

ТЕМП ОХОЛОДЖЕННЯ (НАГРІВАННЯ) РІДИННИХ СЕРЕДОВИЩ З РІЗНИМИ ЗНАЧЕННЯМИ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ТА ТЕПЛОЄМНОСТІ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено темп охолодження (нагрівання) цукрового розчину концентрацією 50% і соняшникової олії в процесі регулярного теплового режиму в системі «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – дослідне середовище» в умовах нестационарного теплообміну під час їхнього охолодження і нагрівання. В результаті аналізу встановлено, що в процесі охолодження і нагрівання в циліндричній ємності дослідних рідин реалізується ознака регулярного теплового режиму, а саме, темп регулярного теплового режиму – сталий.

Ключові слова: регулярний тепловий режим, темп охолодження (нагрівання), нестационарний теплообмін.

Abstract

The rate of cooling (heating) of sugar solution with a concentration of 50% and sunflower oil in the process of regular thermal regime in the system "water in an annular volume - a thin cylindrical metal wall - test medium" under non-stationary heat exchange during heating and cooling was studied. As a result of the analysis it is established that in the process of cooling and heating in the cylindrical tank of the experimental liquids the sign of the regular thermal regime is realized, namely, the rate of regular thermal regime is constant.

Key words: regular heat regime, cooling rate (heating), non-stationary heat exchange.

Вступ

Досліджується на скільки метод [1] створений для системи «рідина – тверде тіло» може бути використаний для системи «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – дослідне середовище». Умови, які висуває автор [1] до навколишнього середовища збігаються з нашими умовами тепловіддачею від рідини до металевого зразка, але відрізняються зміною температури зовнішнього середовища (води).

Мета роботи: встановлення можливості використання методів регулярного теплового режиму для дослідних середовищ в процесі охолодження (нагрівання).

Результати дослідження

Вивчається темп охолодження (нагрівання) цукрового розчину з концентрацією $C = 50\%$ та соняшникової олії марки П ДСТУ 4492:2005, які мають різні коефіцієнти теплопровідності та теплоємності. Проводиться аналіз процесів охолодження (нагрівання) під час вільної конвекції нестационарного теплообміну. В цій роботі подаються дослідження, здійснені на експериментальному стенді, що складається із зовнішньої металевої посудини, в якій знаходиться навколишнє середовище з температурою t_1 , внутрішньої металевої циліндричної посудини, в якій знаходиться дослідне рідинне середовище з температурою t_2 . Відповідно в гарячу та холодну рідини поміщають зонди з п'ятьма термопарами для зняття значень температур у фіксований час [2–3].

Темп охолодження (нагрівання) m [1] визначається за рівнянням $m = \frac{\ln \vartheta_1 - \ln \vartheta_2}{\tau_1 - \tau_2}$, де ϑ_1, ϑ_2 – надлишкові

локальні температури тіла в початковий τ_1 та кінцевий τ_2 моменти часу, відповідно, °С.

Встановлено, що темп охолодження (нагрівання) сталий $m = const$ в процесі регулярного теплового режиму в системі «вода в кільцевому об'ємі – тонка циліндрична металева стінка – дослідне середовище» в умовах нестационарних теплових процесів.

Раніше авторами одержано результати зміни логарифму надлишкової температури в часі за умов нагрівання рідинного середовища. Встановлено, що на досліджуваному проміжку витримується співвідношення для надлишкової температури $\ln(\vartheta) = f(\tau)$ характерне для регулярного теплового режиму [2].

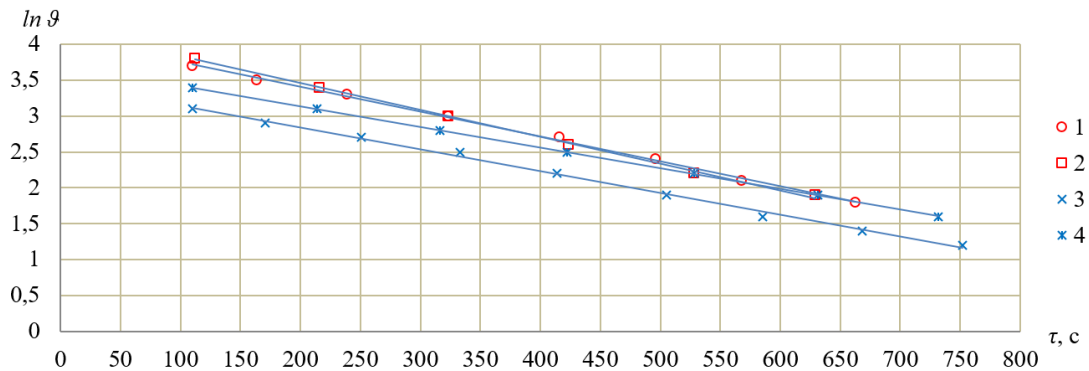


Рисунок 1 – Розподіл надлишкової температури за часом для рідин під час нагрівання: 1 – цукровий розчин концентрацією 50%, 2 – соняшникова олія; під час охолодження рідин: 3 – цукровий розчин концентрацією 50%, 4 – соняшникова олія

З рис. 1 очевидна лінійна зміна темпу охолодження (нагрівання) m , значення якого для цукрового розчину 50% під час нагрівання і охолодження – $0,0032$ і $0,0029$ c^{-1} , відповідно; а для соняшникової олії – $0,0040$ і $0,0032$ c^{-1} .

Висновки

Провівши аналіз розподілу надлишкової температури за часом $\ln(\vartheta) = f(\tau)$ для дослідних рідин за умов охолодження і нагрівання, визначено лінійний темп охолодження (нагрівання) $m = \text{const}$, що є характерним для регулярного теплового режиму за умов охолодження (нагрівання) твердого тіла і підтримки сталості температури навколишнього середовища.

Виявлені ознаки регулярного теплового режиму в рідинному середовищі дозволяють передбачати можливість застосування методів регулярного теплового режиму, які детально вивчені для твердих тіл, за умов дослідження інтенсивності теплообміну в рідинному середовищі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим / Кондратьев Г. М. – М. : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 408 с.
2. Ткаченко С. Й. Дослідження темпу нагрівання гетерогенного рідкого середовища / С. Й. Ткаченко, О. В. Власенко // Сучасні технології матеріалів і конструкцій в будівництві. – 2019. – № 1. – С. 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.т.н., 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: olgakytysak7@gmail.com

Резидент Наталія Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: rezidentnv1@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: olgakytysak7@gmail.com

Rezident Natalia V. – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Heat Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: rezidentnv1@ukr.net