

ТЕПЛОПЕРЕДАЧА В СИСТЕМІ РІДИНА-СТІНКА ЗА УМОВ РЕГУЛЯРНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено експериментальне дослідження процесу теплообміну при вимушеній конвекції цукрового розчину в умовах його нагрівання (охолодження).

Експериментально встановлено, що на проміжку часу, в якому досліджується охолодження (нагрівання) цукрового розчину реалізується регулярний тепловий режим.

Ключові слова: нестационарний теплообмін, регулярний тепловий режим, темп охолодження (нагрівання), складне тіло, дослідна рідина, конвекція, коефіцієнт тепловіддачі, коефіцієнт нерівномірності розподілу температур, нестационарні методи.

Abstract

An experimental study of the heat transfer process under forced convection of a sugar solution under conditions of its heating (cooling) was carried out.

It has been experimentally established that a regular thermal regime is realized during the period of time in which the cooling (heating) of the sugar solution is investigated.

Keywords: non-stationary heat exchange, regular heat regime, cooling rate (heating), complex body, test fluid, convection, heat transfer coefficient, coefficient of non-uniform temperature distribution, non-stationary methods

Вступ

Успішний розвиток промисловості можливий лише при створенні прогресивних теплотехнологій та високоефективного обладнання за умов захисту навколишнього середовища. Створення високоефективного теплоенергетичного обладнання потребує дослідження методів інтенсивності гідродинамічних та теплових процесів.

Метою даного дослідження є виявлення регулярного теплового режиму в умовах вимушеної конвекції в системі рідина – стінка.

Результати дослідження

Дослідження проводяться на експериментальній установці [1-2] на цукрових розчинах концентрацією $C = 60, 70\%$ при обертах пропелерної мішалки 26, 34, 54 об/хв, яким відповідають умовні характерні швидкості на крайній точці пропелера $w = 0,22, 0,28, 0,45$ м/с. Умовна характерна швидкість $\bar{w} = \pi \cdot n \cdot d_m / 60$, м/с; де n – частота обертання мішалки, об/хв; $d_m = 0,08$ м – діаметр мішалки - визначальний лінійний розмір для вимушеної конвекції.

Поняття регулярного теплового режиму обґрунтовано для твердого тіла, систем твердих тіл [3]. Для «складного тіла» нам невідомі джерела інформації, в яких встановлено існування регулярного теплового режиму в процесі нестационарного теплообміну.

В роботі виконано дослідження нагрівання цукрового розчину з концентрацією $C=70\%$.

Представлено результати апроксимації залежності логарифму надлишкової осередненої температури дослідної рідини у внутрішній посудині від часу $\text{Ln}\theta = m \cdot \tau + C$: m – темп охолодження (нагрівання), C – константа.

Виявлено $\text{Ln}\theta = (-0,015)\cdot\tau + 3,5727$ для умовної характерної швидкості 0,22 м/с. Для швидкості 0,28 м/с рівняння виглядає $\text{Ln}\theta = (-0,0028)\cdot\tau + 3,8921$. В той же час для умовної характерної швидкості 0,45 м/с залежність можна записати $\text{Ln}\theta = (-0,003)\cdot\tau + 3,5835$.

Встановлено, що коефіцієнти тепловіддачі $\bar{\alpha}_1$ між навколишнім середовищем (водою) і зовнішньою поверхнею металевої стінки циліндричної посудини та коефіцієнти нерівномірності розподілу температур $\bar{\Psi}$ практично стали. Виявлені ознаки підтверджують існування регулярного теплового режиму за умов вимушеної конвекції в дослідній рідині в «складному тілі», яке знаходиться в системі «вода в кільцевому об'ємі – тонка металева стінка – дослідна рідина в циліндричному об'ємі».

Коефіцієнти тепловіддачі між циліндричною металевою стінкою і дослідною рідиною за умов стаціонарного теплообміну визначені розрахунково-експериментальним методом $\bar{\alpha}_2^{\text{РЕМ}}$ і з врахуванням методів регулярного теплового $\bar{\alpha}_2^{\text{РЕМ}}$. Розбіжність результатів співставлення коефіцієнтів тепловіддачі $\bar{\alpha}_2^{\text{РТР}}$ і $\bar{\alpha}_2^{\text{РЕМ}}$ при нагріванні не перевищує 15%, при охолодженні – 20%.

Висновки

Виявлено характер зміни логарифму надлишкової температури при нагріванні цукрового розчину з концентрацією 70% від часу його нагрівання.

Встановлено, що величини коефіцієнтів тепловіддачі, визначенні за запропонованими методами регулярного теплового режиму і відомим розрахунково-експериментальним методом мають розбіжність, яка при нагріванні не перевищує 15%, а при охолодженні – 20%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ткаченко С. Й., Пішеніна Н. В. *Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів: моногр.* Вінниця: ВНТУ, 2017. 148 с.
2. Ткаченко С. Й., Власенко О. В. Дослідження темпу нагрівання гетерогенного рідкого середовища. *Сучасні технології матеріалів і конструкцій в будівництві.* 2019. № 1. С. 127–133. ISSN 2311-1429 (print). ISSN 2311-1437 (on-line). doi: 10.31649/2311-1429-2019-1-127-133.
3. Кондратьев Г. М. *Регулярный тепловой режим.* Москва: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. 408 с.

Степанов Дмитро Вікторович – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри теплоенергетики, e-mail: stepanovdv@ukr.net;

Ткаченко Станіслав Йосипович – д-р. техн. наук, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: stahit6937@gmail.com.

Власенко Ольга Володимирівна – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olgakvtsak7@gmail.com.

Степанова Наталія Дмитрівна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, e-mail: Stepanovand@i.ua.

Резидент Наталія Володимирівна – канд. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, e-mail: rezidentnv1@ukr.net.

Stepanov Dmytro V. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the Chair of Heat and Power Engineering, e-mail: Stepanovdv@ukr.net ;

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

Vlasenko Olga V. – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olgakvtsak7@gmail.com.

Stepanova Natalia D. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Heat and Power Engineering, e-mail: Stepanovand@i.ua.

Resident Natalia V. — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor, Associate Professor of the Chair of Heat and Power Engineering, e-mail: rezidentnv1@ukr.net.