

## ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ТЕПЛООБМІНУ В СУМІШАХ МЕТОДАМИ РЕГУЛЯРНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*Показано застосування методу регулярного теплового режиму для дослідження інтенсивності теплообміну в системі «циліндричний об'єм заповнений сумішшю – металева циліндрична стінка – вода в коаксіальному об'ємі».*

**Ключові слова:** регулярний тепловий режим, теплообмін в сумішах, інтенсивність теплообміну в стічних водах молокозаводу.

### *Abstract*

*The application of the method of the regular thermal mode for the study of heat exchange intensity in systems «water in a ring volume - a thin metal wall - multicomponent multiphase medium in cylindrical volume» is shown.*

**Key words:** regular thermal mode, heat exchange in mixtures, the intensity of heat transfer in the wastewater of the dairy plant.

### Вступ

Метод регулярного теплового режиму для твердих тіл застосовується для визначення теплофізичних властивостей різних матеріалів – температуропровідності, теплопровідності, визначення інтенсивності тепловіддачі та вирішення питань термометрії, гідрометрії та анемометрії [1–3]. В роботах [4–6] показано застосування методу регулярного теплового режиму для дослідження інтенсивності теплообміну в системі «вода в циліндричному об'ємі – тонка металева стінка – суміш з обмеженою інформацією про теплофізичні властивості в кільцевому об'ємі».

Стічні води молочної промисловості є складною системою, це суміш, яка містить сироватку, воду та тверді сировмісні домішки. Як і стічні води багатьох харчових виробництв, стоки підприємств по переробці молока характеризуються нерівномірністю їх якісного складу та об'єму, які поступають до очисних споруд, що впливає на їх теплофізичні характеристики та інтенсивність теплообміну.

Зважаючи на вищевикладене дана робота ставить за мету застосувати методи регулярного теплового режиму для визначення інтенсивності теплообміну стічних вод молокозаводу в системі «циліндричний об'єм заповнений сумішшю – металева циліндрична стінка – вода в коаксіальному об'ємі».

### Основна частина

Згідно з методикою досліджень прогнозування інтенсивності теплообміну здійснюється між металевою стінкою і сумішшю з обмеженою інформацією про теплофізичні властивості в системі «циліндричний об'єм заповнений сумішшю – металева циліндрична стінка – вода в коаксіальному об'ємі» за умов вільної конвекції.

За методикою [4] здійснено дослідження та розрахунки інтенсивності тепловіддачі до суміші за умови вільної конвекції біля вертикальної циліндричної стінки. При цьому встановлено, що на дослідному проміжку параметрів витримується співвідношення для надлишкової температури  $\ln(\theta) = f(\tau)$  для охолодження системи «циліндричний об'єм заповнений сумішшю – металева стінка – вода», яке характерне для регулярного теплового режиму у твердих тілах різної форми.

За результатами розрахунків побудована залежність, коефіцієнта тепловіддачі від темпу охолодження  $\alpha_{2m} = f(m)$ , яка показана на рис. 1.

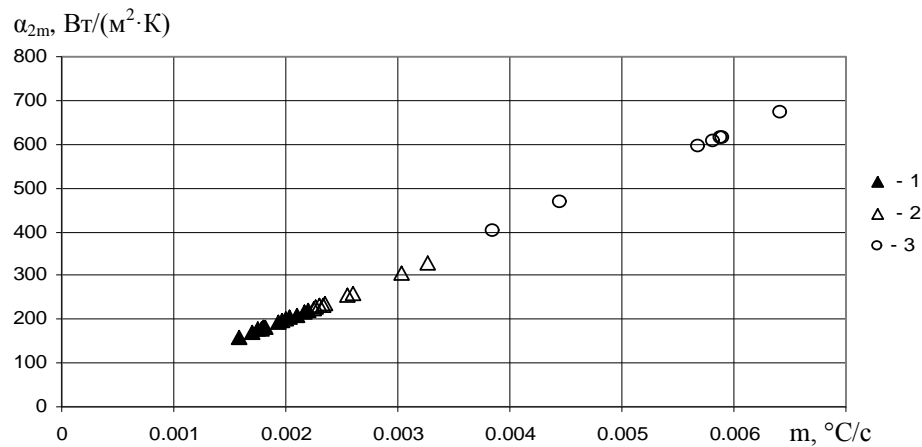


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта тепловіддачі до субстратів від темпу охолодження: субстрат свиней вологістю 1 – 94% [6]; 2 – 90% [6], 3 – суміш сироватки зі зваженими частинками і води

З рис. 1 слідує, що розташування експериментальних точок, відповідає якісній кривій для твердих тіл, яка описана в [7].

### Висновки

За результатами досліджень встановлено, що на дослідному проміжку параметрів витримується співвідношення для надлишкової температури  $\ln(\theta) = f(\tau)$  для охолодження системи «циліндричний об'єм заповнений сумішшю – металева стінка – вода», яке характерне для регулярного теплового режиму у твердих тілах різної форми.

Залежності темпу охолодження  $\alpha_2 = f(m)$ , які отримані експериментально, описуються кривою яка схожа за структурою до описаної в літературі для твердих тіл.

Отримані експериментальні дані підтверджують можливість використання методу регулярного теплового режиму для дослідження інтенсивності тепловіддачі до органічних сумішей, які зброджуються в реакторі біогазової установки.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Исаченко В. П. Теплопередача / В. П. Исаченко и др. – М.: Энергия, 1975. – 488 с.
2. Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим / Г. М. Кондратьев. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 408 с.
3. Лыков А. В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. — 600 с. .
4. Ткаченко С. Й. Експериментальне дослідження нестационарного теплообміну в суміші / С. Й. Ткаченко, Н. В. Резидент, Д.І. Денесяк // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2018. – № 1. – Режим доступу: <https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/562>
5. Ткаченко С.Й., Резидент Н.В., Денесяк Д.І. Застосування методів регулярного теплового режиму для визначення інтенсивності теплообміну Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/4865/3967>
6. Ткаченко С.Й., Резидент Н.В., Денесяк Д.І., Коба П.С. Регулярний режим нагрівання рідини в обмеженому об'ємі заповненому рідиною Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2018/paper/view/4867/3968>
7. Осипова В. А. Экспериментальное исследование процессов теплообмена / В. А. Осипова – М.: Энергия, 1979. – 320 с.

*Резидент Наталія Володимирівна* – к. т. н., доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця [rezidentnv1@ukr.net](mailto:rezidentnv1@ukr.net)

**Ткачук Владислав Сергійович** – студент групи ТЕ – 18м, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [tmmlbpr@gmail.com](mailto:tmmlbpr@gmail.com)

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

**Vladyslav Tkachuk** – student group TE – 18m, Faculty of Civil Engineering, Heat and Power engineering and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: [tmmlbpr@gmail.com](mailto:tmmlbpr@gmail.com)