

METHODOLOGICAL CONCEPTIONS FOR DEVELOPMENT OF CONTROL FOR MULTIASSORTMENT TECHNOLOGICAL PLANT

V. Ivashchuk, A. Ladanyuk

National University of Food Technologies

Key words:

multiparametric control, model, product range, production

ABSTRACT

Multiproduct plant is a characteristic for most of main productions of food industry. However, the methods, which had been practically implemented, had been designed for either batch processes or processes, which have statically stability characteristics of raw materials and semi-finished products, what is not peculiar characteristic for processing of organic raw materials. Therefore, urgent task is formalizing of control methods of dynamically processes for simplification of methods, and adjustment them when the assortment of plant will be changed, when the range of variation of target variable of process will be expanded. The approach, which had been proposed, is using a technique of multiparametric control, which is improving the characteristics of transition process in the task for change of significance. The conditions for selection of control methods, which are taking into account the characteristics of the control object, had been pointed. The conditions, for a stable ascent obtaining to the target values of the process variables of the object, had been noted.

Article history:

Received 1.09.2015

Received in revised form

25.09.2015

Accepted 1.10.2015

Corresponding author:

Ladanyuk@ukr.net,

ivaschuk@nuft.edu.ua

МЕТОДОЛОГІЧНІ КОНЦЕПЦІЇ РОЗВИТКУ КЕРУВАННЯ БАГАТОАСОРТИМЕНТНИМИ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ВИРОБНИЦТВАМИ

В.В. Іващук, канд. техн. наук,

А.П. Ладанюк, д-р техн. наук[®]

Національний університет харчових технологій

Багатоасортиментне виробництво є характеристикою основних виробничих комплексів харчової галузі, однак методи, що практично реалізуються, розраховані або на періодичні процеси або на процеси із статично стійкими характеристиками сировини та напівфабрикатів, що не є властивими для характеристик переробки органічної сировини. Основою статті є практичне застосування методів багатоасортиментних виробництв, де вказано на недоліки та обмеження існуючих систем керування. Запропоновані підходи використовують методику багатопараметричного керування, що дозволяє покращити характеристики перехідного процесу в задачах зміни завдання.

Ключові слова: багатопараметричне керування, модель, асортимент, виробництво.

Вступ. Збільшення асортименту виробництва є актуальною задачею для представників великого та середнього бізнесу. Технологічні процеси, що можуть бути задіяні для виробництва багатоасортиментних продуктів, досить поширені, а галузі, в яких вони впроваджені впевнено лідирують серед пропозицій на ринку. Тут можна відзначити молочні вироби та хлібопродукти, продукти переробки фруктів.

Поширення асортиментних виробництв сповільнюють складні, зв'язані, за технологічними змінними, процеси. Їх опис залишається недостатньо визначенім, а побудові нових агрегатів передують масштабні експериментальні випробування з метою перевірки можливості забезпечувати процеси регламентними характеристиками.

Практикою доведено, що пропозиції нових продуктів часто призводять до використання нових комплексних рішень, які не використовують нових принципів чи процесів, але здійснюють розшарування продуктів у певній асортиментній групі.

Так, широкий розвиток набуло асортиментне виробництво штучної продукції, яка формується подійно-орієнтованими сценаріями. В цьому напрямку, перевага бізнесу належить виробництвам, що орієновані на операція сировиною та процесами зі стабільними характеристиками і стійкими параметрами стану. Прикладами таких виробництв є лікерогорілчані, безалкогольні та слабоалкогольні напої, виробництво солодощів, морозива.

В той самий час великі підприємства, що характеризуються значною кількістю динамічних процесів та багатозв'язністю параметрів, рахують збитки через динаміку ринкового попиту.

Так, для систем багатоасортиментного керування актуальною задачею залишається побудова та підтримка адекватності математичних моделей, що враховують динаміку процесів, для реалізації керування визначеними параметрами стану. В силу необхідності побудови математичних моделей, що вимагають глибокого дослідження об'єкта та оцінки емпіричних залежностей, керування такими об'єктами досі не набуло широкого розповсюдження.

Широкий загал робіт за багатоасортиментним виробництвом цілком присвячений застосуванню диференціальних автоматів та забезпеченням дискретних процесів обробки та зміні структури виробництва [1]. Багато публікацій, що створюють передумови багатоасортиментного виробництва, окреслюють існування єдиної гнучкої моделі, яка представляє складну залежність в єдиному, основному каналі керування [2, 3]. В публікаціях розглядається питання розвитку систем автоматичного управління, об'єктивна обумовленість реалізації ними функції прогнозування, її зв'язку з іншими функціями систем автоматизованого управління (САУ), особливості моделей об'єкта, що вимагають прогнозуючого керування [4].

