

9. Рыбин, Ю. И. Теория уплотнения порошковых материалов : теория и математическое моделирование процессов обработки давлением уплотняемых материалов : учеб. пособие [Текст] / Ю. И. Рыбин // –СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2002. – 109 с.
10. Друянов, Б.А. Математическое моделирование процессов обработки давлением металлических порошков и пористых тел [Текст] / Б.А. Друянов, И.Д. Радомысльский, М.Б. Штерн // Порошковая металлургия. –1981. – № 3. –С. 6–11.
11. Баглюк, Г.А. Научно-технологические принципы получения изделий из порошковых материалов на основе гетерогенных железо-углеродистых сплавов с повышенной износостойкостью [Текст] / Г.А. Баглюк // – НАН Украины; Институт проблем материаловедения им. И.Н.Францевича. – К.: 2004. – 486 с.

Розглянуто процес ферментації у виробництві біоетанолу. Запропоновано алгоритм прогнозування тривалості процесу. Виконано дослідження методів прогнозування. Наведені схеми системи автоматичного керування для припинення процесу без прогнозування та комп'ютерної системи керування з алгоритмом прогнозування

Ключові слова: біоетанол, ферментація, тривалість, прогнозування, керування

Рассмотрен процесс ферментации в производстве биоэтанола. Предложен алгоритм прогнозирования продолжительности процесса. Выполнены исследования методов прогнозирования. Приведенные схемы системы автоматического управления для прекращения процесса без прогнозирования и компьютерной системы управления с алгоритмом прогнозирования

Ключевые слова: биоэтанол, ферментация, продолжительность, прогнозирование, управление

Here is considered process of fermentation in manufacturing bioethanol. It is offered the algorithm of forecasting durability process. It is accomplished the exploration of the methods of forecasting. We can see some schemes of automatic control to stop the process without forecasting and computer control system of forecasting algorithm

Key words: bioethanol, fermentation, durability, forecasting, manipulation

УДК 681.5.015:66.048:66.066

ВИЗНАЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ПРОЦЕСУ ФЕРМЕНТАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ БІОЕТАНОЛУ

Л. Д. Ярощук

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: 066-253-51-97

E-mail: vicleon@i.ua

І. А. Раухвергер*

Контактний тел.: (044) 245-75-16,

050-207-27-87

E-mail: I_M_T_R@mail.ru

*Кафедра автоматизації хімічних виробництв

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги 37, м. Київ, 03056

1. Вступ

Дослідження, розглянуті у матеріалах статті, стосуються систем керування періодичними технологічними процесами хімічного, біохімічного та споріднених виробництв, зокрема виробництва біопалива.

Суспільна зацікавленість у біопаливі, як альтернативному виді палива, щорічно зростає. Для цього є досить вагомі підстави, що пов'язані з економічними, політичними та екологічними проблемами використання палива нафтового походження. Прикладом нетрадиційного палива, призначеного для використання в існуючих двигунах, є етанол, отриманий не з нафти, а з рослинної сировини, яку називають біомасою.

Біоетанол – зневоднений етанол, вироблений з біологічно відновлюваної сировини, головним чином його використовують як моторне паливо. Позитивним

при його застосуванні є не тільки зменшення споживання нафти, але й раціональне використання рослин [1].

2. Постановка проблеми

Об'єкт дослідження – процес ферментації (бродиння) у виробництві біоетанолу. Його слід розглядати як неперервно-періодичний біохімічний процес, кожний цикл роботи якого складається з наступних етапів: заповнення очищеного апарату певною кількістю дріжджів та сула, власне бродиння впродовж певного часу, виведення отриманих речовини з апарату для подальшої переробки.

Задачі системи керування ферментацією досить складні. Це пояснюється нестабільними властивостями

ми сировини (вони залежать від її виду, місця та умов вирощування та зберігання) та складністю метаболізму дріжджів, як організмів.

Найбільш поширеними у сучасних виробництвах біохімічної промисловості є такі системи автоматизації процесу ферментації, які виконують наступні функції:

- стабілізацію температури біомаси зміною витрати теплоносія в оболонці ферментера;
- стабілізацію рН біомаси через зміну витрати аміачної води;
- стабілізацію рівня піни над біомасою шляхом введенням у неї піногасника;
- стабілізацію тиску надлишкових газів над біомасою зміною їх витрати на виході з ферментера.

Вони дозволяють в основному задовольнити вимоги виробництва, але конкретні параметри процесу та вчасне його припинення [2] значною мірою залежать від досвідченості обслуговуючого персоналу. Визначення тривалості процесу ферментації – своєчасна та важлива задача, спрямована на підвищення економічної та екологічної ефективності виробництва біопалива.

