

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Мацяшек Лешек А.* Анализ требований и проектирование систем. Разработка информационных систем с использованием UML.; пер. с англ. – М.: «Вильямс», 2002. – 432 с.
2. *Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: «Питер», 2000. – 384 с.
3. *Christopher D. Manning, Prabhakar Raghavan, Hinrich Schütze,* Introduction to Information Retrieval. – Cambridge University Press, 2008 – 496 p.
4. *Ермаков А.Е.* Автоматизация онтологического инжиниринга в системах извлечения знаний из текста // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: материалы Международной конференции «Диалог'2008». Вып. 7 (14). – М.: РГГУ, 2008. – С. 154–158.
5. *Бабин Д.В., Вороной С.М.* Повышение эффективности

извлечения знаний на основе интеллектуального анализа и структурирования информации // Искусственный интеллект. – 2005. – № 3. – С. 259–264.

6. *Ермаков А.Е.* Извлечение знаний из текста и их обработка: состояние и перспективы / А.Е. Ермакова // Информационные технологии. – 2009. – № 7. – С. 50–55.

7. *Скатов Д.С., Ерехинская Т.Н., Окатьев В.В.* Модели и методы анализа иерархически структурированных текстов // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: труды Международной конференции «Диалог'2009». – М.: Наука, 2009.

8. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб. [Б.М. Герасимов, В.М. Локазюк, О.Г. Оксіюк, О.В. Поморова]. – К.: Видавництво Європейського університету, 2007. – 335 с.

УДК 517.977.5:663.14

ОПТИМІЗАЦІЯ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ВИРОЩУВАННЯ ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ДРІЖДЖІВ



Ю.О. Чорна,
В.Г. Трегуб, докт. техн. наук

Постановка задачі. Мікробіологічна промисловість – одна з відносно молодих галузей, що швидко розвивається. Її продукція використовується, зокрема в медицині, дріжджовій галузі харчової промисловості, основні задачі розвитку якої пов'язані з підвищенням ефективності технологічного процесу і якості виходу дріжджів. Тому актуальними є дослідження, спрямовані на вивчення впливів технологічних, мікробіологічних і виробничих факторів на інтенсивність проходження процесу вирощування мікроорганізмів, розробку методів підвищення якісних і кількісних показників використання макро- і мікроелементів і створення ефективних систем управління процесами вирощування мікроорганізмів.

Ефективність технологічного процесу залежить від якісної роботи системи керування.

Найбільш результативним видом автоматичного керування є оптимальне керування, яке застосовують у різноманітних системах для підвищення продуктивності виробничих процесів, причому мета оптимізації полягає в забезпеченні мінімуму чи максимуму деякого показника якості (критерію оптимальності). За критерій оптимальності можуть бути прийняті різні технічні й техніко-економічні показники й оцінки [1].

У ряді галузей харчової промисловості основні технологічні процеси відбуваються в апаратах періодичної дії (АПД), зокрема в апаратах для вирощування хлібопекарських дріжджів. При цьому АПД, в яких відбуваються процеси з міжфазними переходами, мають певні особливості, унаслідок чого задача їхнього оптимального керування стає

доволі складною й актуальною. Тим більше, що перехід до більш ефективних неперервних процесів у цьому випадку неможливий через швидке накопичення побічних продуктів. Іншою особливістю систем управління АПД є те, що вони повинні вирішувати задачі логічного управління багатостадійним циклом апарата, а також динамічного, бажано оптимального, управління робочою стадією [2].

Виклад основного матеріалу. Вибір оптимального технологічного режиму вирощування хлібопекарських дріжджів є досить складною справою. Нині за допомогою сучасних математичних методів, які дають змогу досліджувати функціонування складних систем, можна відобразити вплив багатьох факторів і здійснити теоретичну оптимізацію мікробіологічного процесу. Але при цьому досить велику роль відіграє складність процесу вирощування, що полягає в нелінійності моделей об'єкта й у наявності факторів, які важко математично описати.

Розроблена система оптимального керування апаратом періодичної дії для вирощування товарних хлібопекарських дріжджів (АВХД) складається з динамічної підсистеми оптимального керування процесом вирощування і логічної підсистеми керування робочим циклом АВХД. Перша базується на створеній математичній моделі росту біомаси, що на відміну від більшості існуючих охоплює всі фази розвитку процесу, характерні для періодичного вирощування хлібопекарських дріжджів. Під час вирішення поставленої задачі мають ураховуватися також дві виробничі ситуації:

- коли АВХД є «вузьким» місцем неперервного виробництва дріжджів і тому необхідно максимізувати його продуктивність;
- коли продуктивність АВХД достатня для узгодження його роботи з іншими технологічними комплексами виробництва і тому для зменшення технологічної складової собівартості необхідно максимізувати питомий вихід продукту.

