



УДК 2014 (663.12-027.3:006.83)

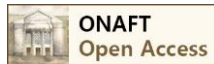
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ГАРАНТУЮЧОГО УПРАВЛІННЯ ДЛЯ РЕГУЛЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ ДРІЖДЖІВ

Петеліна Т.І.

¹ Одеська національна академія харчових технологій, Одеса

Copyright © 2014 by author and the journal “Automation technological and business - processes”.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>DOI: [10.15673/2312-3125.21/](https://doi.org/10.15673/2312-3125.21/)

Анотація

У статті розглядається доцільність використання систем гарантуючого управління для розрахунку керуючих дій для управління технологічним процесом вирощування дріжджів. Стаття містить короткий опис технологічного процесу вирощування дріжджів, основного технологічного обладнання та принципів управління технологічним процесом. При веденні технологічного процесу вирощування дріжджів необхідно витримувати певну температуру, що забезпечує їх оптимальне зростання. Для дослідження ефективності використання систем гарантуючого управління для регулювання температурою культурального середовища був використаний метод цифрового імітаційного моделювання, була розроблена модель об'єкту управління, що враховує статичні та динамічні характеристики реального об'єкту. Моделювання системи проводилося з врахуванням впливу координатних та параметричних збурень. Результати моделювання системи гарантуючого управління було порівняно із аналогічними результатами моделювання системи автоматичного регулювання з використанням пропорційно-інтегрально-диференційного алгоритму регулювання. В якості загальної критерію ефективності систем автоматичного управління були використані наступні критерії: кількість перетинів регульованою змінною максимально допустимого значення граничної температури та інтегральний модульний критерій якості. Досліди показали, що при використанні систем гарантуючого управління граничні допустимі значення порушуються рідше, однак, при цьому може погіршуватися значення інтегрального критерію якості системи, що характеризує відстань графіку регульованої змінної від оптимально визначеного сталого заданого значення регульованого параметру. Застосування систем гарантуючого управління є перспективним напрямком розвитку систем регулювання для досліджуваного технологічного процесу.

Abstract

The article examines the feasibility of using systems management guarantees for the calculation of control actions to control the process of growing the yeast. This article contains a brief description of the process of growing yeast, the main technological equipment and the principles of process control. In the conduct of the process of growing the yeast is necessary to maintain a certain temperature, which ensures their optimum growth. To study the effectiveness of using systems guarantee for controlling the temperature of the culture medium was used by digital simulation model was developed object management, taking into account the static and dynamic characteristics of a real object. System modeling was carried out taking into account the influence of the coordinate and parametric perturbations. The results of the simulation system ensures control was compared with similar results of modeling the automatic control system using a proportional-integral-differential control algorithm. As a general criterion for



7 СТУДЕНТСЬКА НАУКА

the effectiveness of automatic control systems were used the following criteria: the number of intersections controlled variable maximum temperature limit values and integrated modular quality criterion. Experiments have shown that the use of control systems guarantee limit values are violated less often, however, this may deteriorate the quality criterion value of the integral system characterizes the distance schedule optimally controlled variable from the definition of sustainable setpoint adjusted. Application of guaranteeing management is a promising direction in the development of control systems for the test process.

Ключові слова

Дріжджі, вирощування, система автоматичного регулювання, гарантуюче управління, регулятор, критерій оптимальності, гранично допустимі значення.

Процес вирощування дріжджів є біохімічним, що здійснюється у декілька стадій (три стадії чистої культури та дві товарних стадій). Кожна зі стадій проходить у закріплених за нею апаратах, при цьому готові дріжджі з попередніх стадій подаються в один або декілька апаратів наступної стадії, що мають більшу місткість. Апарат першої стадії чистої культури працює за безприточним принципом, усі інші апарати – за повітряно-приточним. Під час використання безприточного способу усі живильні компоненти завантажуються у апарат одразу перед введенням дріжджів. У процесі вирощування, в залежності від росту біомаси дріжджів, змінюються лише витрати повітря.

