

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЗМІШУЮЧОГО ПРИСТРОЮ
БІОГАЗОВОГО РЕАКТОРА

Сподоба М. О., аспірант, e-mail: spmisha@ukr.net

Заблодський М. М., д.т.н., проф., e-mail: zablodskiynn@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Актуальність дослідження. У формуванні сучасної енергетичної системи важливу роль відіграють біогазові технології, рентабельність яких, безпосередньо залежить від енергоефективності процесів інтенсифікації анаеробного зброджування. Процес анаеробного зброджування відходів є довготривалим, тому одним з основних методів інтенсифікації біогазового виробництва є їх перемішування. Основне завдання перемішування полягає у створенні однорідної речовини з однаковою температурою, кислотністю та іншими фізико-хімічними складовими у будь-якій точці об'єму.

Відома значна кількість способів перемішування, серед яких: пневматичне, гідравлічне [1], за допомогою заглибних електричних двигунів [2] та електромеханічних перетворювачів [3]. Однак з точки зору енергозбереження та проведеного аналізу впливу способу перемішування на якість та кількість утворення біогазу (табл. 1), найбільш перспективним обладнанням для інтенсифікації процесу зброджування органічних відходів є біогазові реактори із механічними мішалками [1, 4]. Про це свідчить велика кількість досліджень впливу механічних мішалок на речовину, що знаходиться у замкнених резервуарах, векторів розповсюдження потоків, енергетичних характеристик перемішуючого пристрою під час перемішування, процеси інтенсифікації масообміну та теплообміну у резервуарах, а також кількість утворення біогазу та метану.

Таблиця 1 - Утворення біогазу при різних способах перемішування

Спосіб перемішування	Утворення біогазу (л/л/добу)	Утворення метану з сухої речовини (л/г)
Відсутнє перемішування	0,92	0,19
Пневматичне	1,07	0,21
Механічне	1,14	0,23

Незважаючи на відомі результати досліджень, питання визначення енергоефективного типу перемішуючого пристрою з метою підвищення енергетичної ефективності процесу утворення біогазу є не повністю вирішеним та наразі, залишається актуальним.

Мета дослідження. Визначення енергоефективного типу перемішуючого пристрою з метою підвищення енергетичної ефективності процесу утворення біогазу.

Основні матеріали дослідження. Згідно з метою дослідження, проведено порівняльний аналіз енергетичних витрат для тихохідних механічних мішалок при наступних початкових умовах. Завантажена у біогазовий реактор рідинна органічна біомаса має такі параметри: густина, в'язкість $\mu = 0.048 \text{ Па} \cdot \text{с}$. Біогазовий реактор циліндричної форми з наступними геометричними параметрами: об'єм $V_{\text{реак}} = 5 \text{ м}^3$, висота субстрату у реакторі $H = 2 \text{ м}$, діаметр реактора $D = 1.8 \text{ м}$. Висота від дна реактора до нижньої частини лопаті механічної мішалки $s = 0.3 \text{ м}$; діаметр мішалки $d_m = 1.5 \text{ м}$; висота лопатей $h = 0.2 \text{ м}$. Потужність електродвигуна ($N_{\text{об}}$) вибирається за робочою потужністю мішалки (N_p), при врахуванні коефіцієнту корисної дії передачі (η_n) та коефіцієнту запасу потужності ($k = 1.2 \dots 1.5$):

$$N_{\text{дв}} = k \frac{N_p}{\eta_n}; \quad (1)$$

$$N_p = Eu'_m \cdot n^3 \cdot d_m^5 \cdot \rho, \quad (2)$$

де Eu'_m – критерій Ейлера.

У [5] наведено експериментальні дані залежності критерію Ейлера від критерію Рейнольдса у вигляді кривих $Eu'_m = f(Re_m)$, або у вигляді констант A та m для різноманітних конструкцій механічних мішалок. У випадку відхилень геометричних співвідношень від параметрів модельної мішалки критерій Ейлера повинен включати поправочні коефіцієнти f_i . Результати проведеного порівняльного аналізу представлено у вигляді діаграми (рис. 1).



Рис.1 – Витрата потужності для електропривода механічної мішалки:
1 – шестилопатева, лопаті під кутом 90^0 ; 2 – якірна та рамна; 3 – лопатева двоярусна, по дві лопаті на ярус під кутом 90^0

Результати розрахунку критерію Ейлера для механічних мішалок різної конструкції при однаковому об'ємі резервуару, режиму руху і рівні речовини у резервуарі є різними, а форма механічної мішалки має суттєвий вплив на зміну картини потоків речовини у замкненому резервуарі.

Висновки. Встановлено, що двоярусна лопатева мішалка, яка містить дві лопаті на ярус, встановлених під кутом 90^0 , витрачає найменшу кількість енергії на перемішування біомаси у досліджуваному біогазовому реакторі.

Вважається доцільним провести подальші дослідження двоярусної лопатевої мішалки для різних кутів нахилу лопаток, топології векторів потоків субстрату, що дозволить максимально підвищити рентабельність біогазових установок.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Ратушняк Г. С., Анохіна К. В., Джеджула В. В. Дослідження параметрів процесу перемішування органічної маси в біогазовій установці з вертикальним пропелерним перемішувачем. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 170 с.

2. Marks S., Dach J., Fernandez Morales F. J., Mazurkiewicz J., Pochwatka P., Gierz Ł. New Trends in Substrates and Biogas Systems in Poland. Journal of Ecological Engineering, 2020. №21(4), pp.19-25. DOI: /10.12911/22998993/119528.

3. Сподоба М. О., Заблудський М. М., Радько І. П. Основні складові методології побудови заглибного електромеханічного перетворювача для біогазових комплексів//V Міжнародна науково-практична конференція присвячена пам'яті професора Віктора Михайловича Синькова «Проблеми та перспективи розвитку енергетики, електротехнологій та автоматики в АПК», – Київ: НУБіП, 2019.

4. Luo H., Al-Dahhan M. H. Macro-Mix in gina draft tube airlift bioreactor. Chem. Eng. Sci. 2008. №63(6), pp. 1572-1585.

5. Черевко О. І., Поперечний А. М. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник — 2-е видання, доп. та випр. – Харків: Світ Книг, 2014. – 495 с.