

ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ПОБУТОВОЇ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ

НУ «Львівська політехніка», Україна

Запропоновано схему теплопостачання побутового біореактора, згідно якої сонячне випромінювання безпосередньо нагріває поверхню резервуара. Обґрунтовано ефективність даного технічного рішення та встановлено термін його окупності. Представлено типоряд побутових біогазових установок із вказаними рекомендованими габаритними розмірами та прогнозованою кількістю виходу біогазу.

Ключові слова: біореактор, біогаз, процес метаноутворення, біомаса, анаеробне бродіння.

Актуальність роботи. Одним зі шляхів успішного вирішення проблеми раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів в Україні у різних галузях промисловості є використання біогазу як продукту анаеробного бродіння органічних відходів сільськогосподарського виробництва. Біогазові установки дають можливість значною мірою компенсувати потреби у природному газі для теплозабезпечення сільськогосподарських комплексів.

Процес метаноутворення ускладнюється необхідністю дотримання мезофільного або термофільного температурного режиму. Проте значну економію енергії на підігрівання біомаси можна отримати за допомогою використання сонячного випромінювання. Оскільки клімат України переважно помірно - континентальний, а на півдні має ознаки субтропічного, то можливо ефективно використовувати енергію сонця для підігрівання субстрату біореактора.

Мета та завдання дослідження. Обґрунтувати ефективність використання сонячної енергії для підтримання температурного режиму біогазової установки. Запропонувати схему енергоефективної системи теплозабезпечення побутового біореактора.

Обґрунтування доцільності використання енергії Сонця для підігрівання біореактора. У процесі дослідження вивчено технологію метанового зброджування органічної сировини у біореакторах. На основі отриманих результатів розроблені технологічні рішення, що забезпечують необхідний температурний режим в резервуарі біогазової установки.

Прийняті рішення спрямовані на зменшення енергозатрат. Конструкція біогазової установки розроблена для зменшення капітальних та експлуатаційних витрат.

Економічна оцінка сільськогосподарських відходів для виробництва біогазу засвідчує, що існує необхідність диференціації її використання.

Розраховано економічну ефективність біогазової установки, до складу якої входить реактор енергоефективної конструкції об'ємом 1 м³ (варіант 1) та біореактор традиційної циліндричної форми з пластику (варіант 2).

Порівнювались два типи біореакторів (рис.1).

