

УДК 681.513.5

SCENARIO APPROACH TO DEVELOPING AUTOMATED CONTROL SYSTEMS OF PRODUCTION OF BREAD

V.D. Kyschenko, B.N. Goncharenko, O.P. Lobok,
National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
bread making, product quality, automatic control, information technology, mathematical model, production automation, scenario approach	The focus is on improving product quality, rational use of resources and raw materials, higher productivity of production lines. Solving such problems is impossible without automation of production based on modern information technology, the latest achievements in the theory and practice of automatic control.
Article history: Received 24.10.2015 Received in revised form 29.05.2016 Accepted 2.06.2016	Processes bakery production is a complex technological complex, theme which is the high degree of uncertainty, big dimension, latency indicators of quality raw materials and semi-finished multi behavior when the priority objectives depends on the situation that arises depending on conditions at the facility management.
Corresponding author: goncharenkobn@i.ua	Recommended use in bakery production automation scripts and control algorithms using intelligent mechanisms will increase productivity, reduce unit costs and loss of resources and raw materials, improve product quality

СЦЕНАРНИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ХЛІБА

В.Д. Кишенько, канд. техн. наук,
Б.М. Гончаренко, д-р техн. наук,
О.П. Лобок, канд. фіз-мат. наук
Національний університет харчових технологій

Розглянуті підходи до інтенсифікації хлібопекарської промисловості, яка задовольняє попит населення на хлібобулочні вироби. Основна увага приділяється поліпшенню якості продукції, раціональному використанню ресурсів і сировини, підвищенню продуктивності технологічних ліній. Рекомендоване для автоматизації хлібопекарського виробництва використання сценаріїв та алгоритмів керування із застосуванням інтелектуальних механізмів сприятиме підвищенню продуктивності, зменшенню питомих втрат і витрат ресурсів та сировини, поліпшенню якості продукції.

Ключові слова: хлібопекарське виробництво, якість продукції, автоматизоване керування, інформаційні технології, математична модель, автоматизація виробництва, сценарний підхід.

Вступ. Хлібобулочні вироби є важливим продуктом харчування для більшості населення України, доходи якого впливають на розміри споживчого ринку хлібобулочних виробів, на віддання переваги споживачами певним сортам даної продукції. Хлібопекарська галузь забезпечує споживачів країни цим значущим продуктом харчування в необхідних обсягах, асортименті та якості всупереч високим цінам та скороченню обсягів споживання. Існуючі системи автоматизації технологічних процесів хлібопекарського виробництва не забезпечують ні сучасного розвитку галузі, ні оперативного комплексного реагування на швидкоплинні зміни ситуаційної поведінки об'єктів керування, яка залежить від багатьох чинників технологічного та організаційного характеру.

Мета статті. Метою статті є підвищення техніко — економічних показників хлібопекарського виробництва шляхом створення автоматизованої системи багатоцільового керування з використанням сценаріїв виробничих ситуацій та інтелектуальних механізмів.

Виклад основного матеріалу. З розгляду основних проблем, які гальмують подальший ефективний розвиток хлібопекарської галузі, можна вивести, що однією з її найбільш вагомих проблем є щорічне скорочення споживання хліба в Україні. Скорочення зумовлене як зменшенням обсягів виробництва, так і потребами внутрішнього ринку. В останні роки населення країни скоротилося на мільйони осіб, зменшилась його купівельна спроможність, підвищилися ціни на хлібобулочну продукцію.

Таблиця 1

Показник	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Січень– грудень 2012
Виробництво хліба і хлібо-булочних виробів, тис. т	2335	2307	2264	2160	2032	1978	1828	1808	1769	1607
Споживання хлібних продуктів, кг/особу	125	125	123,5	120	115,9	115,4	111,7	111,3	110,4	-

В табл. 1 наведено динаміку виробництва та споживання хліба в Україні за останні роки [2]. За таких умов забезпечити ефективність виробництва можна лише за рахунок підвищення якості продукції.

В хлібопекарській промисловості широкий діапазон зміни якості сировини суттєво впливає на перебіг технологічних процесів і таким чином здійснює на них постійні збурювальні впливи, які ускладнюють керування процесом виробництва якісної продукції. Для запобігання браку продукції та отримання задовільної якості хлібобулочних виробів з борошна з пониженими хлібопекарськими властивостями треба відповідно коригувати перебіг технологічних процесів за допомогою різних технологічних прийомів або регулювати параметри технологічних процесів таких, як зберігання сировини, тривалість замісу, температура тіста, температура, вологість та тривалість вистоювання, температура та тривалість випікання, що також впливають на якість готового продукту (рис. 1).

