

7. Зубехин А.П. Кристаллохимия и минералогия / А.П. Зубехин, М.М. Лось. – М. : Изд-во "Новочеркасск", 1989. – 88 с.

8. Патнис А. Основные черты поведения минералов : пер. с англ. М.А. Богомоллова / А. Патнис, Дж. Мак-Коннел. – М. : Изд-во "Мир", 1983. – 304 с.

9. Проблемы определения реальной структуры глауконитов и родственных тонкодисперсных филлосиликатов / отв. ред. Д. Архипенко. – Киев-Новосибирск : ВО "Наука", 1993. – 200 с.

10. Яременко В.А. Исследование процессов набухания и реологических свойств дисперсии монтмориллонита и палыгорскита при действии электролитов, ПАВ и температур : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. хим. наук: спец. 02.00.11 – "Коллоидная химия" / В.А. Яременко. – К., 1980. – 21 с.

11. Петрушка І.М. Внутрішньодифузійна кінетика процесу адсорбції барвників природними сорбентами / І.М. Петрушка // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 4/6 (52). – С. 15-17.

Петрушка І.М., Тарасович О.Д., Петрушка К.І. Характеристика распределения диаметра пор природных и модифицированных сорбентов

Определены характеристики распределения пор природных дисперсных сорбентов и их роль в диффузионных массообменных процессах сорбции. Установлено, что при модифицировании монтмориллонитовых пород Ильницкого месторождения серной кислотой увеличивается количество переходных и макропор, изменяется соотношение распределения и диаметра пор, повышается селективная способность к загрязнителям в жидкой среде.

Ключевые слова: сорбенты, адсорбция, сточные воды, поры.

Petrushka I.M., Tarasovych O.D., Petrushka K.I. Characteristic of dispersed pores' diameter of natural and modified sorbents

Dispersed pores of natural dispersed sorbents and their role in diffusion mass-transfer processes of sorption are described. Amount of transition pores and macro-pores increase during modifying the montmorillonite rocks of Ilnytsk deposit with sulphate acid. Relation of distribution and diameter of pores changes, selective ability to contaminants increases in liquid medium.

Keywords: sorbents, adsorption, waste water, pores.

УДК 697.92

Аспір. Ю.В. Фурдас¹ – НУ "Львівська політехніка"

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ СИСТЕМИ ПІДІГРІВУ ПОБУТОВОГО БІОРЕАКТОРА

Встановлено та проаналізовано залежності зміни теплового стану рідини в біореакторі від температури зовнішнього повітря в холодний період року за різних товщин теплової ізоляції. Підтверджено доцільність використання теплової ізоляції для зменшення тепловтрат резервуару біогазової установки. Визначено кількість теплоти необхідної для підігріву метантенка. Результати досліджень представлено у графічному та емпіричному вигляді.

Ключові слова: біогазова установка, біореактор, метантенк, температурний режим, біогаз.

Актуальність роботи. Основною умовою роботи будь-якої біогазової установки є підтримання обраного постійного температурного режиму в середині резервуару, незалежно від температури навколишнього середовища.

Метаноутворювальні бактерії в безкисневих умовах можуть виділяти біогаз в температурному діапазоні від 0 °С до 70 °С.

Періодична зміна температури органічної сировини в метантенку збільшує тривалість процесу бродіння. Чим більше відхилення значень температури від необхідної для анаеробного процесу, тим більший час розкладу біомаси. Наприклад, у разі пониження температури з 50 °С до 40 °С і підтримання цього значення протягом двох діб із подальшим підвищенням її до 50 °С вихід біогазу протягом кількох наступних діб зменшується приблизно на 11 %, а у разі підтримання температури 40 °С протягом п'яти діб – на 37 %. Повна зупинка процесу метаноутворення відбувається внаслідок зниження температури біомаси від 50 °С до 20 °С і підтримання такого температурного режиму протягом п'яти діб [1]. Тому виникає потреба забезпечувати біореактор необхідною кількістю теплової енергії під час усього циклу бродіння.

Щоб підтримувати необхідну температуру, потрібно постійно здійснювати теплопостачання до зброджувальної маси. Для підігріву субстрату використовують теплообмінники, які розташовані в середині біореактора або поза його межами. Для зменшення тепловтрат у холодний період року стінки резервуару облаштовують теплоізоляційним матеріалом.

