

УДК.620.953

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК БІОГАЗГЕНЕРАТОРА

Стручаєв М.І., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-25-85

Анотація – у статті наведено аналіз стану біогазгенерації та результати досліджень технологічних та конструктивних характеристик біогазгенератора.

Ключові слова - екстремальний експеримент, анаеробна ферментація, біогаз, мезофільний режим, метантенк, субстрат, бродіння, біогазгенератор, біомаса.

Постановка проблеми. У наш час біогаз використовують в 55 країнах світу [1], встановлено десятки мільйонів біогаз генераторів [2]. Їх використання дозволяє частково відмовитись від природного газу, особливо на підприємствах сільського господарства. Основною перешкодою їх розповсюдження на Україні є велика вартість, наприклад біогазова установка фірми Зорг коштує 2,5 млн. євро [3]. Тому особливо важливо для АПК розробка і впровадження вітчизняних біогаз генераторів.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз публікацій з даної проблеми показує, що необхідно досліджувати технологічні та конструктивні характеристики біогазгенераторів.

Найбільше поширена [4] схема біогазового генератора «Табір» (КНР). Процес протікає стихійно й безконтрольно, підігрів і перемішування не застосовуються. Використається в дрібних господарствах, розташованих у районах з жарким кліматом. Тривалість переробки субстрату 40 днів і більше. Вихід біогазу від 0,3 до 0,5 м³ на 1 м³.

Формулювання цілей статті. Метою даної статті є дослідження характеристик установки для анаеробної ферментації гнойових стоків тваринницького виробництва.

Основна частина. В якості факторів, що впливають на процес одержання біогазу, обрані X_1 - ступінь здрібнювання біомаси.; X_2 - вологість біомаси. X_3 - вид біомаси; X_4 - відсоток вмісту сухої речовини ; X_5 - вміст бактерицидного матеріалу X_6 - кислотність середовища. X_7 -

температура первісного підігріву. X_8 - температура бродіння біомаси; X_9 - тривалість бродіння біомаси. X_{10} - тиск біогазу в реакторі. X_{11} - швидкість перемішування біомаси в реакторі. Критерії оптимізації: Y_1 - обсяг виробленого біогазу, Y_2 - обсяг біогазу на підтримку заданої температури (власні потреби). У результаті проведення відсіваючого експерименту для критерію Y_1 значущими є фактори: X_1, X_6, X_7, X_8 , для яких будується матриця ПФЕ типу 2^3 . Після проведення експерименту починається новий етап досліджень - опис поверхні відгуку.

Рух в область оптимуму здійснюється методом Бокса-Вілсона по поверхні відгуку в напрямку градієнта. Градієнт функції відгуку дорівнює

$$y = \frac{\partial y}{\partial x_{13}} \cdot \bar{i} + \frac{\partial y}{\partial x_{14}} \cdot \bar{j} + \frac{\partial y}{\partial x_{17}} \cdot \bar{k}$$

де $\frac{\partial y}{\partial x_i}$ - часткові похідні функції для i - того фактору; $\bar{i}, \bar{j}, \bar{k}$ - одиничні вектори в напрямку координатних осей.

Після проведення оптимізації лінійної моделі методом "крутого сходження" було отримано оптимальне значення максимального виходу біогазу, яке дорівнює $8,1 \text{ м}^3/\text{год}$. При цьому значення факторів виявилися: X_7 - температура початкового підігріву $X_7 = 25,7^\circ \text{C}$; X_8 - температура бродіння біомаси $X_8 = 31,5^\circ \text{C}$; X_6 - кислотність середовища $X_6 = 7,7 \text{ рН}$. Вихід біогазу підвищувався зі збільшенням рН середовища.

Розрахунок конструктивних параметрів біогазової установки здійснюється з метою визначення товщини стінки підземної частини резервуара. Особливості проектування - резервуар підземний, ґрунт - глина, будівельний матеріал - залізобетон. Даний розрахунок здійснюється за методикою Бабіна Л.А. [5].

На резервуар діють зовнішні навантаження - вертикальний і бічний тиск ґрунту $q_{зр.в}$ и $q_{зр.б}$ (Рис. 1).

