

РЕГУЛЯРНИЙ ТЕПЛОВИЙ РЕЖИМ ЗА УМОВ ОХОЛОДЖЕННЯ (НАГРІВУ) СУМІШІ З ЛУШПИННЯМ СОНЯШНИКУ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проведено експеримент з дослідження інтенсивності конвекції. Визначено регулярний тепловий режим в рідині. Досліджено вплив насіння лушпиння на інтенсивність конвекції. Визначено темп охолодження (нагріву) досліджуваних рідин.,

Ключові слова: регулярний тепловий режим, вільна конвекція, темп охолодження, темп нагріву, інтенсивність конвекції.

Abstract

An experiment was conducted to study the intensity of convection. A regular thermal regime in the liquid was determined. The influence of husk seeds on the intensity of convection was studied. The rate of cooling (heating) of the studied liquids is determined.

Keywords: regular thermal regime, free convection, cooling rate, heating rate, convection intensity

Вступ

Процес охолодження (нагріву) тіла можливо розділити на дві стадії: стадія неупорядкованого режиму та стадію регулярного режиму. Неупорядкована стадія характеризується сильним впливом на температурне поле тіла для його початкового теплового стану. Вплив початкових особливостей температурного поля на його подальші зміни з часом згладжується, тобто процес із стадії неупорядкованої переходить в регулярну стадію.

Регулярний тепловий режим (РТР) - це нестационарний процес теплопровідності, під час якого поле надлишкової температури залишається подібним при зміні часу. Поняття регулярного теплового режиму обґрунтовано тільки для твердого тіла та систем твердих тіл [1,2]. Для «складного тіла» нам невідомі джерела інформації, в яких виявлено та встановлено існування регулярного теплового режиму в процесі нестационарного теплообміну.

Метою роботи є визначення регулярного теплового режиму в рідині, за умов охолодження (нагріву).

Основна частина

Дослід було проведено на лабораторному експериментальному стенді. Дана установка була розроблена та апробована на кафедрі теплоенергетики ВНТУ, детальний опис наведено в [3].

Проведення експерименту здійснювалось таким чином. Основними елементами стенду є дві металеві посудини. У робочу порожнину посудини 1, діаметром $d=200$ мм, висотою $H=143$ мм, заливається гарячий теплоносій (вода). У порожнину посудини 2, діаметром $d=85$ мм, висотою $H=132$ мм, товщиною стінки $\delta=0,3$ мм, заливається холодний теплоносій - суміш 500 грам. Склад суміші: вода та лушпиння соняшника. Для експерименту було обрано соняшникове насіння, не прожарене, сире. Вміст вологи до 9% [4].

Для проведення досліду необхідно відділити насінину від лушпиння. Геометричні розміри частинок лушпиння: середня довжина $L=13$ мм, ширина $a=0,57-0,6$ мм. Отримане лушпиння соняшника, масою $m_{\text{луш}}=10$ грам (2% від загальної маси суміші) помістили в посудину 2, потім додали воду, яка була попередньо зважена і становить $m_{\text{в}}=490$ грам. В порожню посудину насипали лушпиння, потім налили відміряну кількість води. Після додавання води, суміш добре перемішали. Частинки лушпиння спливають на поверхню води та повністю розташовуються у верхньому

прошарку посудини. Після чого посудина 2 з холодним теплоносієм розміщується в посудині 1. Рівень рідин в робочих порожнинах однаковий $H_B=92\text{мм}$. Об'єм води в порожнині 1 $V1= 2,67\text{ л}$.

Далі через визначений проміжок часу проводиться вимірювання температур у зовнішньому об'ємі V1 та в об'ємі V2 внутрішньої порожнини. Дослід закінчується після досягнення середнього температурного напору $\Delta t = 3...5\text{ }^\circ\text{C}$. Вимірювання температур здійснювалось термометрами опору з аналогово-цифровими перетворювачами в п'яти точках у порожнині V1, та в п'яти точках V2, рівномірно розподілених в об'ємі вздовж теплообмінної поверхні.

Для порівняння інтенсивності конвекції повторили аналогічний експеримент замінюючи склад посудини 2. В посудину заливається чиста вода 500 грам. Після проведення експериментів виконуємо розрахунки. Центральне місце в теорії регулярного режиму займає темп охолодження (нагріву). На всій стадії регулярного режиму темп залишається сталим, тобто не залежить від часу і координат. Темп, являє собою відносну швидкість зміни температури у тілі.