Мета та завдання. Встановлення закономірностей зміни потужності системи підігріву біореактора із врахуванням температури навколишнього середовища і теплової ізоляції різної товщини.

Експериментальні дослідження та їх аналіз. Вибір кількості та умов проведення дослідів експериментальних досліджень, необхідних для визначення теплової потужності системи підігріву біореактора, проводили на основі планування експерименту. При цьому визначальними факторами була температура довкілля t_z , °С і товщина теплової ізоляції δ , м.

Температуру навколишнього середовища та температуру сировини вимірювали електронним термометром OR-WS003 з зовнішнім та внутрішнім давачем. Під час проведення досліджень товщина теплової ізоляції з мінеральної вати змінювалась від 0,05 м до 0,15 м, а температура зовнішнього повітря знаходилась в межах від -0 °С до -20 °С

Необхідну кількість дослідів визначали за формулою [2]:

$$N = p^k. \quad (1)$$

У цій залежності: p – кількість рівнів факторів експерименту, $p = 2$; k – кількість факторів, $k = 2$. Отже, кількість дослідів дорівнювала $N = 2^2 = 4$. Для визначення впливу вказаних факторів проводили повний факторний експеримент, що складався з чотирьох дослідів. На табл. наведено план-матрицю двофакторного експерименту.

Функція відгуку є кількість теплоти, що втрачається через стінку резервуару Q , Вт. Для кожного з дослідів кількість теплоти визначали як середнє арифметичне від суми місцевих значень:

$$Q = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K Q_i, \text{ Вт}, \quad (2)$$

¹ Наук. керівник: доц. В.М. Желих, канд. техн. наук

де: K – кількість певних місцевих значень кількості теплоти Q ; 1 – порядковий номер місцевого значення кількості теплоти.

Табл. План-матриця повного факторного експерименту 2^k при $k = 2$

№ з/п дослідів	Визначальні фактори		Функція відгуку
	$x_1 (t_3)$	$x_2 (\delta)$	
1	2	3	5
1.	+1	+1	y
2.	-1	+1	y
3.	+1	-1	y
4.	-1	-1	y

Результати факторного експерименту процесу описували математичною моделлю полінома вигляду:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_{12}x_1x_2, \quad (3)$$

де $b_0, \dots, b_{12}$ – коефіцієнти рівняння регресії, які обчислювалися за формулою:

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_{ji} \bar{y}_i, \quad j = 0, 1, \dots, k. \quad (4)$$

де: j – номер фактора; x_{ji} – кодоване значення фактора в досліді; $\bar{y}_i$ – середнє значення змінної стану за n паралельними дослідів i -го рядка, яке визначається:

$$\bar{y}_i = \frac{1}{n} \sum_{u=1}^n y_{iu}, \quad (5)$$

де u – поточний номер паралельного дослідів з N вимірювань; n – кількість паралельних дослідів, які проводилися за однакових температурних умов.

За результатами регресійного аналізу апроксимуючий поліном набув вигляду:

$$y = 80,3 + 8,8x_1 + 13,6x_2 + 20,4x_1x_2. \quad (6)$$

На підставі аналізу коефіцієнтів рівняння регресії можна зробити висновки, що найбільший вплив на функцію відгуку виявляє фактор x_2 – товщина теплової ізоляції δ , м. Фактор x_1 – температура навколишнього середовища t_3 , °C впливає меншою мірою. Чисельне збільшення вхідних факторів веде до зростання функції відгуку, а зменшення їх – до її спадання.

Дослідження проводили на експериментальній установці, що зображена на рис. 1. Установку виготовлено з пластику і вона становила циліндричну ємність об'ємом 30 л., та була заповнена рідиною на 70 %. Температурний режим приймали постійним і підтримували системою підігріву в межах 40 °C.

Експериментальні дослідження проводили в два етапи.

Першим етапом було визначення залежності зміни температури рідини в біореакторі від температури довкілля. Результати дослідження на установці, ізолюваній мінеральною ватою товщиною 0,05 м, 0,1 м та 0,15 м із коефіцієнтом теплопровідності $0,045 \text{ Вт/м}^2$, представлено на рис. 2.

