

ТЕМП ОХОЛОДЖЕННЯ (НАГРІВАННЯ) СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ В РІЗНИХ ШАРАХ ПО ВИСОТІ ЦИЛІНДРИЧНОГО ОБ'ЄМУ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено темп охолодження (нагрівання) соняшникової олії окремо для п'яти термопар, розташованих на різній висоті експериментального зонду. Вивчається система «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – дослідне середовище».

Ключові слова: темп охолодження (нагріву), термопара, надлишкова температура.

Abstract

The rate of cooling (heating) of sunflower oil separately for five thermocouples located at different heights of the experimental probe was studied. The system "water in an annular volume - a thin cylindrical metal wall - a research medium" is studied.

Key words: cooling rate (heating), thermocouple, excess temperature.

Вступ

Згідно з [1] для твердого тіла починаючи з деякого моменту часу початкові умови починають відігравати другорядну роль і процес повністю визначається лише умовами охолодження на границі тіла і середовища, фізичними властивостями тіла і його геометричною формою та розмірами. Тоді надлишкова температура не залежить від початкового розподілу температур.

Мета роботи: визначити темп охолодження (нагрівання) соняшникової олії окремо по кожній термопарі, розташованій на зонді на різній висоті.

Результати дослідження

Досліджується розподіл температур вздовж теплообмінної поверхні за умови природньої конвекції, гаряча рідина охолоджується, а холодна – нагрівається. Під час дослідження у внутрішню і зовнішню посудину експериментального стенду [2] занурено зонди з п'ятьма термопарами, які фіксують значення температури на різній висоті, а саме: 3, 27, 44, 64, 90мм. Кожні 10 секунд інформація дослідів знімається та виводиться на комп'ютер за допомогою відповідної програми. За час проведення однієї серії дослідів фіксується 80-100 вимірювань. Так як температура з експериментального стенду фіксується за допомогою комп'ютера, є можливість варіювати кількістю точок в серії дослідів. Крива будується по точкам однієї серії дослідів. Серія дослідів закінчується, коли температура гарячого і холодного теплоносіїв відрізняється не більше чим на 5°C [3].

Вимірювання температур теплоносіїв здійснюється в п'ятьох точках зовнішнього об'єму V_1 , та в п'ятьох точках у внутрішньому об'ємі V_2 , рівномірно розподілених вздовж теплообмінної поверхні термометрами опору. Фіксування температур відбувається одночасно в десяти точках [2].

Під час реалізації регулярного теплового режиму закон зміни середньооб'ємної температури в часі приймає простий і універсальний вигляд: логарифм надлишкової температури тіла (об'єму рідини) змінюється в часі по лінійному закону [1]

$$\ln = -mt + C. \quad (1)$$

Величина m , 1/с, характеризує інтенсивність охолодження (нагрівання) тіла (об'єму рідини) і називається темпом охолодження (нагрівання).

На рис. 1-2 дана залежність побудована при різному розташуванні термопар для соняшникової олії при нагріванні і охолодженні.

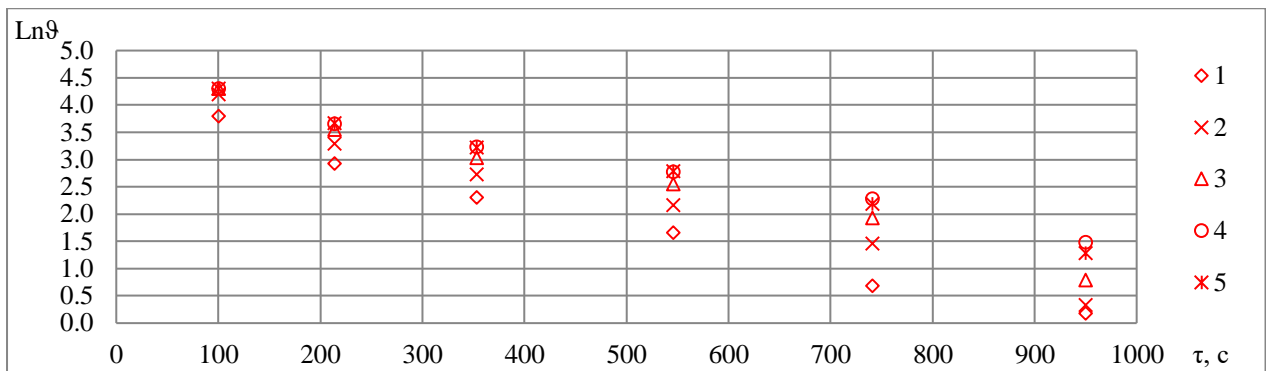


Рис. 1. Співставлення значення надлишкової температури для кожної термопари з середньооб'ємним значенням при нагріванні. Розташування термопар по висоті: 1 – 3мм, 2 – 27мм, 3 – 44мм, 4 – 64мм, 5 – 90мм.