Технологічний процес вирощування дріжджів для повітряно-приточного способу реалізується наступним чином. До апарату, у визначених технологією об'ємах в залежності від культури біомаси, завантажують воду, меласу та кукурудзяний екстракт. Після завантаження живильних речовин шляхом подачі діамонійфосфату, хлориду калію та сульфату магнію створюють необхідне для вирощування дріжджів хімічне середовище. Після закінчення дозування компонентів, необхідних для нормального протікання технологічного процесу, температуру у апараті доводять до значення 30 °С шляхом подачі пари до барботажної системи. Після цього до апарату завантажують дріжджі. Під час вирощування дріжджів необхідно підтримувати задану температуру середовища, що здійснюється шляхом подачі охолоджуючої води до змішувача. Також, у разі підвищення рівня піни у апараті, виконується гасіння піни шляхом подачі до апарату хімічного піногасника. Для регулювання рівня рН культурального середовища, що впливає на швидкість розмноження дріжджів, використовують зміну витрат сульфату магнію. Після закінчення технологічного процесу біомаса вивантажується з апарату, апарат промивають та стерилізують. [1]

Зниження температури призводить в основному до зниження швидкості росту дріжджів внаслідок зменшення активності ферментних систем, спрямованих на синтез біомаси. В результаті знижується вихід продукту. Навіть незначне (на 2-4°C) підвищення температури від оптимальної величини, особливо в перші години культивування дріжджів, різко гальмує швидкість їх росту, яка може знизитися в два рази в порівнянні з отриманням дріжджів при оптимальній величині температури. Вихід дріжджів при цьому знижується на 7-10%. Більш значне підвищення температури (на 8°C) може знизити вихід дріжджів на 18-20%. При цьому спостерігається відмирання дріжджових клітин. При інших рівних умовах на швидкість росту дріжджів значно впливає величина рН культурального середовища. Висока швидкість росту дріжджів спостерігається при рН 4,5-5,5. При підкисленні середовища до рН 4,0 швидкість росту дріжджів знижується, а при рН 3,0-3,5 розмноження клітин зупиняється, дріжджі набувають темний колір. Вирощування дріжджів при рН 5,5 в початкові години культивування призводить до зниження швидкості росту дріжджів. У перші години культивування спостерігається навіть деяке зниження біомаси, тобто втрата маси. Вихід дріжджів при цьому знижується в середньому на 10%. Більш сильне підлогування середовища (рН більше 6,0) призводить до ще більшої втрати швидкості росту і навіть може призупинити розмноження дріжджових клітин при рН 8,0. [3]

Табл. 1 – Регламентні зони найбільш параметрів параметрів технологічного процесу

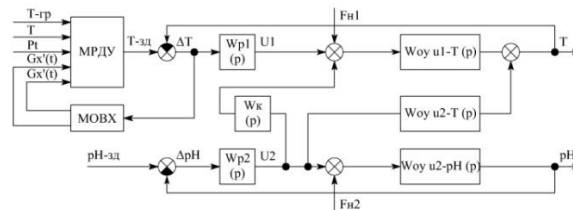
Назва параметру	У м. позн.	Од. вимір.	Номін. значення парам.	Допустимі відхилення		
				Довгостр. Значення	Короткочасні	
					Зна ч.	Т, хв
Температура у апараті	Т	°С	30	±1,0	±3,0	10,0
Значення рН	р Н	°Н	5,0	±0,5	±1,5	15,0



7 СТУДЕНТСЬКА НАУКА

Для дослідження ефективності використання системи гарантуючого управління для регулювання температури культурального середовища був використаний метод цифрового імітаційного моделювання, зокрема, була розроблена модель об'єкту управління (далі – ОУ), що враховує статичні та динамічні характеристики реального об'єкту.

Дослідження проводилося наступним чином. Спочатку було виконане моделювання системи автоматичного управління без врахування впливу параметричних збурень (з номінальними параметрами об'єкту управління) з заданою ймовірністю виникнення небажаної ситуації $P_t = 0,9$. Потім було виконане моделювання системи автоматичного управління (далі – САУ) з врахуванням впливу параметричних збурень з заданою наперед ймовірністю виникнення аварійної ситуації $P_t = 0,9$. При цьому параметри моделі каналу об'єкту управління (коефіцієнт, час запізнення) були збільшені на 20% у порівнянні з номінальними. На завершальному етапі було виконане моделювання САУ з врахуванням впливу параметричних збурень з ймовірністю виникнення небажаної ситуації $P_t = 0,99$. При цьому параметри об'єкту управління (коефіцієнт, час запізнення) будуть збільшені на 20% у порівнянні з номінальними. Моделювання САУ велось на проміжку часу $t = 5000c$. В якості загального критерію ефективності САУ використані наступні критерії: кількість перетинів регульованою змінною максимально допустимого значення T_{-gr} та інтегральний модульний критерій якості. Структурна схема розробленої системи гарантуючого управління (далі – СГУ) приведена на рис. 1.



