



УДК 631.333.92 : 631.22.018

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ БАГАТОШАРОВИХ ЗАХИСНИХ КОНСТРУКЦІЙ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК

Скляр О.Г., к.т.н.,

Скляр Р.В., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-05-70

**Анотація** – проаналізовані існуючі багатошарові конструкції біогазових установок.

**Ключові слова** – біогаз, метаногенеруючі бактерії, зброджувана маса, інтенсифікація, коферментація, реактор.

*Постановка проблеми.* Значна кількість сучасних екологічних проблем виникає через локальне накопичення органічних відходів, кількість яких дуже велика для природного потенціалу біологічного розпаду. Такі відходи мають підлягати утилізації.

Одним із шляхів утилізації сільськогосподарських відходів є біогазова технологія, яка дає змогу разом із розв'язанням екологічної проблеми отримувати високоефективні органічні добрива та енергію у вигляді біогазу. Установа дає змогу переробляти різні види органічної сировини в добрива і енергію. Рідкий гній із гноєсховищ, рідка консервована біомаса кормових культур зі сховища та інша попередньо зволожена і подрібнена біомаса надходять до ваги дозувального пристрою, де змішуються і подаються до підігрівача субстрату.

*Аналіз останніх досліджень.* Лабораторні дослідження процесу метаногенерації проведені з метою визначення параметрів живильного і температурного режимів середовища зростання, розвитку і ефективного функціонування метаногенеруючих бактерій, що створюється шляхом композиції в різному співвідношенні рослинної сировини, гною великої рогатої худоби і води, показали, що кращою композицією є перша при співвідношенні зеленої маси трави, гною і води - 300 г, 800 г і 500 мл, що забезпечило якнайкраще співвідношення вуглецю і азоту (16,74) і енергетичну цінність в 0,83 МДж.[1]

*Формулювання цілей статті.* Підвищення ефективності використання органічних ресурсів тваринницьких об'єктів на основі анаеробної переробки органічної сировини шляхом інтенсифікації процесу метанового зброджування субстрату за рахунок оптимізації його структури.



*Основна частина.* Використання теплоізоляційних матеріалів є необхідним заходом в комунально-побутовому секторі, системах інженерного забезпечення будинків, а також для підтримання температурного режиму, уникнення температурних перепадів та зменшення витрат енергоресурсів в біогазових установках.[2]

Температурний режим суттєво впливає на якість технологічного процесу та продуктивність біогазової установки, оскільки коливання температур в межах 4...5 °С різко змінює мікробіологічну активність анаеробних організмів [3]. Особливістю процесу в біогазових реакторах є те, що за рахунок недостатнього та нерівномірного прогрівання суміші коливання температур в об'ємі субстрату стають значними, що не відповідає технологічним вимогам. Це зменшує вихід біогазу порівняно з теоретичним [4,5]. Вирішення задач термостабілізації біогазових реакторів можливо за рахунок підвищення термічного опору матеріалу захисних конструкцій.

Завдяки теплоізоляції зменшуються перепади температури і втрати теплоти між внутрішнім та зовнішнім середовищами біогазової установки. Головною технічною характеристикою теплоізоляційних матеріалів є теплопровідність – здатність матеріалу передавати теплоту. Варто відзначити, що величина теплопровідності теплоізоляційних матеріалів залежить від щільності матеріалу, виду, розміру, розташування пор та інших параметрів. Значний вплив на теплопровідність має температура і вологість матеріалу.

