

ВПЛИВ СКЛАДУ БІОГАЗУ НА ПОКАЗНИКИ ГОРІННЯ

Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

Розглянуті основні результати досліджень в галузі виробництва біогазу за останній час. Проведено розрахунковий аналіз показників горіння біогазу в залежності від його складу. Проведена робота спрямована в бік розгляду питань, пов'язаних з ефективністю та безпекою використання біогазу.

Постановка проблеми. Використання біогазу є важливою складовою сталого розвитку сільської території України. Біогаз без сумніву є місцевим паливом, але з наукової точки зору його використання є міжгалузеву задачею. Розглядаючи проблему виробництва та використання біогазу слід зазначити, що його виробництво відноситься до сільського господарства та біотехнології, обробка – до хімічної технології, а споживання та розміщення на місцевості – до будівництва, газопостачання та енергетики. Незважаючи на те, що біогаз містить у своєму складі значний відсоток метану (50...70 %), ДБН В.2.5-20-2001 «Газопостачання» визначає, що дані норми не поширюються на газопроводи та газове обладнання підприємств та установок, що використовують біогаз. Так саме і НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання» визначають що ці Правила не встановлюють вимог до обладнання підвищеної небезпеки виробництва біогазу. Такий стан справ має декілька причин і у тому числі пов'язаний з тим що склад біогазу може варіюватися у широкому діапазоні значень його складових та суттєво залежить від сировини, біотехнології виробництва біогазу, експлуатаційних параметрів роботи установки, технології обробки і використання отриманого біогазу. Саме аналіз складу біогазу, як палива, що спалюється в газових приладах або енергетичних пристроях є дуже важливим, оскільки це є кінцевою метою його виробництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботі [1] наводяться дані, що середній склад газу, який можливо отримати з гною тварин при оптимальній температурі бродіння 34°C відповідає співвідношенню $\text{CH}_4/\text{CO}_2=2$. В цій же роботі приводиться можливий склад газу в наступному вигляді:

$\text{CH}_4 = 55...70 \%$, $\text{CO}_2 = 27...44 \%$, $\text{H}_2 < 1 \%$, $\text{H}_2\text{S} < 3 \%$.

В роботі [2] стверджується, що рівень баластових домішок знаходиться у біогазі на рівні 50 %, і до компонентів біогазу відносять:

$\text{CH}_4 = 50...70 \%$, $\text{CO}_2 = 25...45 \%$, $\text{H}_2 < 3 \%$, $\text{H}_2\text{S} < 3 \%$.

Баластові домішки заважають використанню газу, є шкідливими для обладнання, трубопроводів та газгольдерів. Автори [2] згадують також про отруйність та велику корозійну здатність неочищеного біогазу.

В роботі [3] можна знайти дані по складу біогазу зі співвідношенням $\text{CH}_4 = 50...87 \%$, $\text{CO}_2 = 13...50 \%$.

Вміст метану в біогазі в першу чергу залежить від сировини. У випадку твердих побутових відходів – вміст метану найменший (50%). Біогаз з гною КРХ дає вміст метану на рівні 60%. Біогаз з певних видів рослин може містити до 70% метану. Біогаз з жирів може містити 87% метану.

Найбільш сучасне і авторитетне дослідження виробництва та використання біогазу [4] дає дані щодо складу біогазу в залежності від його походження. Для біогазу з полігонів твердих побутових відходів (ТПБ):

$\text{CH}_4 = 35 \dots 65 \%$, $\text{CO}_2 = 15 \dots 50 \%$, $\text{H}_2 = 0 \dots 3 \%$, $\text{N}_2 = 5 \dots 40$, $\text{O}_2 = 0 \dots 5 \%$, $\text{H}_2\text{S} = 0 \dots 100 \text{ ppm}$, $\text{NH}_3 = 5 \text{ ppm}$, $\text{Cl}^- = 20 \dots 200 \text{ мг/м}^3$, домішки сілоксану та пилу.

Для біогазу з гною:

$\text{CH}_4 = 53 \dots 70 \%$, $\text{CO}_2 = 30 \dots 47 \%$, $\text{H}_2 = 0 \%$, $\text{H}_2\text{S} = 0 \dots 10000 \text{ ppm}$, NH_3 - до 100 ppm.

Все це підтверджує, що склад біогазу є дуже варіативним, а його компоненти є чинниками, що впливають на теплотехнічну якість газу та на довговічність обладнання, з якого складається система споживання біогазу.

Формулювання цілей та завдання статті. Дослідити паливні властивості біогазу в залежності від його складу.

