

ГІДРОДИНАМІЧНИЙ І ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМИ БІОРЕАКТОРА БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

¹ Вінницький національний аграрний університет;

² Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто питання, пов'язані з розрахунками температурного поля, що виникає в біореакторі біогазової установки при бродінні субстрату.

Ключові слова: субстрат, біореактор біогазової установки, тепловий режим біореактора, гідродинамічний режим біореактора.

Abstract

Issues related to the calculations of the temperature field arising in the biogas bioreactor are considered installations during fermentation of the substrate.

Keywords: substrate, bioreactor of a biogas plant, thermal regime of a bioreactor, hydrodynamic regime of a bioreactor.

Вступ

У зв'язку із зменшенням запасів викопного органічного палива (в основному вугілля, торфу, нафти, природного газу) та глобальним погіршенням стану навколишнього середовища як у світі, так і в Україні використання відновлюваних джерел енергії, зокрема біогазу, що отримується з гною великої рогатої худоби та свиней, відходів птахофабрик, підприємств харчової промисловості, стічних вод комунальних та міських очисних споруд, [1] сміттєзвалищ твердих побутових відходів, можливість використання біогазу відноситься до дуже актуальних проблем.

Крім отримання біогазу при переробці біомаси вирішується не тільки проблема енергозабезпечення, але також екологічна, агротехнічна та соціально-економічна проблеми.

Результати дослідження

Біогаз, який одержують на біогазових установках – кінцевий продукт переробки мікроорганізмами складних органічних речовин в анаеробних умовах.

Продуктивність біогазової установки залежить від технологічних параметрів процесу виробництва біогазу, до яких належать такі параметри: добова доза завантаження біореактора, вологість сировини, температура процесу бродіння, значення рН середовища, час перемішування за добу, інтенсивність перемішування субстрату, тиск у біореакторі. Зауважимо, що всі перелічені параметри суттєво впливають на процес отримання біогазу, а зміна їх значень призводить до зміни продуктивності біогазової установки. Слід зазначити, що найважливішим із перерахованих технологічних параметрів є температурний режим біореактора біогазової установки. Ефективність роботи біореактора залежить від підтримки в ньому постійної [2] температури протягом усього часу бродіння субстрату та від рівномірності розподілу температури за обсягом біореактора. Підігрів та підтримання стабільної температури, як правило, здійснюється прокачуванням гарячої води через спеціальні теплообмінники, які монтуються у біогазовій установці.

Метою цієї роботи є пропозиція підходів розробки математичної моделі для розрахунків температурного поля в біореакторі біогазової установки.

Розглянемо просторове завдання теплопровідності для області у формі циліндра, накритого зверху куполом (газгольдер біореактора). На 2/3 своєї висоти біореактор заповнено субстратом, решта ж у початковому стані заповнена повітрям, а кінцевому стані біогазом. Стінка [3] біореактора складається із залізобетону та ізоляційного шару. Область моделювання поділяється на під області з різними теплофізичними характеристиками. Прийнято такі припущення: теплофізичні параметри вважаються постійними, теплоперенесення здійснюється тільки кондукцією, нижня частина біореактора теплоізольована, радіаційний теплообмін біореактора з довкіллям не враховується. Температурне поле

в біореакторі біогазової установки дозволяє підібрати оптимальне розміщення та геометричні розміри теплообмінника в біореакторі, температуру теплоносія та оптимальну товщину ізоляційного шару стінки біореактора таким чином, щоб температура в будь-якій точці біореактора знаходилася в оптимальних межах заданого режиму бродіння.

Істотним недоліком запропонованої моделі є те, що дана модель не враховує процес перемішування в біореакторі. Ефективність роботи біореактора визначається умовами взаємодії популяцій мікроорганізмів із субстратом [4]. Тому необхідно періодично перемішувати субстрат.

У процесі бродіння органічних речовин біореактора біогазової установки біомаса має тенденцію до розподілу на три фракції. Верхня фракція є кіркою, утвореною з великих частин органічної речовини, які піднімаються на поверхню разом із бульбашками газу. Через деякий час після початку бродіння кірка може стати твердою і заважатиме виділенню біогазу. Середня фракція – це рідина. Популяції мікроорганізмів найбільш активна у середній частині біореактора. У нижній частині біореактора утворюється осад. Перемішування субстрату перешкоджає утворенню кірки на поверхні та зменшує кількість осаду внизу біореактора.

Висновки

Таким чином, у науковій роботі авторами запропоновано підходи до розробки нової математичної моделі для розрахунків температурного поля в біореакторі біогазової установки. При розробці цієї моделі використовувалися дані щодо температурних та гідродинамічних режимів біореакторів біогазових установок України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С. Й. Аналіз соціальної та енерго- і природозбережної ефективності реалізації біогазової технології [Текст] / С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2020. – № 2. – С. 34-41.

2. Потенціал біогазової технології на Вінниччині [Текст] / С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, О. В. Власенко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2020. – № 5. – С. 41-48.

3. Пат. 117017 UA, МПК B01J 8/00, C02F 11/00, C02F 11/04. Установка для виробництва енергоносіїв з органічних відходів [Текст] / Д. В. Степанов, Н. Д. Степанова, Ю. Я. Спринчук (Україна). - № u 2017 00118 ; заявл. 03.01.2017 ; опубл. 12.06.2017, Бюл. № 11. - 5 с. : кресл.

4. Пат. 147423 UA, МПК C02F 11/04. Біогазова установка з однопрохідним біореактором з локальним фрагментом багатократної циркуляції [Текст] / С. Й. Ткаченко, Н. Д. Степанова, Д. В. Степанов, О. В. Власенко (Україна). – № u 2020 07986 ; заявл. 14.12.2020 ; опубл. 05.05.2021, Бюл. № 18. – 5 с. : кресл.

Козак Роман Петрович – спеціаліст, факультет агрономії та лісівництва, Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, e- mail: kozak6720@gmail.com

Науковий керівник: Степанова Наталія Дмитрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Stepanovand@i.ua

Kozak Roman P. – specialist, faculty of agronomy and forestry, Vinnytsia national agrarian university, Vinnytsia, e-mail: kozak6720@gmail.com

Supervisor: Stepanova Nataliya D. – Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnitsya, e-mail: Stepanovand@i.ua