

Інтенсифікація процесу виробництва метану з біосубстрату покривних та проміжних культур

1. Мельник Михайло учень 10 класу, вихованець гуртка «Основи науково-дослідницької діяльності» ліцею №4 Ладизинської міської ради
2. Кравчук Олександр Васильович, учень 11 класу, вихованець гуртка «Основи науково-дослідницької діяльності» ліцею №2 Ладизинської міської ради Вінницької області.

Науковий керівник: Герасимов Олександр Олексійович, керівник гуртка-методист ліцею №2 Ладизинської міської ради Вінницької області.

Науковий консультант: Паламарчук Ігор Павлович, д.т. н., проф. НУБіП

Війна в Україні ускладнила поставки газу та збільшила вартість добрив. В результаті біогаз отримав виняткову увагу в плані енергетики та сільського господарства. Крім того, зміна клімату стимулює всі сектори виробництва до декарбонізації та скоординованих економічних заходів.

За висновком «Біоенергетичної асоціації України» технічний потенціал виробництва біометану в нашій державі становить 22 млрд кубометрів на рік — один із найбільших у Європі. Близько 50% сировинної бази можуть забезпечити покривні та проміжні культури. Вони не конкурують із виробництвом продуктів харчування й водночас значно покращують якість ґрунту завдяки сівозміні та поверненню дигестату. Основні задачі покривних культур — це захист ґрунту від ерозії, покращення його якості, зменшення кількості бур'янів, через що знижується потреба у застосуванні засобів захисту рослин та добрив. Проміжні культури висівають у період між збиранням основної культури та сівбою наступної, часто на зиму або в період літнього пару. Гірчиця, вика, жито, конюшина, гречка. Типовими ґрунтопокривними культурами є: однорічні трави (сорго, суданська трава); овочеві (ріпа, редька); дрібні зернові (бобові, жито).

До 2030-го року в нашій державі передбачено запуск 200 біометанових заводів і виробництво 1 млрд кубометрів біометану, що скоротить викид парникових газів до 50 млн тонн CO₂-еквіваленту на рік зробить Україну готовою постачати до ЄС біометан, який проходить за критеріями сталості.

Біосубстрат на основі цієї подрібненої сировини (особливо на початку процесу анаеробної ферментації) містить значну кількість зважених мілких часток, які зосереджуються у нижній частині біореактора. Це зменшує вихід біогазу порівняно з теоретичним. За рахунок вертикального градієнту температур у нижній зоні реактора утворюється холодний малорухомий шар,

а верхня зона перегрівається, що не відповідає технологічним вимогам і призводить до недостатнього використання енергопотенціалу сировини.

Активне перемішування, інтенсифікація анаеробного бродіння біомаси та активація теплообміну в метантенку досягається вібраційною турбулізацією субстрату в поєднанні з мехатронними принципами конструювання і комп'ютерними (мікроконтролерними) системами управління.

Мета роботи - підвищення ефективності процесу анаеробної ферментації біосубстрату у метантенку шляхом розроблення комплексу пристроїв на основі контролера мехатронної активації та визначення основних раціональних технологічних і конструктивних параметрів процесу.

Методи досліджень. Теоретичні: статистичної обробки даних експериментальних досліджень, аналізу, синтезу, зіставлення, класифікації. Емпіричні: спостережень, порівняння. Власні запропоновані методи визначення раціональних параметрів коливань мембрани-активатора з використанням виготовленого мікроконтролерного акселерометра.

Завдання досліджень: обґрунтувати технологічну та економічну доцільність активації процесу анаеробної для виробництва біогазу; розробити і виготовити дослідні зразки технологічного обладнання та сучасні засоби вимірювання. Експериментально дослідити і проаналізувати та інтенсифікуючий вплив вібраційних та термічних чинників, опрацювати отримані результати досліджень. Обґрунтувати раціональні конструктивні та технологічні параметри досліджуваних процесів.

В роботі здійснено аналітичний огляд існуючих біореакторів та способів інтенсифікації процесу анаеробного зброджування біосубстрату, розроблено функціональну схему біогазової установки.