Розрахункове вертикальне навантаження

$$q_{зр.в} = n_{зр} \cdot \gamma_{зр} \cdot h_{зр}$$

де $n_{зр}$ - коефіцієнт перевантаження, $n_{зр} = 1,2$; $\gamma_{зр}$ - об'ємна вага ґрунту в природному стані, $\gamma_{зр} = 1,6 \text{ тс}/\text{м}^3$; $h_{зр}$ - висота ґрунту, що діє на резервуар, приймаємо $h_{зр} = 1,1 \text{ м}$, виходячи з основних параметрів прийнятих для об'єктів даного типу.

$$q_{зр.в} = 1,2 \cdot 1,6 \cdot 1,1 = 2,112 \text{ тс}/\text{м}^3.$$

Бічний тиск на резервуар розраховується по формулі

$$q_{зр.б} = n_{зр} \gamma_{зр} \left(h_{св} + \frac{D_{св}}{2} \right) \text{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_{зр}}{2} \right)$$

де $\varphi_{зр}$ - кут внутрішнього тертя ґрунту, $\varphi_{зр} = 40^\circ$.

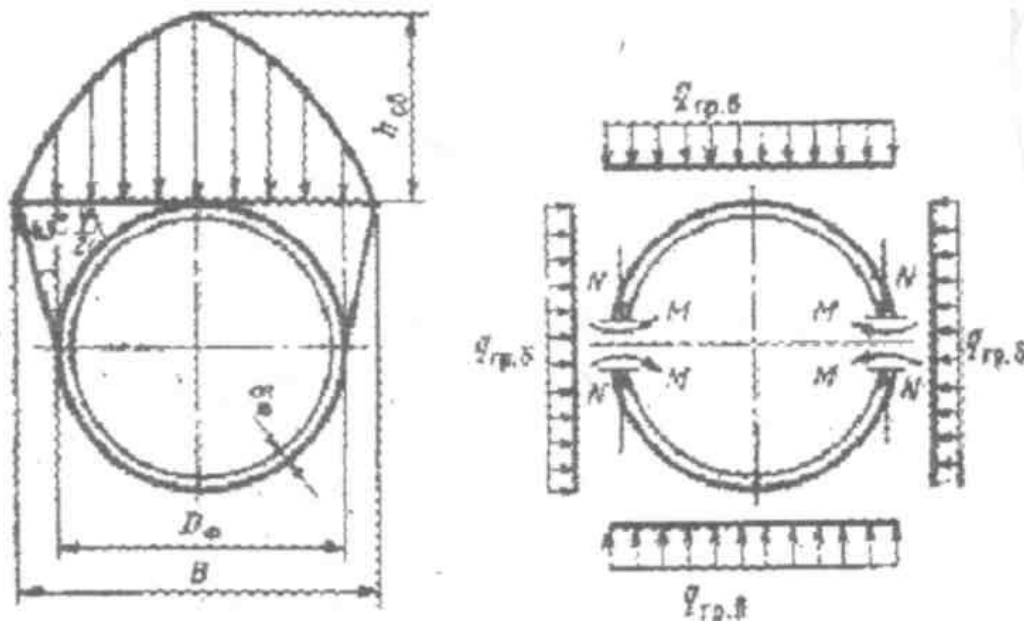


Рис. 1. До розрахунку параметрів міцності метантенка

Поперечний переріз проектованого резервуара - овал. Для спрощення розрахунків умовно приймаємо, що підземна частина метантенка в поперечному перерізі - окружність діаметром $D_{\phi} = 5900 \text{ мм}$.

$$q_{гр.6} = 1,2 \cdot 1,6 \left(0,8 + \frac{5,9}{2} \right) \text{tg}^2 \left(45^{\circ} - \frac{40}{2} \right) = 1,565 \text{ тс / м}^3$$

Безпосередньо товщина стінки метантенка визначається $\delta_{\phi} = \frac{N}{2R} + \sqrt{\left(\frac{N}{2R} \right)^2 + \frac{6M}{R}}$ де N - поперечне зусилля, r_o - радіус резервуара; M - згинальний момент, R - розрахунковий опір матеріалу.

$$\delta_{\phi} = \frac{51,74}{2 \cdot 200} + \sqrt{\left(\frac{51,74}{2 \cdot 200} \right)^2 + \frac{6 \cdot 8210}{200}} = 15,82 \text{ см}$$

Остаточню приймаємо товщину стінки резервуара $\delta_{\phi} = 158,2 \text{ мм}$.

Розрахунок напірного газового трубопроводу. Завданням розрахунку втрат тиску газу є забезпечення необхідного тиску в пальниках теплогенератора. При експлуатації біогазової установки для створення тиску, з метою нагнітання газу під тиском у газгольдер, використовується гідравлічний спосіб, який може створити тиск не більше 70 - 120 кПа. При транспортуванні газу до пальників повинне виконуються наступна умова

$$\Delta p_{\text{обц}} < P_{\text{гор}}$$

де $P_{\text{аіо}}$ - робочий тиск в інжекційному пальнику, кПа.