T_{-gr} – гранично допустиме значення регульованої змінної; T_{-zd} – задане значення регульованої змінної; T – інтервал часу безаварійності; P_t – вірогідність безаварійної роботи; MRDU – модуль розрахунку допустимої установки; MOBX – оцінки вірогідностних характеристик [2]

Рис. 1 – Структурна схема СГУ с розрахунком гранично допустимого заданого значення

Для налаштування параметрів управляючого пристрою були прийняті наступні умови: налаштовувальні параметри регуляторів та корегуючих зв'язків у системі автоматичного регулювання відповідають оптимальним для даного об'єкту управління; граничне допустиме значення температури культурального середовища мінімальне (min) складає $28^{\circ}C$, максимальне (max) складає $31^{\circ}C$; задане регламентне значення температури культурального середовища складає $30^{\circ}C$; ковзаючий інтервал часу, вибраний виходячи зі значення параметрів моделі об'єкту управління, складає 60 с.

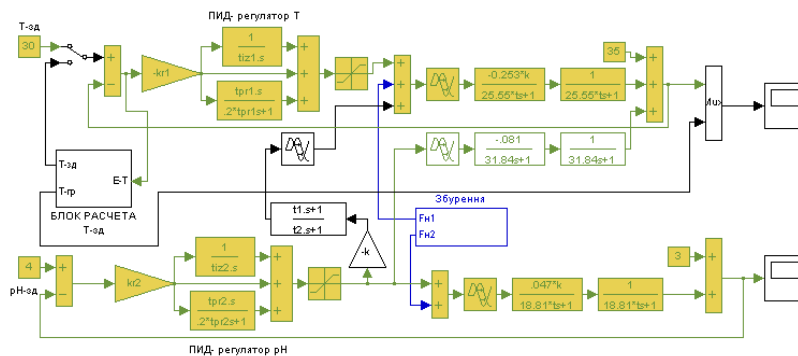


Рис. 2 – Схема моделювання модернізованої САУ

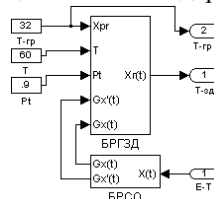


Рис. 3 – Реалізація блоку розрахунку T_{-zd}



7 СТУДЕНТСЬКА НАУКА

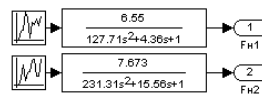


Рис. 4 – Реалізація блоку координатних збурень

Було виконане порівняння перехідних процесів розробленої СГУ з САР підвищеної динамічної точності (далі – САР ПДТ). Результат моделювання систем автоматичного регулювання представлений на рис. 5-9.