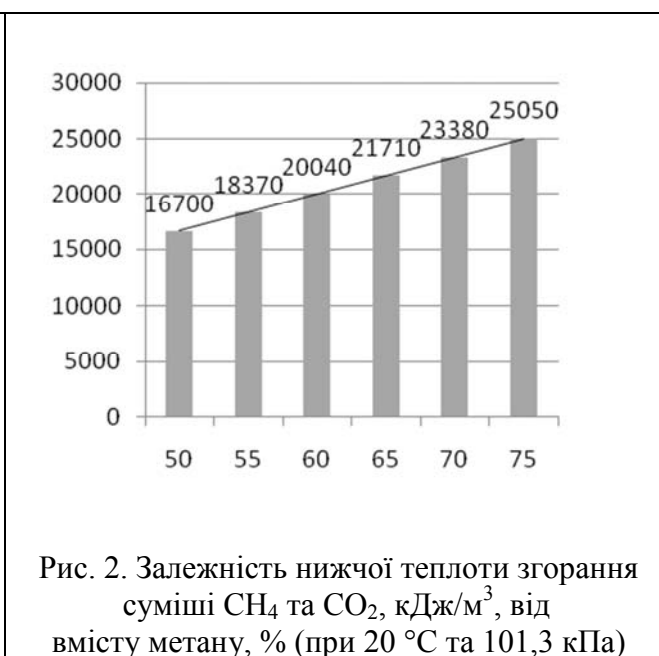
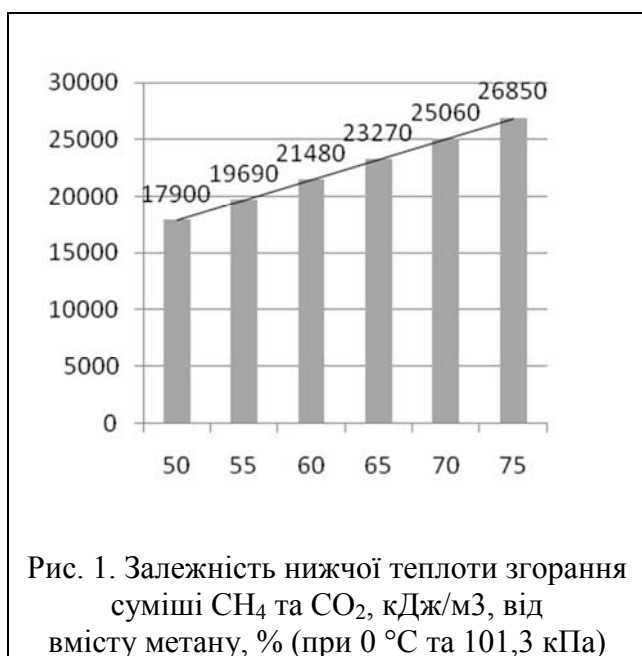
Основна частина. Оскільки біогаз є енергоносієм, то першим питанням його використання є погодження виробництва та споживання. Існує декілька основних різновидів споживання біогазу (в залежності від обсягів продукування біогазу та обсягів інвестування в необхідне обладнання). Якщо великий виробник біогазу знаходиться поруч з існуючою газовою мережею, найбільш досконалий спосіб (при наявності відповідних стандартів та дозволів) – це отримання повністю очищеного метану з біогазу та подача його в газопровідну мережу. У випадку відсутності практики подавання біометану у газопровідну мережу або можливостей повної очистки, біогаз (після часткового очищення) може спалюватися в електрогенераторі (або в когенераторі), який може постачати електричний струм в загальну мережу на умовах зеленого тарифу. Окрема група споживання – дрібні індивідуальні споживачі з найменшими обсягами виробництва та споживання. В цьому випадку між метантенком і газовими приладами знаходяться невеликі проміжні ємності, які (в невеликих межах) вирівнюють виробництво та споживання біогазу у часі. У випадку відсутності споживання виробництво біогазу необхідно припинити, або втрачати надлишок біогазу.

На сьогодні найбільш розповсюдженим споживанням біогазу є його спалювання в газових приладах, котлах та електрогенераторах, що розташовуються на невеликій відстані від біогазової установки. В цих випадках достатньо контролювати концентрацію сірководню, аміаку надмірної вологи, сілоксанів та пилу. А ось вміст діоксиду вуглецю необхідно враховувати при виборі пристроїв, в яких буде спалюватися біогаз. Вміст діоксиду вуглецю в суміші з метаном впливає на наступні паливні показники біогазу: вища та нижча теплота згорання, число Воббе, необхідна кількість повітря для спалювання, кількість продуктів згорання, температури горіння біогазу (жаропродуктивність, калориметрична, теоретична та дійсна температура).

