



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **161425** (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 02668	(72) Винахідник(и): Манжула Володимир Іванович (UA), Дивак Микола Петрович (UA), Мельник Андрій Миколайович (UA), Крепич Світлана Ярославівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 05.06.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 04.12.2025	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 03.12.2025, Бюл.№ 49	(73) Володілець (володільці): Манжула Володимир Іванович, вул. Горішня, 189, с. Трибунівці, Чортківський р-н, Тернопільська обл., 46009 (UA), Західноукраїнський національний університет, вул. Львівська, 11, м. Тернопіль, 46009 (UA)

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

(57) Реферат:

Спосіб адаптивного 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. Контроль рівня кислотності субстрату здійснюють шляхом її вимірювання з подальшим вимірюванням приросту часток маси твердої та об'єму рідкої компонент сировини, необхідних для зміни поточної кислотності субстрату.

UA 161425 U

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 ферментації.

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 математичних моделей для зв'язку кислотності середовища з параметрами сировини та технологічними умовами.

Найближчим аналогом до 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 передбачає оперативного реагування на поточні коливання кислотності безпосередньо в реакторі шляхом дозованого внесення саме приросту компонентів, розрахованого для зміни поточної виміряної кислотності. Тобто, контроль здійснюється переважно на основі розрахункових співвідношень компонент сировини, а не на основі прямого вимірювання актуального стану кислотності з подальшим цільовим коригуванням шляхом додавання точно визначеного приросту сировини. Це обмежує можливість стабілізації рН у випадку непередбачуваних змін у властивостях сировини або ході процесу.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення способу забезпечення стабільності процесу бродіння в реакторах першого етапу переробки шляхом введення додаткових операцій вимірювання та коригування, що дозволяють адаптувати рівень кислотності субстрату до оптимального значення коригуванням подачі рідкої та твердої фракцій сировини. Це досягається за рахунок вимірювання поточної кислотності безпосередньо в реакторі, визначенням її відхилення від оптимального значення та подальшого розрахунку і внесення необхідного приросту компонентів сировини для досягнення бажаного значення рН, що підвищує стабільність процесу ферментації та ефективність виробництва біогазу.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі адаптивного 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, контроль рівня кислотності субстрату здійснюють шляхом її вимірювання з подальшим вимірюванням приросту часток маси твердої та об'єму рідкої компонент сировини, необхідних для зміни поточної кислотності субстрату.

Після визначення цього приросту, відповідні компоненти сировини дозовано подаються до реактора.

Запропонований спосіб включає такі етапи:

- подрібнення компонентів сировини (гній великої рогатої худоби, жом, барда, солома, сечівка);
- подача базової порції сировини в реактор;
- безпосереднє вимірювання поточного значення рівня кислотності рН субстрату в реакторі;
- порівняння виміряного значення рН із заданим оптимальним діапазоном;
- у випадку відхилення виміряного рН від оптимального, здійснюється розрахунок необхідного приросту маси твердої та об'єму рідкої компонент сировини, додавання якого до субстрату дозволить скоригувати рН до бажаного рівня. Цей розрахунок базується на попередньо встановленій залежності, математичній моделі, що описана в № 159414, але адаптованій для визначення саме приросту сировини:

$$\hat{\gamma}_{t+1} = \gamma_t + (\beta_0 + \beta_1 \cdot (\Delta S_{t+1})^{\beta_2} + \beta_3 \cdot (H_{t+1})^{\beta_4} + \beta_5 \cdot (T_{t+1})^{\beta_6}),$$

$$\text{де } \Delta S_{t+1} = \frac{\sum_{i=1}^S \alpha_i \cdot x_i}{1 + \sum_{j=1}^I \alpha_j \cdot x_j}$$

виміряний приріст у вигляді маси твердої та об'єму рідкої компонент

сировини;

$\hat{\gamma}_{t+1}$ - означає прогнозовану оцінку значення рН (кислотності);

γ_t - виміряне значення рН;

t - дискрета часу (день), в який проводилися вимірювання;
 x_i - маса в 1000 кг добового завантаження у відповідний періоду j -го виду сировини твердої фракції (суха барда, жом з цукрових буряків, солома);
 x_j - об'єм в m^3 добового завантаження у відповідний період i -го виду сировини рідкої фракції (сечівка, патока);
 H - вологість дегістату, %;
 T - температура середовища бродіння, °C;
 $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_6, \alpha_i, \alpha_j$ - коефіцієнти моделі;

s - кількість видів компонент сировини твердої фракції;
 l - кількість видів компонент сировини рідкої фракції;
 - дозована подача розрахованого приросту відповідних компонентів сировини в реактор.
 Запропонований спосіб дозволяє підвищити точність підтримання рівня кислотності (pH) субстрату в оптимальному для процесу бродіння діапазоні; забезпечити більш оперативне реагування на відхилення pH від норми, що сприяє стабілізації процесу ферментації; підвищити загальну ефективність та надійність роботи біогазових установок.

Джерела інформації:
 1. Патент на корисну модель № 159414 Україна, МПК C02F11/00, C12M1/36. 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 адаптивного 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 контроль рівня кислотності субстрату здійснюють шляхом її вимірювання з подальшим вимірюванням приросту часток маси твердої та об'єму рідкої компонент сировини, необхідних для зміни поточної кислотності субстрату.