

**АЛЬТЕРНАТИВНА УТИЛІЗАЦІЯ І АНАЛІЗ РОЗВИТКУ
ВИРОБНИЦТВА БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПАЛИВА В УКРАЇНІ ТА СВІТІ**

М. Ю. Микульшина, студент, r.mikulshina@gmail.com

Науковий керівник – к.с.-г.н., доцент Галушко І. А.

Миколаївський національний аграрний університет

Сьогодні однією з основних проблем українських агропідприємств є утилізація відходів. В даний час у зв'язку зі скороченням запасу палива і підвищенням його вартості, зростає актуальність використання альтернативних джерел енергії. Одним з таких є біогаз. У статті розглянуто спосіб отримання і використання біогазу в якості альтернативного палива.

Ключові слова: альтернативне джерело енергії, паливо, біогаз, біогазова установка, метан, біомаса.

Постановка проблеми. За останнє десятиліття в світі вивчали розвиток біотехнологій, що дозволяють отримати енергію з відходів тваринництва без шкоди для екології. Перевагою біогазової енергетики є, перш за все, екологічна безпека. В рамках глобальної ініціативи захисту навколишнього середовища по викиду шкідливих речовин, органічних відходів та газів вирішують проблему біогазові установки, які сприяють перетворенню значних кількостей відходів в цінне джерело енергії.

Аграрні комплекси мають безцінні джерела енергії, такі як: гній, послід, пивна дробина, буряковий жом, фекальні опади і величезна кількість інших органічних відходів, з яких після певного технологічного процесу отримують біогаз. Цей вид палива є економічним, так як по теплоті згоряння 1 м³ біогазу еквівалентний: 0,8 м³ природного газу, 0,7 кг мазуту або 1,5 кг дров [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Енергозабезпечення є основною проблемою розвитку сучасного технологічного суспільства. Одним з перших на необхідність якісної зміни енергетики та розвитку альтернативних джерел енергії вказав лауреат Нобелівської премії академік Семенов Н.Н.. В даний час ставиться питання про глобальну енергетичну безпеку і проведенні антикризової енергетичної політики. Істотну і дедалі зростаючу роль у світовій енергетиці грають поновлювані джерела енергії. Принциповим стимулом до розвитку біопаливної індустрії є екологічні переваги використання біопалива [2].

Біопалива – продукти фотосинтетичного відновлення CO₂, великомасштабне виробництво і використання яких замість вуглеводневого палива може забезпечити стабілізацію існуючого рівня накопичення діоксиду вуглецю в атмосфері і запобігти його зростання [1].

Біотехнологія утилізації відходів з одержанням біогазу широко розповсюджена як у промислово розвинених країнах, так і країнах, що розвиваються. Нині більш ніж у 65 країнах-розробниках біогазових технологій діють 1215 установок з виробництва біогазу, в тому числі в країнах Європи – 546 потужних. У США за рік одержують 500 млн. м³ біогазу, у Великій Британії – 200 млн. м³, у Франції – 40 млн. м³ /рік. У США працюють понад 10 великих

біогазових заводів, один з яких при трьох тваринницьких фермах на 110 тис. голів подає біогаз у газорозподільчу мережу Чикаго. У Данії експлуатується 18 біогазових заводів, які переробляють 1,2 млн. біомаси, одержуючи 45 млн. м³ біогазу (0,3% від потреб України в імпортному природному газі). Особливої уваги біогазовим установкам надають у Німеччині. У 1992 р. в цій країні було 139 малих і великих установок, а вже в 2001 р. – 1,5 тис.; сьогодні їх налічується 5 тис. Німеччина є лідером і зі створення надпотужних установок [2].

Постановка завдання. В умовах зростаючого попиту на енергоресурси і зростання тарифів на них, а також погіршення екології, скорочення запасів нафти, вугілля і газу особливе значення для нашої держави і для світової спільноти набувають питання енергозбереження та пошуку нових альтернативних джерел енергії.

Переробка сільськогосподарських відходів на біогазових установках може забезпечити господарство біогазом, який можна використовувати в будь-яких побутових газових приладах. В даний час, в результаті ініціативи фермерів, ряду приватних підприємств, а також підтримки міжнародних організацій і програм, інтерес до біогазових установок значно зріс.

Теоретичне обґрунтування проведених досліджень. Переробка сільськогосподарських відходів на біогазових установках може забезпечити господарство біогазом, який можна використовувати в будь-яких побутових газових приладах.

В даний час, в результаті ініціативи фермерів, ряду приватних підприємств, а також підтримки міжнародних організацій і програм, інтерес до біогазових установок значно зріс [4].

І так, біогаз – це газ, що отримується водневим або метановим бродінням біомаси. Газова суміш складається в основному з метану (вміст від 55 до 75%), вуглекислого газу (вміст від 15 до 50%) та інших газів в набагато меншому відсотковому змісті. Після очищення метану від вуглекислого газу, виходить біометан. Біометан аналог природного газу, відмінність полягає тільки в його походження. Технологія отримання сирого біогазу нескладна і доступна кожному сільськогосподарському та деревообробному виробництву. Фактори, що впливають на процес бродіння: температура; вологість середовища; рівень рН; співвідношення С: N: P; площа поверхні частинок сировини; частота подачі субстрату; уповільнюють реакцію речовини; стимулюючі добавки [6].