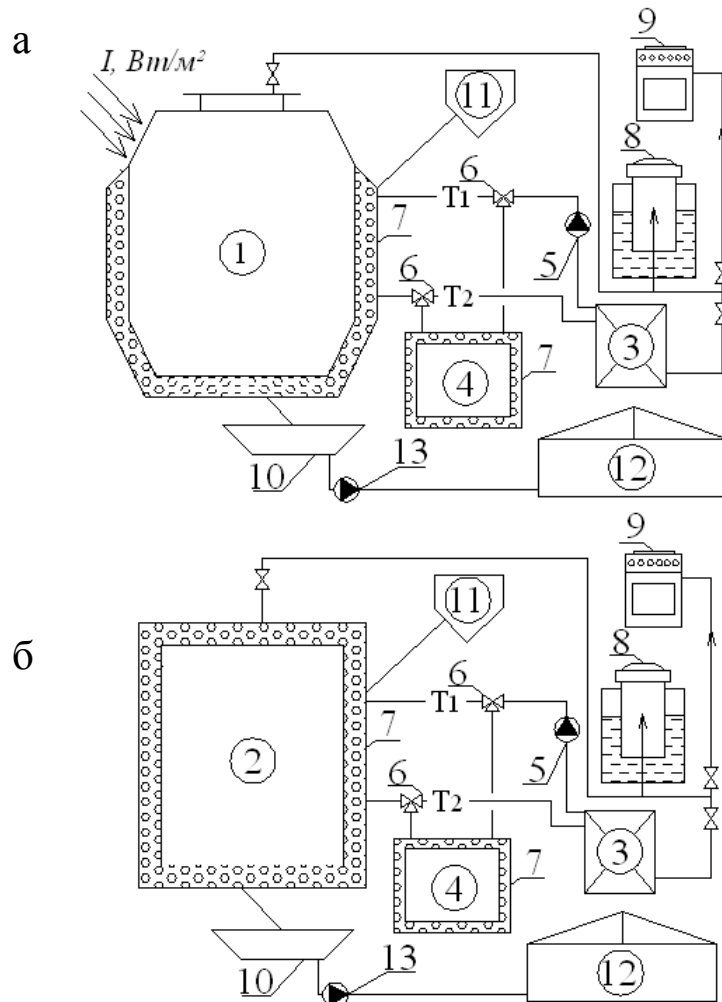


Рис.1. Схеми теплозабезпечення побутових біогазових установок з біореакторами:
 а – енергоефективної конструкції; б – традиційної циліндричної форми; 1 – металевий біореактор; 2 – пластиковий біореактор; 3 – котел; 4 – тепловий акумулятор; 5 – циркуляційний насос; 6 – триходовий вентиль; 7 – тепла ізоляція; 8 – газгольдер; 9 – споживач біогазу; 10 – ємкість для накопичення біошламу; 11 – ємкість для накопичення біомаси; 12 – теплиця; 13 – насос для біошламу; T₁, T₂ – подавальний та зворотний трубопроводи

Під час оцінювання економічної ефективності запропонованих заходів враховувались: вартість монтажних робіт, вартість експлуатаційних витрат, а також дохід від біодобрив та біопалива.

Капітальні вкладення на монтаж біогазової установки визначались з кошторисною вартістю. Біогазова система вважається ефективною, коли експлуатаційні затрати є меншими за доходи від економії енергоносіїв та

доходи від реалізації біодобрив.

Термін окупності запропонованої установки:

$$T_{\text{окуп}} = \frac{K_e}{C_1 + C_2 - C_3 + C_4}, \text{ років,} \quad (1)$$

де K_e – кошторисна вартість установки, грн; C_1 – доходи від реалізації біогазу, грн/рік; C_2 – доходи від реалізації біодобрив, грн/рік; C_3 – експлуатаційні витрати, грн/рік; C_4 – прибуток від утилізації, грн/рік.

Відповідно до технологічної структури інвестицій в основний капітал у кошторисній вартості установки виділяються такі елементи:

- вартість устаткування і матеріалів, K_m , грн;
- вартість робіт з монтажу обладнання, K_p , грн;

$$K_e = K_m + K_p, \quad (2)$$

Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати для підтримання біогазової системи охоплюють щорічні витрати на теплову енергію, амортизаційні витрати, витрати на поточний ремонт, а також загальні додаткові витрати.

Річні експлуатаційні витрати C_3 , грн./рік, визначалися за формулою:

$$C_3 = T + A + P + I, \quad (3)$$

де T – витрати на теплову енергію, грн/рік; A – амортизаційні витрати, грн/рік; P – витрати на поточний ремонт, грн/рік; I – інші витрати грн/рік.

Визначення величини амортизаційних відрахувань.

Амортизаційні відрахування нараховувались згідно з чинними нормами. Усереднено величину відрахувань на амортизацію (на капітальний ремонт і повне відновлення) приймали на рівні 8 % від кошторисної вартості K_v системи:

$$A = 0,08 \cdot K_e. \quad (4)$$

Визначення витрат на поточний ремонт

Витрати на поточний ремонт залежать від технологічного процесу, агресивності середовища тощо. У середньому витрати на поточний ремонт становлять приблизно 20 – 30 % від витрат на амортизацію:

$$P = (0,2...0,3) \cdot A \quad (5)$$

Визначення інших витрат

Інші витрати пов'язані з витратами на управління, освітлення, охорону праці тощо; приймаються у розмірі 30 % від суми амортизаційних відрахувань, витрат на поточний ремонт:

$$I = 0,3 \cdot (A + P). \quad (6)$$

Дохід від біодобрив

У результаті бродіння з органічної маси утворюється шлам, який є надзвичайно цінним добривом, що містить велику кількість аміаку, з'єднань калію та фосфору.

Прибуток від реалізації біодобрив C_2 , грн/рік визначається так:

$$C_2 = V_{\text{бюд}} \cdot (C_{01} - C_{02}) \cdot 12, \quad (7)$$

де $V_{\text{бюд}}$ – вихід біодобрих, т/місяць; $C_{01}=750\dots 1000$ грн/т – вартість рідкого біодобрих; $C_{02}=150$ грн/т – вартість звичайного гною.

Вихід біодобрих визначається за формулою

$$V_{\text{бюд}} = d \cdot 30, \quad (8)$$

де $d = 13,2$ кг/(м³добу) – добове навантаження біореактора. Розрахунок добового завантаження проводився для температурного режиму $t_{\text{с}}=40$ °С, за терміну бродіння $\tau=11$ діб, при цьому був забезпечений вихід біогазу $V_{\text{б}}=1,53$ м³/(м³доба).

