

СИНТЕЗ ПІДСИСТЕМИ ПІДГОТОВКИ СИРОВИНИ ПЕРЕД БІО- ГАЗОВИМ РЕАКТОРОМ

Денесяк Д. І., Іщенко К. О.

Вінницький національний технічний університет

Біогазова установка (БГУ) це складна теплотехнологічна система. Вона має підсистеми: підготовки органічних відходів для подачі в біореактор, біореактор з обладнанням для термостабілізації, утилізації теплоти відпрацьованого субстрату, використання біогазу до використання, тощо. Наявність біопроцесів суттєво ускладнює математичне моделювання тепломасообмінних і гідродинамічних процесів системи [1-3].

Синтез БГУ зазвичай відбувається у декілька етапів: на першому формуються об'єкти-гіпотези якість яких ще невідома в достатній мірі, на другому ці гіпотези перевіряються та оцінюються. В даній роботі конкретизуються завдання математичного моделювання елементів установки, формується необхідне методологічне забезпечення.

Синтез БГУ ускладнюється через такі особливості:

1. Аналіз функціональних схем БГУ та склад обладнання [2] показав, що кількість реальних схем установки може налічуватись тисячами.
2. Визначення інтенсивності теплообміну ускладнюється обмеженістю інформації по фізичним властивостям відходів тваринництва, субстрату в технологічній схемі БГУ.

Першу особливість долаємо застосуванням еволюційних принципів синтезу, тобто поступову модифікацію системи по окремим елементах. В даному випадку починаємо з підсистеми підготовки суміші органічних відходів перед подачею їх у реактор.

Вибір саме еволюційного методу [2] впливає з того, що комплекс з БГУ пов'язаний із зовнішніми джерелами енергії (первинні енергоносії, електромережа, поновлювані джерела енергії), має внутрішні енергоресурси (біогаз, теплота бродіння), тощо. В системі БГУ можуть бути елементи перетворення електричної енергії в механічну, хімічної енергії в теплову, електричної в теплову, елементи трансформації теплової, електричної та механічної енергії.

Для аналізу підсистеми підготовки субстрату перед зброджуванням нами розроблено базові математичні моделі з застосуванням експериментально-розрахункового методу (ЕРМ) [3, 4] для змішувального та рекуперативного теплообмінників.

Проблеми, які пов'язані з другою особливістю, вирішуються з застосуванням ЕРМ.

Розглянемо конкретний приклад раціоналізації підготовки суміші до зброджування в реакторі. Прийнята для аналізу підсистема включає: насос, змішувальний теплообмінник та рекуперативний теплообмінник «труба в трубі» для догріву органічної суміші з заданою вологістю перед подачею в БГУ. Працює система таким чином: сировина та підмішувальна рідина (вода, віджата рідина із відпрацьованого субстрату) подається до змішувального теплообмінника, та надходить до реактора БГУ після нагріву в рекуперативному теплообміннику до температури субстрату в реакторі. На етапі змішування – основною контролюючою величиною є вологість отриманої суміші, а на етапі догріву – температура вихідного продукту.

Сформовано вхідні дані для розрахунку моделі системи: температура органічних відходів влітку 15°C, взимку 5°C, теплоємність сировини та суміші [4] 3,2 та 3,4 кДж/(кг·К) відповідно, масова витрата органічних відходів 0,4 кг/с, температура субстрату в реакторі БГУ за умов мезофільного режиму 32 °С.

В процесі синтезу підсистеми знаходимо скільки рідини і з якою температурою треба додати до органічних відходів перед надходженням їх до рекуперативного теплообмінника, щоб були забезпечені раціональні технологічні умови (вологість 92%, температура 32 °С) і

при цьому не були порушені вимоги біотехнології, а ексергетичні показники знаходились в зоні оптимуму.

Проведено ексергетичний аналіз в якому враховувалось ексергія металу рекуперативного теплообмінника та ексергетичні витрати на перекачування теплоносіїв. Результати аналізу показали слабкий вплив складової металоємності на визначення оптимуму. Враховувались біотехнологічні обмеження по швидкості руху органічних відходів в процесі їх транспортування в межах біогазової установки.

Результати ексергетичного аналізу дослідної моделі показали, що зона оптимуму роботи системи досягається за умов швидкості перекачування субстрату в обігріваних трубах рекуперативного теплообмінника 0,4 – 0,6 м/с; температура підмішувальної рідини 37 °С.

Інформаційні джерела:

1. Шалимов Ю.Н., Савельева Е.Л. Энергетический комплекс утилизации отходов промышленного и сельскохозяйственного производства // Альтернативная энергетика. – С.75-79 / Режим доступа: www.v-itec.ru/electrotech.

2. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В. Теплообмінні та гідродинамічні процеси процеси в елементах енергозабезпечення біогазової установки. Монографія. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2004. – 132 с.

3. Ткаченко С. Й., Пішеніна Н. В. Метод визначення інтенсивності теплообміну в реонестабільних сумішах / С. Й. Ткаченко, // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2012.–№2. – с. 78-87.

4. Пішеніна Н. В. Удосконалення методу визначення інтенсивності теплообміну в енергоефективних системах переробки органічних відходів: автореф. дис. к.т.н.: 05.14.06 НУХТ. – К., 2013. – 25 с.

*Науковий керівник: проф., д.т.н. Ткаченко С. Й.
Вінницький національний технічний університет*