Реалізований ковзний режим керування, що дозволяє спрощувати зміну апроксимуючого функціоналу, в межах його адекватності для відповідного розмаху зміни аргументів.

Нажаль складність перетворень, що необхідні для представлення міжпараметричної залежності, залишає проблему практичного застосування актуальною, осікльки, складність апроксимуючих поліномів створює проблеми з параметричною ідентифікацією. Динамічні похибки, що виникають при використанні пошукових алгоритмів ідентифікації параметрів полінома, зводять нанівець застосування алгоритму управління за моделлю.

Мета дослідження. Необхідною задачею є спрощення методології керування багатоасортиментним виробництвом за моделлю, розкриття особливостей, щодо методів пониження складності перетворення моделі в задачах керування, об'єктами зі змінною характеристиками виробництва. Реалізація мінімуму динамічної похибки при супроводженні керування асортиментом продуктів.

Матеріали та методи. Для більшості випадків керування багатоасортиментними виробництвами харчової промисловості досі застосовуються одномірні регулятори за найбільш впливовим параметром, де регламентовані значення параметрів процесу зберігаються у вигляді таблиці рецептів. В той час, як забезпечити необхідне значення цільового параметру можливо компенсацією відхилень некерованих змінних, внаслідок чого діапазон керування обраним параметром збільшується. Для випадку діапазону варіювання змінних, що призводить до суттєвої похибки через нелінійний характер реальних залежностей, відбувається втрата адекватності моделі. В цьому випадку, застосування типових алгоритмів керування приведе до зростання статичної помилки цільового параметру відносно завдання. Використання каскадного керування дозволяє подолати присутнє в більшості об'єктів харчової галузі стало часу, що за своїм значенням обґрунтуете незадовільну, для об'єкта, величину динамічної похибки. Разом з тим, існують об'єкти, де змінна, що б мала утворити канал керування із цільовою вихідною змінною, недоступна для керуючих діянь. Такими характеристиками можна відмітити агрегати, що працюють під вакуумом; де відсутня можливість розташування ефективного регулювального органа; де відсутня методика впливу на параметри робочого середовища.

Результати дослідження. Для вказаних об'єктів можна сформулювати наступні підходи по керуванню: зменшення продуктивності виробництва для забезпечення необхідних координат стану; багатопараметричне керування, для підвищення впливу на цільову технологічну змінну об'єкта.

Перший метод доцільно реалізувати у простих виробництвах, що відбуваються в одну стадію або забезпечуються апаратами періодичної дії. В іншому випадку, поєднання таких виробництв у складному безперервному ланцюзі виробництва, що часто обумовлюється вимогами напівфабрикатів та вимогами до стану робочого середовища суміжних процесів, призводить до варіанту регулювання комплексом параметрів процесу, що раніше визначалися як некеровані збурення. Так, багатопараметричне керування поряд зі своїми перевагами, що покращують керованість процесом, вимагає більш точного настроювання контурів керування, що в свою чергу спричинює збільшення розмірності вектора вхідних змінних процесу, кількість яких обмежується методиками вимірювання та метрологічними характеристиками (повторюваністю та варіація результатів).

В той час, як необхідна розмірність вектора вхідних змінних принципово може бути забезпечена реалізацією керування за змінними цільового процесу, аналітичне визначення процесів в цілому залишається нездійсненим.

Проблема визначення багатозв'язного керування, яке має місце навіть при каскадному керуванні єдиною вихідною змінною, полягає у нормуванні керуючої дії групи вхідних змінних. Так, для нормування дії на єдину зміну може бути запропонована методика обмеження дії контурів до рівня допустимого околу цільового значення, в той час, як найбільш швидкий контур впливу буде здійснювати адитивне доповнення до цільового значення змінної. Інший випадок нормування — дії кожного з контурів керування, з періодичною оцінкою групової реалізації керування, наближаючи процес до цільового значення змінної. В останньому варіанті, в наслідок нелінійного співвідношення між параметрами за діапазоном варіювання, доведеться здійснювати нормування всього вектору коефіцієнтів моделі, за визначеннями кордонами помилки побудованих моделей.