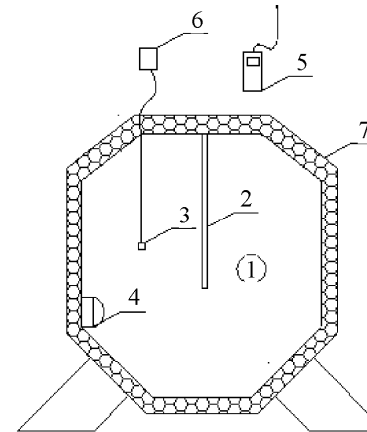


Рис. 1. Схема експериментальної установки

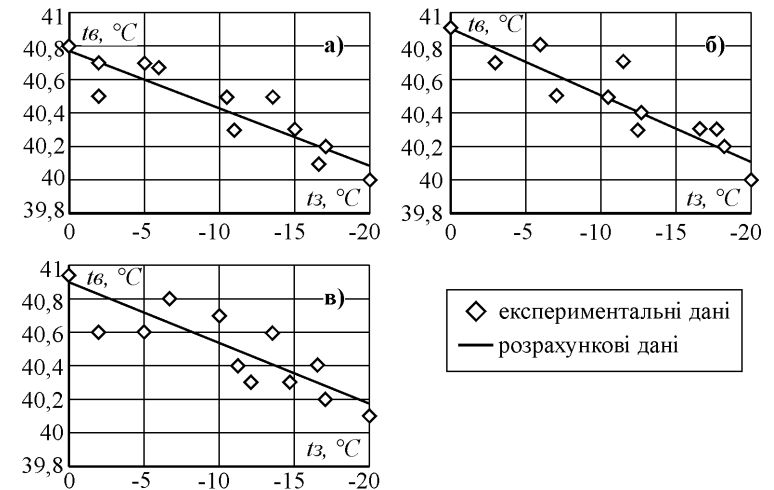


Рис. 2. Залежності зміни температури рідини в біореакторі від температури навколишнього середовища за різних товщин теплової ізоляції:

а) $\delta = 0,05$ м; б) $\delta = 0,1$ м; в) $\delta = 0,15$ м

З рис. 2 видно, що температура рідини t_6 залишалася постійною і знаходилася в межах ≈ 40 °C незалежно від температури зовнішнього повітря t_3 та товщини теплової ізоляції δ . Це свідчить про те, що температурний режим не змінювався і був стабільним. Оскільки внутрішня температура залишалася постійною, а температура зовнішнього повітря змінювалася, то спостерігалася зміна тепловтрат резервуару.

Другим етапом досліджень було встановлення кількості теплоти, необхідної для підігріву резервуару за обраної товщини теплової ізоляції і визначеного діапазону температур зовнішнього повітря.

Результати досліджень зображено на рис. 3.

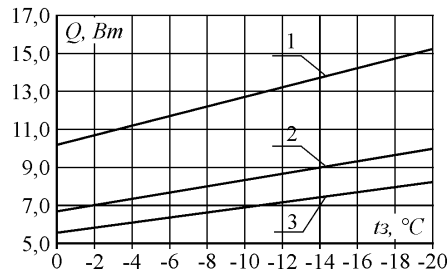


Рис. 3. Залежність тепловтрат біореактора від температури навколишнього середовища за різних товщин теплової ізоляції: 1) $\delta=0,05$ м; 2) $\delta=0,1$ м; 3) $\delta=0,15$ м

Проаналізувавши отримані результати досліджень, можна зробити висновок, що потужність системи підігріву, яка компенсує тепловтрати біореактора прямо пропорційна температурі зовнішнього повітря і не пропорційна величині товщини теплової ізоляції. Графічна залежність (рис. 3) була апроксимована і отримано емпіричний вираз:

$$Q = 12,11 - 47,03 \cdot \delta - 0,3 \cdot t_3 + 1,17 \cdot \delta \cdot t_3 \quad (7)$$

Графічну залежність необхідної кількості теплоти для нагріву біореактора від температури зовнішнього повітря представлено на рис. 4. При цьому розглядали резервуар об'ємом 1 м^3 , ізолюваний мінеральною ватою товщиною від $0,05$ м до $0,15$ м з постійним температурним режимом метаноутворення 40°C .