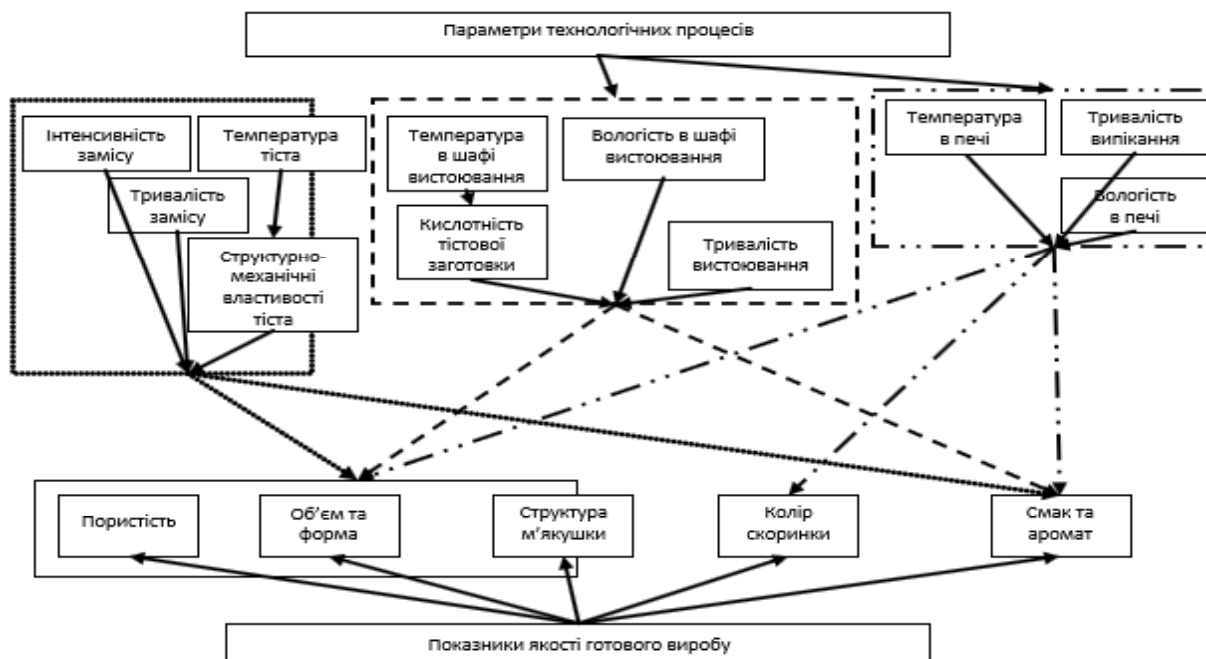


Рис. 1. Показники якості готового хлібопекарського виробу.

В основному є розповсюдженим опарний спосіб приготування хліба, який має ряд переваг перед безопарним: зменшення витрати дріжджів та значну технологічну гнучкість, що дає вибрати найбільш раціональний режим для перероблення борошна залежно від його технологічних особливостей. Разом з тим, опарний спосіб має і недоліки: при приготуванні тіста потрібне дворазове дозування сировини та заміс опари і тіста та більша загальна тривалість бродіння. Тому втрати сухих речовин сировини на бродіння зростають, а вихід хліба зменшується на 0,5% порівняно з безопарним. Вважається, що при опарному способі виробу мають кращі смак та аромат, пористість, фізичні властивості м'якушки, що зумовлено ступенем набухання та пептизації колоїдів борошна. Опарний спосіб дає також кращий результат при переробці слабого та дефектного борошна з неякісного зерна.

Для розроблення ефективної системи автоматизації процесів виробництва хліба розглянемо основні складові етапи та операції, виділивши задачі та проблеми кожного з етапів [3].

Типова схема автоматичного регулювання вологості на тістомісильних апаратах неперервної дії, наведена на рис. 2. Недоліком такої схеми є її спрямування на стабільну якість борошна.

