліндра

Об'єкти дослідження відносяться до вологомістких харчових продуктів. При поміщенні таких об'єктів у стаціонарне теплове поле в напрямку до їх центру сферично розповсюджується фронт теплової хвилі. Характер теплового фронту оцінюємо через критерій Біо.

Як видно із таблиці перший фронт теплового поля слабо проникає в зразок № 1, крім того цей зразок має сильну відмінність середнього значення критерію Біо і кінцевого.