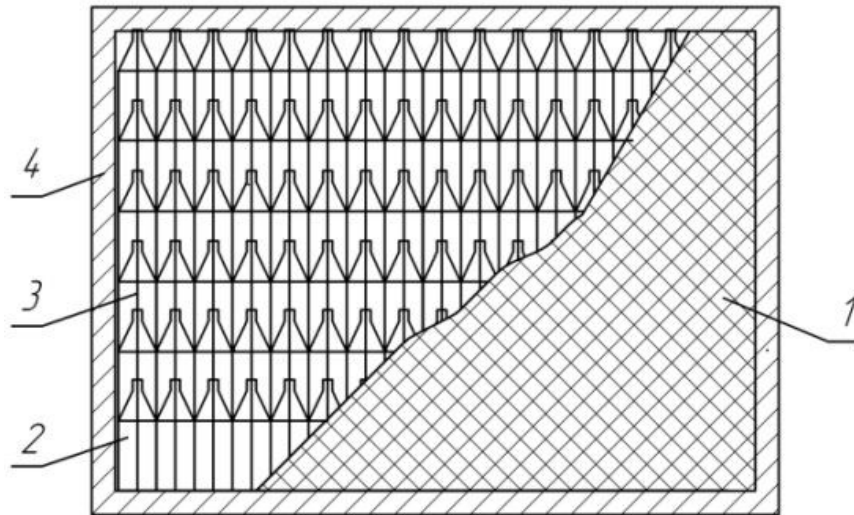
З метою підвищення термічних опорів конструкцій, зниження маси і вартості їх найчастіше виконують з повітряними прошарками. В конструкції утеплення з вентильованим повітряним прошарком між утеплювачем і захисним облицюванням є вентильований повітряний прошарок. У холодну пору року водяна пара дифундує з приміщення назовні і потрапляє в утеплювач. У результаті вологість утеплювача зростає, а його теплозахисні властивості погіршуються. Завдяки наявності вентильованого повітряного прошарку волога не затримується в товщі утеплювача, а видаляється з неї висхідним потоком повітря. Влаштування повітряного прошарку є розповсюдженим прийомом теплоізоляції, тому що коефіцієнт теплопровідності повітря має досить низьке значення (при  $t = 0^{\circ}\text{C}$ ,  $\lambda_{\text{в}} = 0,023 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град}$ ). Використання повітряного прошарку дозволяє підвищити термічний опір в середньому в 1,4...1,8 раз. Повітря, що знаходиться у прошарку, буде виступати як додатковий теплоізолятор.

Найбільш ефективним методом збільшення термічного опору конструкції з повітряним прошарком є її екранування. Один екран з алюмінієвої фольги зменшує тепловий потік у 20 разів. Зі збільшенням числа екранів цей ефект зростає. На цьому принципі заснована теплоізоляція „альфоль”, виконана у вигляді плоских аркушів фольги на відстані 10...15 мм один від одного чи у вигляді м'ятих гофрованих листів фольги. Умовний коефіцієнт теплопровідності такого теплоізоляційного шару при гладких аркушах складає

0,031 Вт/(м<sup>2</sup>·град), при гофрованих – 0,028 Вт/(м<sup>2</sup>·град).

У зв'язку з цим з метою впровадження енергозберігаючих технологій актуальною задачею є розроблення багат шарових конструкцій з герметичним повітряним прошарком та із застосуванням тепловідбиваючих екранів, а також дослідження їх термічних опорів.

Вченими запропоновано теплоізоляційну панель [5], що складається з каркасу та секцій, заповнених наповнювачем. Як секції використані пластикові пляшки з відрізаним дном, які герметично закріплені на вертикально встановлених на каркасі дротах, причому як наповнювач використовують сухе повітря, а каркас розміщений в захисному повітронепроникному корпусі. Загальну схему запропонованої конструкції теплоізоляційної панелі наведено на рисунку 1.



1 – каркас; 2 – пластикові пляшки з відрізаним дном; 3 – дріт; 4 – захисний повітронепроникний корпус

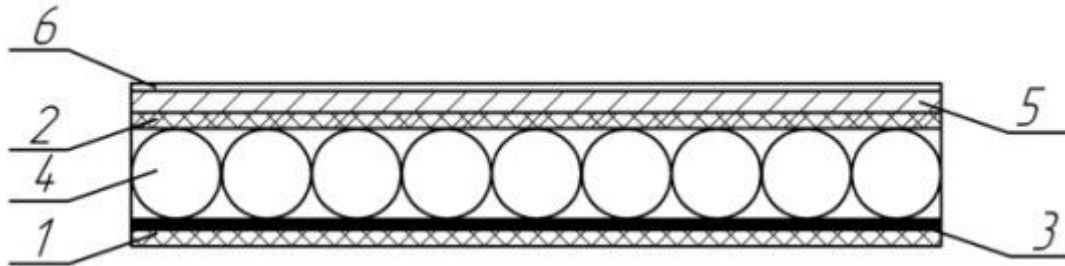
Рис. 1. Теплоізоляційна панель.

Багат шарова захисна конструкція від тепловтрат з герметичним повітряним прошарком підвищує термічний опір конструкції. Сухе повітря, яке знаходиться в пластикових пляшках 2, що розміщені в каркасі 1, має низький коефіцієнт теплопровідності ( $\lambda_{\text{в}} = 0,023$  Вт/м<sup>2</sup>·град), завдяки чому значно знижується теплообмін між біогазовою установкою або приміщенням та навколишнім середовищем. Оскільки пластикові пляшки 2 з відрізаним дном з'єднані між собою у пакети герметично, то це перешкоджає проникненню водяної пари до наповнювача – сухого повітря. Захисний корпус 4 перешкоджає прямому контакту теплоізоляційної панелі із матеріалом захисної конструкції, а також надає панелі більшої міцності і довговічності.

