

## МОДЕЛЮВАННЯ КІНЕТИКИ ПЕРЕМІШУВАННЯ СУБСТРАТУ В БІОГАЗОВІЙ УСТАНОВЦІ З ЧАШКОВИМ ПЕРЕМІШУВАЧЕМ

Вінницький національний технічний університет

### Анотація

Обґрунтовано доцільність використання чашкового перемішувача в біогазовому реакторі, що працює за рахунок різниці густин біомаси та біогазу та не потребує підведення додаткової електричної енергії. Наведено конструктивну схему біогазового реактора з чашковим перемішувачем для енергоефективного виробництва біогазу та біодобрив. Промодельовано кінетику перемішування субстрату в біогазовій установці з чашковим перемішувачем.

Ключові слова: енергоефективність, кінетика, інтенсифікація, біогазовий реактор, чашковий перемішувач, біоконверсія, температурний режим, ферментація

### Abstract

*Expediency cup stirrer using a biogas reactor, working for the difference density biomass and biogas and does not require additional supply of electricity. Naveil established an constructive scheme cup biogas reactor mixer for energy efficient production-ment of biogas and biofertilizers. Modeled the kinetics of mixing substrate in the biogas plant with mixer cup.*

*Keywords: energy, kinetics, intensification, biogas reactor, mixer cup, bioconversion, temperature control, fermentation.*

Перспективним шляхом підвищення ефективності біогазових установок є термостабілізація анаеробного бродіння органічного субстрату та інтенсифікація ферментації постійним рівномірним перемішуванням рідини й твердих речовин, які містяться в них та розрізняються за розміром, формою та густиною [1-3].

Метою дослідження є моделювання кінетики перемішування субстрату в біогазовій установці за рахунок чашкового перемішувача без підведення додаткової енергії.

В основу біогазової установки з чашковим перемішувачем поставлено задачу покращення процесу перемішування суміші, внаслідок чого збільшується виробництво біогазу з одиниці ваги біомаси. На кресленні представлена загальна схема запропонованого біогазового реактора з чашковим перемішувачем (рис. 1) [4].

Біогазовий реактор працює наступним чином. Біомаса завантажується через бункер завантаження 5 та надходить всередину конструкції крізь шиберну засувку 6 у резервуар 1. Завдяки підігрівачу 3 біомаса нагрівається та за допомогою чашкового перемішувача 9 перемішується, а також рівномірно прогрівається, при чому чашки закріплені так, що з одного боку вони наповнюються біогазом і за рахунок різниці густин біогазу та субстрату обертаються. З резервуару 1 утворений біогаз, рухаючись вгору, заповнює перевернуту чашку, яка становиться легшою та обертає перемішувач, далі рухається через захисну газорозподільну решітку 7, виходить крізь штуцер відведення біогазу до труби споживача 4. Дно 10 опускається вниз і біодобриво видаляється.

Таким чином відбувається покращення процесу перемішування суміші, а також зменшуються витрати на електроенергію за рахунок влаштування самостійного чашкового перемішувача, який працює за рахунок різниці густин біогазу та субстрату. Досягається рівномірне прогрівання та збільшується виробництво біогазу з одиниці ваги біомаси.

На чашковий перемішувач, який розташовано в біогазовому реакторі, діють такі сили:

1) підймальна сила, що рівна Архімедовій силі

$$F_{арх} = \rho_p \cdot g \cdot W_c, \quad (1)$$

де  $\rho_p$  – густина рідкої складової субстрату;

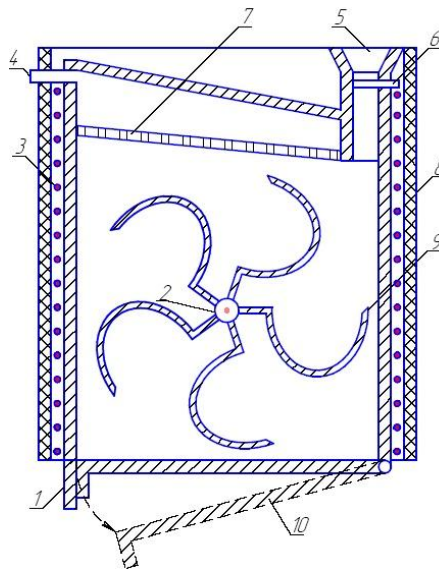


Рис. 1 – Схема біогазового реактора з чашковим перемішувачем

2) сила опору рідкого середовища, може бути визначена за загальною формулою опору при обтіканні тіл різної геометричної форми

$$F_{on} = A_{on} \cdot S_m \cdot \rho_p \cdot \frac{V_a^2}{2}, \quad (2)$$

де  $A_{on}$  – коефіцієнт опору середовища;  $S_m$  – площа міделевого перерізу твердої частинки субстрату, яка може бути прийнята до розгляду як частинка кулеподібної форми;  $V_a$  – вертикальна складова швидкості перемішування твердої частинки субстрату в біогазовій установці.

За рахунок різниці густин біомаси та біогазу відбувається обертання чашкового перемішувача в біогазовій установці, що переміщує органічну масу та інтенсифікує процес виділення біогазу без додаткового підведення електричної енергії.

#### Список використаної літератури

1. Ратушняк Г. С. Енергоефективні технологічні процеси та обладнання біоконверсії. Монографія / Г. С. Ратушняк, К. В. Анохіна. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 160 с.
2. Ратушняк Г.С. Моделювання тепловтрат з біогазової установки в ході розміщення її в ґрунті / Ратушняк Г. С., Анохіна К. В. // Вісник Хмельницького національного університету. – 2015. – № 1 (221). – С. 84-88.
3. Ратушняк Г.С. Вплив характеристик сучасних теплоізоляційних матеріалів на енергоефективність термостабілізації процесу виробництва біогазу / Ратушняк Г. С., Колесник К. В., Каташинський В.О. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2015. – № 2 (19). – С. 153-157.
4. Пат. 103681 Україна, МПК С 02 F 11/04. Біогазовий реактор / Ратушняк Г. С., Власенко А. М., Анохіна К. В., Каташинський В.О.; Державний департамент інтелектуальної власності. – № u201506246; заявл. 24.06.2015; опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24.

**Ратушняк Георгій Сергійович** – к.т.н., професор кафедри інженерних систем у будівництві, декан факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету

**Колесник Катерина Володимирівна** – к.т.н., доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, e-mail: anohinakatya@i.ua

Ratushniak George S. – Ph.D., Professor of Heat, dean of construction, heating and gas Vinnytsia National Technical University

Kolesnik Ekaterina V. – Ph.D., Associate Professor of Heat Vinnytsia National Technical University