

УДК 620.91:579.851:57.083.13

І.Е. Фуртат, канд. техн. наук, доцент,
НТУУ «Київський політехнічний інститут»О.В. Губенко, магістрант,
НТУУ «Київський політехнічний інститут»

ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ В РЕЗУЛЬТАТІ МЕТАНОГЕНЕЗУ

В сучасному світі з кожним роком все актуальніше постає питання використання відновлюваних джерел енергії. Окрім негативного впливу на стан навколишнього середовища при видобутку і спалюванні, традиційні енергоносії з кожним роком дорожчають. До того ж нафта, природний газ та вугілля відносяться до невідновлюваних джерел, а тому згодом проблема пошуку альтернативних енергоносіїв ставатиме все актуальніше. Прикладом такого джерела є біомаса, з якої отримують біогаз.

Біогаз є продуктом обміну речовин бактерій і утворюється внаслідок розкладання ними органічного субстрату.

Здатністю утворювати метан володіють близько 50 видів з 17 родів, всі з яких відносяться до архей. Традиційно їх розглядають як групу метаноутворюючих бактерій, однак, вона дуже неоднорідна. У IX визначнику бактерій Берджі виділено три порядки метаногенів: Methanobacteriales, Methanococcales і Methanomicrobiales. Всі метаногени - строгі анаероби, зростання деяких з них повністю пригнічується при появі у газовій фазі 0,004% кисню, перші виділені в чисті культури види росли при окислювально-відновному потенціалі середовища менше -300 мВ. Більшість з них мезофіли і мають оптимум зростання в області 30-40 °С, всі мають оптимум рН при 6,5-7,5, серед них є також галофіли.

Процес розкладання можна розділити на 4 етапи в кожному з яких участь беруть багато різних груп бактерій:



На першому етапі аеробні бактерії перебудовують багатомолекулярні органічні субстанції (білок, вуглеводи, жири, целюлозу) за допомогою ензимів на низькомолекулярні сполуки, такі як цукор, амінокислоти, жирні кислоти і воду. Ензими, виділені гідролізними бактеріями, прикріплюються до зовнішньої стінки бактерій (так звані екзоферменти) і при цьому розщеплюють органічні складові субстрату на малі водорозчинні молекули. Полімери (багатомолекулярні утворення) перетворюються на одномери (окремі молекули). Цей процес, що отримав назву гідроліз, має повільний плин і залжить від позаклітинних ензимів як наприклад целюлоза, амілази, протеази і ліпази. На процес впливає рівень рН (4,5-6) і час перебування в резервуарі.

Далі розщепленням займаються кислотоутворюючі бактерії. Окремі молекули проникають в клітини бактерій, де вони продовжують розкладатися. У цьому процесі частково беруть участь анаеробні бактерії, що вживають залишки кисню і утворюють тим самим необхідні для метанових бактерій анаеробні умови. При рівні рН 6-7,5 виробляються в першу чергу нестійкі жирні кислоти (карбонові кислоти - оцтова, мурашина, масляна, пропіонова кислоти), низькомолекулярні алкогולי - етанол і гази - двоокис вуглецю, вуглець, сірководень і аміак. Цей етап називають фазою окислення (рівень рН знижується).

Після цього кислотоутворюючі бактерії з органічних кислот створюють вихідні продукти для утворення метану, а саме: оцтову кислоту, двоокис вуглецю і вуглець. Такі бактерії, що знижують кількість вуглецю, є дуже чутливими до температури.

На останньому етапі утворюється метан, двоокис вуглецю і вода в вологих межах як продукт життєдіяльності метанових бактерій з оцтової та мурашиної кислоти, вуглецю і водню. 90% всього метану виробляється на цьому етапі, 70% походить з оцтової кислоти. Таким чином, утворення оцтової кислоти (гобто 3 етап розщеплення) є фактором, що визначає швидкість утворення метану. Метанові бактерії виключно анаеробні. Оптимальний рівень рН становить 7.

Розщеплення органіки на окремі складові і перетворення в метан може проходити лише у вологому середовищі, оскільки бактерії можуть переробляти лише речовини в розчиненому вигляді. Таким чином, для бродіння твердих субстратів (помилково іноді зване сухим бродінням) існує потреба у воді.

У процесі розщеплення продукти перетравлення (обміну речовин) кожної групи бактерій виступають поживними речовинами для наступної групи бактерій. Пофазно розщеплення органіки відбувається не з однаковою швидкістю. Різні групи бактерій працюють з різною швидкістю. У той час як аеробні бактерії при достатньому харчуванні подвоюють свою масу протягом 20 хв. - 10 годин (час генерації), анаеробні бактерії істотно повільніші. Фаза утворення оцтової кислоти

проходить найбільш повільно. Бактеріям необхідно багато днів для розщеплення поживних речовин і подвоєння своєї маси. Серед метанових бактерій також є кілька повільних видів, в першу чергу чисті культури вимагають для цього 3-5 днів. Всі інші розщеплюють оцтову кислоту на метан на протязі від декількох годин до трьох днів.