3. Мета даної роботи

Тривалість ферментації важко передбачити навіть фахівцю, тому запропоновано використати методи математичного прогнозування часу припинення процесу в алгоритмі комп'ютерної системи керування. Метою роботи є вибір найбільш інформативних технологічних змінних та проведення досліджень методів прогнозування для вибору такого, який забезпечить бажану точність визначення тривалості ферментації у виробничих умовах.

4. Дослідження технологічного об'єкту

Розглянемо основні показники, які пов'язані з перебігом процесу ферментації. У першу чергу це властивості речовин, що містяться в апараті під час бродіння. Їх розділяють на фізико-хімічні та органолептичні. До перших належать вмісти у біомасі етилового спирту, цукрів, сивушного масла, води, альдегідів, її рН, температура, тиск надлишкових газів тощо. Основними органолептичними властивостями біоетанолу є зовнішній вигляд – це чиста прозора рідина без сторонніх домішок та запах – характерний спиртовий.

Якісним продуктом на виході апарату є такий, у якому

співвідношення концентрацій спирту та цукрів буде дорівнювати 1 (див. рис. 1) [3]. Про оптимальний рівень рН (pH_{opt}) свідчить час, починаючи з якого концентрація цукрів почне зменшуватись, виходячи на усталений режим, а концентрація етилового спирту – збільшуватись. Було з'ясовано, що існують сучасні засоби вимірювання зазначених концентрацій, зокрема це ультразвуковий прилад PIOX S, який розташовують навіть на зовнішній поверхні ферментера. Зазначені факти дозволили вибрати ці дві технологічні змінні для використання в алгоритмі прогнозування тривалості ферментації.

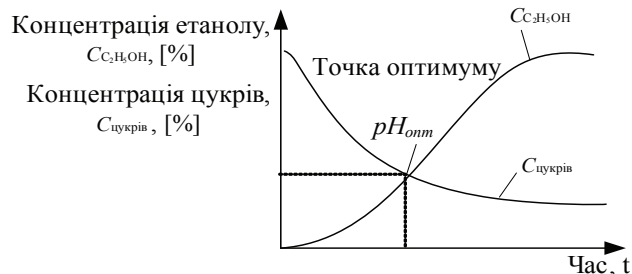


Рис. 1. Графік залежності концентрацій етанолу та цукрів у біомаси від тривалості процесу бродіння

На рис. 2 подано схему автоматизації, яка передбачає закінчення процесу при досягненні однакових значень обома концентраціями за відсутності функції прогнозування в алгоритмі керування.

5. Вибір методу прогнозування

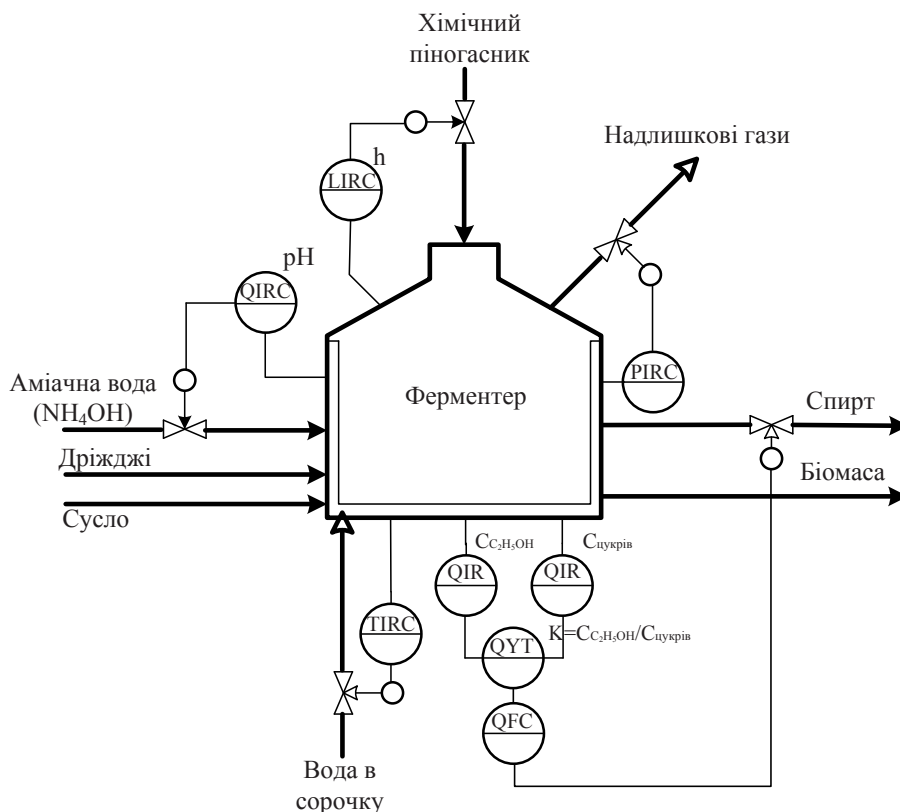


Рис. 2. Схема автоматизації процесу ферментації

Для порівняння були вибрані методи, що базуються на згладжуванні часових рядів – ковзного середнього, експоненціального зваженого середнього, а також Холта і Брауна, Вінтерса, Бокса-Дженкінса (ARIMA), регресійного аналізу тощо. Визначенню підлягали параметри кожного методу та глибина прогнозування τ . Критерієм вибору була похибка прогнозування на однакову глибину при оптимальних параметрах методів.

