

УДК: 628.92

Любін М.В.

Токарчук О.А.

*(Вінницький національний аграрний університет)*

## ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОДУКТІВ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В статье сделан акцент на том, что в процессе переработки органических отходов в биогазовых установках получают два основных продукта - биогаз и сброженную биомассу, которые можно использовать в сельском хозяйстве, в промышленности и в быту.

Любін М.В.

Токарчук О.А.

In the article an accent is done on the fact, that in the process of processing of organic wastes in biogas settings we get two basic products - biogas and biomass, that is possible to use in agriculture, in industry and in everyday life.

### *Вступ*

Переробка сільськогосподарських відходів: гною тварин, городнього бадилля, бур'яну і харчових відходів на біогазових установках може забезпечити господарство біогазом, який можна використовувати в будь-яких побутових газових приладах, і високоефективними органічними біодобривами, застосування яких збільшить продуктивність земель на 10-30%.

В наш час в світі накопичений значний теоретичний і практичний матеріал по впровадженню технологій анаеробної переробки сільськогосподарських відходів і використання біогазу і добрив, що отримують з сільськогосподарських відходів.

### *Постановка проблеми*

Основним способом застосування біогазу є перетворення його на джерело теплової, механічної і електричної енергії. Проте, великі біогазові установки можна використовувати для створення виробництв по отриманню цінних хімічних продуктів для народного господарства.

На біогазі можуть працювати газоспалюючі пристрої, що виробляють енергію, яка використовується для опалювання, освітлення, постачання цехів кормоприготувань, для роботи водонагрівачів, газових плит, інфрачервоних випромінювачів і двигунів внутрішнього згорання.

### *Результати досліджень*

Найбільш простим способом є спалювання біогазу в газових пальниках, оскільки газ можна підводити до них з газгольдерів під низьким тиском, але доцільніше використання біогазу для отримання механічної і електричної енергії. Це приведе до створення власної енергетичної бази, що забезпечує експлуатаційні потреби господарств.

Газові пальники. Основою більшості побутових приладів, в яких можна використовувати біогаз, є пальник. В більшості випадків переважні пальники атмосферного типу, що працюють на заздалегідь змішаному з повітрям біогазі. Споживання газу пальниками складно підрахувати заздалегідь, тому конструкція і налагодження пальників повинні визначатися для кожного індивідуального випадку експериментально.

В порівнянні з іншими газами біогазу потрібно менше повітря для спалаху. Отже, звичайні газові прилади потребують ширших жиклерів для проходження біогазу. Для повного згорання 1 літра біогазу необхідно близько 5,7 літрів повітря, тоді як для бутану - 30,9 літра і для пропану - 23,8 літра [1].

Модифікація і адаптація стандартних пальників є справою експерименту. По відношенню до найбільш поширених побутових приладів, пристосованих для використання бутану і пропану, можна відзначити, що бутан і пропан володіють теплотворною здатністю майже в 3 рази вищою, ніж біогаз, і дають в 2 рази більше полум'я.

Таблиця 1

## Компоненти біогазу

Характеристики	Компоненти біогазу					Біогазова суміш (CH <sub>4</sub> – 60%, CO <sub>2</sub> – 40 )
	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	N <sub>2</sub>	
Об'ємна частка %	55-70	20-44	1	1	<3	100
Об'ємна теплота згорання, МДж/м <sup>3</sup>	35,8	-	10.8	22,8	-	21,5
Межа займистості (вміст в повітрі) %	5-15	-	4-30	4-45	-	5-12
Температура займання, °С	+65 +750		+585			+650 +750
Нормальна щільність, г/л	0,72	1,98	0,9	1,54		1,2

\*за даними джерела [5]

Переведення пальників на роботу на біогазі завжди приводить до нижчих рівнів роботи приладів. Практичні заходи для модифікації пальників включають: збільшення жиклерів в 2-4 рази для проходження газу; зміну об'єму подачі повітря.

Газові плити. Перед використанням газової плити пальники повинні бути ретельно відрегульовані для досягнення компактного голубуватого полум'я, яке повинне мимоволі стабілізуватися, тобто ділянки пальника, що не горять, повинні самостійно спалахувати протягом 2-3 секунд.

Випромінюючі нагрівачі. Випромінюючі нагрівачі використовуються в сільському господарстві для отримання потрібних температур для вирощування молодняку, наприклад, поросят і курчат в обмеженому просторі. Необхідна поросят температура починається від 30-35 °С у перший тиждень і потім поволі падає до температури 18-23°С в 4 і 5 тижні.