Темп охолодження (нагріву) визначають за даною формулою

$$m = \frac{\ln\vartheta_1 - \ln\vartheta_2}{\tau_1 - \tau_2} = const$$

де $\vartheta_{1,2}$ – надлишкова температура на початку та в кінці досліджу; $\tau_{1,2}$ - температура на початку та в кінці експерименту.

Проаналізувавши експериментальні дослідження залежностей $\ln(\vartheta)=f(\tau)$, виявлено, що вони мають лінійну залежність, темп охолодження та своє числове значення. Розподіл надлишкових температур дослідного тіла за результатами дослідів представлено на рисунку 1,2

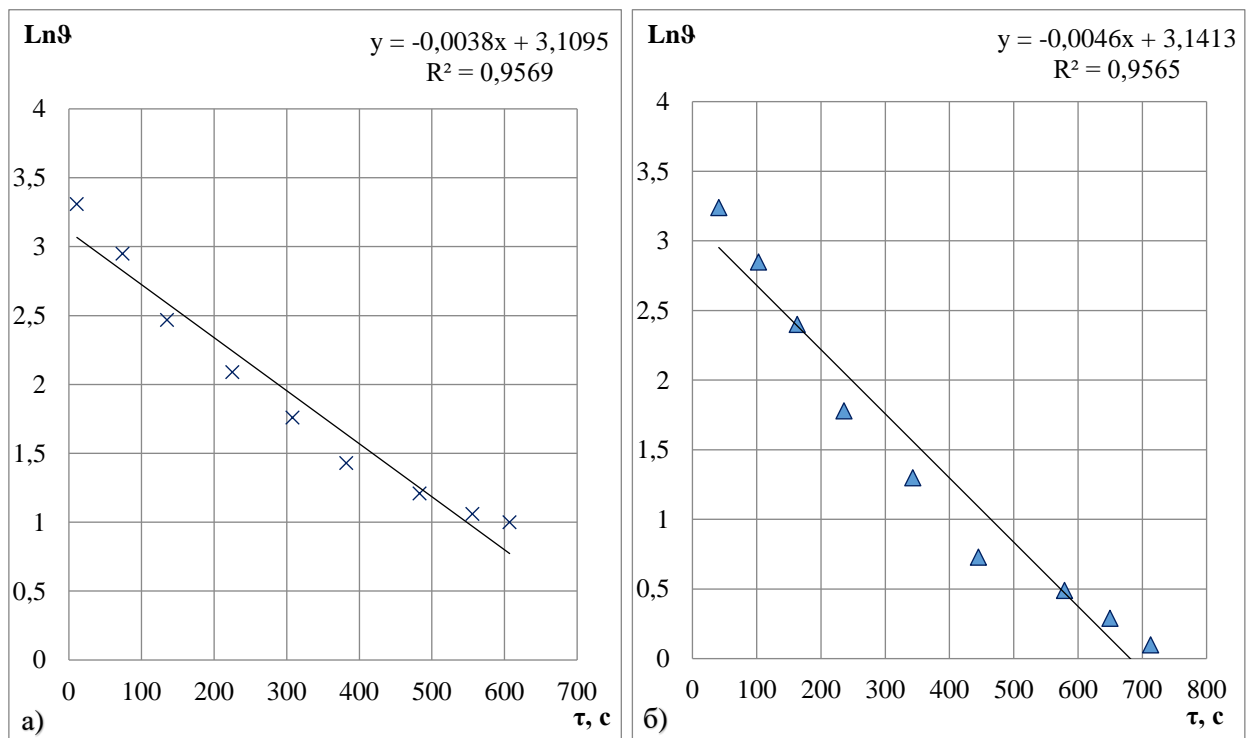


Рисунок 1- Залежність співвідношення логарифма надлишкової температури до часу проведення експерименту при нагріванні а) суміші з лущинням соняшнику; б) води.

