

СТАЦІОНАРНИЙ ТЕПЛООБМІН В КРУГЛІЙ ТРУБІ В АСПЕКТІ РЕГУЛЯРНОГО ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Числовими методами досліджений нагрів проточної води в горизонтальній тонкостінній металевій трубі, яка занурена в об'єм гарячої води. Встановлено існування регулярного теплового режиму в процесі нагріву води в трубі.

Ключові слова: теплообмін, регулярний тепловий режим, кругла труба.

Abstract

The heating of running water in a horizontal thin-walled metal pipe immersed in a volume of hot water was investigated by numerical methods. The existence of a regular thermal regime in the process of heating water in a pipe is established.

Key words: heat exchange, regular heat regime, round pipe.

Вступ

Кондратьєвим Г. М. було встановлено існування регулярного теплового режиму в твердих тілах за умов їх охолодження (нагрівання) [1]. В наших попередніх дослідженнях [2, 3] встановлено існування регулярного теплового режиму в об'ємі рідини обмеженою тонкою металевою стінкою кінцевих розмірів.

Метою дослідження є встановлення можливості існування регулярного теплового режиму при нагріванні рідини в круглій горизонтальній трубі за умов стаціонарного режиму.

Результати дослідження

Числовими методами досліджуються процеси нагріву проточної води в круглій горизонтальній гладкій трубі від температури $T_{21} = 30^{\circ}\text{C}$ до $T_{22} = 60^{\circ}\text{C}$ між перерізами 1-1 і 2-2 на ділянці стабілізованого теплообміну. Ділянка труби розміщена у великому об'ємі грійної води зі сталою температурою $T_1 = 90^{\circ}\text{C}$ (рис.1).

Розглядаємо задачу: закономірності теплообміну в горизонтальній гладкій трубі, який представлений на рис.1. В якості гарячого теплоносія прийнята вода з температурою T_1 , внутрішнього – вода із T_{21} , T_{22} . Прийнято гладку трубу внутрішнім діаметром $d = 100\text{мм}$.

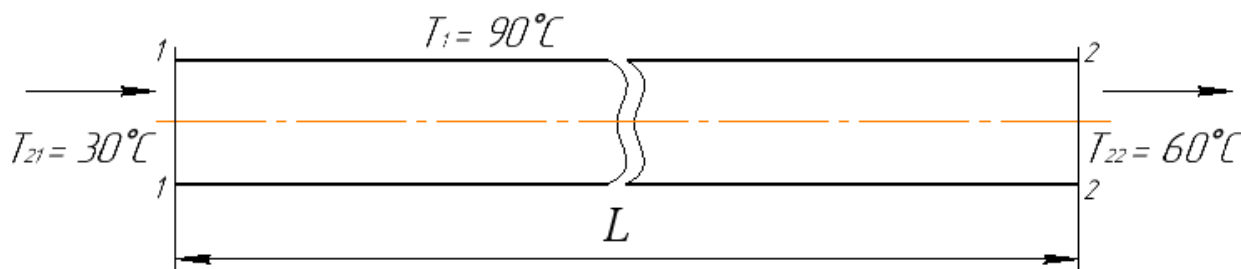


Рис.1 Горизонтальна гладка труба

При розрахунку інтенсивності теплообміну задана швидкість руху води всередині труби. В результаті числового експерименту визначається час τ проходження теплоносієм ділянки і довжина виділеної ділянки.

Горизонтальна гладка труба довжиною L ділиться на ділянки. Для окремої ділянки формується математична модель, яка складається із балансових рівнянь, підбираються відповідні критерії теплообміну, умови однозначності. Умови однозначності узгоджуються між окремими ділянками.

Розв'язуємо системи рівнянь. Отримаємо масив експериментальних результатів по температурі T_2 нагрівної води, загальну довжину L ділянок і загальний час τ проходження рідиною цих ділянок.

По експериментальним результатам побудована залежність $\ln\vartheta = f(\tau)$ має лінійний характер, яка описується залежністю $\ln\vartheta = -m \cdot \tau + C$, де $\vartheta = |\bar{T}_1 - \bar{T}_2|$ – надлишкова середньооб'ємна температура внутрішнього теплоносія \bar{T}_2 в трубі зі сторони зовнішнього теплоносія \bar{T}_1 , °C; m – темп охолодження (нагрівання); C – стала рівняння. Тобто теплообмін в горизонтальній гладкій трубі відповідає моделі регулярного теплового режиму притаманного в твердому тілі [1].

Висновки

Провели числовий експеримент з використанням відомих апробованих критеріальних та балансових рівнянь. В результаті отримали лінійну зміну температури внутрішнього теплоносія по ділянкам. Побудовано залежність $\ln\vartheta = f(\tau)$ та отримано лінійну залежність $\ln\vartheta = -m \cdot \tau + C$. Вперше виявлено існування регулярного теплового режиму в проточній воді в горизонтальній тонкостінній металевій гладкій трубі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим / Г. М. Кондратьев. – М. : Государственное издательство технико – теоретической литературы, 1954. – 408 с.
2. Ткаченко С.Й. Перспективи використання методів регулярного режиму для визначення інтенсивності теплообміну в обмеженому об'ємі / С. Й. Ткаченко, Д. І. Денесяк. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві». 2017. Том 23 №2. С. 106-112.
3. Ткаченко С. Й. Дослідження темпу нагрівання гетерогенного рідкого середовища / С. Й. Ткаченко, О. В. Власенко. – Науково-технічний журнал «Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві» – 2019. – №1. – 127 – 133 с.

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: olgakysak7@gmail.com.

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: olgakysak7@gmail.com.