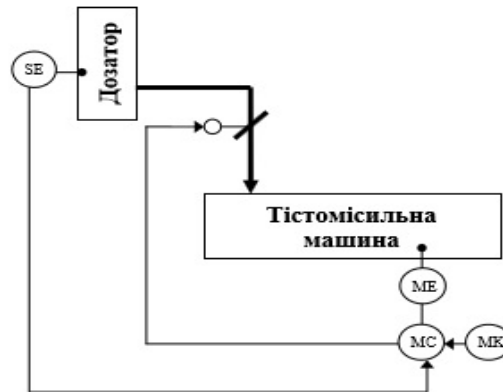


Рис. 2. Типова схема автоматичного контролю та регулювання вологості напівфабрикатів та тіста.

Тому раціональним буде доповнити її системою підтримки прийняття рішень, використання якої сприятиме ефективній переробці борошна будь-якої якості. Тривалість бродіння напівфабрикатів є одним з основних параметрів процесу приготування тіста [3]. Для його регулювання масу напівфабрикату в ємності для бродіння фіксує зважувальний механізм (WE), а витрату враховує витратомір (FE), ці дані опрацьовуються за відповідною формулою (рис. 3):

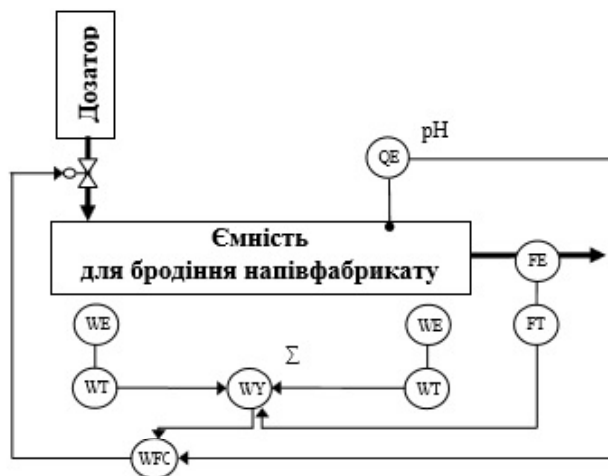


Рис. 3. Типова схема регулювання тривалості бродіння

При зміні тривалості бродіння (внаслідок порушень в роботі дозаторів чи при зміні продуктивності агрегату) розрахунковий пристрій (WFC) змінює продуктивність дозаторів для встановлення нової маси.

Ступінь механічного оброблення тіста при замісі характеризується величиною витраченої енергії. За схемою на рис. 4 крутний момент визначається давачем, що передає сигнал на регулювальний пристрій, який відповідно до реологічних властивостей тіста для даного сорту борошна керує частотою обертання, нахилом місильних лопатей чи тривалістю замісу.

На даному етапі необхідно контролювати масу тістової заготовки та ступінь її готовності до випікання. Керованими параметрами є температура та вологість повітря в шафі вистоювання, а також тривалість вистоювання. Типова схема ділянки оброблення тіста з контурами регулювання наведена на рис. 4:

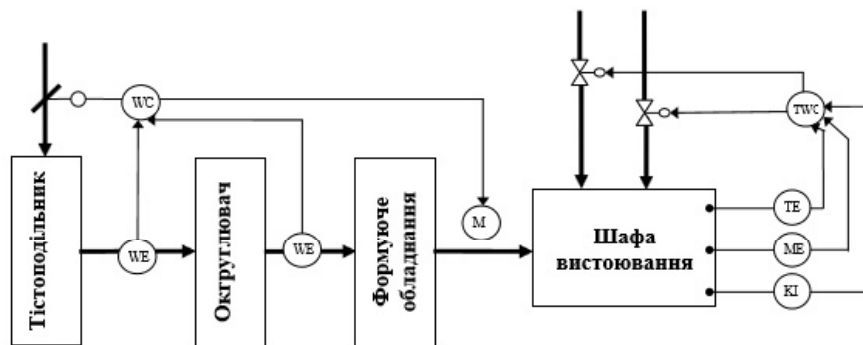


Рис. 4. Типова схема автоматичного регулювання оброблення тіста

Регулювання маси тістової заготовки шляхом стабілізації рівня тіста над подільником з давачами рівня не дає необхідної точності, тому здійснена стабілізація температури та вологості в шафі вистоювання і регулюється лише тривалість вистоювання.

