

events is grounded on an energy-savings with the more wide use of renewable energy, in particular sun and wind sources. Authors are select 10 directions of decision of problems.

Practical recommendations are given about application of organizational and technical facilities. The estimations of the expected economic effect were done from the offered measures.

energy-savings, tariffs, communal domestic economy, renewable energy sources, solar plants, wind plants

Одержано 21.12.15

УДК 681.5

В. В. Івашук, доц., канд. техн. наук, А. П. Ладанюк, проф., д-р техн. наук

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна,

E-mail: ivaschuk99@mail.ru

Мінімізація втрат енергії під час реалізації змін продуктового асортименту

В статті приведено методика оцінювання помилок при керуванні об'єктом з несприятливими динамічними характеристиками, під час зміни завдання.

Практично доведено необхідність у здійсненні супроводження процесу керування в режимі зміни завдання та обґрунтовано концепцію керування об'єктом для мінімізації енергетичних витрат при роботі з асортиментним продуктом.

зміна завдання, якість керування, асортимент, супроводження

В. В. Івашук, доц., канд. техн. наук, А. П. Ладанюк, проф., д-р техн. наук

Національний університет пищевых технологий, г. Киев, Украина

Минимизация потерь энергии при реализации изменений продуктового ассортимента

В статье приведена методика оценки ошибок при управлении объектом с неблагоприятными динамическими характеристиками, при изменении задания.

Практически доказана необходимость в осуществлении сопровождения процесса управления в режиме изменения задания и обоснована концепция управления объектом для минимизации энергетических затрат при работе с ассортиментным продуктом.

изменение задания, качество управления, ассортимент, сопровождение

Постановка проблеми. В умовах зміни асортименту неперервних та неперевно-періодичних процесів харчових виробництв відбуваються зміни характеристик технологічних агрегатів, як об'єктів автоматизації. Таким чином, стаціонарно налаштована система не в змозі запропонувати якісне керування технологічним об'єктом. В свою чергу, завдяки наявності теплообмінних процесів, що часто відбуваються опосередковано, за рахунок технологічних середовищ та проміжних теплових агентів (пари, технологічні води з рециркуляції, газу пічної камери), завдяки чому вплив технологічних змінних об'єкта на параметри стану характеризується значними сталими часу, а при розвинутій мережі технологічних трубопроводів, - транспортним запізненням. Внаслідок зазначених особливостей класичні системи керування призводять до втрат в якості продукції, - у випадку використання автоматизованих ділянок із залученням людини оператора, або ж виявляються зовсім непрацеспроможними у випадку автоматичного керування.

© В. В. Івашук, А. П. Ладанюк, 2016

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Методи, що типово залучені для обслуговування подібних завдань для процесів періодичної дії, що пропонують мінімізацію допоміжних робіт з обслуговування та експлуатації, являють, в даному випадку, приймають більш складний характер. Так, часткова лінеаризація по діапазону варіювання цільових координат призводить до суттєвого збільшення розмірності задачі [1,2], що вимагає врахування втрат під час реалізації керуючих дій на об'єкт. Інші роботи намагаються поєднати використання лінеаризації та теорії диференціальних ігор [3], що призначена для вибору найкращого з можливих розв'язків ситуації, що визначається мінімальним набором варіантів. Застосування каскадного керування для багатоасортиментних систем реалізується, в основному, з використанням асимптотичних спостерігачів, що вимагають контуру спостереження за відгуком об'єкта керування [4], що у випадку зазначених вище, несприятливих характеристик об'єкта не гарантують стійкості системи керування.

Методами, що можуть отримати практичне застосування є супроводження координат стану об'єкта або параметрів системи керування. Реалізовані в практиці супроводження координат стану вектором технологічних параметрів [5], за універсалізацію пристосування до множини продуктів та простоті експлуатації, втрачають в характеристиках процесу керування.