Як правило, регулювання температури полягає в піднятті або опусканні обігрівача. Хороша вентиляція є необхідною для запобігання концентрації СО або СО<sub>2</sub>. Отже, тварини повинні знаходитися під постійним наглядом, і температура перевіряється через регулярні інтервали. Обігрівачі для поросят чи курчат споживають близько 0,2 - 0,3 м<sup>3</sup> біогазу в годину.

Теплове випромінювання обігрівачів. Випромінюючі нагрівачі реалізують інфрачервоне теплове випромінювання через керамічне тіло, яке нагрівається до яскраво-червоного стану при температурах 900-1000 °С полум'ям. Обігрівача можливість випромінюючого обігрівача визначається множенням об'єму газу на чисту теплотворну здатність, оскільки 95 % енергії біогазу перетворюється на тепло. Вихід теплової енергії від маленьких нагрівачів складає від 1,5 до 10 кВт теплової енергії [1].

Запобіжник і повітряний фільтр. Випромінюючі нагрівачі, що використовують біогаз, повинні завжди бути обладнані запобіжником, який припиняє подачу газу в разі зниження температури, тобто у випадках, коли газ не спалюється.

Споживання біогазу. Побутові газові пальники споживають 0,2 - 0,45 м<sup>3</sup> біогазу в годину, а промислові - від 1 до 3 м<sup>3</sup> біогазу в годину. Необхідний об'єм біогазу для

приготування їжі може бути визначений на підставі часу, що щодня витрачається на приготування їжі.



*Рис. 1. - Газова плита, що працює на біогазі*



*Рис. 2. - Водонагрівальний котел для опалювання будинку з випромінюючими керамічними нагрівачами*



Рис. 3. Регулятор тиску газу

Таблиця 2

*Витрати біогазу для побутових потреб*

Пальник	Призначення	Використання біогазу, м <sup>3</sup>
Побутовий	Приготування порції їжі для однієї людини	0,15-0,3
Побутовий	Кип'ятіння води	0,03-0,05
Побутовий	Опалювання приміщення	0,2 в добу

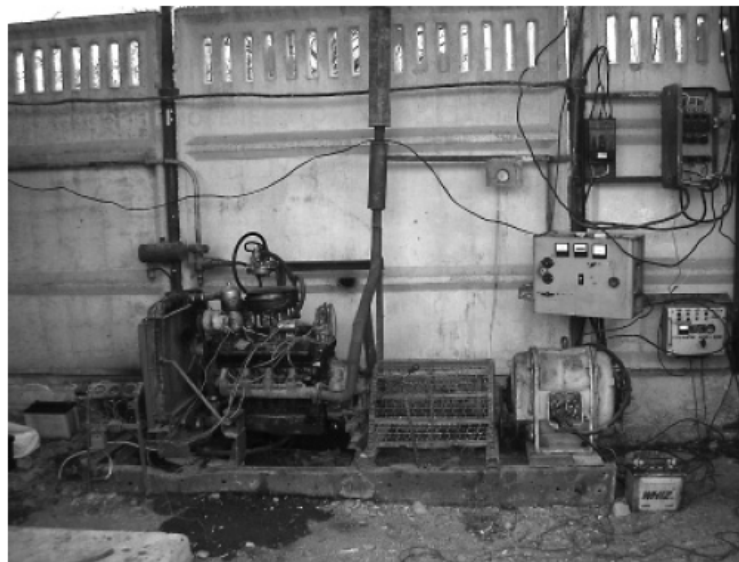


Рис. 4. - Газоелектрогенератор асоціації «Фермер»

Двигуни, що працюють на біогазі. Біогаз можна застосовувати як паливо для автомобільних двигунів, причому ефективність його в цьому випадку залежить від вмісту метану і наявності домішок. На метані можуть працювати як карбюраторні, так і дизельні двигуни. Проте, оскільки біогаз є високооктановим паливом, ефективніше його використання в дизельних двигунах.

Для роботи двигунів необхідна велика кількість біогазу і установка на двигуни внутрішнього згорання додаткових пристроїв, які дозволять їм працювати як на бензині так і на метані.

Газоелектрогенератори. Досвід показує, що біогаз економічно доцільно використовувати в газоелектрогенераторах, при цьому спалювання 1 м<sup>3</sup> біогазу дозволяє виробляти від 1,6 до 2,3 кВт електроенергії. Ефективність такого використання біогазу підвищується за рахунок використання теплової енергії, що утворюється при охолодженні мотору електрогенератора, для обігріву реактора біогазової установки.