Найкращими серед розглянутих методів були визнані методи регресійного аналізу та експоненціально зваженого середнього.

На рис. 3 зображено експериментальні дані та результати апроксимації концентрацій етанолу та цукрів у біомасі від тривалості процесу бродіння регресійними залежностями.

Алгоритмом прогнозування передбачено періодично проводити апроксимацію результатів вимірювання концентрацій та отримання математичних залежностей $C_{C_2H_5OH} = f_1(t)$ та $C_{\text{цукрів}} = f_2(t)$. За ними передбачено визначати таке τ , при якому буде справедливою умова $C_{C_2H_5OH} = C_{\text{цукрів}}$ [2].

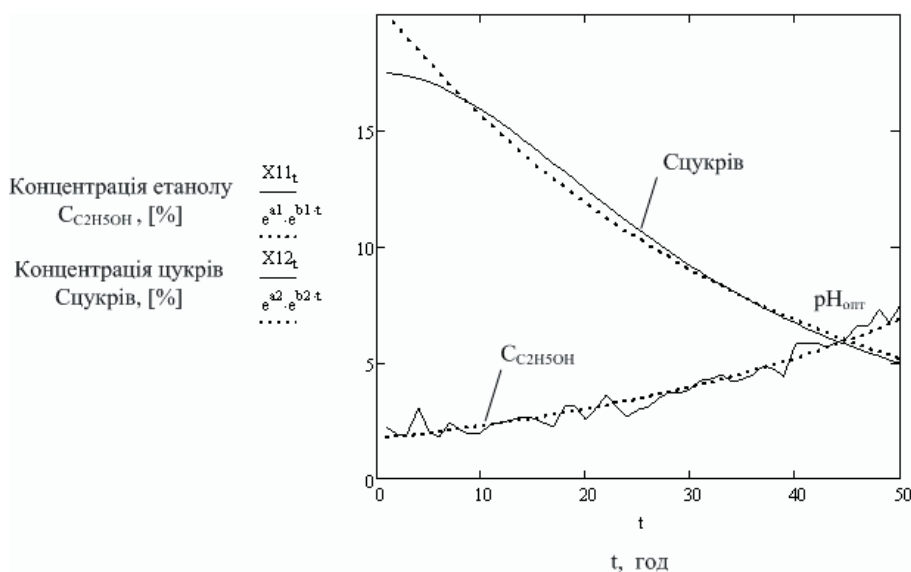


Рис. 3. Графік залежності концентрацій етанолу та цукрів у біомасі від тривалості процесу бродіння на прикладі методу регресійного моделювання

Прогнозування закінчення процесу ферментації можливе тільки за умови надходження інформації про вказані концентрації та при наявності комп'ютера з відповідним програмним забезпеченням.

Тож, система керування (див. рис. 4) матиме дворівневу структуру: з локальними автоматичними системами керування режимними параметрами на нижньому рівні та комп'ютером для статистичної обробки зашумленої інформації та розрахунку тривалості процесу – на верхньому.

Оскільки ферментація є дуже складним процесом, то рекомендації щодо її тривалості треба узгоджувати з особою, відповідальною за прийняття рішень на виробництві (ОПР).

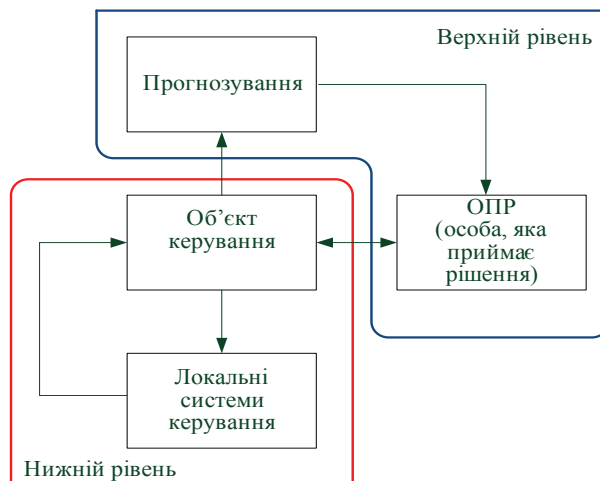


Рис. 4. Загальна структура системи керування з прогнозуванням τ

На рис. 5 подано схему алгоритму прогнозування тривалості процесу, який відповідає блоку “Прогнозування” у структурі системи керування (рис. 4).