Для перевірки працездатності установки необхідно зробити

розрахунок втрат питомої енергії (втрати напору) при русі газу по газопроводу. Газовий потік рухається через робочий простір біогазогенератора, а також по трубопроводах і каналах, конструктивно пов'язаних з відповідними агрегатами. Розрахунок робимо одночасно для двох ділянок: біогазогенератор - газгольдер і ділянка газгольдер - котел. Якщо зневажити різницею нівелірних висот зазначених перетинів, тоді рівняння для знаходження витрат енергії при русі газів запишеться

$$\Delta p = \Delta p_{\lambda_1} + \Delta p_2,$$

де Δp_{λ} - перепад статичних тисків на ділянках.

Знаходимо загальні витрати енергії при русі газів в прямому каналі

$$\Delta p = 0,388 + 0,0535 + 0,00817 = 0,4446 \text{кПа}$$

Додаткові втрати енергії при русі газового потоку виникають у результаті турбулізації потоку від зміни конфігурації каналу.

Визначаємо загальні втрати при русі потоку газу по трубопроводу

$$\Delta p_{\text{заг}} = \Delta p + \Delta p_{\zeta}$$

$$\Delta p_{\text{заг}} = 0,4446 + 0,1592 = 0,604 \text{кПа}$$

Проведені розрахунки на визначення втрат газу при транспортуванні показали, що тиск у системі відповідає початковій умові. Отже, додаткові пристрої (компресор) по створенню тиску не потрібні.

Рецептура завантажуваної сировини. Приведемо приклад змішаної сировини для первинного завантаження метантенка. Стебла рослин подрібнюють й укладають на дно біогазогенератора, ущільнюють їх так щоб вийшла підстилка товщиною 10 - 20 см. Вносять гній і субстрат з бактеріями (при вторинному завантаженні роль субстрату може виконувати спеціально залишена порція попереднього шламу). Операцію повторюють шар за шаром, поки в метантенк не завантажуть весь необхідний об'єм. На початку процесу перевіряють кислотність середовища (pH) за допомогою індикаторного паперу. Середовище повинне бути нейтральним. Якщо pH нижче припустимого рівня, то в біогазогенератор необхідно додати вапняної або аміачної води. Обов'язкова вимога: вологість біомаси повинна бути 95 - 98%.

Висновки.

Отримано оптимальне значення максимального виходу біогазу, яке дорівнює $8,1 \text{ м}^3/\text{год}$ при температурі початкового підігріву $25,7 \text{ }^\circ\text{C}$; температурі бродіння біомаси $31,5 \text{ }^\circ\text{C}$; кислотності середовища $7,7 \text{ pH}$.

Виконано розрахунок на міцність підземного резервуару, визначено основний конструктивний параметр метантенка - товщину стінки, що дорівнює $158,2 \text{ мм}$.

Проведено розрахунки визначення втрат тиску газу при транспортуванні $\Delta p_{\text{обц}} = 0,604 \text{кПа}$, які показують, що додаткові пристрої по створенню тиску в мережі не потрібні.

Дано опис, основних компонентів рецептури завантажувальної

сировини.

Література

1. *Гелетуха Г* Україна: нетрадиційні та відновлювані джерела енергії / Г. Гелетуха, С. Кудря // Зелена енергетика.-2005.-№ 2 (18).-С.137-202.
2. *Андреанов В.Н.* Биогазовые установки / В.Н. Андреанов, Д.Н. Быстрицкий, К.П. Вашкевич.- Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1966.- 379с.
3. *Михайлов Б.П.* Особенности конструкций и использование биогазовых установок / Б.П. Михайлов // Электрик. – 2006.- №1,2. - С.29,31
4. *Осипова М.И.* Биоэнергетика/Осипова М.И.-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Бумона,2007.-36 с.:ил.
5. *Бабін Л.А.* Розрахунок на міцність захисного футляра трубопроводів / Л.А. Бабін.-М.: Машиностроение, 1981. – 127с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БИОГАЗГЕНЕРАТОРА

Стручаев Н.И.

Аннотация - в статье приведен анализ состояния биогазгенерации и результаты исследований технологических и конструктивных характеристик биогазгенератора

THE RESEARCH OF TECHNOLOGY END CONSTRUCTION CHARACTERISTICS OF BIOGASGENERATOR

N.Struchaev

Summary

The analysis of the state and results of researches of technology end construction characteristics of biogasgenerator works is resulted in the article.