Особливістю запропонованої біогазової установки з вібраційною турбулізацією біосубстрату є забезпечення коливань перфорованої пластини-активатора внаслідок зовнішньої дії магнітного поля, що дозволяє реалізувати режим квазііграційних коливань і забезпечує герметичність реактора.

Проведені дослідження з використанням виготовленого обладнання дозволили визначити раціональні параметри активуючих чинників процесу, зокрема, максимальний питомий вихід біогазу при мезофільному температурному режимі і мінімальних енерговитратах забезпечує квазііграційний рух перфорованої мембрани-активатора з частотою коливань 9-10Гц при амплітуді 1,5 – 2мм. Зменшується тривалість циклу обороту біореактора при збільшенні на 60% інтенсивності утворення біогазу з підвищеним вмістом метану.

Порівняно з існуючими питомі енергозатрати розробленого обладнання, при здійсненні попередньої гомогенізації біосировини, знижуються в 3,2 рази,

що робить запропоновану технологію змішування та отриманий біогаз конкурентоздатними.

Новизна виконаної розробки підкреслена в патентній документації. Отримано позитивні відгуки фахівців щодо актуальності, практичної спрямованості та доцільності впровадження у виробничий процес проведеної розробки, відмічено низьку собівартість при значній продуктивності та зменшення питомих енергозатрат.

СПИСОК ОСНОВНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.Директива (ЄУ) 2018/2001 Європейського Парламенту і Ради від 11 грудня 2018 року про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел
- 2.Посіви покривних культур дадуть майже половину біометану. //Аграрні новини. https://agronomy.com.ua/novyny/6608-posivy-pokryvnykh-kultur-dadut-maizhe-polovynu-biometanu.html?utm_source=ukrnet_news
3. Ратушняк Г. С. Енергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навч. Посібник // Г. С. Ратушняк, В. В. Джеджула, К. В. Анохіна. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 170 с. – ISBN 978-966-641-384
- 4.Мельник М., Грішин М. Мікроконтролерний пристрій керування мехатронним активатором у метантенку. Вінницька обласна виставка-конкурс технічної творчості учнівської молоді "Наш пошук і творчість - тобі, Україно!". Вінниця: ОЦТТУМ.– 2025.
- 5.Кравчук О. Розроблення контролера процесу ферментації у метантенку. Вінницьке територіальне відділення МАН України. Наукове відділення «Інженерія та матеріалознавство». Наукова секція: Електроніка та приладобудування. Вінниця.- 2026.- 41С.
- 6.Лехан С.А. ARDUINO для школярів. Програмування. Методичний посібник. 2018. 206с
- 7.Яцун С. Ф. Застосування вібраційних мехатронних модулів для інтенсифікації процесів перемішування рідких середовищ / С. Ф. Яцун, В. Я. Міщенко, Д. І. Сафаров // Автоматизація виробн. процесів у машинобуд. та приладобудуванні : укр. міжвід. наук.-техн. зб.. - 2006. - Вип. 40. - С. 306-309.

ДОДАТОК А

Формула винаходу до патенту «Біогазовий реактор»

Біогазовий реактор, що містить резервуар, підігрівач біомаси, біомасу, пластину-активатор, яка розташована всередині реактора відрізняється тим, що пластина-активатор перфорована і установлена на пружних опорах; в нижній частині реактор сполучений герметично з системою 4-полюсних електромагнітних турбулізаторів, який має електричне з'єднання з пристроєм керування мехатронним активатором, що електрично з'єднаний з контролером процесу анаеробної ферментації, який має електричне з'єднання керованим регулятором потужності, що електрично з'єднаний з підігрівачем біомаси; у верхній частині реактор сполучений з пристроєм подачі сировинної біомаси, газгольдером і з пристроєм відведення біогазу, а в нижній частині з шибром видалення відпрацьованого субстрату

Прототип. Пат. 36453 Україна, МПК С 02 F 11/04. Біогазова тановка/Ратушняк Г. С.,ДжеджулаВ.В. заявл. 19.05.2008; опубл. 27.10.2008 Бюл. № 20.