Зазначені втрати якості характеристик керування, в промислових масштабах об'єкта, неодмінно призводять до відчутних, в собівартості продукту, технологічних та енергетичних втрат [6]. Обмежений інформаційний базис технологічної ділянки, що не характеризується багатостадійністю процесів, важко забезпечити застосуванням каскадних систем керування через відсутність методів актуального контролю параметрів технологічного середовища. Прикладом є сушіння молочних продуктів в колонній сушарці, випарювання неньютонівських рідин, випікання хлібобулочних виробів.

Особливості об'єктів харчової промисловості часто вимагають реалізації керування розімкненого типу, без застосування оперативної оцінки реакції об'єкта. Переважна кількість об'єктів ставлять під сумнів ефективність керування у випадку застосування пошукових методів. Наявність рециркулюючих технологічних потоків збільшує вплив збурень та дрейф прийнятих характеристик об'єкта, що призводить до втрати якості керування локальних систем, які практично реалізовані на об'єктах.

Постановка завдання. Забезпечення часткових розв'язків задачі керування об'єктами із несприятливими для керування динамічними характеристиками. Є необхідність у залученні методів оцінки втрат енергії в процесі керування неперервними та неперервно-дискретними технологічними комплексами. Актуальним завданням під час зміни мети керування є забезпечення мінімальної траєкторії сходження координат стану до регламентованих для нового продукту, що має позитивно позначитися на витратах ресурсів виробництва. Так, загальним завданням роботи є формалізація методу мінімізації втрат енергії під час зміни асортименту.

Виклад основного матеріалу. Об'єкти неперервного та неперервно-дискретного типу характеризуються складністю, що обумовлюється відсутністю багатостадійності фізичних процесів перетворення характеристик продуктів, що свідчить про відсутність спостережності для синтезу керуючих діянь. Оскільки до розгляду пропонуються об'єкти, де поділ на стадії непередбачений конструкцією технологічних агрегатів, а влаштування додаткових точок контролю ускладнюється умовами фізичного процесу та відсутністю надійних інструментальних методів контролю, то є всі підстави до розширення інформаційного базису, шляхом залучення до аналізу неврахованих характеристик технологічних потоків, через групу змінних

попереднього процесу, що входять до функції непрямих вимірювань. Останнє призводить до збільшення розмірності задачі, що дає підстави для зменшення кола підцілей реалізації керування, оскільки в переважній більшості практичних завдань досить мати субоптимальне рішення, тобто рішення з певною точністю виконання завдання керування за діючих збурень, що належать до обмеженого, наперед визначеного діапазону.

В нашому випадку існує дві стратегічні цілі:

- синтез керування, що належить допустимій множині керуючих впливів, що мінімізує визначений функціонал при найменш сприятливому збігу обставин (значень параметрів, збурень) і забезпечує переведення системи з початкового стану відповідно заданої множини під цілей;
- мінімізація втрат енергії під час перехідного процесу при реалізації керування.

Множину координат $\bar{x} \subset A$ об'єкта, що забезпечує зміну характеристик продукту g_n , можна розглядати як множину диференціальних величин ∂A , що характеризують різницю між продуктами та між параметрами об'єкта керування, відповідно $g_1 = f(\bar{x}_1)$.

Для синтезу керування обираються лише ненульові диференціальні параметри стану об'єкта, синтез моделі для яких є необхідним

$$A = \begin{pmatrix} x_{11} & \cdots & x_{i1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1j} & \cdots & x_{ij} \end{pmatrix}, x_{ij} \in R, B = \partial A, \dim A = \dim B, \emptyset \subset B \quad (1)$$

Кожна величина, що входить до обраної ненульової диференціальної множини, спричинює зміну корельованих змінних, що пов'язані фізичними явищами процесу та мають бути включені в модель керування, якщо спричинюють зміну

$$\forall x \in \bar{x}_n, \text{var } x \rightarrow \text{var } g_n \quad (2)$$

регламентованих для продукту характеристик g_n технологічного середовища на величину, що є за регламентом продукту критичною $\Delta g_{n\max}$.