У світі значного розповсюдження набули біогазові енергетичні установи, які працюють в сільськогосподарському та комунальному виробництві. Однією з країн Європи, де масово використовується біогаз, є Данія. Основою його виробництва тут є тваринницькі комплекси, на яких в такий спосіб вирішена проблема власного енергопостачання та переробки гнійних стоків і інших органічних відходів. Місцеві біогазові установки мають значну ефективність і з 1м³ реактора за добу отримують до 4,5 м³ біогазу. В той же час на фермерських установках, де використовується тільки навоз, вихід біогазу становить близько 1,5 м³ біогазу.

В Німеччині популярності набули біогазові установки, що працюють в комплексі з установкою по очищенню біогазу від домішок до якості природного газу. Такі установки під'єднанні до газопроводу і живлять мережу газом. Наприклад, в місті Айтерхофен така установка віддає в мережу близько 8 млн. м³ газу на рік. Зауважуючи, що вартість м³ газу в Німеччині становить 80 центів, це 6,4 млн. євро на рік.

В Україні першу сучасну біогазову установку було змонтовано на свинокомплексі фірми «Агро-Овен» у с. Єленівка Дніпропетровської області у грудні 2003 року. На фермі утримують 14000 свиней. Щодоби на ній обробляється 80т. навозу, з якого отримують близько 33000 м³ біогазу. Ця установка складається з двох метатенків по 1000м³, двох когенераційних установок потужністю 80 та 160 кВт, системи зневоднення зброженого гною. У метатенках підтримують мезофільний процес зародження при температурі 32-34 С, який триває 25 днів. Утворений біогаз збирається куполоподібними пластинковими газгольдерами, розташованими над метатенками. Перед подачею в газовий поршневий двигун біогаз осушують. Теплота від системи охолодження когенераційної установки подається на нагрів маси в метатенках. Зброжену масу використовують як високоякісні добрива. Застосування БЕУ на цій свинофермі дозволяє знизити на 413т викиди метану в атмосферу, або 652 т/рік CO₂ його еквівалента, що значно знижує парниковий ефект.

Також популярності набувають індивідуальні біогазові установки, що вирішують перш за все проблему утилізації органічних відходів. Наприклад, в приватному господарстві, що має одну-дві корови, 10 овець, 2-3 свині, 30-50 курей і качок щодня накопичується до 100 кг гною. Особливої популярності індивідуальні біогазові установки набули в Індії (більше 2 млн. установок) і Китаї (близько 7 млн.). Цьому сприяло використання місцевих дешевих матеріалів, активна навчальна політика у сфері санітарії і гігієни навколишнього середовища.

Одну з перших індивідуальних біогазових установок в Україні на початку 90х років виготовив Джумарчук М.І. в с. Ковалівка Коломийського району Івано-Франківської області. Вона розташована біля звичайного приміщення, де утримуються домашні тварини. Ця установка являє собою підземний бетонний резервуар у формі куба, до якого по трубі поступає навоз із тваринницького приміщення і туалету. Установка обладнана мішалкою та підгрівом. Біогаз закачується в ресивер, а далі по газопроводу поступає до газової плити і водогрійного котла.

Висновки

Використання біогазу є реальною альтернативою традиційним енергетичним ресурсам. Тому вивчення питання його утворення і застосування є актуальним в сучасних умовах.

Біогаз набуває все більшого значення з багатьох причин, дві головні з яких: 1) використовуючи біогаз можна не тільки зекономити кошти, а і отримати додатковий прибуток на «сільськогосподарській енергії»; 2) все більш важливими стають «побічні продукти» біогазової технології – зменшення емісії неприємних запахів від рідкого і твердого гною, зменшення втрат живильних речовин (економія на мінеральних добривах), зменшення агресивного впливу на рослини при використанні гною після біогазової установки тощо.

На сьогоднішній день існує багато схем установок як для індивідуального так і для промислового застосування. З огляду наявних ресурсів і їх кількості слід робити висновків щодо типу і розмірів установки.

Список літератури

1. Щербина О.М. Енергія для всіх. – Ужгород, Вид-во Валерія Падяка 2007. – 340 с.
2. <http://zorgbiogas.ru/biblioteka/kniga-o-biogaze>
3. Kompletanbeiter von Biogastechnologien. Viessmann Group. Schmack. 2011

Надійшла до редакції

2.11.11 р.