Сформована тістова заготовка до вистоювання має безпорувату структуру. Тому для релаксації напруг, розпушування тістової заготовки, і надання їй форми майбутнього хліба проводиться процес остаточного вистоювання. Щоб даний процес протікав достатньо інтенсивно і без підсихання поверхні тістової заготовки, параметри повітря в шафі вистоювання відповідають певним значенням температури і відносної вологості (35—45 °С, 75—85 %). При вистоюванні протікають біохімічні, мікробіологічні, колоїдні і фізичні процеси. Далі хліб випікають.

Випечений хліб укладають в лотки, які розміщують на вагонетках, та відбраковують вироби, які не відповідають вимогам нормативної документації. Якість готових виробів оцінюють за даними аналізу середніх проб, відібраних від партії хлібобулочних виробів, згідно з ДСТ.

Хлібопекарська промисловість характеризується високим ступенем невизначеності, для усунення якої можна використати певні керування на різних етапах технологічного процесу. Так, наприклад, інтенсивний заміс тіста скорочує тривалість бродіння. Недостатня вибродженість тіста може компенсуватись за рахунок збільшення тривалості вистоювання та випічки при відповідних режимах — підвищенні відносної вологості повітря в шафі вистоювання та середовища в пекарній камері, збільшення температури вистоювання та зниження температури випікання [4].

Отже, однакові кінцеві результати функціонування технологічного процесу можна отримати при різних режимних параметрах та різній структурі технологічної схеми, що забезпечує широкий вибір керувальних

дій при проектуванні технологічної схеми та при її аналізі, з метою покращення системи керування. Але перебрати всі можливі варіанти структури та вибрати з них оптимальні практично неможливо.

Поліпшити ситуацію можливо за рахунок використання сценаріїв керування хлібопекарським виробництвом на основі когнітивно — сценарних моделей технологічних процесів, а також алгоритмів керування із застосуванням інтелектуальних механізмів. Тому

розробка систем багатоцільового керування технологічними процесами хлібопекарського виробництва на основі сценарного підходу та інтелектуальних технологій сприяє підвищенню продуктивності, зменшенню питомих втрат і витрат ресурсів та сировини, поліпшенню якості продукції [5].

Модель — найважливіша вихідна інформація при розробці інформаційної системи підтримки прийняття рішень на підприємстві. При створенні моделей необхідно одночасно створювати підтримувальну інформаційну систему. Щоб побудувати інформаційну систему, необхідний доступ до великого об'єму інформації. З точки зору бізнес-процесів, опис підприємства — це робота з реінженірингу, яка починається з формування цілей та образу компанії. Після цього розробляють різні сценарії. Для кожного сценарію створюється загальний опис процесу, що включає замовників, постачальників тощо, а також сам процес. Далі проводиться імітаційне моделювання різних процесів — за допомогою ділової гри або комп'ютерної моделі. Нарешті, обрана альтернатива реалізується.

Для забезпечення якості продукції та процесів її виробництва на рівні АСУТП необхідно здійснювати тотальний моніторинг ТП; оптимальне та адаптивне регулювання процесу; неперервний контроль технічного стану апаратури та функціонування виробничого об'єднання; моніторинг якості та витрат ресурсів; моніторинг неконтрольованих дій на об'єкті; забезпечення достовірності даних про якість процесів і продукції [6].

Методологія підходів до керування складними організаційно-технічними (технологічними) системами містять в собі цілі, закони, принципи, методи та функції, технологію та практику прийняття рішень з керування. Виділяються різні підходи до керування організаційно-технічними (технологічними) системами: системний, процесний, ситуаційний.

Ситуаційний підхід концентрується на ситуаційних відмінностях, він визначає, якими є значущі змінні ситуацій і як вони впливають на ефективність керування. Ситуаційний підхід до керування досліджує, які моделі та алгоритми ефективні і на основі цього аналізу пропонуються рішення про побудову системи керування для конкретних умов.

Технологічна ситуація $S(t)$ як образ описується вектором ознак, що характеризують відповідний об'єкт, та визначається деяким відношенням на множині параметрів $\{Y\}$, яка характеризується множиною класів ситуацій $\{K_S\}$, що відображені в сценарії керування, множиною алгоритмів класифікації $\{K_A\}$, а також правилами вибору алгоритмів класифікації $\{P_K\}$:

$$\{Y\} = \{K_S, K_A, P_K\}.$$

Послідовність певних дій в сценарії має властивість причинності і передбачає зв'язок попередньої дії з наступною. Реалізація сценаріїв керування технологічними процесами здійснюється на основі нечіткої моделі представлення знань. Такий спосіб є достатньо гнучким та зручним для представлення логічних зв'язків між елементами сценаріїв [6].

