

ТЕМП ОХОЛОДЖЕННЯ (НАГРІВАННЯ) НЬЮТОНІВСЬКОЇ РІДИНИ ЗА УМОВ ВІЛЬНОЇ КОНВЕКЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено темп охолодження (нагрівання) трансмісійного масла ТАП-15в, яке знаходиться в металевій посудині за умови вільної конвекції в діапазоні температур 43-86°C.

Встановлено існування регулярного теплового режиму за умов охолодження досліджуваного масла в металевій посудині, коли навколишнє середовище – повітря температурою 17,5 °C.

Ключові слова: темп охолодження (нагрівання), термопара, надлишкова температура, регулярний тепловий режим.

Abstract

The rate of cooling (heating) of the studied oil, which is in a metal vessel under the condition of free convection in the temperature range of 43-86°C, was investigated.

The existence of a regular thermal regime was established under the conditions of cooling of the studied oil in a metal vessel, when the environment is air at a temperature of 17,5 °C.

Key words: cooling (heating) rate, thermocouple, excess temperature, regular thermal regime.

Вступ

Теорія регулярного теплового режиму знайшла широке застосування для вирішення багатьох практичних завдань, а саме для визначення темпу охолодження (нагрівання) тіла, для дослідження теплофізичних властивостей матеріалів, коефіцієнтів тепловіддачі та випромінювання, теплового опору тощо. Перевагами цього методу регулярного теплового режиму є те, що конструкція приладу і техніка проведення експерименту проста, точність отриманих результатів досить висока, а час експерименту невеликий [1].

На кафедрі теплоенергетики встановлено існування регулярного теплового режиму в системі «навколишнє середовище I – тіло II», де «навколишнє середовище I» – вода, а «тіло II» – досліджуване рідинне середовище в тонкій металевій циліндричній оболонці [2-5]. За умов вільної і вимушеної конвекції досліджено теплообмін до одно-, дво- та трифазних середовищ. Раніше встановлено існування регулярного теплового режиму лише в твердому тілі, системі з твердих тіл [1].

Мета роботи: визначити темп охолодження (нагрівання) досліджуваного масла, яке знаходиться в металевій посудині за умов вільної конвекції.

Результати дослідження

Досліджено темп охолодження (нагрівання) трансмісійного масла ТАП-15в, яке знаходилося в металевій ємності за умови вільної конвекції. Розміри ємності – діаметр $d = 82$ мм, висота $h = 90$ мм. Попередньо масло було нагріте до температури 86°C. Після чого ємність з маслом залишено для охолодження. Навколишнє середовище – повітря з температурою 17,5°C. Вимірювання температури масла здійснювалось платиноводій-платиновою термопарою II розряду з індивідуальним градуванням, яка занурена в масло на глибину 45мм. Температура холодних спаїв і температура навколишнього середовища вимірювались термометром ТЛ-4 (0...+55°C). Досліджуване масло охолоджувалося до температури 43°C протягом 1680с.

Обробка експериментальних даних виконана в системі комп'ютерної алгебри Mathcad (рис.1).

ORIGIN = 0

Час - τ , с

Температура поточна t_x

Температура навколишнього середовища t_k

$\tau := (0 \ 30 \ 60 \ 90 \ 120 \ 180 \ 240 \ 300 \ 480 \ 780 \ 1080 \ 1680)$

$t_x := (86 \ 84 \ 83 \ 82 \ 81 \ 79 \ 77 \ 75 \ 69.5 \ 61 \ 54 \ 43)$

$t_k := 17.5 \quad \tau := \tau^T \quad t_x := t_x^T$

Надлишкова температура $\theta_x := t_x - t_k$ $\theta_x := \theta_x^T$

$\theta_x =$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	68.5	66.5	65.5	64.5	63.5	61.5	59.5	57.5	52	43.5	36.5	25.5

$\theta_x := \theta_x^T$

Логарифм надлишкової температури $\ln\theta_x := \ln(\theta_x)^T$

$\ln\theta_x =$

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	4.23	4.2	4.18	4.17	4.15	4.12	4.09	4.05	3.95	3.77	3.6	3.24

$\ln\theta_x := \ln\theta_x^T$

Темп охолодження

$$m := \begin{cases} \text{for } i \in 0..10 \\ m_i \leftarrow \frac{\ln\theta_{x_{i+1}} - \ln\theta_{x_i}}{\tau_i - \tau_{i+1}} \\ m \end{cases}$$

	0
0	$9.877 \cdot 10^{-4}$
1	$5.051 \cdot 10^{-4}$
2	$5.128 \cdot 10^{-4}$
3	$5.208 \cdot 10^{-4}$
4	$5.334 \cdot 10^{-4}$
5	$5.51 \cdot 10^{-4}$
6	$5.699 \cdot 10^{-4}$
7	$5.586 \cdot 10^{-4}$
8	$5.949 \cdot 10^{-4}$
9	$5.848 \cdot 10^{-4}$
10	$5.977 \cdot 10^{-4}$

