



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **161298** (13) **U**
(51) МПК (2025.01)
C02F 11/00
C12M 1/36 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2025 03071	(72) Винахідник(и): Манжула Володимир Іванович (UA), Мельник Андрій Миколайович (UA), Дивак Микола Петрович (UA), Петришин Наталія Іванівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 25.06.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 20.11.2025	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 19.11.2025, Бюл.№ 47	(73) Володілець (володільці): Манжула Володимир Іванович, вул. Горішня, 189, с. Трибухівці, Чортківський р-н, Тернопільська обл., 46009 (UA), ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46009 (UA)

(54) СПОСІБ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАБІЛЬНОСТІ ПРОЦЕСУ БРОДІННЯ В РЕАКТОРАХ ПЕРШОГО ЕТАПУ ПЕРЕРОБКИ

(57) Реферат:

Спосіб забезпечення стабільності процесу бродіння в реакторах першого етапу переробки полягає у тому, що компоненти сировини у вигляді гною великої рогатої худоби, жому, барди, соломи, сечівки подрібнюють, подають в реактор та контролюють рівень кислотності субстрату шляхом вимірювання маси твердої та об'єму рідкої компонент сировини. Додатково вимірюють температуру компонент сировини.

UA 161298 U

Запропонована корисна модель належить до галузі автоматизованого управління технологічними процесами, зокрема до установок для виробництва біогазу та органічних добрив при зброджуванні багатокомпонентного субстрату, що має у своєму складі органічні матеріали, або їх відходи. Може бути використана на біогазових станціях для підвищення

стабільності та ефективності процесу бродіння. Відомі способи забезпечення стабільності процесу бродіння в біогазових установках, які спрямовані на контроль параметрів процесу, зокрема кислотності, рН, середовища за рахунок керування складом та обсягом сировини, що подається до реактора. При цьому вони передбачають використання математичної моделі, які описують залежність кислотності середовища від параметрів сировини та технологічних параметрів, зокрема, вологості та температури субстрату [1]:

$$\hat{y} = \beta_0 + \left(\frac{\sum_{i=1}^S \beta_i \cdot x_i}{1 + \sum_{j=1}^I \beta_j \cdot x_j} \right)^{\beta_{k+s}} + \beta_h \cdot x_h^{\beta_{h+1}} + \beta_t \cdot x_t^{\beta_{t+1}}$$

де $\hat{y}$ - означає оцінку значення рН кислотності;

x_i - маса добового завантаження у відповідний період у-го виду сировини твердої фракції (суха барда, жом з цукрових буряків, солома), кг;

x_j - об'єм добового завантаження у відповідний період г-го виду сировини рідкої фракції (сечівка, патока), м³;

x_h - вологість субстрату, %;

x_t - температура субстрату, °C;

$\beta_0, \beta_i, \beta_j, \beta_h, \beta_{h+1}, \beta_t, \beta_{t+1}$ - коефіцієнти моделі.

Найближчим аналогом до запропонованої корисної моделі є спосіб забезпечення стабільності процесу бродіння в реакторах першого етапу переробки, описаний в патенті України на корисну модель № 159414 [1].

Недоліком відомого способу є те, що хоча він і дозволяє контролювати рівень кислотності шляхом вимірювання маси твердої та об'єму рідкої компонент сировини на етапі їх подачі, але при цьому не враховує вплив температури нової порції сировини, яка подається в реактор. Це є недоліком, оскільки зміна температури субстрату всередині реактора впливає на стабільність процесу бродіння. Сировина, яка подається з низькою температурою, призводить до зниження температури субстрату, зміни його кислотності і, відповідно, до уповільнення метаболізму мікроорганізмів, а в окремих випадках до їх загибелі. Наприклад, додавання 10 % холодної сировини при 10 °C до субстрату з оптимальною температурою 35 °C призведе до зниження загальної температури в реакторі до 32.7 °C, що виходить за межі оптимального температурного режиму. Це змінює кислотність субстрату і, відповідно, уповільнює метаболічну активність бактерій, відповідальних за розкладання органічних речовин та виробництва біогазу. Відповідно, прямим наслідком уповільнення метаболізму є зниження швидкості утворення біогазу, що призводить до зменшення обсягів виробництва біогазу за одиницю часу та знижує економічну ефективність установки.