Виходячи з того, що сценарій — це опис можливих варіантів розвитку об'єкта керування, який складається із узгоджених, логічно взаємопов'язаних подій і послідовності кроків, які в умовах невизначеності можуть призвести до кінцевих цільових станів, то він є найбільш перспективним шляхом організації керування складними технологічними комплексами з використанням новітніх інформаційних технологій.

Для ефективного керування якістю продукції необхідно мати моделі якості, які встановлюються на основі експертного опитування та кваліметрії. Оцінка якості методами багатомірного шкалювання дозволяє проаналізувати початкові дані довільного типу та отримати кінцеві моделі з мінімальним значенням, що підтверджує можливість їх застосування для прийняття рішень з керування [6].

Сценарний підхід дозволяє проводити багатоваріантний ситуаційний аналіз модельованої системи. Сценарій — спосіб досягнення поставлених цілей з урахуванням чинників впливу середовища, в якому перебуває система, що характеризується цілями, чинниками впливу, операціями, між-операційними зв'язками. Операція як крок сценарію по-різному визначається в абстрактному А- та структурному С-сценаріях. В А- випадку операція не враховує внутрішню структуру об'єкта при перетворенні вхідних об'єкта у вихідні («чорний ящик»). С-сценарій деталізує внутрішню структуру об'єктів, які описані наборами властивостей-атрибутів. Атрибути набувають значення у деяких областях. Ці значення можуть змінюватися за визначеними правилами. Операція С-сценарію є блоком, в якому розміщені об'єкти з однаковим набором атрибутів.

S-сценарій деталізує A-сценарій з урахуванням еволюції об'єкта при виконанні операцій та передачі об'єктів від одних операцій до інших. Кожен клас S-сценарію працює автономно і взаємодіє з іншими класами і зовнішнім середовищем, щоб внести у вхідні черги нові об'єкти та видалити з вихідних черг «відпрацьовані».

Висновки. Використання при розробленні автоматизованої системи керування сценаріїв та алгоритмів із застосуванням інтелектуальних механізмів забезпечує підвищення продуктивності, зменшення питомих витрат і витрат ресурсів та сировини, поліпшення якості продукції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ладанюк А.П. Основи системного аналізу: навч. посіб./ А.П. Ладанюк. — Вінниця: Нова книга, 2004. — 176 с.
2. Шаруда С.С. Автоматизована система багатоцільового управління технологічними процесами хлібопекарського виробництва на основі сценарного підходу: автореферат дис. канд. техн. наук/ С.П. Шаруда. — К., 2009. — 23 с.
3. Кишенько В.Д. Автоматичне управління процесами приготування тіста в хлібопекарському виробництві: дис. канд. техн. наук: 05.13.07/ В.Д. Кишенько. — К., 1995. — 294 с.
4. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии/ В.В. Кафаров; — М.: Химия, 1976. — 464 с.
5. Методы формирования сценариев развития социально-экономических систем/ [Кульба В.В., Кононов Д.А., Косяченко С.А., Шубин А.Н.]. — М.: СИНТЕГ, 2004. — 296 с.
6. Ладанюк А.П. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. — К.: «Центр учбової літератури», 2014. — 280 с.

СЦЕНАРНЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ ХЛЕБА

В.Д. Кишенько, Б. Н. Гончаренко, А.П. Лобок

Национальный университет пищевых технологий

Рассмотрены подходы к интенсификации хлебопекарного производства, которое обеспечивает спрос населения на хлебобулочные изделия. Основное внимание уделяется улучшению качества продукции, рациональному использованию ресурсов и сырья, повышению производительности технологических линий. Рекомендованное использование при автоматизации хлебопекарного производства сценариев и алгоритмов управления с применением интеллектуальных механизмов способствует повышению производительности, уменьшению удельных потерь и расходов ресурсов и сырья, улучшению качества продукции.

Ключевые слова: хлебопекарное производство, качество продукции, автоматизированное управление, информационные технологии, математическая модель, автоматизация производства, сценарный подход.