



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **64618** (13) **U**
(51) МПК
C12M 1/36 (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ**ОПИС**
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту**(54) СПОСІБ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ФЕРМЕНТАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ БІОЕТАНОЛУ**

1

2

(21) u201105180

(22) 26.04.2011

(24) 10.11.2011

(46) 10.11.2011, Бюл.№ 21, 2011 р.

(72) ЯРОЩУК ЛЮДМИЛА ДЕМ'ЯНІВНА, РАУХВЕРГЕР ІРИНА АНАТОЛІЇВНА

(73) ЯРОЩУК ЛЮДМИЛА ДЕМ'ЯНІВНА, РАУХВЕРГЕР ІРИНА АНАТОЛІЇВНА

(57) Спосіб керування процесом ферментації у виробництві біоетанолу, що включає стабілізацію температури біомаси зміною витрати теплоносія в

оболонці ферментера, стабілізацію рН біомаси зміною витрати аміачної води, стабілізацію рівня піни над біомасою уведенням у неї піногасника, стабілізацію тиску надлишкових газів над біомасою зміною їх витрати на виході з ферментера, який **відрізняється** тим, що вимірюють концентрації етанолу та цукрів у біомасі, розраховують співвідношення між ними і за рівності цих концентрацій припиняють процес шляхом виведення спирту з ферментера.

Корисна модель належить до техніки контролю та керування процесом ферментації у виробництві біоетанолу і може бути використана в харчовій промисловості та у виробництві біопалива. Запропонований спосіб може бути застосований для покращення якості керування процесом, зокрема, за рахунок підтримки заданих технологічних параметрів та визначення необхідної тривалості процесу.

Відомий спосіб автоматичного керування процесом безперервного бродіння білих столових вин, що включає вимірювання температури та витрати суслу, температуру суслу регулюють шляхом зміни витрати пари на нагрівання, забезпечують високу динамічну точність регулювання, створення автономності контурів регулювання температури, використання більш досконалої елементної бази - мікропроцесорних засобів [патент України № 88437 У, МПК9 C12N 1/16, заявл. 30.05.2003, опубл. 26.10.2009]. Недолік цього способу - опосередковане регулювання температури біомаси у ферментері шляхом регулювання температури суслу на вході у ферментер.

Найбільш близьким до пропонованого є відомий спосіб керування процесом ферментації у виробництві біоетанолу [патент України № 36677 У, МПК6 C12M 1/36, заявл. 18.02.2008, опубл. 10.11.2008], в якому додатково регулюють температуру охолодження при культивуванні подачею холодної води, підтримують рН продукту подачею аміачної води, регулюють піногасіння подачею хімічного піногасника, регулюють тиск в ферментері випуском одержуваних газів, компенсують контрольоване збурення (тиск пари) у контурі ре-

гулювання температури попереджуючою корекцією, компенсують шкідливий вплив перехресного зв'язку в об'єкті, коректуючи його. Недолік способу - відсутність контролю за концентраціями етанолу і цукрів у біомасі, які є важливими показниками перебігу процесу ферментації, і керування процесом згідно з цими показниками. Зокрема, це є причиною того, що об'єктивно не визначають час закінчення процесу ферментації, а це призводить до збільшення витрат енергоносіїв та погіршення якості кінцевого стану біомаси.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалити спосіб керування процесом ферментації у виробництві біоетанолу за рахунок визначення часу закінчення процесу ферментації, що підвищує якість готового продукту, і забезпечує дотримання таких властивостей біомаси, які гарантують її регенерацію для подальшого використання.

Поставлена задача вирішується способом керування ферментацією у виробництві біоетанолу, згідно з яким регулюють температуру біомаси зміною витрати теплоносія (холодна вода у сорочку), стабілізують рН зміною витрати аміачної води, регулюють рівень піни над біомасою шляхом уведення піногасника, регулюють тиск надлишкових газів над біомасою шляхом зміни їх витрати на виході з апарата, вимірюють концентрації етанолу та цукрів у біомасі, розраховують співвідношення між ними і при рівності цих концентрацій припиняють процес шляхом виведення спирту з апарата.

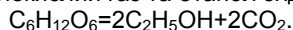
Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, на яких зображено: Фіг. 1 - схема автоматизації, яка реалізує запропонований спосіб керування;

(13) **U**(11) **64618**(19) **UA**

Фіг. 2 - графіки зміни концентрацій спирту (C_2H_5OH) та цукрів у ферментері від тривалості процесу для знаходження точки оптимуму (час, коли концентрації стають однаковими, це час зупинки процесу).

Спосіб керування реалізується наступним чином.

