

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМІЧНИХ ОПОРІВ ТЕПЛОВИХ ТРУБ З КОМПОЗИЦІЙНИМИ КАПІЛЯРНИМИ СТРУКТУРАМИ

ШАПОВАЛ А.А., к.т.н., с.н.с., ПАНОВ Є.М., д.т.н., проф., СТРЕЛЬЦОВА Ю.В., асп., магістр  
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ

*Метою роботи є дослідження впливу характеристик і параметрів композиційних металевих пористих матеріалів на термічний опір теплових труб. Композиційні матеріали є перспективними капілярними структурами для використання у двофазних теплопередавальних пристроях. Показа-но, що використання композиційних матеріалів є доцільним для застосування у теплових трубах у випадках, якщо функціонування таких пристроїв є необхідним в умовах протидії гравітаційних сил*

Теплоутилізаційні теплообмінники [1], розроблені на основі теплових труб (ТТ), є перспективними технічними пристроями для систем хімічного та енергетичного обладнання. Надійність їх функціонування, відсутність проблем компенсації температурних розширень елементів, висока ремонтоздатність, простота виготовлення зумовлюють зростаючий інтерес до таких пристроїв розробників і конструкторів. Прогрес у розвитку теплотрубних теплообмінників пов'язаний із застосуванням високо-проникних пористих матеріалів, що виконують у ТТ роль капілярних структур (КС). Створені в Україні металоволокнисті та композиційні КС [2,3] повністю відповідають технічним вимогам до конструкцій високоефективних теплових труб.

Однією з фізико-технічних характеристик КС, що основним чином характеризує якість ТТ, є їх термічний опір  $R$  [К/Вт]. Теплові труби (низькотемпературного діапазону) вважають якісними, якщо значення їх термічних опорів не перевищують величини  $\sim 0,2$  [К/Вт]. Вплив ряду параметрів метало-волокнистих проникних структур (довжини волокон  $L_v$ , діаметра волокон  $d_v$ , співвідношення  $L_v/d_v$ ) на теплофізичні характеристики ТТ досліджено у працях [4,5]. Однак розробка і конструювання нових типів модернізованих КС (композиційних, градієнтних), створених на основі волокнистих структур, зумовили необхідність проведення подальших досліджень. «Модернізовані» капілярні структури певним чином сполучають високу проникність волокнистих КС та високі капілярні якості порошкових КС. ТТ з композиційними КС створено, в основному, для «важких» умов їх функціонування; при розташуванні теплових труб з підведенням до них теплоти «зверху». Одними із цілей досліджень стало отримання експериментальних даних щодо розподілення температури зовнішніх поверхонь ТТ з «модернізованими» КС (по довжині їх транспортної зони). Для рішення цих задач в Інституті проблем матеріалознавства НАН України створено відповідне експериментальне обладнання та ряд робочих зразків металопористих КС з так званими «композиційними» структурами.

На рис. 1 представлено загальний вид експериментального стенда для досліджень основних характеристик теплових труб. До складу стенда входять системи: підведення та регулювання потужності (електричного струму); вимірювання значень температури у контрольних точках; допоміжні системи. В процесі досліджень варіювали значення підведеної до ТТ потужності, орієнтацію ТТ у просторі; довжини: 1) транспортних зон; 2) зон тепlopідведення; 3) зон тепловідведення.



Рис. 1. Експериментальний стенд для досліджень теплофізичних характеристик теплових труб

Ряд отриманих результатів (у вигляді розподілення температур зовнішньої поверхні транспортної зони досліджуваних ТТ) представлено на рис. 2-4.

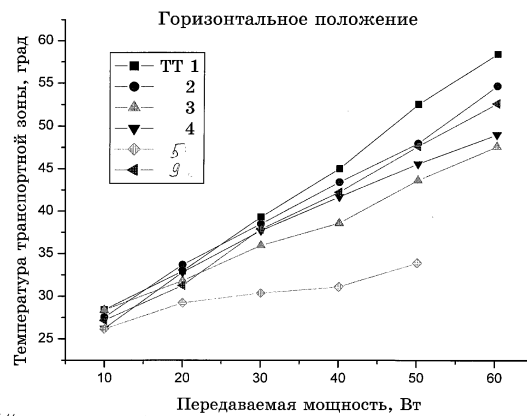


Рис. 2. Середні значення температур транспортної зони досліджуваних теплових труб з металоволокнистими (№ 9) та композиційними (№ 1–№ 5) капілярними структурами