Прибуток від утилізації органічних відходів C_4 , грн/рік визначається так:

$$C_4 = V_{\text{бюд}} \cdot C_{\text{ум}} \cdot 12. \quad (9)$$

де $C_{\text{ум}}=5000$ грн/т – вартість утилізації органічних відходів сухим методом.

На основі наукових досліджень запропоновано типоряд біогазових установок об'ємом від 1 до 5 м³, (табл. 1).

Таблиця 1

Технічні характеристики біогазових установок

№	Назва	БГУ -1	БГУ -2	БГУ -3	БГУ -4	БГУ -5
1	Об'єм, м ³	1,1	2,2	3,3	4,4	5,5
2	Робочий, об'єм, м ³	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
3	Габаритні розміри, м висота/ширина	1,7/ 1,0	2,0/ 1,26	2,28/ 1,44	2,54/ 1,6	2,82/ 1,66
4	Вихід біогазу, м ³ /добу (за $t_{\text{в}}=35 - 50$ °С)	1,18– 2,21	2,36 – 4,42	3,54 – 6,63	4,72 – 8,84	5,9 – 11,1
5	Необхідна кількість сировини, кг/добу	13,2	26,4	39,6	52,8	66,0
6	Розміри теплообмінника, м (за $d=25$ мм)	2,7	3,9	5,0	6,1	7,1
7	Тиск газу, Па	200	200	200	200	200
8	Маса, кг	200	400	600	800	1000

Найбільший вклад в рентабельність біогазової установки являє прибуток від утилізації органічних відходів та реалізації біодобрих.

Висновки.

1. Визначено основні показники енергозатратності системи теплозабезпечення побутового біореактора з метою подальшого їх порівняння.

2. На підставі техніко-економічних розрахунків обґрунтовано застосування системи підігрівання з використанням сонячної енергії.

3. За рахунок застосування запропонованої схеми теплопостачання зменшились річні витрати, пов'язані з забезпеченням внутрішнього температурного режиму резервуара. Термін окупності біогазової установки за цієї схеми теплозабезпечення становить 0,9 року.

Література

1. *Баадер Б.* Биогаз: Теория и практика. / Б.Баадер, М.Доне Брендерфер; пер. с нем. М. И. Серебрянного. – М. : Колос, 1982. – 148 С.
2. *Даффи Дж.А.* Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж.А. Даффи, У.А. Бекман. — М.: Мир, 1977. — 410 С.
3. *Гюнтер Л. И.* Метантенки [Текст] : монография / Л.И.Гюнтер, Л.Л. Гольдфа. – М.: Стройиздат, 1991. – 129 С.
4. *Соуфер С.* Биомасса как источник энергии / С.Соуфер, О.Заборски; пер. с англ. – М. : Мир, 1985. – 368 С.
5. *Ратушняк Г.С.:* Інтенсифікація біоконверсії коливальним перемішуванням субстрату / Г.С. Ратушняк, В.В. Джеджула. – Вінниця: УНІВЕРСАМ - Вінниця, 2008. – 117 С.
6. *Желих В.М., Фурдас Ю.В.* Біогазовий реактор // Патент на корисну модель №57360 від 25.02.2011 р., Бюл. №4.
7. *Желих В.М.* Підтримання теплового режиму біореактора під час застосування сонячної енергії. / В.М.Желих, Ю.В. Фурдас // Вісник НУ «Львівська політехніка». «Теорія і практика будівництва». – 2012. – №742 –С. 83-86.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫТОВОЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ *В. М. Желих, В. З. Пашкевич, Ю. В. Фурдас*

Предложена схема теплоснабжения бытового биореактора, согласно которой солнечное излучение непосредственно нагревает поверхность резервуара. Обоснована эффективность данного технического решения и установлен срок его окупаемости. Представлены типоразмера бытовых биогазовых установок с указанными заказными габаритными размерами и прогнозируемым количеством выхода биогаза.

Ключевые слова - биореактор, биогаз, процесс метанообразования, биомасса, анаэробное брожение.

ECONOMIC FEASIBILITY OF USE OF THE HOUSEHOLD BIOGAS PLANT *V. Zhelih, V. Pashkevich, Yu. Furdas*

The scheme of heating domestic bioreactor according to which solar radiation directly heats the surface of the tank was proposed. The effectiveness of technical solutions was found out and its payback period was defined. Submitted series of the household biogas plants with the added dimensions and recommended estimated biogas output was represented.

Key words: bioreactor, biogas, process of metan formation, biomass, anaerobic fermentation.