Таким чином, модель являє собою повне, спостережне, для регламентованих характеристик продукту g_n , представлення.

При відсутності математичної моделі в класичному випадку системи керування, оцінки якості керування здійснюються шляхом порівняння $\Delta x = \tilde{x} - x_z$ керованої величини \tilde{x} із цільовою, що встановлена регламентом x_z . Але у випадку зміни завдання, зміна керуючих потоків u_i відбувається в межах, що встановлюються характеристиками об'єкта, а саме автокореляційною функцією $acorr(u)$, що окреслює максимальну швидкість спаду функції джерела, та сталою часу за каналом керування τ_{ui} , що обмежує максимальну зміну цільової координати аргументом функції, що визначає процес.

$$acorr(u) \rightarrow \overline{\lim_{t \rightarrow \infty} dy/dt} = \frac{\tau_{ui}}{k} \lim_{t \rightarrow \infty} du^2/dt + u_0 \quad (3)$$

Так, класичний інтегральний критерій встановлює лише відносну якість керування, яка визначається

$$\int_{\tau_1}^{\tau_2} \Delta x = \int_{\tau_1}^{\tau_2} x_r - \int_{\tau_1}^{\tau_2} \tilde{x} + c, \quad (4)$$

де c - помилка керування, яка обмежується вище згаданими характеристиками об'єкта та корегується відновленням за моделлю об'єкта значенням координати x_r , з числа корельованих з характеристикою продукту g_n .

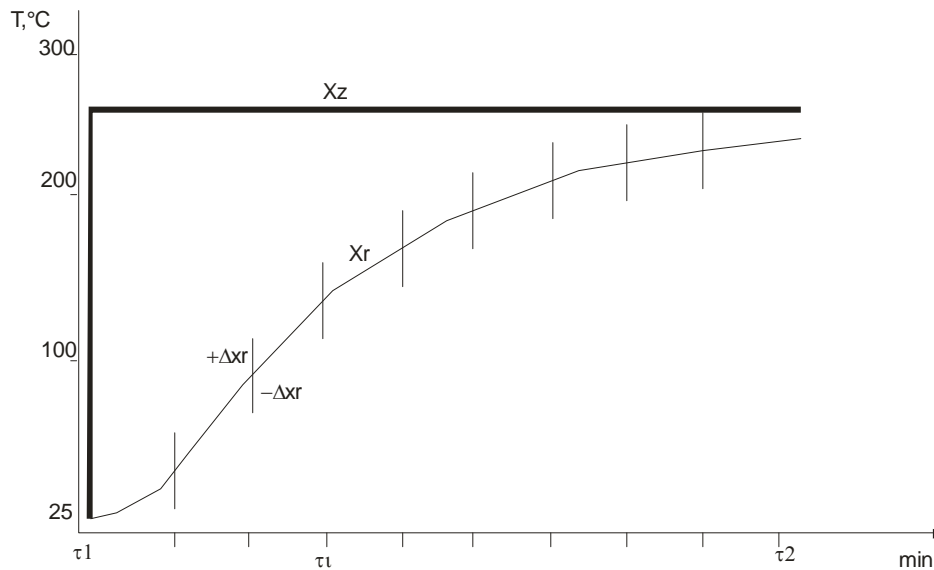


Рисунок 1– Реальна оцінка помилки керування, супроводжуваної моделлю

То ж у випадку використання для асимптотичного наближення інтегрального критерію будуть накопичуватись динамічні помилки керування, як середнє арифметичне на множині значень з діапазону керування $\tau_1 - \tau_2$.

У випадку супроводження математичною моделлю, що для задачі мінімізації енергетичних витрат вимагає складання теплового та матеріального балансу, можемо оцінювати якість керування за кожний крок τ^i , виключаючи накопичення помилки в інтегральному критерії (Рис.1).

Оцінювання енергетичних втрат відбувається за різницею, розрахованого за регламентом $x_r - \tilde{x}$ та за матеріальним, тепловим балансом споживанням \tilde{x} , відповідно.