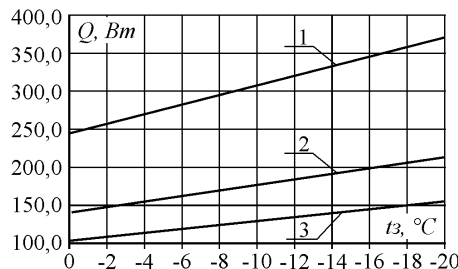


Рис. 4. Залежність тепловтрат біореактора об'ємом 1 м^3 від температури навколишнього середовища за різних товщин теплової ізоляції: а) $\delta=0,05$ м; б) $\delta=0,1$ м; в) $\delta=0,15$ м

Цю графічну залежність було апроксимовано і отримано рівняння:

$$Q = 303,8 - 1407,9 \cdot \delta - 7,6 \cdot t_3 + 35,2 \cdot \delta \cdot t_3 \quad (8)$$

За допомогою отриманої графічної та емпіричної залежностей можна визначити необхідну потужність системи підігріву біореактора для різних товщин теплової ізоляції та температур зовнішнього повітря.

Висновки. Отримано залежності зміни потужності системи теплозабезпечення метантенку від температури довкілля і товщини його теплової ізоляції. Встановлено, що температура біомаси t_b залишалась постійною і знаходилась в межах $\approx 40^\circ\text{C}$ незалежно від температури зовнішнього повітря та

товщини теплової ізоляції. Визначено, що тепловтрати біореактора прямо пропорційні температурі навколишнього середовища і не пропорційні величині товщини теплової ізоляції.

Література

1. Биомасса как источник энергии : пер. с англ. / ред. С. Соуфер, О. Заборски. – М. : Изд-во "Мир", 1985. – 138 с.
2. Возняк О.Т. Основы научных исследований у строительстве / О.Т. Возняк, В.М. Желих. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2003. – 173 с.
3. Кравченко В.П. Исследование теплового режима в закрытых ограниченных объемах, подверженных интенсивным тепловым полям высокой температуры / В.П. Кравченко, Н.И. Шут // Проблемы управления и информатика. 2000. – № 2. – С. 80-83.
4. Желих В. Патент на корисну модель № 57360 – Біогазовий реактор / В. Желих, Ю. Фурдас.

Фурдас Ю.В. Определение мощности системы подогрева бытового биореактора

Установлены и проанализированы зависимости изменения теплового состояния жидкости в биореакторе от температуры наружного воздуха в холодный период года при различных толщинах тепловой изоляции. Подтверждена целесообразность использования тепловой изоляции для уменьшения теплопотерь резервуара биогазовой установки. Определено количество теплоты, необходимой для подогрева метантенка. Результаты исследований представлены в графическом и эмпирическом виде.

Ключевые слова: биогазовая установка, биореактор, метантенк, температурный режим, биогаз.

Furdas Yu.V. Determining the power of heating system of household bioreactor

The article determines and analyzes changes in the thermal state of the liquid bioreactor from ambient temperature in the cold season at different thicknesses of thermal insulation. The expediency of the use of thermal insulation to reduce heat reservoir biogas plant. The amount of heat required for heat digesters is singled out. The results of research are presented in graphical and empirical form.

Keywords: biogas plant, bioreactor, digesters, temperature regime, biogas.

УДК 662.818

Доц. О.О. Шепелюк, канд. техн. наук;

доц. М.М. Копанський, канд. техн. наук;

асист. Р.Й. Салдан, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВОГО ВИРОБНИЦТВА У ВИГОТОВЛЕННІ ПАЛИВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Проведено аналіз використання відходів целюлозного виробництва з метою створення новітніх паливних матеріалів. Розроблено методику, здійснено експериментальні дослідження та отримано значення основних фізико-механічних показників виготовлення паливних матеріалів на основі скопу та відходів лісопильного виробництва.

Актуальність. Потреба людства в енергоносіях постійно зростає. Це зумовлено значним приростом населення, зростанням попиту виробництв в енергоносіях, зростанням потреб людини в нових видах продукції, зменшенням запасів легких та важких вуглеводнів. Теперішня життєдіяльність людини призводить до зменшення площі лісів, що є основним, протягом еволю-