Застосування першої методики можна вважати доцільним у випадку ефективного ранжування контурів керування за сталими часу. Тобто коли

$$\forall T_{\min}, T_{\max} \in T, \Delta T = T_{\max} - T_{\min} = \arg \dot{F}, \quad (1)$$

де

$$\text{var } \dot{F}(\Delta T) < \Delta, \quad (2)$$

де \dot{F} — виступає матрицею нормуючих коефіцієнтів для контурів керування та встановлює адекватність реалізації керування для незміщеного впливу на цільову змінну, за час, що визначається різницею між сталими часу T_i . Тоді як

$$F_i \langle T_{\min} \rangle \in \dot{F}, \frac{dF_i}{dt} > \frac{d\dot{F}}{dt}, \quad (3)$$

що при

$$\Delta y \xrightarrow{dF_i/dt} 0 \quad (4)$$

наближає цільову координату до статистично стійкого стану, де динамічна похибка керування буде обмеженою варіаціями при $F_i \langle T_{\min} \rangle$.

В тому ж випадку, коли фізичні явища, що формують вектор-параметрів процесу, мають одну природу, або функції, що описують міжпараметричну взаємодію об'єкта, характеризуються подібною гладкістю

$$\frac{d^2 F_{i-1}}{dt^2} \approx \frac{d^2 F_i}{dt^2} \approx \frac{d^2 F_{i+1}}{dt^2} \quad (5)$$

у процесі координації вихідної змінної y , оцінка групової реалізації керування буде забезпечена стійким розв'язком через

$$\Delta \geq \dot{F}(\theta), \quad (6)$$

де θ — горизонт оцінки реалізованого керування, що не порушує адекватності моделі процесові через відношення \dot{F} .

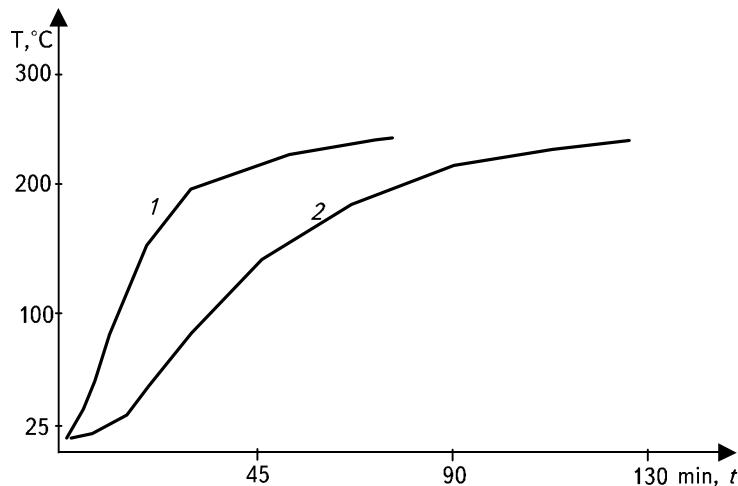
При застосуванні багатопараметричної моделі порядок поліному нелінійної моделі вироджується у розмірність.

$$y = \phi(t), \log_{\varphi_j} y \equiv \dim \dot{F}, \quad (7)$$

де φ_j — старший член поліному апроксимації dy . Динамічна похибка керування обмежується як

$$\frac{dy}{dt} \leq \dot{F}(\theta) \quad (8)$$

та обумовлює збільшення розрахункових операцій під час зміни цільової координати виробничого процесу. В цілому реалізація методу багатомірного керування показує переваги більш швидкого сходження до цільового значення координати стану об'єкта (рис.1), що як у випадку будь—якого контуру спостереження призводить до зменшення динамічної похибки.



2. Salukvadze M. Identification of Nonlinear Continuous Dynamic Systems with Closed Cycle / M. Salukvadze, B. Shanshiashvili // International Journal of Information Technology & Decision Making. — 2013. — Vol. 12, No. 2. — P. 179—199.

3. Поркуян О.В. Керування нелінійними динамічними об'єктами збагачувальних виробництв на основі гібридних моделей Гамерштейна: Дис... д-ра наук: 05.13.07 / О.В. Поркуян. — Кривий Ріг, 2009.

4. Хобін В.А. Системы гарантирующего управления технологическими агрегатами: основы теории, практика применения / В.А. Хобін. — О.: ТЭС, 2008. — 306 с.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ РАЗВИТИЯ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОАССОРТИМЕНТНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ

В.В. Иващук, А.П. Ладанюк

Национальный университет пищевых технологий

Многоассортиментное производство является характеристикой основных производственных комплексов пищевой отрасли, однако методы, которые реализованы практически, рассчитаны либо на периодические процессы, либо на процессы со статически устойчивыми характеристиками сырья и полуфабрикатов, не свойственные для характеристик переработки органического сырья. Основой статьи является практическое применение методов многоассортиментных производств, где указано на недостатки и ограничения существующих систем управления. Предложенные подходы используют методику многопараметрического управления, что позволяет улучшить характеристики переходного процесса в задачах изменения задания.

Ключевые слова: многопараметрическое управление, модель, ассортимент, производство.