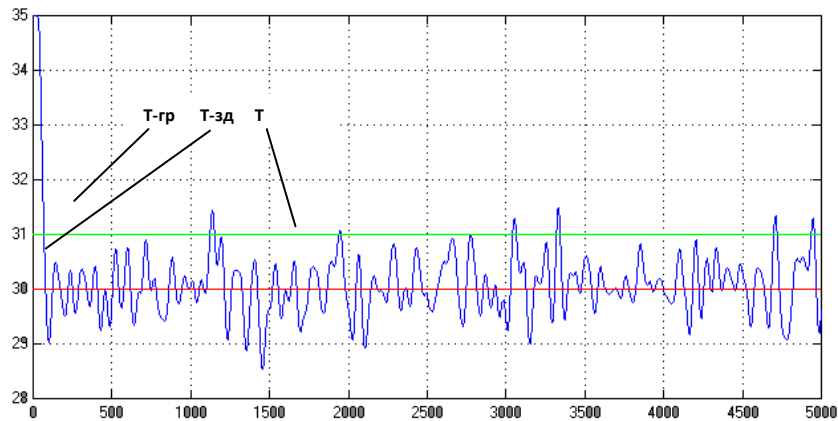


Рис. 5 – Результат моделювання САР ПДТ з номінальними параметрами ОУ

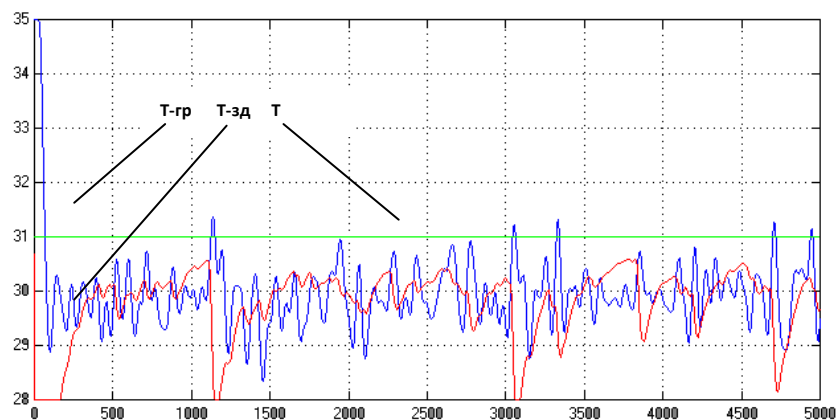
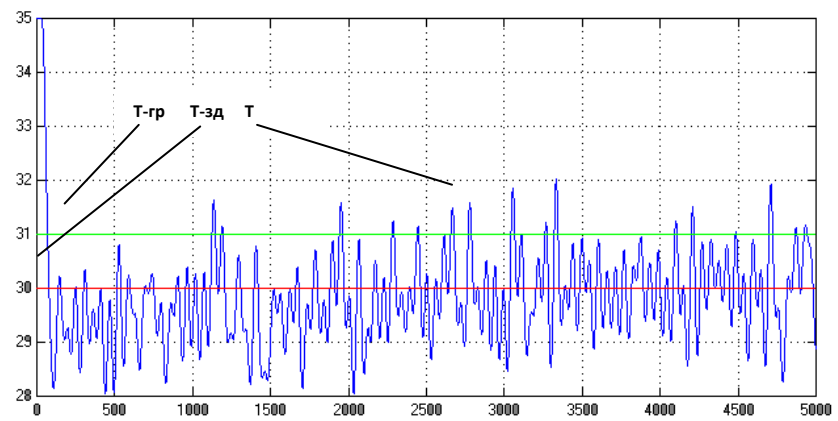
Рис. 6 – Результат моделювання СГУ з номінальними параметрами ОУ, $P_t = 0,9$ 

Рис. 7 – Результат моделювання САР ПДТ в умовах дії параметричних збурень



7 СТУДЕНТСЬКА НАУКА

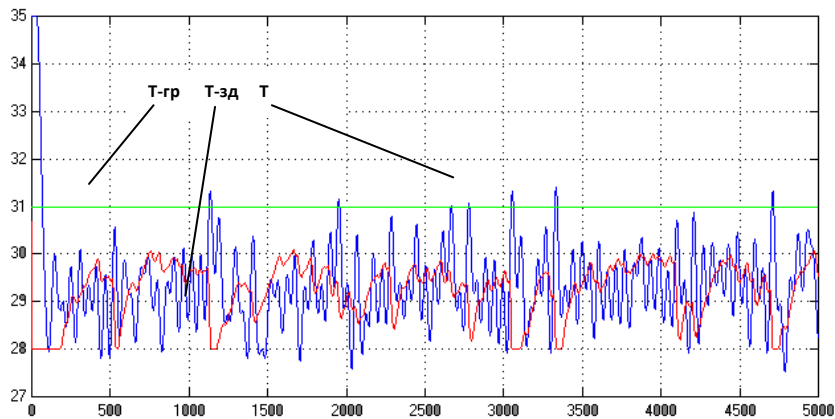
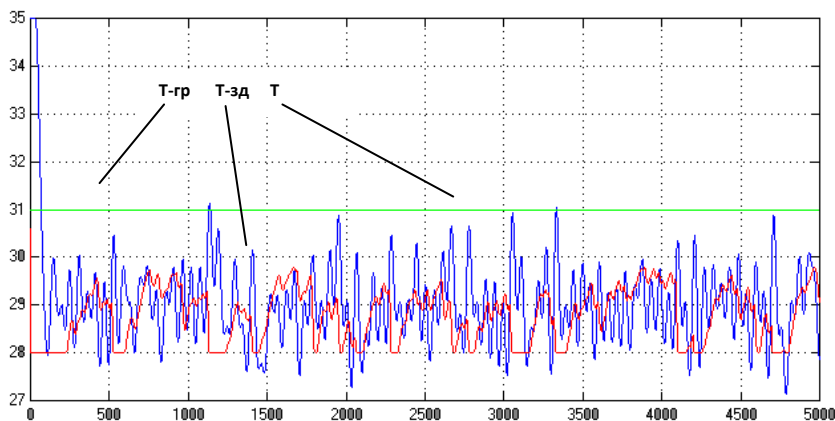
Рис. 8 – Результат моделювання СГУ в умовах дії параметричних збурень, $P_t = 0,9$ Рис. 9 – Результат моделювання СГУ в умовах дії параметричних збурень, $P_t = 0,99$