Запропоновано також теплогідроізоляційну багат шарову конструкцію, в якій за рахунок введення теплоізоляційної панелі та алюмінієвої фольги зменшуються тепловтрати в навколишнє середовище. Теплогідроізоляційна багат шарова конструкція містить утеплювальний шар, що включає гідро-

ізолювальний шар, металеву сітку та шар пароізоляції, а також додатковий шар теплоізоляції, як такий використовується алюмінієва фольга. Поверх нього розташовано шар пластикових пляшок із сухим повітрям, а зверху встановлено захисний матеріал від механічних пошкоджень.

Загальну схему запропонованої теплогідроізоляційної багатошарової конструкції наведено на рисунку 2.



1,2 – гідроізолювальні шари; 3 – алюмінієва фольга; 4 – теплоізоляційна панель із пластикових пляшок з сухим повітрям; 5 – металева сітка; 6 – захисний матеріал від механічних пошкоджень

Рис. 2. Теплогідроізоляційна багатошарова конструкція.

Теплогідроізоляційну багатошарову конструкцію виконано таким чином. Гідроізолювальні шари 1 і 2 захищають від проникнення вологи в приміщення або до корпусу біогазової установки. Поверх шарів 1 і 2 укладено алюмінієву фольгу 3, що служить для відбивання довгохвильового тепла та погіршення умов паропроникнення. На алюмінієву фольгу встановлено теплоізоляційну панель із пластикових пляшок 4, яка перешкоджає проникненню вологи. Це приводить до зниження теплообміну між біогазовою установкою чи приміщенням та навколишнім середовищем. Металева сітка 5, що розташована поверх теплоізоляційної панелі, підвищує механічну міцність. Над сіткою 5 укладено захисний матеріал від механічних пошкоджень 6, який захищає від зовнішніх механічних пошкоджень та утеплює конструкцію.

Оцінивши ситуацію на українському ринку, можна відзначити, що в 2006 році продовжувалася тенденція перерозподілу ринку між видами технічної ізоляції. Сучасні спінені матеріали (на основі спіненого поліетилену і синтетичного каучуку) активно займали частину ринку, де раніше застосовувались вироби із мінерального і скловолокна. Цьому посприяли дефіцит і підвищення цін на технічну ізоляцію на основі базальтового і скловолокна. В 2006 р. спостерігалась ще одна тенденція. Вітчизняні підприємства почали усвідомлювати необхідність використання технічної ізоляції взагалі і якісної ізоляції особливо.

Мінеральна вата – волокнистий матеріал, який отримують із силікатних розплавів гірських порід, металургійних шлаків тощо. Головні властивості виробів з мінеральної вати – високий рівень тепло- і звукоізоляційності,



стійкість до температурних деформацій, негігроскопічність, хімічна і біологічна стійкість, екологічна безпечність і легкість у монтажі. До того ж, вони належать до класу негорючих матеріалів.

Пінополістирол – спінений і екструдований – вже понад сорок років застосовується як теплоізоляційний матеріал. Він є міцним, характеризується низькими показниками теплопровідності і густини, що дає змогу використовувати його як конструктивний елемент [5]. Пінополістирол – екологічно чистий матеріал, виключно стійкий до дії агресивних хімічних середовищ.

Термічний опір конструкції, що складається з кількох шарів матеріалу, розташованих перпендикулярно до напрямку теплового потоку, визначається згідно з формулою [3]

$$R_{\text{заг}} = \sum R_i \quad (1)$$

де  $R_i$  – термічний опір теплопередачі для окремого шару, що обчислюється за формулою [3]

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} \quad (2)$$

де  $\delta_i$  і  $\lambda_i$  - товщина шарів захисної конструкції і теплопровідність їх матеріалів.

Для теплоізоляційних конструкцій із різних матеріалів, а саме мінеральної вати, пінополістиролу, багатошарової конструкції із герметичним повітряним прошарком проведено числові експерименти з визначення термічних опорів цих матеріалів залежно від їх товщини для отримання оптимальних теплоізоляційних характеристик при підтриманні теплового режиму в біогазовій установці. Результати числових експериментів наведено в таблиці 1, а графічні зміни термічних опорів залежно від товщини шару матеріалу зображено на рисунку 3.