Використання такого ситуаційного підходу

робить систему багатозалежною і більш ефективною, сприяє зменшенню втрат ресурсів і часу. Реалізація системи оптимального керування вимагає створення структури системи, яка синтезується на основі сформованої мети керування; класифікаційних ознак апарата для вирощування хлібопекарських дріжджів як об'єкта керування; наявності необхідних технічних засобів і вимірювальних перетворювачів для отримання достовірної інформації про керувані величини.

Таким чином, мета створення системи автоматичного керування апаратом для вирощування хлібопекарських дріжджів – поліпшення техніко-економічних показників роботи за рахунок:

- скорочення часу на здійснення процесу;
- зменшення втрат кінцевого продукту;
- виконання технологічного процесу в оптимальних або близьких до нього режимах;
- підвищення оперативності контролю за ходом процесу.

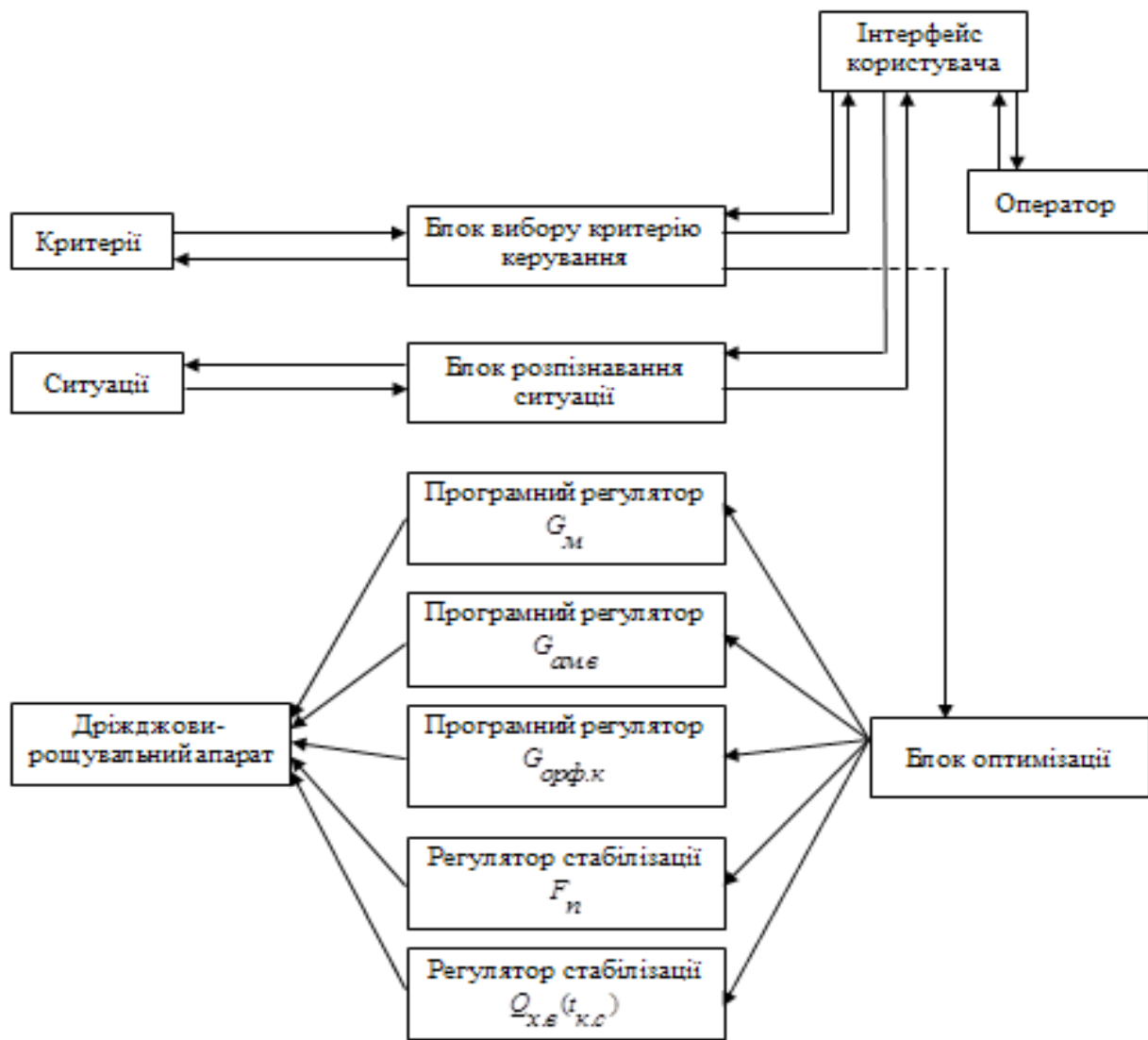
Оптимізація керування при врахуванні обмежень на змінні стану й керувані дії згідно з технологічним регламентом – основна задача керування.

