

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФЕРМЕНТАЦІЇ БІОМАСИ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ БІОГАЗУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено існуючі шляхи підвищення енергоефективності систем теплозабезпечення ферментації біомаси. Визначено основні переваги і недоліки існуючих шляхів підвищення енергоефективності систем теплозабезпечення ферментації біомаси.

Ключові слова: біогаз, відновлювальні джерела енергії, ферментація біомаси.

Abstract

Existing ways of increasing the energy efficiency of heat supply systems for biomass fermentation are presented. The main advantages and disadvantages of the existing ways of increasing the energy efficiency of heat supply systems for biomass fermentation are determined.

Keywords: biogas, renewable energy sources, biomass fermentation.

Вступ

Зростаючі потреби у відновлюваних джерелах енергії та збільшення свідомості про екологічні виклики виробництво біогазу є одним із кроків у напрямку сталого розвитку. Ефективне теплозабезпечення процесу ферментації біомаси є ключовим елементом для оптимізації виробництва біогазу та забезпечення енергетичної ефективності.

Метою роботи є аналіз існуючих шляхів підвищення енергоефективності систем теплозабезпечення ферментації біомаси та виявлення напрямків їх удосконалення.

Результати дослідження

Процес ферментації біомаси можна поділити на три етапи: розчинення і гідроліз органічних сполук, ацетогенез та метаногенез.

Кожен етап бродіння тісно пов'язаний з попереднім, так як кінцевим продуктом бродіння кожного попереднього етапу є продукт харчування бактерій з наступного етапу [1]. На процес бродіння впливає температура [1]. Від температури біомаси в біореакторі залежить кількість виділення метану з 1 кг сухої речовини. Необхідно дотримуватись одного з температурних режимів процесу ферментації: кріофільного 20°C (30 - 40 діб і більше), мезофільного 32–33°C (10 - 20 діб), термофільного 52–54°C (5 - 10 діб).[2]. Зміни температури процесу термостабілізації ферментації допустимі з межах $\pm 3^\circ\text{C}$. Метаболічна активність анаеробних бактерій знаходиться в прямій залежності від температури середовища (Рис.), а саме чим вища температура, тим більше виділення біогазу [2].

Поширення набули мезофільні та термофільні режими, перевагою яких є підвищена швидкість розкладання сировини і більш високий вихід біогазу, а також практично повне знищення хвороботворних бактерій, що містяться в сировині, що дозволяє використовувати залишки субстрату у якості біологічних добрив. До їх недоліків слід віднести велику кількість енергії, яка потрібна для підігріву субстрату в реакторі, чутливість процесу зброджування до найменших змін температури. Для України витрати енергії для обігріву біомаси складають приблизно 37% від загальної кількості отриманої енергії [1].



Рис. [1] Залежність виходу біогазу, від вибору температурного режиму. а - температура в реакторі, б - вихід біогазу

Одним з шляхів підвищення енергоефективності ферментації біогазу є зменшення енергетичних витрат за рахунок використання енергії, що виділяється під час роботи електрогенератора для термостабілізації процесу анаеробного бродіння.

Для прикладу розраховано один період синтезу біогазу для мезофільного процесу бродіння тривалістю 18 днів в метантенковій об'ємом 10 м^3 , утепленому 10 см мінеральної вати з теплопровідністю $0,04\text{ Вт/МГрад}$, розташований в м. Вінниця. Для розрахунку прийнято середні температурні умови, холодної пори року за ДСТУ - Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія [3], температура повітря $\leq 8\text{ }^\circ\text{C}$, період 182 дні. В якості біомаси гній великої рогатої худоби вологістю - 92%. Коефіцієнти заповнення та спорожнення біореактора при поступовому його завантаженні приймалися $\rho = 0,7$ та $\tau = 1$. Середнє значення теплоємності субстрату $C_{\text{суб}}$ становило $4,18\text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$. Середньомісячна швидкість вітру для визначення коефіцієнту теплообміну на зовнішній поверхні метантенку прийнято $2,8\text{ м/с}$. Матеріалом стінки є сталь товщиною $\delta_{\text{ст}} = 7\text{ мм}$ з коефіцієнтом теплопровідності $52\text{ Вт/(м}\cdot\text{K)}$.

За проведеними розрахунками можна зробити висновок, що теплової енергії з електрогенератора може бути достатньо щоб обігрівати біомасу в біореакторі в холодний період року.

Висновки

Одним із шляхів підвищення енергоефективності процесу термостабілізації є використання теплової енергії з електрогенератора для обігріву біореактора. Для визначення потенціалу енергоефективності системи з виробництва біогазу доцільно провести додаткові дослідження, а саме виконати математичне моделювання системи та експериментальні дослідження з визначення витрат енергії на термостабілізацію процесу ферментації біомаси.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ISSN 1813-5420 (Print) автор УН Качан електронний ресурс - <http://energy.kpi.ua/article/view/60135/55895>
2. Біогазові установки з відновлюваними джерелами енергії термостабілізації процесу ферментації біомаси / Г. С. Ратушняк, О. Г. Лялюк, І. А. Кошечев. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 110 с., електронний ресурс- <https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/19441/%D0%A0%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%88%D0%BD%D1%8F%D0%BA%2C%20%D0%9B%D1%8F%D0%BB%D1%8E%D0%BA%2C%20%D0%9A%D0%BE%D1%89%D0%B5%D0%B5%D0%B2%20%D0%BC%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D>

[0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D1%96%D1%8F.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://finance.smr.gov.ua/files/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F/dstu-n-b-v11-27-2010-budivelna-klimatologiya.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

3. ДСТУ-НБВ.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія електронний ресурс -
<https://finance.smr.gov.ua/files/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F/dstu-n-b-v11-27-2010-budivelna-klimatologiya.pdf>

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, завідувач кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, Вінниця, ORCID 0000-0001-9656-5150, e-mail: ratusnakg@gmail.com

Бровко Артем Сергійович – аспірант Вінницького національного технічного університету, Вінниця.

Ratushnyak Heorhiy Serhiiovych - Candidate of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Engineering Systems in Construction of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, ORCID 0000-0001-9656-5150, e-mail: ratusnakg@gmail.com

Brovko Artem Serhiiovych - graduate student of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.