Процес утворення біогазу можна розділити на кілька етапів. При цьому окремі етапи розкладання повинні бути оптимально адаптовані один до одного для забезпечення безперебійного ходу всього процесу.

На першому етапі, «гідроліз», складні сполуки вихідного матеріалу (вуглеводи, білки, жири) розщеплюються на більш прості органічні сполуки (амінокислоти, цукор, жирні кислоти). Для цього беруть участь в процесі гідролітичні бактерії, що виділяють ензими, які забезпечують біохімічне розкладання матеріалу [8].

Потім утворюються проміжні продукти на так званому «етапі підкислення» (кіслодогенез) під впливом ферментативних (окисляючих)

бактерій піддаються подальшому розкладанню на нижчі жирні кислоти (оцтова, пропіонова і масляна кислота), а також вуглекислий газ і водень. Поряд з цим також утворюються незначні кількості молочної кислоти і спиртів. Вид утворених на цьому етапі продуктів залежить від концентрації утвореного проміжного водню.

Занадто великий вміст водню з енергетичних причин перешкоджає перетворенню проміжних продуктів в ході кислотогенеза. Внаслідок цього органічні кислоти, наприклад, пропіонова кислота, ізо-масляна кислота, ізо-валеріанова кислота та капронова кислота, збагачуються і уповільнюють утворення метану. Ацетогенні бактерії (водоутворюючі бактерії) з цієї причини повинні жити в тісному симбіозі з поглинаючими водень метаногенними бактеріями, які в процесі утворення метану поряд з воднем використовують вуглекислий газ (міжвидова передача водню) і таким чином забезпечують прийнятні умови середовища для бактерій, що виділяють оцтову кислоту.

На наступному «етапі метаногенеза», останньому кроці утворення біогазу, строго анаеробні бактерії переробляють, перш за все, оцтову кислоту, а також водень і вуглекислий газ в метан. Гідрогенотрофні метаногени виробляють метан з водню і вуглекислого газу, а ацетатні метаногени, навпаки, шляхом розщеплення оцтової кислоти. В умовах, які переважно панують в сільськогосподарських біогазових установках, утворення метану при більш високих об'ємних навантаженнях відбувається переважно в ході водневих реакцій і тільки при відносно низьких об'ємних навантаженнях в ході реакцій з розкладання оцтової кислоти. Але дані, отримані в ході ферментації осадів стічних вод, про те, що метан на 70% утворюється в результаті розщеплення оцтової кислоти і тільки на 30% з водню, дійсні на сільськогосподарських біогазових установках тільки для високопродуктивних реакторів з дуже коротким часом перебування [9].

Одноступінчатий процес складається з чотирьох паралельних за часом фаз анаеробного розкладання. Але так як бактерії окремих етапів розкладання вимагають різних умов для свого життєвого простору (наприклад, показник рН, температура), для забезпечення технологічного процесу повинен бути знайдений компроміс. Так як метаногенні мікроорганізми внаслідок малої швидкості росту є найслабшою ланкою біоценозу, умови середовища повинні бути адаптовані до вимог метаноутворюючих бактерій. Спроба відокремити гідроліз і утворення кислоти від утворення метану за допомогою двох просторово розділених технологічних етапів (двоетапний процес) на практиці вдається тільки відносно, так як, не дивлячись на низький показник рН на етапі гідролізу (рН <6,5) все одно частково утворюється метан. Тому гідролізний газ, що утворився, поряд з вуглекислим газом і воднем містить метан, через що гідролізний газ потрібно піддавати переробці або обробці, щоб уникнути негативного впливу на навколишнє середовище і ризиків у сфері безпеки [10].

Лідерами з виробництва біогазу є країни Європейського союзу. Європейський ринок біогазових установок у 2012 році оцінювався в 2 млрд доларів США, згідно з прогнозами він повинен збільшитися до 25 млрд до 2021 року. У європейських країнах 75% біогазу отримують з відходів

сільськогосподарської галузі, 17% – з органічних відходів приватних домогосподарств і підприємств, ще 8% – з відходів стічних вод (установки в каналізаційно-очисних спорудах) [7].

За кількістю діючих біогазових заводів перше місце займає Німеччина. Всього 7% виробленого підприємствами біогазу надходить в газопроводи, решта – використовується для власних потреб виробника.

По застосуванню біогазу лідирує Данія: цей вид палива забезпечує майже 20% енергоспоживання країни. Серед інших європейських країн з великими темпами виробництва біогазу можна виділити Великобританію, Швецію, Норвегію, Італію, Францію, Іспанію, Польщу і Україну.

Серед країн, що розвиваються, лідером по використанню біогазу є Китай, де постійно працює більше 20 млн біогазових установок, розміщених на каналізаціях та звалищах. Весь обсяг одержуваного газу витрачається виробниками, роботи по підключенню малих установок до газопроводу поки не здійснюються. До 2021 року світовим лідером за збереження поточних темпів зростання біогазової індустрії стане Китай.