Вміст діоксиду вуглецю буде також змінювати термічний ККД в циклах перетворення теплоти в роботу.

Розглянемо суміш метану і діоксиду вуглецю в якості біогазу і порахуємо, як співвідношення цих складових буде впливати на основні показники горіння. На рис.1 та 2 наведено результати розрахунків нижчої теплоти згорання модельної суміші біогазу в залежності від вмісту метану. Розрахунок демонструє, що теплота згорання суміші є недостатньою в порівнянні з вимогами до природного газу в мережах газопостачання (min 31800 кДж/м³). Але порівняння теплоти згорання модельної суміші біогазу (рис. 1, рис. 2) з іншими горючими газами (табл.1) демонструє задовільні паливні якості біогазу.

На рис.3 наведено результати розрахунку вищого числа Воббе для модельної суміші біогазу. В порівнянні з вимогами до вищого числа Воббе для природних газів в мережах газопостачання (41,2 ... 54,5 МДж/м³) діапазон значень біогазу (18,1 ...31,1) є суттєво відмінним. В той же час жаропродуктивність біогазу (рис.4) знаходиться на задовільному рівні.



Таблиця 1

Характеристика деяких штучних горючих газів [5]

| Джерело горючого газу | Нижча теплота згорання газу, кДж/м ³ | Густина газу, кг/ м ³ |
|--|---|----------------------------------|
| Високотемпературна перегонка кам'яного вугілля | 16000 ... 17100 | 0,44 ... 0,49 |
| Високотемпературна перегонка сланців | 15600 | 0,8 |
| Доменна піч | 3800 | 1,3 |
| Газіфікація кускового палива | 5000 ... 6150 | 1,12 ... 1,2 |

З проведених розрахунків числа Воббе випливає, що газові прилади в яких буде відбуватися спалювання біогазу повинні відповідати його властивостям.

Але існуючі стандарти [6, 7] з вимогами до біогазових установок зосереджені в основному на обладнанні для отримання біогазу і не містять вказівок стосовно безпечного і ефективного спалювання.

Фахівці в галузі газопостачання знають стандарт [8], який встановлює класифікацію газових приладів по різновидам газів, які використовуються. Але діапазон варіювання числа Воббе для біогазу в залежності від його складу (рис. 3) лише частково співпадає з газом 1-ї сім'ї (група А – число Воббе 22,4 ... 24,8 МДж/м³).



Висновки та перспективи подальших досліджень. Показники горіння біогазу показують, що це газове паливо має гарні перспективи. Але, в зв'язку з широкою варіативністю складу біогазу, розвиток безпечного та ефективного використання біогазу потребує: 1) стандартизації технологій та методів виробництва біогазу з прив'язкою до складу біогазу; 2) стандартизації методів обробки біогазу в залежності від способу споживання; 3) стандартизації газових приладів та енергетичного обладнання, призначених для спалювання біогазу.

Література

1. Баадер В. и др. Биогаз: теория и практика / В. Баадер и др. – М. : Колос, 1982. – 148 с.
2. Ратушняк Г. С. та ін. Энергозберегаючі відновлювальні джерела тепlopостачання / Г. С. Ратушняк та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 170 с.
3. Кашкаров А. П. Современные био-, бензо-, дизель-генераторы и другие полезные конструкции / А. П. Кашкаров. – М. : ДМК Пресс, 2011. – 136 с.

4. Гелетуха Г. Г. та ін. Перспективи виробництва та використання біометану в Україні / Г. Г. Гелетуха // Аналітична записка БАУ №11. БАУ, 2014 – 42 с.
5. Стаскевич Н. Л. и др. Справочник по газоснабжению и использованию газа / Н. Л. Стаскевич и др. – Л. : Недра, 1990. – 762 с.
6. ДСТУ 4516:2006. Енергоощадність. Поновлювальні джерела енергії. Установки біогазові. Загальні технічні умови.
7. ДСТУ 7014:2009. Установки біогазові присадибні. Загальні технічні умови.
8. EN 437:2003. Test gases – test pressures – Appliances categories.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА БИОГАЗА НА ПОКАЗАТЕЛИ ГОРЕНИЯ

Мойсеенко В. В.

Рассмотрены основные результаты исследований в области производства биогаза за последнее время. Проведен расчетный анализ показателей горения биогаза в зависимости от его состава. Исследование направлено в сторону вопросов, связанных с эффективностью и безопасностью использования биогаза.

INDICES OF COMBUSTION FOR VARIOUS COMPOSITION OF BIO GAS

V. Moiseienko

Main results of bio gas researches are considered. Indices of combustion are scrutinized depending on bio gas composition. Realized exploration aims at questions to improve efficiency and safety of bio gas utilization.