Біоетанол отримують у результаті бродіння - анаеробного метаболічного розпаду молекул поживних речовин. Упродовж спиртового бродіння відбувається, зокрема, перетворення глюкози у вуглекислий газ та етанол згідно з рівнянням:



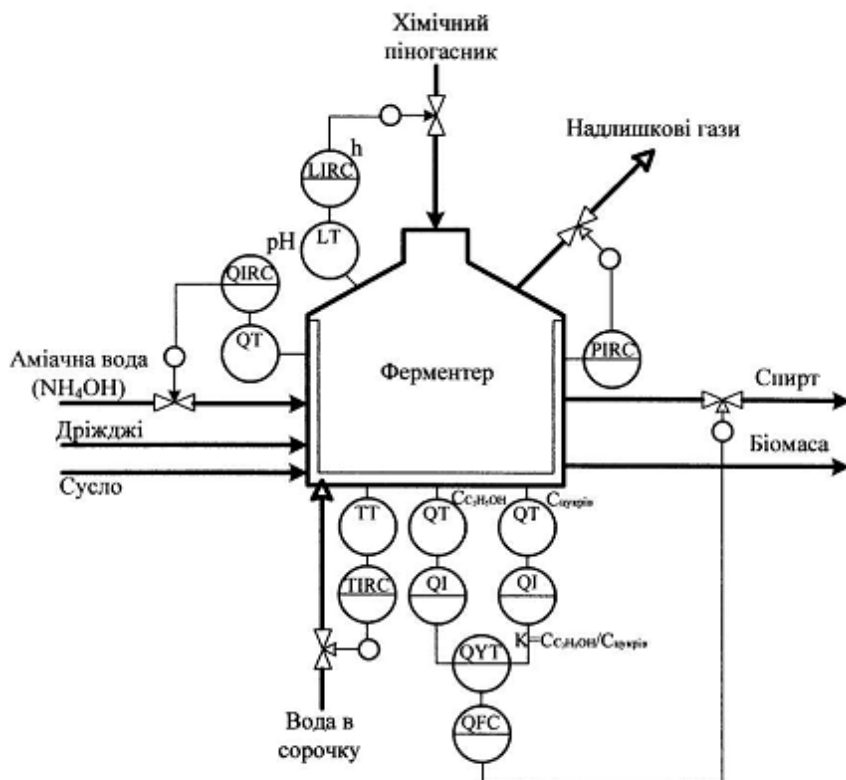
Процес ферментації організовано як неперервно-періодичний. У ферментер (Фіг. 1) завантажують певну кількість сусла і дріжджів, і починається процес бродіння впродовж певного часу.

По закінченні процесу ферментації крім етанолу в апараті створюється складна суміш - біомаса, яка складається з клітин дріжджів, залишків не використаного сусла і накопичених продуктів життєдіяльності мікроорганізмів. Якщо умови перебігу процесу ферментації відповідали умовам життєдіяльності дріжджів, і біомаса була виведена з апарату ще до повного закінчення поживних речовин у суслі, то після закінчення процесу ферментації біомаса йде на регенерування і дріжджі, що в ній

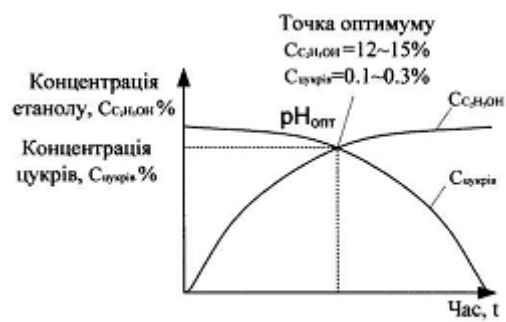
залишилися, можна використати повторно.

Необхідно підтримувати в ферментері наступні показники: температуру біомаси; pH біомаси; рівень піни над біомасою; тиск надлишкових газів над біомасою. В результаті процесу бродіння виділяються етиловий спирт і цукри, причому з часом концентрація етанолу - збільшується, а концентрація цукрів - зменшується (Фіг. 2).

Якісним продуктом на виході є такий продукт (Фіг. 2), у якому концентрація спирту - в діапазоні 12-16 %, концентрація цукрів - не більше 0,45 %, а кислотність - не більше 0,2. Щоб контролювати концентрації етилового спирту і цукрів у біомасі з заданою періодичністю, в режимі реального часу можна встановити вимірювальний комплекс, наприклад, КСИП-2. Час, коли концентрація цукрів почне зменшуватись, виходячи на усталений режим (приблизно 15 %), а концентрація етилового спирту збільшуватись (приблизно 0,1-0,3 %), буде свідчити про закінчення технологічного процесу, рідина в апараті матиме оптимальний рівень pH (pH_{opt}). Якщо продовжити тривалість процесу, то відбудеться зменшення концентрації цукрів, які споживають дріжджі (Фіг. 2), а це призведе до погіршення стану біомаси, навіть до загибелі мікроорганізмів.



Фіг. 1



Фіг. 2