Основний зрозумілий і доступний ресурс в Україні для вироблення біогазу – відходи та побічні продукти сільськогосподарства і підприємств харчової промисловості. А також спеціально вирощувані рослини (як правило, силосна кукурудза). Відповідно до заяв офіційних установ і осіб, в Україні на кінець другого кварталу 2019 року налічувалося близько двох десятків таких біогазових комплексів, загальною потужністю 44 МВт. У даній цифрі враховуються тільки підприємства, які отримали від держави зелений тариф на вироблювану електроенергію. Хоча є ще кілька, які працюють, але такого тарифу не мають, оскільки до моменту початку своєї роботи законодавство такої можливості не надавало («Астарта», УМК, «ПЖК Запоріжжя»), або необхідна документація була правильно оформлена («Сигма»). За наявними даними, точна цифра загальної встановленої потужності вищевказаних біогазових комплексів становить 38,594 МВт, а загальна їх кількість – 15. З цього числа на кінець другого кварталу генерували електроенергію в енергосистему України – 9, із загальною встановленою потужністю 22,13 МВт.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Утилізація відходів у великих обсягах – досить складний процес. Найбільш економічно вигідним варіантом вирішення даного питання є застосування технології переробки харчових відходів з отриманням альтернативного джерела палива – біогазу, основними речовинами якого є метан (60-70%) і вуглекислий газ (30-40%). Ініціаторами для інтенсифікації процесу отримання біогазу з ТПВ використовують харчові відходи, що сприяє утилізації відходів харчових виробництв. Співвідношення кількості харчових відходів і ТПВ впливає на максимальний вихід біогазу.

В Україні, як і в всьому світі, питання виробництва енергоносіїв і підвищення ефективності їх використання відноситься до найважливіших проблем. Інтенсивний розвиток біотехнології щодо удосконалення наявної та створення нових технологій біоконверсії органічних відходів, без сумніву, сприятиме комплексному розв'язанню енергетичних, екологічних та

продовольчих проблем. Біоконверсії з використанням біогазових установок, на наш погляд, є найефективнішими для утилізації органічних відходів, придатних до бродіння.

У разі активізації використання енергії з відновлюваних джерел в Україні ринок біогазу має великий потенціал для зростання: досить як сировини для виробництва біогазу (наша країна має значні сільськогосподарські площі і високу чисельність населення), так і потенційних споживачів енергії і тепла (багато населених пунктів не мають централізованого енергопостачання, газопостачання, тепломереж) [5].

Список використаних джерел

1. Біогаз [Електронний ресурс] // Вікіпедія: вільна енциклопедія. 2011. Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Биогаз>.
2. Гелетуха Г., Железня Т. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. *Промышленная теплотехника*. 2010. №3. С.73-79.
3. Германович В., Турілін А. Альтернативні джерела енергії. М. : Наука і техніка, 2011. 320 с.
4. Крючков Є. М., Куріс Ю. В., Степанов Д. В. Аналіз процесів біоконверсії та експериментальне визначення технологічних можливостей спалювання біогазу. *Енергетика та електрифікація*. Київ. № 1. 2007. С. 57-63.
5. Новітні технології біоконверсії / [Я. Б. Блюм, Г. Г. Гелетуха, І. П. Григорюк та ін.] Київ : Аграр Медіа Груп. 2010. 326 с.
6. Сидоров Ю. І. Сучасні біогазові технології. *Biotechnologia acta*. V. 6. N1, 2013. 46-61 с.
7. Уминський С. М. Технології одержання біогазу і органічних добрив в агровиробництві. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. Миколаїв : МНАУ, 2013. Вип. 67. С. 122-131.
8. Bauer, C. Korthals, M. Granauer, A. Lebuhn, M. MeUianogens in biogas production from renewable resources – a novel molecular population analysis approach. *WalerSci. Tech*. 2008. №7. P. 1433-1439.
9. Demirel, B. Neumann, L. Scherer, P. Microbial community dynamics of a continuous mesophilic anaerobic biogas digester fed with sugar beet silage. *Eng. Life Sci*. 2006. №4. P. 390- 398.
10. Lebuhn, M. Bauer, C. Gronauer, A. Problem o der Bio-gasproduktion aus nachwachsenden Rohstoffen im Langzeitbetrieb und molekularbiologische Analytlk. *VDLUFASchriftenrBihe*. 2008. P. 118-125.

M. Mikulshina. ALTERNATIVE UTILIZATION AND ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF BIOENERGY FUEL PRODUCTION IN UKRAINE AND THE WORLD

Today, one of the main problems of Ukrainian agricultural enterprises is waste disposal. Currently, due to the reduction of fuel reserves and increasing its cost, the relevance of the use of alternative energy sources is growing. One of these is biogas. The article considers the method of obtaining and using biogas as an alternative fuel.

Key words: alternative energy source, fuel, biogas plant, methane, biomass