Для компенсації зниження температури операторам доводиться збільшити витрати енергії на підігрів реактора, щоб повернути його до оптимального температурного режиму. Отже, не врахування температури сировини на вході, призводить до порушення стабільності процесу бродіння та знижує його продуктивність. Урахування цього параметра в системі управління реактором дозволить покращити стабільність бродіння в реакторі, а, відповідно, дозволить підвищити ефективність функціонування біогазових установок.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення способу забезпечення стабільності процесу бродіння в реакторах першого етапу переробки шляхом введення додаткового вимірювання температури компонент сировини, яка подається до реактора, з метою утримання значення температури в біореакторі в заданих межах, що підвищує стабільність процесу бродіння та ефективність виробництва біогазу.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі забезпечення стабільності процесу бродіння в реакторах першого етапу переробки, який полягає у тому, що компоненти сировини у вигляді гною великої рогатої худоби, жому, барди, соломи, сечівки подрібнюють, подають в реактор та контролюють рівень кислотності субстрату шляхом вимірювання маси твердої та об'єму рідкої компонент сировини, згідно з корисною моделлю, додатково вимірюють температуру компонент сировини.

У відомому способі забезпечення стабільності процесу бродіння в реакторах першого етапу переробки, згідно з корисною моделлю, компоненти сировини у вигляді гною великої рогатої худоби, жому, барди, соломи, сечівки подрібнюють, подають в реактор та контролюють рівень кислотності субстрату шляхом вимірювання маси твердої та об'єму рідкої компонент сировини, при цьому додатково контролюють температуру сировини, яка подається в реактор.

Для прогнозування кінцевої температури субстрату використовують формулу теплового балансу при змішуванні речовин, яка встановлює залежність кінцевої температурою змішаного субстрату від температури компонент сировини, що подається:

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (T_k - T_1) + \dots + c_n \cdot m_n \cdot (T_k - T_n) = c_s \cdot m_s \cdot (T_s - T_k),$$

звідки

$$T_k = \frac{c_1 \cdot m_1 \cdot T_1 + \dots + c_n \cdot m_n \cdot T_n + c_s \cdot m_s \cdot T}{c_1 \cdot m_1 + \dots + c_n \cdot m_n + c_s \cdot m_s},$$

де,

T_k - кінцева температура субстрату; $c_1, \dots, c_n$ - питома теплоємність компонент сировини; $m_1, \dots, m_n$ - маса компонент сировини; $T_1, \dots, T_n$ початкова температура компонент; c_s, m_s, T_s - питома теплоємність, маса та температура субстрату перед подачею сировини.

Запропонований спосіб на основі врахування температури вхідної сировини дозволяє краще прогнозувати та управляти тепловим режимом у реакторі, мінімізуючи небажані температурні коливання. Стабільний температурний режим є критичним для життєдіяльності анаеробних мікроорганізмів, що, у свою чергу, забезпечує стабільність процесу бродіння. Шляхом інтеграції даних про температуру сировини в систему управління можна забезпечити прийняття превентивних рішень, щодо утримання температури субстрату в біореакторі в заданому діапазоні. Наприклад, якщо надходить холодна сировина, можна завчасно збільшити подачу тепла до реактора або уповільнити подачу сировини, щоб уникнути різкого зниження температури субстрату. Це дозволить підтримувати температуру в оптимальному діапазоні для забезпечення стабільності процесу бродіння.

Джерела інформації:

1. Патент на корисну модель № 159414 Україна, МПК C02F 11/00, C12M 1/36. Спосіб забезпечення стабільності процесу бродіння в реакторах першого етапу переробки / Манжула В.І., Дивак М.П. № u202401612. заявл. 01.04.2024., опубл. 28.05.2025, бюл. № 22/2025.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб забезпечення стабільності процесу бродіння в реакторах першого етапу переробки, який полягає у тому, що компоненти сировини у вигляді гною великої рогатої худоби, жому, барди, соломи, сечівки подрібнюють, подають в реактор та контролюють рівень кислотності субстрату шляхом вимірювання маси твердої та об'єму рідкої компонент сировини, який **відрізняється** тим, що додатково вимірюють температуру компонент сировини.