

# ВИРОБИТОК БІОГАЗУ ЗА УМОВ ВИКОРИСТАННЯ РІДКОЇ ФАЗИ ВІДПРАЦЬОВАНОВОГО СУБСТРАТУ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ СВІЖОГО СУБСТРАТУ

Вінницький національний технічний університет;

## *Анотація*

*Наведено результати дослідження виходу біогазу за умов повернення у технологічний цикл біогазової установки рідкої фракції відпрацьованого субстрату. Висвітлено проблеми, які виникають при поверненні рідкої фракції відпрацьованого субстрату та представлено шляхи їх вирішення. Наведені результати аналізу виходу біогазу із різних джерел сировини.*

**Ключові слова:** біогаз, утилізація відходів, інтенсивність виходу біогазу, субстрат.

## *Abstract*

*The results of the study of biogas yield under the conditions of the return to the technological cycle of biogas liquid fraction of the waste substrate. The problems arising from the return of the liquid fraction of the waste substrate and presented their solutions. The results of analysis of biogas yield from different raw material sources.*

**Keywords:** biogas, waste, intensity, biogas yield substrate.

## **Вступ**

В Україні останніми роками приділяється все більше уваги дослідженню процесів біоконверсії, виходу біогазу та теплообміну в обладнанні.

Якщо розглядати сировину для біоконверсії, то до найперспективніших можна віднести наступні: трав'яна частина рослинних культур (вихід біогазу 451,3 куб. м. і 214,1 куб. м. газу на тонну); коренеплоди, овочі або зернові культури (насіння), особливо ефективна переробка ріпаку (644,5 куб. м.) та картопляного крохмалю (605,6 куб. м.); біоконверсія водоростей; жировмісні стічні води; відходи тваринництва, птахівництва і харчової промисловості та інші. Використання будь-якої сировини для отримання біогазу є доцільним, але процес синтезу біогазової установки потребує системного підходу.

## **Основна частина**

Тваринницький сектор, вирощування рослинних культур і багато інших галузей промисловості передбачають велику кількість органічних відходів. Використання біогазових станцій на таких підприємствах дозволяє зменшити витрати на обслуговування господарства, отримувати збалансоване і збагачене корисними речовинами добриво і швидко переробляти виробничі відходи [1,2].

Органічні відходи можна поділити на сезонні та цілорічні. До цілорічних відходів тваринництва та птахівництва належать: гній ВРХ, МРХ, свиней, коней. До харчової галузі належать: відходи від переробки м'яса та риби. Побутові відходи – тверді стоки. Промислові відходи: стоки від молокозаводів, забійного, рибного цехів, виробництва пива, крохмалю, патоки та жири. До м'ясопереробної галузі відносяться відходи кондитерського та молочного виробництва [3].

Оскільки, все більша увага приділяється раціональному використанню свіжої води, то зниження її споживання призводить до того, що стічні води переробних та очисних підприємств стають більш концентрованими при зменшенні їхньої загальної кількості. Для підприємств відповідне очищення стічних вод представляє серйозну проблему. Це відбувається на тлі зростаючого тиску на підприємства з боку контролюючих органів. Усе частіше перед підприємствами постають проблеми пошуку ефективних, надійних в експлуатації, гарантуючих стабільну і високу якість очищення стічних вод.

Отже, економія свіжої води є проблемою, яка частково входить у всі вищеописані критерії якості системи [4].

Вихід біогазу із органічних речовин неможливо формалізувати, адже на його показник впливає багато факторів: умови зброджування, тип субстрату, його склад, передісторія та ін. В залежності від частки органічної маси, що здатна розкладатись, в реакторі розкладається до 40...50% від закладеної в нього органічної маси [5].

За даними [5] різні органічні речовини мають, також, різну швидкість зброджування. На початковому етапі зброджування вихід біогазу різко збільшується, а після досягнення максимуму поступово зменшується. У доступній літературі відомі практичні значення питомого виходу біогазу з м<sup>3</sup> реактора за добу [1]. Так, для проаналізованих біогазових установок, вихід біогазу в залежності від розмірів реактора та типу сировини коливається від 0,92 до 4,5 м<sup>3</sup> біогазу на м<sup>3</sup> реактора за добу.