Збурення, що впливають на об'єкт керування, зумовлені: змінами технологічних властивостей сировини, характеристик обладнання (знос, невідповідність санітарним вимогам); впливом рівня кваліфікації виробничого персоналу.

Ці збурення призводять до погіршення режимів роботи об'єкта керування і впливають на вихід готового продукту.

Апаратно-програмна реалізація системи оптимізації апарата для вирощування хлібопекарських дріжджів повинна враховувати ситуаційний підхід до вирішення цієї задачі (див. рисунок).

Критерій оптимізації повинен змінюватися залежно від поточної ситуації, що виникла на виробництві, тобто автоматизована система керування вибирає необхідний режим роботи відповідно до ситуації, яка ідентифікується за



Структура системи керування АХВД:

G_m – витрата меляси; $G_{ам.в}$ – витрата аміачної води;

$G_{орф.к}$ – витрата ортофосфорної кислоти; F_n – витрата повітря на аерацію культурального

середовища; $Q_{х.в}(t_{к.с})$ – витрата холодної води для підтримки заданої температури в апараті

вхідною поточною інформацією. Отже, у блок критеріїв занесені два критерії оптимізації: тривалість проходження процесу і питомий вихід готових дріжджів.

Під час управління АХВД також виникає задача побудови верхнього рівня системи керування, оскільки на нижньому рівні працюють локальні регулятори, які забезпечують стабілізацію і регулювання основних параметрів процесу, а саме два регулятори стабілізації (витрати повітря на аерацію, а також холодної води для підтримки заданої

температури культурального середовища) і три програмних регулятори, що забезпечують подачу розчину меляси, аміачної води й ортофосфорної кислоти згідно з сигналами верхнього рівня в межах технологічного регламенту. Верхній рівень системи, що обслуговується комп'ютером, забезпечує оптимізацію основних показників на основі критеріїв керування і виконує такі функції:

- розпізнавання ситуації на основі аналізу вхідних даних;
- вироблення управляючих рішень (зміна

завдання програмним регуляторам).

Розпізнавання ситуації здійснюється в режимі реального часу, тому обираються ситуації, які впливають на вибір критерію керування, що у свою чергу впливає на вибір оптимального режиму керування.

Умовою перевірки поточної робочої ситуації, що не співпадає з часом збирання даних (перехід на інший критерій) є:

- вказівка оператора чи технолога, що керується власним досвідом та ситуацією, яка склалася;

- зміна режиму роботи технологічного процесу, яка пов'язана з виникненням перед-аварійної чи аварійної ситуації;

- поява позаштатної ситуації, яка не описана.

У блоці оптимізації відповідно зумовленої ситуації визначається оптимальний режим. У цей блок надходить інформація про вибір критерію керування. Комп'ютер розраховує за допомогою алгоритмів мінімізації тривалості циклу або максимізації виходу дріжджів оптимальні значення параметрів математичної моделі, знаходячи таким чином оптимальні значення змінних керування. З блоку оптимізації надходять сигнали завдання на локальні регулятори і за допомогою регуляторів стабілізації і програмних регуляторів реалізуються оптимальні значення змінних керування. Це зокрема: витрата меляси, аміачної води, ортофосфорної кислоти, що подаються в апарат відповідно до обраного рецептурного режиму вирощування дріжджів і на які можливо здій-

снити безпосередній вплив.

Для реалізації оптимального керування обирається контролер, який має реалізувати функції локального регулювання і логічного керування за розробленою моделлю UML [3; 4]. Програма реалізовується з урахуванням структури системи, послідовності стадій під час кожної ситуації, станів, реакцій на ці стани, тривалості кожного процесу.

Знаходження і розрахунок оптимальних режимів здійснюється за допомогою програм, які розроблені з використанням пакета MatLab.

Висновки

Запропонована система оптимального керування, що ґрунтується на ситуаційному підході, є багатоцільовою. Залежно від виробничої ситуації вона може або мінімізувати час вирощування хлібопекарських дріжджів, або максимізувати вихід готового продукту стосовно витраченої для цього вуглеводної сировини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Теорія автоматичного керування. [Ч. 2]. Спеціальні системи автоматичного керування: навч. посіб. / [В.О. Євстифєєв]; за ред. Д.Й. Родькіна. – Кременчук: КДПУ, 2005.
2. *Трегуб, В.Г.* Автоматизация периодических процессов в пищевой промышленности / В.Г. Трегуб. – К.: Техніка, 1982.
3. *Трегуб В.Г.* Автоматизоване керування апаратами періодичної дії на харчових підприємствах / В.Г. Трегуб // Наукові праці НУХТ. – 2005 – № 16 – С. 143–145.
4. *Белькович Е.С.* Практическое моделирование динамических систем / Е.С. Белькович, Ю.Б. Колесов, Ю.Б. Сенченко. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002.