Таблиця 1 – Нагрівання

№п/п	Дослідна рідина	Висота розташування термопари h, мм	Функція вигляду $\text{Ln}\theta = m \cdot \tau + C$	Коефіцієнт детермінації R^2
1	Соняшникова олія	90	$y = -0,0041x + 3,9325$	0,9824
2	Соняшникова олія	64	$y = 0,0042x + 4,3743$	0,9843
3	Соняшникова олія	44	$y = -0,0038x + 4,512$	0,9822
4	Соняшникова олія	27	$y = -0,0031x + 4,434$	0,9869
5	Соняшникова олія	3	$y = -0,0033x + 4,495$	0,988

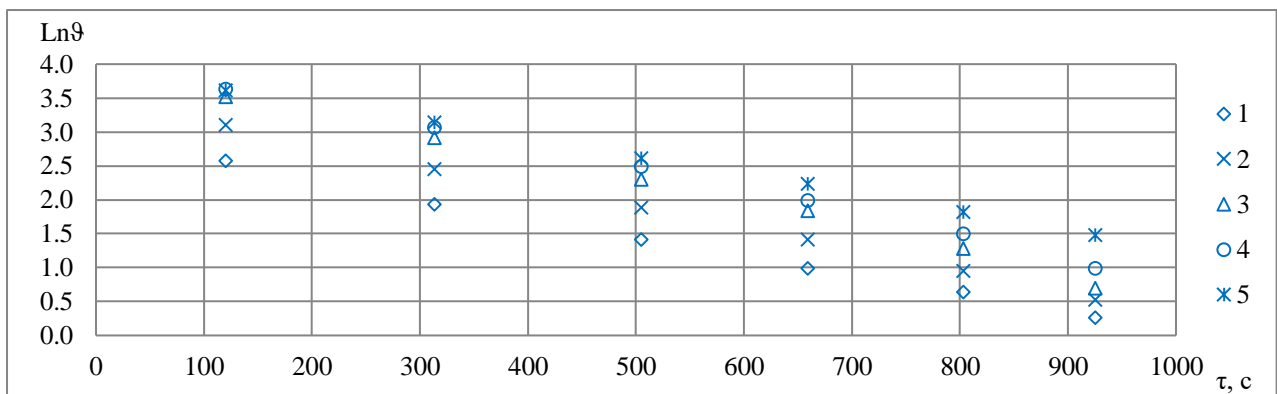


Рис. 2. Співставлення значення надлишкової температури для кожної термопари з середньооб'ємним значенням при охолодженні. Розташування термопар по висоті: 1 – 3мм, 2 – 27мм, 3 – 44мм, 4 – 64мм, 5 – 90мм.

Таблиця 2 – Охолодження

№п/п	Дослідна рідина	Висота розташування термопари h, мм	Функція вигляду $\text{Ln}\theta = m \cdot \tau + C$	Коефіцієнт детермінації R^2
1	Соняшникова олія	90	$y = -0,0026x + 3,9554$	$R^2 = 0,9993$
2	Соняшникова олія	64	$y = -0,0032x + 4,0731$	$R^2 = 0,9966$
3	Соняшникова олія	44	$y = -0,0034x + 3,9919$	$R^2 = 0,9935$
4	Соняшникова олія	27	$y = -0,0032x + 3,4712$	$R^2 = 0,9995$
5	Соняшникова олія	3	$y = -0,0028x + 2,8643$	$R^2 = 0,9977$

В таблицях 1 – 2 наводяться експериментальні результати для соняшникової олії під час нагрівання і охолодження, за умов розташування термопари на висоті 3, 27, 44, 64, 90мм. Крива представляє апроксимацію дослідних даних надлишкової температури у вигляді функції $\text{Ln}\theta = m \cdot \tau + C$, де m – темп охолодження (нагрівання), C – коефіцієнт рівняння, R^2 – коефіцієнт детермінації. Отримана крива має лінійний характер, що відповідає регулярному тепловому режиму.

За умов нагрівання соняшникової олії (табл.1) темп охолодження (нагрівання) змінюється в межах 0,0033-0,0042. Найбільше значення $m=0,0042$ на висоті $h=64$ мм, а найменше $m=0,003$ – $h=27$ мм. Коефіцієнт детермінації змінюється у всьому діапазоні заміру температур по висоті $R^2=0,9822-0,988$.

За умов охолодження соняшникової олії (табл. 2) темп охолодження (нагрівання) змінюється в залежності від висоти розташування термопар і знаходиться в межах 0,0026-0,0034, найбільше значення $m=0,0034$ на висоті $h=44$ мм, а найменше $m=0,0026$ – $h=90$ мм. Коефіцієнт детермінації – $R^2=0,9935-0,995$.

Висновки

1. Аналіз надлишкової температури, проведений окремо для кожної термопар, розміщеної по висоті циліндричного об'єму, показує, що зберігається лінійність залежності $\ln\theta = f(\tau)$, при цьому проявляється вплив вільної конвекції на величину m . Величина m залежності від висоти шару рідини, в якому вимірюється температура.

2. За умов нагрівання соняшникової олії найбільше значення m в центральній частині циліндричного об'єму, а найменше – знаходиться в нижній половині циліндричного об'єму.

3. За умов охолодження соняшникової олії найбільше значення m в центральній частині циліндричного об'єму, а найменше – вгорі і внизу циліндричного об'єму рідини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Исаченко В. П. Теплопередача. Учебник для вузов, изд. 3 – е, перераб. и доп. / В. П. Исаченко, В. А. Осипова, А. С. Сукомел. – М.: «Энергия», 1975. – 488 с.
2. Ткаченко С. Й. Дослідження темпу нагрівання гетерогенного рідкого середовища / С. Й. Ткаченко, О. В. Власенко. – Науково-технічний журнал «Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві» – 2019. – №1. – 127 – 133 с.
3. Ткаченко С. Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів : монографія / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 148 с.

Ткаченко Станіслав Йосипович – д-р. техн. наук, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Власенко Ольга Володимирівна – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olgakhytsak7@gmail.com.

Задоян Владислав Олегович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Vlad.zadoian@gmail.com.

Науковий керівник: **Ткаченко Станіслав Йосипович** – д-р. техн. наук, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Stanislav Y. Tkachenko - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stahit6937@gmail.com.

Olga V. Vlasenko – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olgakhytsak7@gmail.com.

Vladislav O. Zadoyan – student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Vlad.zadoian@gmail.com.

Scientific supervisor: **Stanislav Y. Tkachenko** - Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stahit6937@gmail.com.