

## ТЕПЛОПЕРЕДАЧА ЗА УМОВ ОХОЛОДЖЕННЯ ДВОФАЗНОГО СЕРЕДОВИЩА

Вінницький національний технічний університет;

### *Анотація*

*Проведено експеримент з дослідженням інтенсивності теплообміну. Визначено коефіцієнт теплопередачі між водою та двофазним середовищем - вода з лушпинням. Досліджено вплив на інтенсивність теплообміну наявності лушпиння у воді*

**Ключові слова:** теплопередача, вільна конвекція, коефіцієнт теплопередачі, двофазне середовище

### *Abstract*

*The experiment was conducted to study the intensity of heat exchange. The heat transfer coefficient between water and a two-phase medium - water with a husk - was determined. The influence of the presence of husk in water on the intensity of heat exchange was investigated*

**Keywords:** heat transfer, free convection, heat transfer coefficient, two-phase medium

### **Вступ**

Двофазні середовища мають широке застосування у різних технологіях. Наприклад, біогазових, хімічних, харчових технологіях та інших. Вивчення фізичних властивостей двофазних середовищ є важливим аспектом для розробки та вдосконалення процесів, які використовують ці середовища [1].

Метою роботи є визначення коефіцієнта теплопередачі за умов охолодження двофазного середовища (вода з лушпинням соняшнику) водою.

### **Основна частина**

Дослідження теплопередачі проводилося на лабораторному експериментальному стенді. Дана установка була розроблена та апробована на кафедрі теплоенергетики ВНТУ, детальний опис наведено в [2]. Основними елементами стенду є дві металеві порожнини. У посудину 1, діаметром  $d=200$  мм, висотою  $H=143$  мм, заливається холодна вода температурою  $t_1=22$  °С. У посудину 2, діаметром  $d=85$  мм, висотою  $H=132$  мм, товщиною стінки  $\delta=0,3$ мм, заливається теплоносієм температурою  $t_2=60$  °С - суміш 500 грам. Склад суміші: вода та подрібнене лушпиння соняшника. Для експерименту було обрано соняшникове насіння, не прожарене, сире. Послідовність проведення експерименту описано в [3].

Теплопередача при охолодженні двофазних середовищ відбувається за рахунок взаємодії між середовищем, яке потрібно охолодити та середовищем, яке відбирає тепло. У загальному, процес теплопередачі в суміші вода з лушпинням соняшника є складним і залежить від багатьох факторів. Для точного визначення теплопередачі необхідно враховувати склад суміші, температуру, об'єм та теплообмінну поверхню посудини. Експериментально встановлено, що розмір частинок лушпиння та їх концентрація в суміші, також впливають на процес охолодження.

Коефіцієнт теплопередачі визначається за формулою

$$k_{\text{екс}} = \frac{Q}{F \cdot \Delta t}$$

де  $Q$  – тепловий потік, Вт;

$F$  – площа теплообмінної поверхні, м<sup>2</sup>;

$\Delta t$  – температурний напір, °С

Дослід завершується в разі, коли загальний температурний напір між середовищем в посудині 2 і в посудині 1 досягав 4 °С. Встановлено, що коефіцієнт теплопередачі в системі вода–вода змінюється в діапазоні 413 Вт/м<sup>2</sup>К - 213 Вт/м<sup>2</sup>К, а коефіцієнт теплопередачі в системі вода–вода з лушпинням – 358 Вт/м<sup>2</sup>К - 141 Вт/м<sup>2</sup>К.

## Висновки

Проведено експерименти, де дослідним середовищем були: вода та двофазне середовище – вода з лушпинням соняшнику. Встановлено, що коефіцієнт теплопередачі від зовнішнього середовища (вода-вода) до системи вода-двофазна система має менші значення. Додавання у воду лушпиння соняшнику, впливає на процес теплопередачі при охолодженні. Лушпиння створює такі конвективні потоки, які зменшують теплопередачу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. До питання про теплопровідність двофазного середовища / С.І. Кріль, В.П. Берман // Прикладна гідромеханіка. — 2007. — Т. 9, № 2-3. — С. 86-92. — Бібліогр.: 10 назв. — укр
2. С. Й. Ткаченко, і Н. В. Пішеніна, Нові методи визначення інтенсивності теплообміну в системах переробки органічних відходів, моногр. Вінниця, Україна: ВНТУ, 2017.
3. Горovenko Я.С, Ткаченко С.Й. Савіцький О.В. Міжнародна науково-технічна конференція. Інноваційні технології в будівництві Секція технічної теплофізики та промислової теплоенергетики. Опубліковано тези на тему: «Регулярний тепловий режим за умов охолодження (нагріву) суміші з лушпинням соняшнику» (2022).

*Горovenko Яна Сергіївна* – аспірантка кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [yanagorovenko98@gmail.com](mailto:yanagorovenko98@gmail.com) .

*Ткаченко Станіслав Йосипович* – д-р. техн. наук, професор кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [stahit6937@gmail.com](mailto: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](mailto:yanagorovenko98@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](mailto:stahit6937@gmail.com)