Очищення біогазу. Для використання біогазу як палива для двигунів внутрішнього згорання необхідно попереднє очищення біогазу від води, сірководню і вуглекислоти.

Зменшення вмісту вологи. Біогаз насичений вологою. Очищення біогазу від вологи полягає в його охолодженні. Це досягається при пропусканні біогазу по підземній трубі для конденсації вологи при нижчих температурах. Коли газ знову підігрівається, вміст вологи в нім істотно зменшується. Таке висушування біогазу особливе корисне для лічильників сухого газу, оскільки вони з часом обов'язково заповнюються вологою.

Зменшення вмісту сірководню. Сірководень, що змішується в біогазі з водою, утворює кислоту, що викликає корозію металу. Це є серйозним обмеженням використання біогазу у водних обігрівачах і двигунах.

Найбільш простим і економічним способом очищення біогазу від сірководню є сухе очищення в спеціальному фільтрі. Як абсорбер застосовується металева «губка», що складається з суміші окислу заліза і дерев'яної стружки. За допомогою 0,035 м<sup>3</sup> металевої губки з біогазу можна витягнути 3,7 кг сірки. Якщо вміст сірководню в біогазі складає 0,2%, то цим об'ємом металевої губки можна очистити від сірководню близько 2500 м<sup>3</sup> газу. Для регенерації губки її необхідно потримати якийсь час на повітрі.

Мінімальна вартість матеріалів, простота експлуатації фільтру і регенерація абсорбера роблять цей метод надійним засобом захисту газгольдера, компресорів і двигунів внутрішнього згорання від корозії, викликані тривалою дією сірководня, що міститься в біогазі. Окис цинку також є ефективним абсорбентом сірководню, причому ця речовина має додаткові переваги: вона абсорбує також органічні сполуки сірки (карбоніл, меркаптан і т.д.) [4].



*Рис. 5. - Сірководневий фільтр і абсорбер для відділення вуглекислоти*

Зменшення вмісту вуглекислоти. Зменшення вмісту вуглекислоти - складний і дорогий процес. В принципі, вуглекислота може бути відокремлена шляхом вбирання у вапняне молоко, але така практика приводить до утворення великих об'ємів вапна і не підходить для



використання в системах великого об'єму. Вуглекислота сама по собі є цінним продуктом, який можна використовувати в різних виробництвах.

Використання метану. Сучасні дослідження хіміків відкривають великі можливості використання газу метану для виробництва сажі (фарбувальна речовина і сировина для гумової промисловості), ацетилену, формальдегіду, метилового і етилового спирту, метилену, хлороформу, бензолу і інших цінних хімічних продуктів на базі великих біогазових установок [4].

Споживання біогазу двигунами. В с. Петрівка Чуйської області Киргистану біогазова установка асоціації «Фермер» об'ємом 150 м<sup>3</sup> забезпечує біогазом для побутових потреб 7 селянських господарств, роботу газоелектрогенератора і двох автомобілів - УАЗа і ЗІЛа.[5] Для роботи на біогазі двигуни були дообладнані спеціальними пристроями, а автомобілі – сталевими балонами для закачування газу.

Середні значення споживання біогазу для виробництва 1 кВт електроенергії двигунами асоціації «Фермер» - близько 0,6 м<sup>3</sup> на годину.



*Рис. 6. - УАЗ, що працює на біогазі асоціації «Фермер»*

*Таблиця 3*

### **Використання біогазу як моторне паливо в с. Петрівка**

Двигун	Використання	Кількості балонів	Використання біогазу, м <sup>3</sup>
УАЗ-469	Автомобіль	3 балони	42 на 100 км
ЗІЛ ММЗ-130	Автомобіль	9 балонів	72 на 100 км
ГАЗ-53	Електрогенератор	-	20 в годину – 37 кВт

Ефективність використання біогазу. Ефективність використання біогазу складає 55% для газових плит, 24% для двигунів внутрішнього згорання. Найбільш ефективний шлях використання біогазу – комбінація тепла і енергії, при якій можна досягти 88% ефективності. Використання біогазу для роботи газових пальників в газових плитах, опалювальних казанах, кормозапарниках і теплицях - кращий вид використання біогазу для фермерських господарств.

Надлишки біогазу. У разі надлишку біогазу, що виробляється установкою, рекомендується не викидати його в атмосферу – це приведе до несприятливого впливу на клімат, а спалювати. Для цього в газорозподільну систему встановлюється факельний пристрій, який повинен знаходитися на безпечній відстані від будов.