Важливим показником якісної роботи реактора є рівномірність завантаження робочого простору, тобто, кількість субстрату, що додається має відповідати кількості субстрату розкладеного в цьому реакторі за одиницю часу. Якщо заповнювати реактор занадто швидко то порушується співвідношення між наявною кількістю активних бактерій та масою поживних речовин, що призводить до погіршення роботи реактора [5]. Відомі на сьогодні дані показують, що завантаження реактора повинно бути тим менше, чим вища частка здатних до розкладання речовин та чим більше в ньому аміаку.

Ефективним способом керування процесу зброджування та якості біогазу є внесення у робочий об'єм реактора спеціально вирощених енергетичних культур та домішок. Під домішками розуміється суміш з ензимів та мікроелементів, застосування яких підвищує вихід біогазу на 20% [6].

Зазвичай повне розкладення органічної маси для виходу біогазу потребує значного часу та, як наслідок, великих розмірів зброджувальних установок. Тому, з економічних міркувань, дещо зменшують перебування органічної маси в реакторі. Вибір раціонального часу перебування органічної маси в реакторі, з одного боку, залежить від конкретного виду субстрату, а з іншого – від заданої глибини розкладення органічної маси. Крім того, збільшення відомо, що із збільшенням часу зброджування збільшується вміст СН<sub>4</sub> в загальній масі виділеного біогазу та зменшується СО<sub>2</sub>, що підвищує якість отриманого біогазу. За загальними рекомендаціями степінь розкладення органічної маси приймається для розрахунку 30...40% [6].

Розрахунок проводимо за умов повернення в технологічний цикл відпрацьованої рідкої фракції. Повернута у реактор рідка фракція забезпечує додавання метаноутворюючих бактерій. Повернення рідкої фракції призводить до зменшення частки свіжого гною у межах 5%, що призводить до зменшення виходу біогазу в межах до 4,5% [4]. Але з іншого боку, наявна у повернутій фракції зола, знижує практичну межу розпаду органічної сировини. У роботі [7] зазначено, що при збільшенні зольності до 76,7% зброджування практично припиняється, що пояснюється погіршенням контакту між бактеріями та органічним субстратом, внаслідок збільшення золи.

### Висновки

Отримані дані свідчать, що можна очікувати незначне зменшення виходу біогазу в межах до 4,5% за умови повернення у технологічний цикл рідкої фракції, через внесення з нею золи, яка погіршує контакт мікроорганізмів з органічним субстратом та зменшується подача свіжого гною.

За умови повернення у технологічний цикл рідкої фракції, аналізу процесу зброджування та регулювання процесу внесенням спеціальних домішок можна досягти підвищення кількості отриманого біогазу та його якості.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Вихід біогазу з різних видів субстратів [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.bitenergy.com/vygod-biogaza-iz-razlichnogo-syrua-2/>
3. Ткаченко С. Й. Функціональні етапи та обладнання біогазової технології в системах різного рівня потужності / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна, Т. Ю. Румянцева // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія : Технічні науки. – 2014. – Вип. 2. – С. 220-225.

4. Ткаченко С. Й., К. О. Іщенко Економія води в технологічних процесах біогазової установки / Збірник наукових праць VI міжнародної науково-практичної конференції «Інноваційні енерготехнології» 4-8 вересня 2017 року: тези доповіді. Одеса, ОНАХТ, 2017р. С. 9-13.

5. Баадер Б. Биогаз: Теория и практика / Б. Баадер, Е. Доне, М. Брендерфер. – М.: Колос, 1982. – 148с.

6. Стародуб Н. Ф. Розробка високоефективної технології отримання біогазу / Н. Ф. Стародуб, С. А. Шворов, Д. С. Комарчук, В. Є. Лукін, В. В. Устимчук // Енергетика і автоматика. – 2017. – № 2. – С. 38-50.

7. Скляр О. Г. Аналіз методів визначення часу перебування та навантаження на метантенк / О. Г. Скляр, Р. В. Скляр // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2014. – Вип. 148. – С. 405-412.

**Ткаченко Станіслав Йосипович** – д. т. н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики.

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

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 Y.** – Dc. Sc., Professor, Head of the power system.

**Ishchenko Ksenia O.** – graduate student of the Department of thermal power, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsya, E-mail: ksenia1991911@ukr.net.

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