Таблиця 1 – Термічний опір теплоізоляційних матеріалів

Товщина матеріалу, см	Термічний опір R, (м <sup>2</sup> ·град)/Вт			
	Мінеральна вата, $\lambda=0,05$ Вт/(м <sup>2</sup> ·град)	Пінополістирол, $\lambda=0,038$ Вт/(м <sup>2</sup> ·град)	Теплоізоляційна панель $\lambda=0,024$ Вт/(м <sup>2</sup> ·град)	Теплогідроізоляційна ба- гатошарова конструкція $\lambda=0,024$ Вт/(м <sup>2</sup> ·град)
5	1,0	1,3	2,1	1,9
10	2,0	2,6	4,2	3,8
15	3,0	3,9	6,3	5,7
20	4,0	5,2	8,4	7,6
25	5,0	6,5	10,5	9,5

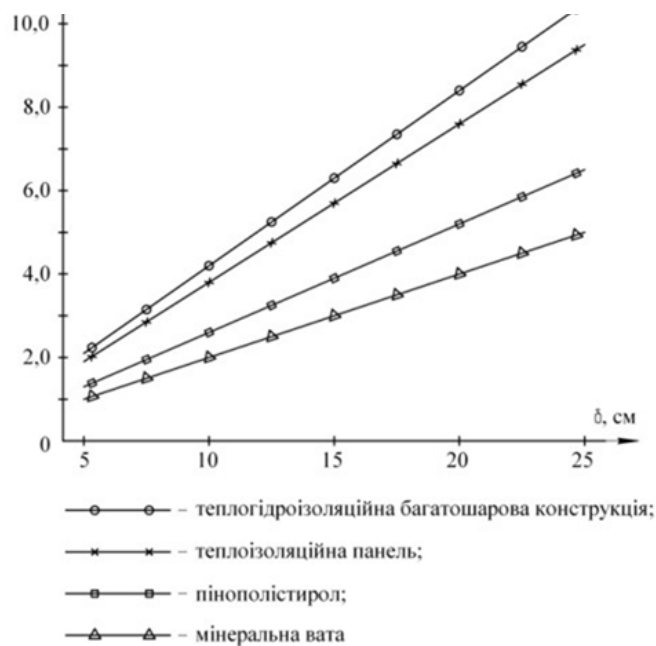


Рис. 3. Залежність термічного опору теплоізоляційного матеріалу від його товщини.

*Висновки.* Аналіз результатів чисельного експерименту із визначення термічних опорів теплоізоляційних матеріалів залежно від їх товщини свідчить про те, що для отримання оптимальних теплоізоляційних характеристик для підтримання теплового режиму в біогазовій установці найефективнішим є використання запропонованих теплоізоляційних багатошарових конструкцій.



цій із герметичним повітряним прошарком. Крім того, затрати на виготовлення запропонованих багатошарових конструкцій є мінімальними завдяки використанню вторинних ресурсів.

Література.

2. *Шацький В.В.* Вплив структури субстрату на вихід біогазу при метановому зброджуванні / *В.В. Шацький, О.Г. Скляр, Р.В. Скляр, О.О. Солодка* // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2013. – Вип. 13, том 3. – С. 3 – 12.
3. *Ратушняк Г.С.* Энергозберігаючі відновлювальні джерела теплопостачання: навчальний посібник / *Г.С. Ратушняк, В. В. Джемджула, К.В. Анохіна*. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 170 с.
4. *Панцхава Е. С.* Биоэнергетические установки по конверсии органических отходов в топливо и органические удобрения / *Е. С. Панцхава, Н. Л. Кошкин* // Теплоэнергетика. – 1993. – № 4. – С. 20–23.
5. *Михеев М. А.* Основы теплопередачи / *М. А. Михеев, И. М. Михеева*. – М. : Энергия, 1977 – 344 с.
6. Пат. 17230 Україна, МПК Е 04 В 2/02, Е 04 В 2/14. Теплоізоляційна панель / *Ратушняк Г. С., Анохіна К. В., Чухряєва О. Г.*; Державний департамент інтелектуальної власності. – № u200603243; заявл. 27.03.2006; опубл. 15.09.2006, Бюл. №9. 1997–9266.

## АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МНОГОСЛОЙНЫХ ЗАЩИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК

Скляр А.Г., Скляр Р.В.

### *Аннотация*

**Проанализированы существующие многослойные конструкции биогазовых установок.**

## ANALYSIS OF EXISTING STRUCTURES LAMINATED SAFETY OF BIOGAS PLANTS

A. Skliar, R. Skliar

### *Summary*

**Analyzed the existing multilayer construction of biogas plants.**