

Ткачук К.К., д-р.техн.наук, професор;

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна.

Ополінський І.О.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна.

МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ З ОРГАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

Анотація. *Запропоновано методи експериментальних досліджень анаеробного зброджування органічних відходів для отримання біогазу. Розглянуті методи дають можливість забезпечити достовірність результатів експерименту. Застосування методів та моделей планування експерименту дозволяє визначити похибку математичної моделі і судити про її адекватність.*

Ключові слова: *органічні відходи; анаеробне зброджування; експериментальна установка; енергозбереження; біогаз.*

Аннотация. *Предложены методы экспериментальных исследований анаэробного сбраживания органических отходов для получения биогаза. Рассмотрены методы дают возможность обеспечить достоверность результатов эксперимента. Применение методов и моделей планирования эксперимента позволяет определить погрешность математической модели и судить о ее адекватности.*

Ключевые слова: *органические отходы; анаэробное сбраживание; экспериментальная установка; энергосбережение; биогаз.*

Abstract. *Proposed the experimental research methods of organic waste anaerobic digestion for biogas production. Considered methods provide an opportunity to ensure the reliability of the experiments results. Applying the methods and models of planning the experiment allows to determine the error of the mathematical model and its adequacy.*

Key words: *organic wastes; anaerobic digestion; experimental installation; energy saving; biogas.*

Антропогенний вплив на навколишнє середовище, відсутність належної оцінки впливу на довкілля та інші чинники призвели до формування екологічної небезпеки від складування органічних відходів. Найбільш перспективним методом знешкодження та переробки органічних відходів є метод анаеробного зброджування.

Основними вимогами до експериментальних досліджень є достовірність та повторюваність, тому важливим є правильний вибір методики. Основним параметром при переробці органічних відходів анаеробним методом є кількість утвореного біогазу. В якості субстрату для проведення досліджень використовували такі органічні відходи:

- активний мул з Бортницької станції аерації ПАТ «АК Київводоканал»;
- курячий послід з птахоферми м. Ірпінь Київської області;
- відходи рапсу з аграрного підприємства Києво-Святошинського району Київської області.

В експериментальних дослідженнях анаеробного зброджування органічних відходів обробка частини субстрату відбувалась за такими методами попередньої обробки:

- застосування механічної дезінтеграції;
- окиснення пероксидом водню.

При хімічній деструкції біомасу обробляли 3%-м розчином пероксиду водню у співвідношенні окисник:біомаса - 1:10, 1:50, 1:100, 1:200, 1:300, після чого гомогенізатор подавали у метантенк у кількості 5, 10, 15, 25, 35 % від загального об'єму субстрату в метантенку. Результати вимірювання об'єму утвореного біогазу проводили кожні 24 години.

При механічній деструкції відбирали 1 л (3%) субстрату і проводили обробку у центрифугі періодичної дії з частотою обертання до 4500 об./хв., після чого отриману суміш (прозору рідину та осад) подавали в метантенк. Центрифугування біомаси продовжували впродовж 2 хвилини після набирання нею максимальної кількості обертів. Співвідношення субстрату в метантенку становило: біомаса:оброблена біомаса – 30:70.

Отримані значення продуктивності утворення біогазу порівнювали з значенням контролю (органічні відходи без обробки).

Для забезпечення оптимального режиму процесу анаеробного бродіння здійснювали постійний контроль наступних параметрів субстрату: температура; об'єм та маса відходів, що завантажуються в метантенк; pH ; вміст органічних сухих речовин (ОСР) та зольність, окисно-відновний потенціал, вміст кисню.

Значення температури відходів визначали після попередньої обробки термометром ртутним за відомою методикою визначення температури контактним способом для рідин [1].

Масу органічних відходів визначали зважуванням на механічних лабораторних вагах, об'єм – мірними ємностями по 1 л.

Значення pH визначали електрометричним методом за допомогою приладу pH -8690.

Вміст органічних сухих речовин визначали відомою методикою [2], коли субстрат підігрівали у муфельній печі МП-60 до сталого значення маси (коли маса не змінювалась). Отриманий результат дорівнює значенню сухої речовини. Кількість золи визначали спалюванням сухої речовини за температури 300 °С. Зола зважували, а отримане значення дорівнювало зольності. Для знаходження значення ОСР масу сухої речовини віднімали від зольності.

Для визначення окислювально-відновних умов середовища (rH_2). Використовували барвник янус-грюн, який в аеробних умовах при $rH_2 = 20$ і вище має в розчині зелений колір, при rH_2 в межах 12-14 - рожевий колір, а при ще більш низьких значеннях rH_2 він знебарвлюється.