Табл. 2 – Аналіз показників ефективності різних САУ

№	Тип САУ	Значення І	К-ть перетинів Т-гр
1	САУ ПДТ, з номінальними параметрами ОУ	1080,00	6
2	СГУ, з номінальними параметрами ОУ, $P_t = 0,9$	1598,00	5
3	САУ ПДТ, в умовах дії параметричних збурень	1684,00	15
4	СГУ, в умовах дії параметричних збурень, $P_t = 0,9$	1943,00	7
5	СГУ, в умовах дії параметричних збурень, $P_t = 0,99$	1911,00	2

Висновки

Виходячи з виконаних дослідів, можна зробити висновок про доцільність використання систем гарантуючого управління для регулювання температури культурального середовища. Як видно з таблиці 2, при використанні СГУ, для об'єкту без врахування дії параметричних збурень, значення інтегрального критерію якості збільшується на 50% (відносно САУ ПДТ), а кількість перетинів гранично допустимого значення знижується на 17% (для вірогідності $P_t = 0,9$).

Але, при використанні СГУ для об'єкту в умовах дії параметричних збурень, значення інтегрального критерію якості збільшується на 14% (відносно САУ ПДТ), а кількість перетинів гранично допустимого значення знижується на 53% (для вірогідності $P_t = 0,9$) і на 86% (для вірогідності $P_t = 0,99$).

Досліди показали, що при використанні систем гарантуючого управління граничні допустимі значення порушуються рідше, однак, при цьому погіршується загальний критерій ефективності використання системи автоматичного управління за рахунок збільшення інтегрального показника якості системи автоматичного регулювання. Чим вище задана вірогідність безаварійної роботи системи, тим далі від границі знаходиться регульована змінна.

**7** СТУДЕНТСЬКА НАУКА**Література**

1. Семихатова Н.М., Лозенко М.Ф., Белова Л.Д., Дмитриев А.Д., Папок С.П. - Производство хлебопекарных дрожжей - М: Агропромиздат, 1987;
2. Хобин В.А, Бабилов А.Ю. Исследование систем гарантирующего управления экстремальными нестационарными объектами с ограничениями / 36. наук. пр. Кіровоград. держ. техн. універ. - Кіровоград, 2002. - Вип. 11. - С. 54-57;
3. Фараджева Е.Д., Федоров В.А. - Общая технология бродильных производств М.: КолосС, 2002.

Науковий керівник: Муратов В. Г., доц., к.т.н. кафедри АВП ОНАХТ

ЗАСТОСУВАННЯ НЕЧІТКОГО РЕГУЛЯТОРА В АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯ РОЗДІЛЬНИМИ УСТАНОВКАМИ

Одобеску Д.О.¹, Дубна С.М.¹

¹Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Copyright © 2014 by author and the journal "Automation technological and business - processes".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



DOI: 10.15673/2312-3125. 21/

Анотація

Впровадження кріогенної техніки в різні галузі науки і техніки зумовлює необхідність автоматизації кріогенних машин і установок. Рациональне управління виробничими процесами, реалізованими за допомогою машин і апаратів кріогенних установок, а так само контроль за ходом технологічного процесу, забезпечення надійної та безаварійної роботи обладнання виконується відповідними системами автоматизації.

Кріогенні установки, і особливо повітря- і газороздільні установки, є досить енергосмними, тому їх автоматизація, напрямки на підвищення ступеня використання технологічного устаткування, підвищення якості продукції, зниження собівартості виробництва, поліпшення умов праці і скорочення обслуговуючого персоналу, має велике виробниче значення.

Автоматизація має важливе значення для подальшого розвитку кріогенної техніки та обладнання для розділення газів. Особливо актуальні розробка і застосування систем автоматичної підтримки найвигіднішого режиму при різній продуктивності по розділеним газам і повітрю, при споживанні енергії та інших зовнішніх умов що змінюються. Це має тим більше значення, чим вище продуктивність установки, так як відхилення від оптимального режиму в цьому випадку може привести до відчутних втрат внаслідок збільшення витрати енергії, що в свою чергу позначиться на підвищення собівартості газу (азоту, кисню).

Основною апаратурою, яка застосовується в системі автоматизації, є серійно вироблені приладобудівною промисловістю засоби вимірювання та контролю. Як правило для коректної роботи системи потрібна максимально точно вибрати і налаштувати регулятори. Тому іноді доводиться вдаватися до досить рідких способів регулювання та пошуку, наприклад пошук оптимальних налаштувань на базі нечіткої логіки.