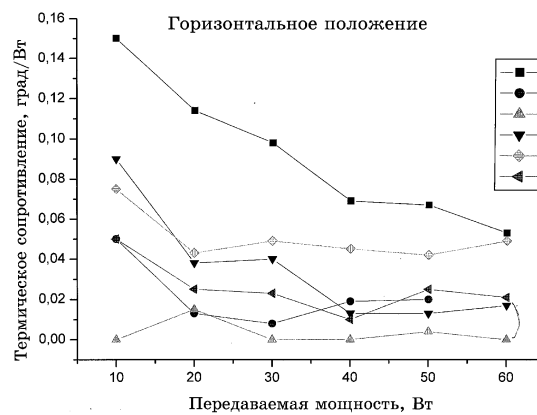
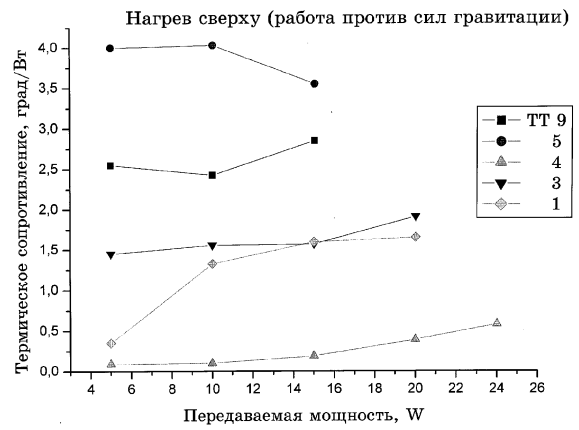
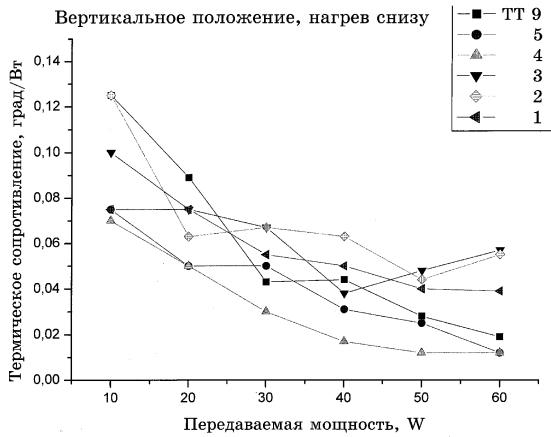


Рис. 3. Термічні опори дослідних теплових труб при їх горизонтальному розташуванні у просторі



А

В

Рис.4. Термічні опори дослідних теплових труб при їх вертикальному розташуванні у просторі:  
А – нагрівання ТТ «знизу»; В – нагрівання ТТ «зверху»

Аналіз отриманих результатів свідчить про наступне:

- 1) теплові труби з композиційними капілярними структурами майже не поступаються за визначальними характеристиками ТТ з «моноволокнистими» КС;
- 2) при розташуванні ТТ у положеннях «нагрівання – зверху» теплові труби з «композиційними» КС перевершують за теплофізичними та експлуатаційними характеристиками ТТ з традиційними ти-пами КС.

### Література

1. Справочник по теплообменникам в 2-х т. Т. 2 [Текст] / Пер. с англ. под ред. О.Г.Мартыненко и др. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 352 с.: ил.
2. Косторнов, А.Г. Проницаемые металлические волокновые материалы [Текст] / А.Г.Косторнов – К.: Техніка, 1983. – 128 с.
3. Семена, М.Г. Тепловые трубы с металловолоконными капиллярными структурами [Текст] / М.Г.Семена, А.Н.Гершуни, В.К.Зарипов – К.: Вища школа, 1984. – 215 с.
4. Kostornov, A.G. A Study of Heat Pipe Evaporators with Metal Fiber Capillary Structures [Текст] / A.G.Kostornov, A.A.Sharoval, M.G.Lalor, O.Mgaloblishvili, J.C.Legros // USA, Journal of Enhanced Heat Transfer, 19 (1): 43-52 (2012).
5. Шаповал, А.А. До розрахунків коефіцієнтів тепловіддачі в зонах нагрівання теплових труб і тер-мосифонів з металевими високопроникними капілярними структурами [Текст] / А.А.Шаповал, Є.М.Панов, Ю.В.Сауліна та ін. // Ресурсо-енергоєфективні процеси, технології та обладнання хім. вир-тв і підпр-тв: Зб-к доп. III Всеукр. н.-пр. конф. студ., асп., наук-ців. – К.: НТУУ „КПІ”. – 2014, 23-24 квітня. – С. 5-6.