*Рис. 7. Факельний пальник для спалювання надлишків біогазу*

Використання біодобрив. Перероблені в біогазових установках органічні відходи перетворюються на біомасу, яка містить значну кількість поживних речовин і може бути використана як біодобриво і кормові добавки.

Гумусні матеріали, що утворюються при зброджуванні, покращують фізичні властивості ґрунту, а мінеральні речовини служать джерелом енергії і живлення для діяльності ґрунтових мікроорганізмів, що сприяє підвищенню засвоєння поживних речовин рослинами.

Основна перевага біодобрив полягає в збереженні в легко засвоюваній формі практично всього азоту і інших поживних речовин, що містяться в початковій сировині. Значною перевагою біодобрив перед гноєм, що перепрів в природних умовах, є те, що при зброджуванні гною в біогазових установках гине значна частина яєць гельмінтів, патогенних мікроорганізмів і насіння бур'янів, що містяться в гною.

Органічні речовини в добривах. Тоді як азот, калій і фосфор можуть міститися в мінеральних добривах, для інших складових біодобрива, що виходить при анаеробному зброджуванні гною в біогазових установках, таких як протеїн, целюлоза, лігнін і т.д., немає хімічних замінників.

Органічні речовини є базою для розвитку мікроорганізмів, що відповідають за переведення поживних речовин у форму, яка легко може бути засвоєна рослинами. Завдяки декомпозиції і розпаду органічної частини сировини, скинутий біошлам в доступній формі

надає швидкодіючі поживні речовини, які легко входять в ґрунт і відразу готові для поглинання рослинами і ґрунтовими мікроорганізмами. кислот в біодобривах складає від 13% до 28% на суху речовину, а їх концентрація залежить від температури процесу зброджування сировини.

Поліпшення якості ґрунтів. Застосування біодобрив приводить до швидкої гуміфікації рослинних залишків в ґрунтах, допомагає зменшити рівень ерозії за рахунок формування стабільного гумусу і збільшує вміст поживних речовин, покращує гігроскопічність, збільшує амортизуючі і регенеруючі якості ґрунтів. Також відмічено, що активність дощових черв'яків при застосуванні біодобрив, в порівнянні із застосуванням простого гною, збільшується [1]. Застосування біодобрив на лужних ґрунтах приводить до нейтралізації ґрунту і підвищення його вологості [3].

Поліпшення якості ґрунтів. Застосування біодобрив приводить до швидкої гуміфікації рослинних залишків в ґрунтах, допомагає зменшити рівень ерозії за рахунок формування стабільного гумусу і збільшує вміст поживних речовин, покращує гігроскопічність, збільшує амортизуючі і регенеруючі якості ґрунтів. Також відмічено, що активність дощових черв'яків при застосуванні біодобрив, в порівнянні із застосуванням простого гною, збільшується [1]. Застосування біодобрив на лужних ґрунтах приводить до нейтралізації ґрунту і підвищення його вологості [3].

### **Висновки**

Таким чином, використання продуктів біогазових технологій дозволяє вирішити такі завдання: утилізувати відходи в зонах виробництва і переробки сільгосппродуктів і поліпшити екологічну обстановку; отримати додаткові енергетичні ресурси на основі місцевої поновлюваної сировини; отримати дешеві екологічно чисті органічні добрива і забезпечити процес відновлення і збільшення природної родючості ґрунтів.

### **Література**

1. *AT Information: Biogas. GTZ project Information and Advisory Service on Appropriate Technology (ISAT), 1996. Eshborn, Deutschland*
2. *Абасов В.С. Годовой отчет на тему «Изучение влияния метанового эффлюента и сочетания его с другими видами удобрений на урожай и качество сельскохозяйств». 2005, Кыргызский научно - исследовательский институт земледелия.*
3. *Бударин В.А., Кыдыралиев С.К. «Особенности получения биогаза и биологически активного органического вещества из растительных отходов». Институт энергетики и электроники южного отделения Национальной академии наук Кыргызской Республики, г. Джалалабад.*
4. *В. Дубровский, У. Виестур. «Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов», 1988, Рига «Зинатне».*
5. *ОФ «Флюид». «Биоэнергетические модули для анаэробного сбраживания навоза типа БЭМС с реакторами объемом 5,0; 25,0; 50,0; 100,0 м<sup>3</sup>». Руководство по эксплуатации. 2004, Бишкек.*