Темп нагрівання суміші $m_{\text{сум}}= 0,00410$, темп нагрівання води $m_{\text{вод}}= 0,004666$

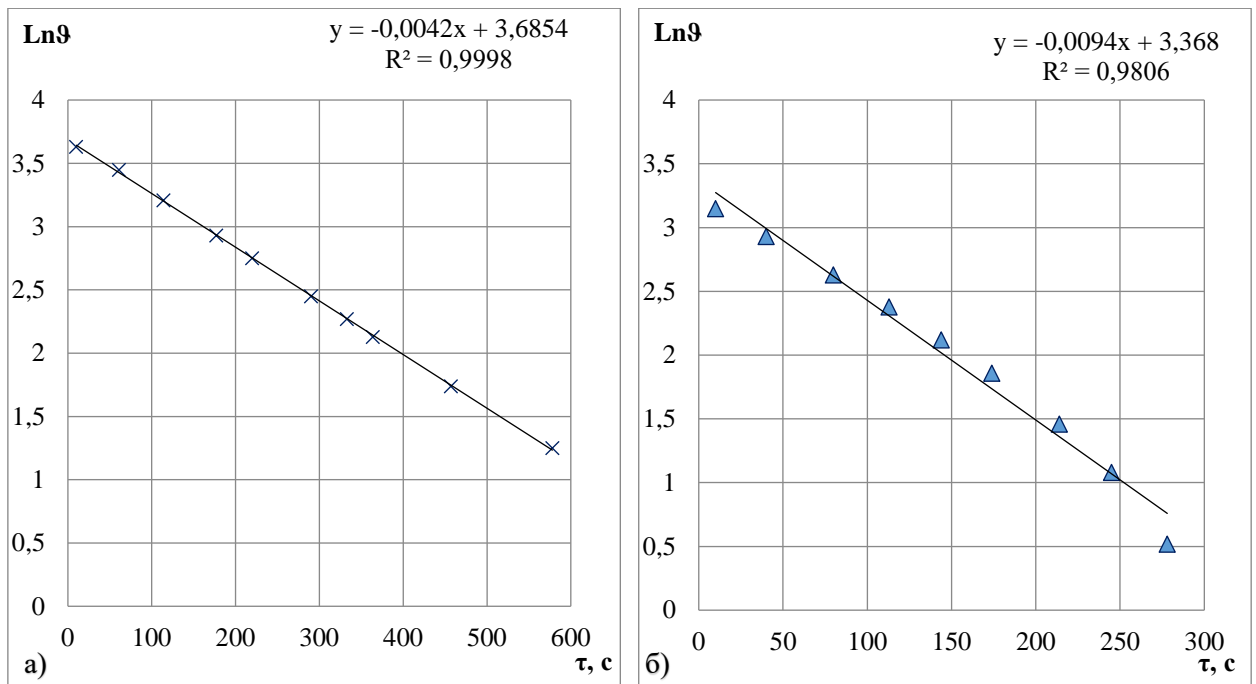


Рисунок 2 - Залежність співвідношення логарифма надлишкової температури до часу проведення експерименту при охолодженні а) суміші з лушпинням соняшнику; б) води.

Темп охолодження суміші $m_{\text{сум}} = 0,010126$, темп охолодження води $m_{\text{вод}} = 0,004255$.

Висновки

Проведено два експерименти, де дослідною речовиною були: суміш з лушпинням соняшнику та вода. Встановлено, що основні ознаки РТР, не тільки притамані для твердих тіл, а й для рідин. Визначили темп охолодження (нагріву) та дійшли висновку, що лушпиння послаблює конвекцію, адже теплообмін напряму залежить від інтенсивності конвекції. Соняшникове лушпиння створює такі конвективні потоки, які дають як результат меншу інтенсивність тепловіддачі, тобто зменшується коефіцієнт тепловіддачі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кондратьев Г.М. Регулярный тепловой режим / Г. М. Кондратьев. – М. : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. – 408
2. Исаченко В. П. Теплопередача : учебн. для вузов / В. П. Исаченко [и др.]. – [3-е изд. доп.]. – М. : Энергия, 1975. – 488 с.
3. С. Й. Ткаченко, і Н. В. Пішеніна, Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів, моногр. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2017.
4. ДСТУ 7123:2009 Лушпиння соняшнику. Технічні умови – [Чинний від 2012-01-01]. – Київ: Український науково-дослідний інститут олій та жирів УААН, 2009.

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

Горovenko Яна Сергійвна – аспірантка кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yanagorovenko98@gmail.com.

Савіцький Олександр Володимирович – аспірант кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sanya.sawit@gmail.com.

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

Horovenko Yana S. – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: yanagorovenko98@gmail.com

Savitskyi Oleksandr V. – postgraduate student, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sanya.sawit@gmail.com