

ЗБІЛЬШЕННЯ ВИРОБІТКИ ТОВАРНОГО БІОГАЗУ ЗА УМОВ ВИКОРИСТАННЯ В ТЕХНОЛОГІЧНОМУ ПРОЦЕСІ БГУ РІДКОЇ ФАЗИ ВІДПРАЦЬОВАНОВОГО СУБСТРАТУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено шляхи та схемні рішення по підвищенню частки товарного біогазу за умов повернення у технологічний цикл біогазової установки рідкої фракції відпрацьованого субстрату та утилізації теплоти рідкої фракції. Відзначено ефективність реалізованих методів та їх комплексний вплив на показники роботи біогазової установки.

Ключові слова: біогаз, утилізація відходів, товарний біогаз, субстрат.

Abstract

The ways and scheme solutions for increasing the share of commercial biogas in the conditions of returning to the technological cycle of the biogas installation of the liquid fraction of the spent substrate and utilizing the heat of the liquid fraction are presented. The efficiency of the implemented methods and their integrated influence on the performance indicators of the biogas plant are noted.

Keywords: biogas, waste utilization, commodity biogas, substrate.

Процесам біоконверсії приділяється все більше уваги, як в Україна так і за її межами. Це викликано постійним збільшенням виробничих потужностей та, як наслідок збільшення відходів органічного та неорганічного походження. Використання технологій одержання біогазу із відходів підприємств може позбавити не тільки від недостачі енергетичних ресурсів, а й від екологічної катастрофи, яка відбудеться при не змінних умовах існуючих технологічних процесів [1].

Основним показником ефективності роботи біогазової установки (БГУ) є вихід товарного біогазу, тобто такого біогазу, який не використовується для власних потреб біогазової установки і може бути реалізований у інших технологічних процесах чи відправлений на продаж [2, 3]. В даній роботі ставиться за мету пошук ефективних шляхів підвищення виходу товарного біогазу та організація схемних рішень для її досягнення.

Проведено числовий експеримент по визначенню ефективності використання рідкої фракції для зменшення витрати біогазу на власні потреби установки. Умови дослідження наступні: добова масова витрата субстрату на БГУ 75,9 т; частка повернення рідкої фракції у технологічний цикл 10...50%; добова масова витрата води для забезпечення необхідної вологості субстрату змінюється від 23,4 до 47,2 т; вологість субстрату 92%.

Визначено витрати енергії на підігрів свіжого субстрату перед зброджуванням за умови його підігріву до температури процесу $t_{36} = 42\text{ }^{\circ}\text{C}$ від $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зимовий період та від $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ в літній. Затрачена потужність для компенсації теплових втрат склала для зимового і літнього періоду відповідно $Q_{\text{під}}^3 = 107,3\text{ кВт}$ і $Q_{\text{під}}^1 = 78,3\text{ кВт}$. Для проведення числового дослідження складено наступні балансові рівняння [2, 3]:

$$\begin{cases} V_{\text{тов}}^{\text{бг}} = V_{\text{вир}}^{\text{бг}} - V_{\text{в.п.}}^{\text{бг}} ; \\ V_{\text{в.п.}}^{\text{бг}} = \frac{V_{\text{вир}}^{\text{бг}} - V_{\text{тов}}^{\text{бг}}}{V_{\text{вир}}^{\text{бг}}} \end{cases} \quad (1)$$

де $V_{\text{тов}}^{\text{бр}}$ – товарний біогаз, м³/добу; $V_{\text{вир}}^{\text{бр}}$ – загальна виробітка біогазу у БГУ, м³/добу; $V_{\text{в.п.}}^{\text{бр}}$ – витрата біогазу на власні потреби біогазової установки, м³/добу.

Проведено аналіз компенсації витрати біогазу на підігрів субстрату перед зброджуванням за таких варіантів:

I – повернення рідкої фракції у технологічний цикл відсутнє, підігрів здійснюється за рахунок біогазу;

II – повернення рідкої фракції, із температурою процесу зброджування, у технологічний цикл у розмірі 10...50%, решту відправляти у сховища для зберігання, догрів до необхідної температури здійснюється за рахунок біогазу;

III – утилізація теплоти рідкої фракції у теплообміннику-утилізаторі для підігріву свіжого субстрату, догрів до температури процесу здійснюється за рахунок біогазу;

IV – повернення у технологічний цикл рідкої фракції у розмірі 10...50% та рідкою фракцією, що залишилась виконати підігрів у теплообміннику-утилізаторі, за необхідності догріву субстрату до температури процесу зброджування використати біогаз.

Реалізація технологічних схем II і IV має ряд переваг над іншими, оскільки за умов повернення у технологічний цикл рідкої фракції можна досягти економії свіжої води на рівні 70% [4]. Найбільш доцільним в реалізації є варіант IV, оскільки, за такої реалізації схемного рішення можливо досягти збільшення виробітки товарного біогазу до 68,8...74,8% в залежності від кількості повернутої у технологічний цикл рідкої фракції.

Висновки

Отримані дані свідчать, що утилізація теплоти відпрацьованої рідкої фракції та її повернення у технологічний цикл біогазової установки призводить до позитивних енергетичних наслідків, таких як збільшення виробітки товарного біогазу та економія свіжої води в технологічному циклі. Реалізація IV технологічної схеми дає підвищення виходу товарного біогазу до 74,8%, що значно підвищує енергетичну ефективність і конкурентоспроможність біогазової установки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Куріс Ю.В. Біогазові технології. Енергетичні та екологічні аспекти / Ю. В. Куріс, І. Ф. Червоний. – Запоріжжя: ЗДІА, 2010 – 487 с
2. Ткаченко С. Й. Теплообмінні та гідродинамічні процеси в елементах енергозабезпечення біогазової установки. Монографія / С. Й. Ткаченко, Д. В. Степанов. – Вінниця: Універсум-Вінниця, 2004. – 132 с.
3. Ткаченко С. Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 148 с.
4. Ткаченко С. Й. Економія води в технологічних процесах біогазової установки / С. Й. Ткаченко, К. О. Іщенко. – Наукові праці ОНАХТ. – Одеса: 2017. – Вип. 81. – Т. 2. – с. 125-130.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: stahit6937@gmail.com.

Денесяк Дмитро Іванович – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: doc13energee@gmail.com.

Іщенко Ксенія Олександрівна – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: ksenia1991911@ukr.net.

Коба Павло Сергійович – студент групи ТЕ-14, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: **Ткаченко Станіслав Йосипович** – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: stahit6937@gmail.com.

Tkachenko Stanislav – Dc. Sc., Professor, Head of the power system, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, E-mail: stahit6937@gmail.com.

Denesyak Dmitriy – post-graduate student of the Department of Heat and Power Engineering, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, e-mail: doc13energee@gmail.com.

Ishchenko Ksenia – post-graduate student of the Department of Heat and Power Engineering Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, E-mail: ksenia1991911@ukr.net.

Koba Pavel – student of the TE-14 group. Faculty of Civil Engineering, Heat and Power engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya.

Supervisor: ***Stanislav Tkachenko*** – Dc. Sc., Professor, Head of the power system, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, E-mail: stahit6937@gmail.com.