

## ПРОБЛЕМИ ТЕРМОСТАБІЛІЗАЦІЇ В БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЯХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-РОЗРАХУНКОВИЙ МЕТОД

<sup>1</sup>Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Проаналізовано проблеми термостабілізації в біогазових технологіях. Обґрунтовано застосування експериментально-розрахункового методу для визначення коефіцієнта тепловіддачі до рідин з обмеженою інформацією про їх теплофізичні властивості.*

**Ключові слова:** термостабілізація, біогазові технології, експериментально-розрахунковий метод.

### *Abstract*

*Problems of thermal stabilization in biogas technologies are analyzed. The application of the experimental-calculation method for determining the heat transfer coefficient to liquids with limited information about their thermophysical properties is substantiated.*

**Key words:** thermal stabilization, biogas technologies, experimental calculation method.

### **Вступ**

Недоліком відомих типів біогазових реакторів є те, що за рахунок недостатнього та нерівномірного прогріву суміші коливання температур субстрату стають значними. Це порушує технологічні вимоги та зменшує вихід біогазу. Також до основних недоліків можна віднести великі площі теплообмінників, що призводить до значного зростання вартості спорудження реактора. Будь-які різкі зміни температури негативно впливають на процес. Для кожного режиму зброджування допустимі коливання температур  $\pm 3^{\circ}\text{C}$  [1].

### **Результати дослідження**

Процес термостабілізації в біореакторах - це вирівнювання полів температур в субстраті в біореакторі та дотримання температурних режимів. Забезпечення термостабілізації можливе при автоматизованому контролі параметрів температурних режимів, перемішуванні та рівномірному прогріванні субстрату [1].

Метаболічна активність анаеробних бактерій перебуває у прямій залежності від температури середовища. Згідно з останніми дослідженнями, зі зростанням температури вихід газу та розкладання органіки збільшується. Із зменшенням температури до  $15^{\circ}\text{C}$  процес бродіння повністю припиняється [1].

Анаеробний процес, що проходить у біогазовій установці, споживає певну кількість енергії: теплової енергії – для підтримки термостабільності в реакторі та попереднього нагрівання субстрату до температури зброджування; механічної енергії - для здійснення перемішування середовища в ємностях та переміщення матеріальних потоків субстрату. Експлуатація біогазових реакторів вимагає забезпечення стабільного температурного режиму за умов навколишнього середовища [1].

Запропоновано оригінальний метод визначення коефіцієнту тепловіддачі в субстратах і сумішах [2] – експериментально-розрахунковий метод (ЕРМ), який розширює можливості застосування теорії подібності теплообміну в середовищах зі складними властивостями. Запропонований авторами метод враховує зміну властивостей речовини з температурою (завдяки введенню комплексу фізичних властивостей).

Вперше запропоновано та обґрунтовано застосування експериментально-розрахункового методу як нового оригінального аспекту використання теорії подібності для визначення інтенсивності теплообміну в складних органічних середовищах з обмеженою інформацією про їх теплофізичні властивості. Показана правомірність гіпотез, оцінок, які покладені в основу ЕРМ, що допускає перенос властивостей теплообміну з одного класу явищ конвективного теплообміну в другий без втрати цінних якостей теорії подібності [3].

В [4] запропонований експериментально-розрахунковий метод (ЕРМ) для використання математичного опису теплових процесів. Визначено величини, точність яких суттєво впливає на точність кожного етапу та результату ЕРМ в цілому, оцінено величину загальної похибки етапів ЕРМ. Аналіз попереднього варіанта ЕРМ показав, що результуюча похибка становить  $\pm 30 \dots 36\%$ . На даному етапі розвитку, ЕРМ можна застосувати до ньютонівських рідин з ньютонівським поведінням.

Визначено шляхи удосконалення ЕРМ. Для зменшення похибок першої і другої групи необхідно удосконалити фіксування температур та методику обробки експериментальних даних. Для зменшення похибок третьої групи необхідно розробити алгоритм обробки дослідних даних. Удосконалити експериментальну базу ЕРМ для виявлення реологічної поведінки натурної рідини, оцінити її реостабільність чи реонестабільність.

В натурних теплообмінних установках експериментальні стенди для визначення коефіцієнтів тепловіддачі громіздкі та затратні. Запропоновано експериментально-розрахунковий метод для прогнозування інтенсивності теплообміну в складних рідинних сумішах з невідомою або обмеженою інформацією по теплофізичним властивостям і їх реологічному поведінню, тобто в рідинних середовищах, які застосовуються в біогазових технологіях. Суттєва перевага ЕРМ - в можливості організації багатоваріантних досліджень.

### Висновки

При прогнозуванні інтенсивності теплообміну в біогазових технологіях виявляється потреба в багатоваріантних дослідженнях і реалізації громіздких обчислень. Використання ЕРМ в цьому випадку є необхідним. Оскільки перевага ЕРМ - в можливості на її основі організувати багатоваріантні дослідження.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2010. – 170с.
2. Ткаченко С.Й. Теплообмін в системах біоконверсії (131,86kb) : монографія/ С.Й.Ткаченко, Н.В.Резидент. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 124 с.
3. Резидент Н. В. Тепломасообмінні та гідродинамічні процеси в елементах систем біоконверсії : автореф. дис...канд.тен.наук : 05.14.06 / Резидент Наталія Володимирівна ; Віниц. нац. техн.ун-т. – Вінниця, 2009. – 17 с.
4. Пішеніна Н. В. Удосконалення методу визначення інтенсивності теплообміну в енергоефективних системах переробки органічних відходів : дис...канд.тен.наук : 05.14.06 / Пішеніна Надія Володимирівна. – Вінниця, 2013.

**Ткаченко Станіслав Йосипович** – д-р. техн. наук, професор, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [stahit6937@gmail.com](mailto:stahit6937@gmail.com).

**Власенко Ольга Володимирівна** – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [olgakysak7@gmail.com](mailto:olgakysak7@gmail.com).

**Tkachenko Stanislav Y.** - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [stahit6937@gmail.com](mailto:stahit6937@gmail.com).

**Vlasenko Olga V.** – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [olgakysak7@gmail.com](mailto:olgakysak7@gmail.com).