Експериментальні лабораторні дослідження проводилися на власноруч спроектованій та зібраній установці, яка складається з наступних одиниць: бочка з пластику, водяний газгольдер ємністю 5 л, ємність для підготовки та обробки субстрату, ємності для зберігання біогазу, труби завантаження та вивантаження субстрату, крани газові, ручна мішалка з лопатками, шланг для біогазу, колба фільтру з водою через який проходив біогаз, манометр, термометр (рис. 1).



Рисунок 1 – Лабораторна установка, в якій відбувалося анаеробне бродіння органічних відходів

Біогаз зберігався у водяному газгольдері ємністю 5 л. Значення кількості утвореного біогазу записували кожні 12 год. Для визначення кількості біогазу використовували лінійку, яка була закріплена на рухомій частині газгольдера. Після повного заповнення рухомої ємності біогаз використовували для дослідження його складу, решту – спалювали (рис. 2). Тиск біогазу у газгольдері визначили манометром радіальним DN 63 G.



Рисунок 2.5 – Спалювання біогазу

Субстрат підігрівали трубчастим електро-нагрівачем (ТЕН) Ariston потужністю 2,0 кВт з термостатом. Під час роботи ТЕНу термостат знаходився у положення 55°C . Для контролю значенням температури використовували термометр осьовий біметалічний Watts T63/50 з межею температури $0-120^{\circ}\text{C}$.

Біомасу, отриману після анаеробного зброджування органічних відходів, вносили в ґрунт. Контроль за використанням електричної енергії виконували лічильником однофазним СО-И446. Температуру та вологість у приміщенні лабораторії визначали гігрометром психрометричним ВІТ-1, тиск – барометром-анероїдом БАММ-1 за методиками [3, 4] з використанням таблиць для переведення отриманих значень на приладах у значення в системі СІ.

Для досліджень вмісту метану в біогазі за методикою [5] на змонтованому пристрої (рис. 3), який оснований на принципі витіснення газом рідини в мірну ємність, кількість якої відповідало значенню об'єму газу.

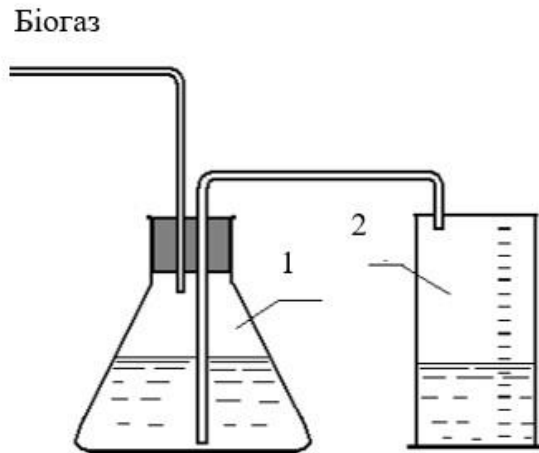


Рисунок 3 – Установка для визначення кількості метану в біогазі:

1 – приймач біогазу, 2 – мірник метану.

З водяного газгольдера подавали досліджений об'єм біогазу до приймача. В приймач заповнювали 5%-м розчин NaOH, а в мірник газу – дистильовану воду. Вуглекислий газ розчиняється у NaOH, а метан у свою чергу витісняє розчин з приймача до мірника. Значення об'єму розчину у мірнику еквівалентне значенню метану в досліджуваному об'ємі біогазу.

Теплотворну здатність біогазу визначали за відомим значенням теплотворної здатності природного газу, шляхом добутку визначеної частки метану в об'ємі утвореного біогазу на 32,7 МДж/м³.

Запропонована методика експериментальних досліджень дозволяє отримати достовірні значення продуктивності утворення біогазу від складу біомаси, методу попередньої обробки та вмісту метану.

Література

1. Посудін Ю.І. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. - К.: Світ, 2003.- 288 с.
2. ДСТУ Б В.2.1-16:2009. Методи лабораторного визначення вмісту органічних речовин.
3. Гігрометр-психрометричний ВИТ-1. Технічний опис та інструкція з експлуатації, 1980. – 36 с.
4. Барометр-анероїд БАММ-1. Технічний опис та інструкція з експлуатації, 1975. – 23 с.
5. Методи контролю процесу біохімічного очищення стічних вод: методичні вказівки до виконання УДР/ Г.О. Нікітін, Н.В. Левітіна, О.І. Семенова та ін.– К.: УДУХТ, 1995. – 32 с.

