

## МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОВІДАЧІ В НЕСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМАХ ТЕПЛООБМІНУ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Показано подальший розвиток методу регулярного теплового режиму для визначення інтенсивності тепловіддачі в нестационарних умовах теплообміну.*

**Ключові слова:** регулярний тепловий режим, теплообмін в органічних сумішах, темп охолодження, нестационарний теплообмін.

### *Abstract*

*The application of the method of the regular thermal mode for the study of heat exchange intensity of heat transfer in non-stationary heat transfer conditions is shown*

**Key words:** regular thermal mode, heat-exchange in organic mixtures, cooling rate, non-stationary heat exchange.

### Вступ

Процеси охолодження і нагрівання тіл, які поширені в природі і техніці, розглядаються в теплопередачі твердих тіл на основі теорій теплопровідності та регулярного теплового режиму. Теорія регулярного режиму покладена в основу швидкісних методів визначення теплофізичних властивостей різних матеріалів, визначення інтенсивності тепловіддачі, а також застосована для вирішення питань термометрії, гідрометрії та анемометрії. В роботах [1-3] розглянуто регулярний тепловий режим трьох основних форм тіл – пластини, циліндра і шару, як таких, що представляють деякі групи суцільних тіл неправильної форми. Метод регулярного теплового режиму потребує розвитку для двоскладових тіл. Мета розробок авторів – показати подальший розвиток ідеї застосування методу регулярного режиму для визначення інтенсивності тепловіддачі в нестационарних умовах теплообміну в системі «циліндричний об'єм заповнений водою – тонка металева стінка – суміш».

### Основна частина

На основі теорії регулярного режиму запропоновано метод визначення коефіцієнтів тепловіддачі  $\alpha$ , який придатний для об'єктів як простої так і складної форми. Суть методу визначення інтенсивності теплообміну полягає в наступному. З нормального матеріалу виготовляють тіло, зовнішня поверхня якого повторює форму і розміри поверхні об'єкта, тепловіддачу якого потрібно визначити. Всередину цього тіла закладають диференціальну термопару. Тіло оснащують трубкою, всередині якої проходять термоелектроди і з'єднувальні провідники, які ведуть до гальванометра. Один спай диференціальної термопари виведений назовні, інший закріплений в будь-якій точці тіла [1].

Пристрій, до складу якого входить тіло (пластина, циліндр або шар), гальванометр і термопара має назву альфакалориметр, оскільки за його допомогою можна визначити коефіцієнт тепловіддачі  $\alpha$ . Для проведення досліджень тіло, тобто теплочутливу частину приладу, занурюють в середовище, причому в момент занурення воно має температуру, яка відрізняється від температури середовища  $t_p$ ; фіксуючи зниження показань гальванометра за часом, визначають темп нагрівання або охолодження  $m$ , а потім знаходять шуканий коефіцієнт тепловіддачі з рівняння [1]

$$\alpha = E \cdot \varphi(H\sqrt{m}),$$

де  $E$  і  $H$  – сталі приладу;  $\varphi$  – функція, яка для простих тіл може бути визначена розрахунками, а для тіл складної форми визначається графічно або табулюванням за методом показаним в [1].

Авторами [4, 5] запропоновано портативний експериментальний стенд основна частина якого складається з двох коаксіальних циліндрів, термопар, пристрою збирання інформації з термопар та її передавання на ЕОМ. На базі стенду реалізовано метод регулярного теплового режиму для визначення інтенсивності теплообміну в сумішах з обмеженою інформацією про теплофізичні властивості в системі «циліндричний об'єм заповнений водою – тонка металева стінка ( $\lambda = 5 \cdot 10^{-4}/16 = 3,125 \cdot 10^{-5}$ ) – суміш».

Перевага методу полягає у відносній простоті установки і спрощенні вимірювання температури всередині тіла (води у внутрішньому циліндрі), невеликій тривалості досліду, та отримання дослідних даних для різноманітних сумішей. В розрахунковій частині методу використовуються класичні критеріальні рівняння конвективного теплообміну без зміни агрегатного стану рідини. Особливість даного методу полягає в тому, що результати, які отримані в нестационарних умовах теплообміну правомірно переносяться на стаціонарні режими теплообміну.

На базі запропонованого методу авторами визначені коефіцієнти тепловіддачі від стінки до органічної суміші  $\alpha_2$  в системі «циліндричний об'єм заповнений водою – тонка металева стінка – суміш», за умов розміщення суміші у зовнішньому кільцевому каналі. Виявлено, що на дослідному проміжку витримується співвідношення для надлишкової температури  $\ln(\vartheta) = f(\tau)$ , яке характерне для регулярного теплового режиму у твердих тілах різної форми [2, 3]. Метод регулярного теплового режиму дозволяє визначити усереднену по поверхні величину  $\alpha$ .

Слід зауважити, що метод регулярного теплового режиму застосовується для визначення інтенсивності теплообміну однофазних однокомпонентних середовищ. Для визначення тепловіддачі до штучних двофазних потоків в області низьких тисків [6] дані методи не придатні.

## Висновки

Показано подальший розвиток ідеї застосування методу регулярного теплового режиму для визначення інтенсивності тепловіддачі в нестационарних умовах конвективного теплообміну без зміни агрегатного стану.

Запропоновані методи визначення  $\alpha$  не поширюються на дослідження інтенсивності теплообміну пульсуючих двофазних потоків у випарних апаратах та парових котлах.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим / Г. М. Кондратьев. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 408 с.
2. Михеев М. А. Основы теплопередачи / М. А. Михеев. – М.: Энергоатомиздат, 1977 – 344 с.
3. Осипова В. А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена / В. А. Осипова – М.: Энергия, 1979. – 320 с.
4. Ткаченко С.Й. Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів: монографія / С. Й. Ткаченко, Н. В. Пішеніна. — Вінниця : ВНТУ, 2017. — 124с.
5. Ткаченко С. Й. Теплообмін в системах біоконверсії / С. Й. Ткаченко, Н. В. Резидент. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 124 с.
6. Федоткин И.М., Ткаченко С.Й. Теплогидродинамические процессы в выпарных аппаратах/Монография. – К.: Техніка, 1975. –209 с.

**Ткаченко Станіслав Йосипович** – д. т. н., професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: stahit6937@gmail.com

**Резидент Наталія Володимирівна** – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: rezidentnv1@ukr.net

**Stanislav Tkachenko** – Dc. Sc., Professor, Heat of the power system, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stahit6937@gmail.com

**Nataliya Rezydent** – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [rezidentnv1@ukr.net](mailto:rezidentnv1@ukr.net)