Рис. 1. Обробка експериментальних даних

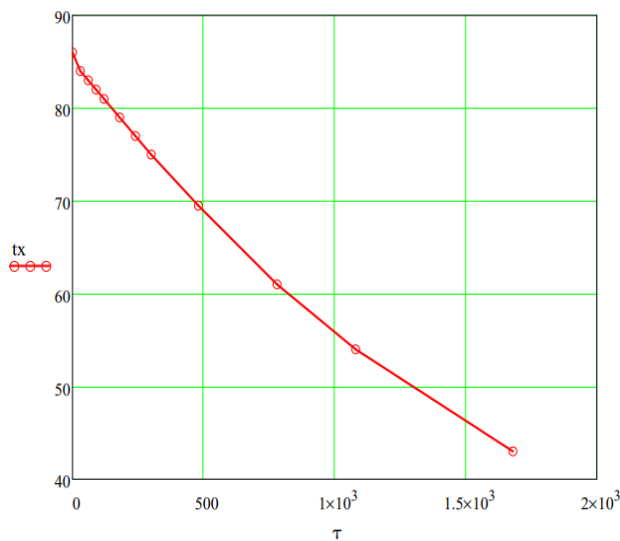


Рис. 2. Залежність зміни температури досліджуваної системи від часу

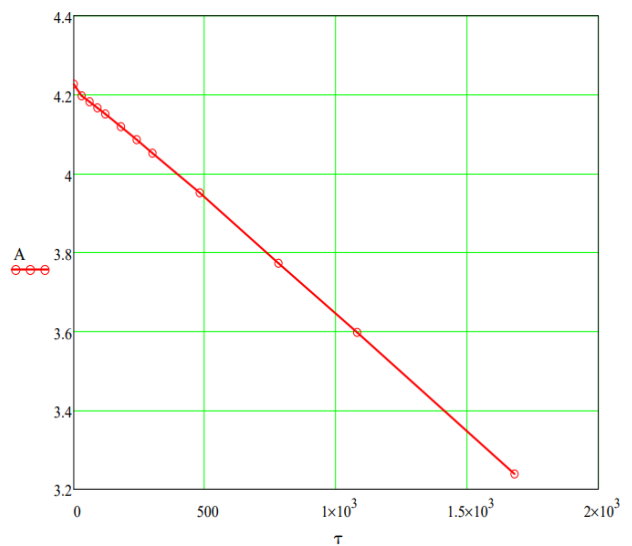


Рис. 3. Залежність надлишкової температури досліджуваної системи від часу

На рис. 2 показано залежність зміни температури досліджуваного масла від часу. На рис. 3 крива представляє апроксимацію дослідних даних надлишкової температури у вигляді функції $\ln\theta = -m \cdot \tau + C$, де m – темп охолодження (нагрівання), C – коефіцієнт рівняння. Отримана крива має лінійний характер, що є ознакою регулярного теплового режиму.

Висновки

Досліджено темп охолодження (нагрівання) досліджуваного масла, яке знаходиться в металевій посудині за умови вільної конвекції в діапазоні температур 43-86°C.

Встановлено існування регулярного теплового режиму за умов охолодження досліджуваного масла в металевій посудині, коли навколишнє середовище – повітря температурою 17,5 °C.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кондратьев Г. М. Регулярный тепловой режим / Г. М. Кондратьев. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1954. 408 с.
2. Tkachenko S. Yo., Vlasenko O. V., Resident, N. V., Stepanov D. V., Stepanova N. D. Cooling and heating of the fluid in the cylindrical volume. Acta Innovations. 2021. No. 42. P. 15-26. DOI: <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.42.2>
3. Ткаченко С., Власенко О., Резидент Н. Теплообмін циліндричного рідинного тіла обмеженої висоти з навколишнім середовищем. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. 2021. № 2. С. 27–30. <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2021.02.05>.
4. С. Й. Ткаченко, О. В. Власенко, Н. Д. Степанова, і Є. О. Павлович, «Нестаціонарний теплообмін у вертикальному циліндричному об'ємі, заповненому рідиною», Вісник ВПІ, вип. 1, с. 16–20.
5. О. В. Власенко, «Дослідження теплообміну в об'ємі двофазної рідини за умов вимушеної конвекції», Вісник ВПІ, вип. 6, с. 14–20.

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

Співак Олександр Юрійович – к-т. техн. наук, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: spivak000@gmail.com.

Власенко Ольга Володимирівна – науковий співробітник кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olgakytsak7@gmail.com.

Педченко Назар Сергійович – студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: nazarpedchenko2003@gmail.com.

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

Oleksandr Spivak – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: spivak000@gmail.com.

Olha Vlasenko – Researcher of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olgakytsak7@gmail.com.

Pedchenko Nazar – student of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nazarpedchenko2003@gmail.com.