Висновки

Біохімічні технології вдало працюють там, де повною мірою використовують досвід персоналу, а не тільки технічні засоби автоматизації. При керуванні саме такими технологічними процесами треба активніше використовувати комп'ютерну техніку, яка надає можливість виконувати більш складні (гнучкі) алгоритми.

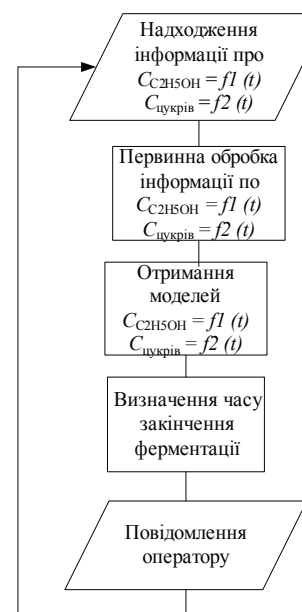


Рис. 5. Схема обробки інформації для прогнозування τ

Проведені дослідження дозволять визначити заздалегідь тривалість процесу бродіння для того, щоб підготувати апарати цієї схеми до подальших технологічних операцій і виконати це ретельно. Поширення цих

результатів можливе для інших виробництв з періодичною роботою обладнання. Напрямок подальших досліджень автори вбачають у створенні нечіткої системи керування співвідношенням зазначених концентрацій.

Література

1. Ярошук Л.Д., Раухвергер І.А. Визначення тривалості ферментації біоетанолу [Текст]: Тези доповідей п'ятої науково-практичної конференції студентів. – К.: НТУУ «КПІ», – 2011. – С. 26 – 27.
2. Fermentation of Ethanol (Highlighted by Environmental Microbiology – 2008 – №10(1) – С. 278–279.
3. Спосіб керування процесом ферментації у виробництві біоетанолу [Текст] : пат. 64618 Україна : МПК11 С12М 1/36, Л.Д. Ярошук, І.А. Раухвергер ; заявник і патентовласник Л.Д. Ярошук, І.А. Раухвергер. - № U201105180 ; заявл. 26.04.2011 ; опубл. 10.11.2011, Бюл. № 21. – 3 с. : іл.

Досліджено закономірності видалення із стічних вод барвників за допомогою флотоекстракції. На основі проведених експериментів встановлено вплив рН середовища, часу проведення процесу, мольного співвідношення реагуючих речовин та визначені раціональні умови проведення флотоекстракції

Ключові слова: флотоекстракція, поверхнево-активні речовини, метиленовий блакитний, стічні води

Исследованы закономерности удаления из сточных вод красителей методом флотоекстракции. На основе проведенных экспериментов установлено влияние рН среды, времени проведения процесса, мольного соотношения реагирующих веществ и определены рациональные условия проведения флотоекстракции

Ключевые слова: флотоекстракция, поверхностно-активные вещества, метиленовый голубой, сточные воды

The main characteristics of removal dyes from wastewater by solvent sublation were investigated. The influence of pH, time, molar ratio of reactants was studied and the reasonable conditions of the process were determined

Key words: Solvent sublation, surfactant, methylene blue, wastewater

УДК 622.765:542.61:546.571

ФЛОТОЕКСТРАКЦІЙНЕ ВИДАЛЕННЯ БАРВНИКІВ ІЗ СТІЧНИХ ВОД

Т.І. Обушенко

Старший викладач*

Контактний тел.: (044) 454-97-35

E-mail: tio63@mail.ru

І.М. Астрелін

Доктор технічних наук, професор, декан хіміко-технологічного факультету, завідувач кафедри*

Контактний тел.: (044) 454-97-35

E-mail: i.m.astrelin@xtf.kpi.ua

Н.М. Толстопалова

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (044) 454-97-35

E-mail: tio63@mail.ru

В.О. Батюк*

*Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056

Вступ

У зв'язку з обмеженою кількістю запасів прісної води на Землі (запас доступної прісної води на планеті становить всього 5 - 6 тис. м³ на душу населення) проблема охорони гідросфери невпинно загострюється, хоча для її вирішення людство прикладає

чималих зусиль. Ріст міст, бурхливий розвиток промисловості, інтенсифікація сільського господарства, значне розширення площі земель, що зрошуються, покращення культурно-побутових умов і ряд інших факторів - всі ці чинники ще більше ускладнюють проблеми забезпечення прісною водою, незважаючи на значний вклад у захист гідросфери, за рахунок