Задача ж мінімізації втрат передбачає мінімізацію ресурсів керування, в межах, що мінімально задовольняють потреби керування. Так, для забезпечення мінімізації по множині обраних показників g_n достатньою умовою буде

$$\bar{Q}_r = \bar{Q}, \bar{Q} = \partial \bar{F} \times \partial \bar{T}, \quad (5)$$

де

$$\partial \bar{F} = (\partial F_1, \dots, \partial F_i), \partial F_i = F_{r_i} - \text{var } F_i(\Delta x_r), \quad (6)$$

де \bar{Q}_r - регламентовані теплові затрати, що оцінюювані за моделлю. У виразі (6) через представлення тепло- та масообмінних процесів в якості Δx_r виступає значення температури оцінюваного середовища.

Висновки. Реалізація приведеної концепції оцінки якості керування при зміні завдання дозволить ефективніше за класичні алгоритми керування здійснювати керування координатами багато продуктового виробництва. Мінімізація витрат через супроводження продуктів за моделлю об'єкта реалізує адекватні витрати при зміні та веденні технологічного виробництва в масштабах виробничої лінії. Використання моделей в контурі керування має забезпечити узгодження мінімальних кроків при зміні технології продукту, мінімізувати помилки при керуванні технологічними об'єктами з несприятливими, для реалізації керування, динамічними характеристиками. Подальше використання непрямих залежностей та багатомірного керування змінними технологічного об'єкта, через збільшення інформаційного базису, сприятиме упередженню аварій, що призводять до блокування виробничої лінії.

Список літератури

1. Доля В.Г. Адаптивна оптимізація процесів керування неперервним виробництвом (на прикладі нафтопереробного заводу): дис. канд. техн. наук : 05.13.06 / Віктор Гнатович Доля. – К. – 1995. – 196с.
2. Система комплексної автоматизації технологічних процесів багатoproфільного виробництва: Автореф. дис. канд. техн. наук: 05.13.07 [Електронний ресурс] / В.Я. Новіков; Донец. держ. техн. ун-т. – Донецьк, 1999. – 17 с.
3. Окунькова Е.В. Гарантирующее управление нелинейными объектами (на примере тяжеловодного ядерного реактора) 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации, дис. канд. техн. наук. – Москва. – 2014. – 129с.
4. Хобин, В.А. Системы гарантирующего управления технологическими агрегатами: основы теории, практика применения / В. А. Хобин. - О. : ТЭС, 2008. - 306 с.
5. Villani E Modelling and analysis of hybrid supervisory systems : a petri net approach. - (Advances in industrial control) / E. Villani, P. E. Miyagi, R. Valette. - U.K.: Springer-Verlag London Limited, 2007. – 238pp.
6. Рогачов Олександр Іванович. Енергозберігаючі управління нестационарними режимами технологічних процесів: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.13.07 / Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т". – Х., 2005. – 30с.

Ivaschuk Vjacheslav, Assos. Prof., PhD tech. sci., Anatolii Ladaniuk, Prof., DSc.

National university of food technologies, Kiev, Ukraine

Minimize energy losses for implementation of changes of product range

The article describes the method of estimating errors for control of object which have poor dynamical characteristics, for a change of control tasks.

Practically proved the need for the implementation of support of process control in the mode of change of tasks and proved the concept of facility control to minimize energy consumption when using the assortment of product. Implement control, which assign variables of the object, which had been involved in the creation of a technological mode for function, which had associated with observed variables. Using models in circuit of control will have ensure coordination for the minimum steps when changing product technology, to minimize mistakes while guiding technological objects, which have adverse dynamical characteristics for implementation of control.

So, further use of indirect dependencies and multivariable control of process variables of object, by increasing the informational basis, will contribute to prevention of accident, which are lead to blockage of the production line..

change of decision, quality of control, assortment, guidance

Одержано 10.11.15