

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОВОЇ ТРУБИ ЗІ СПЛЮЩЕНОЮ ЗОНОЮ ВИПАРОВУВАННЯ

Д. В. Пекур¹, д. т. н., чл.-кор. НАНУ В. М. Сорокін¹, д. т. н. Ю. Є. Ніколаєнко²,
М. А. Міняйло¹, д. т. н. В. Ю. Кравець², к. т. н. О. І. Руденко², к. т. н. А. А. Шаповал²

¹Інститут фізики напівпровідників ім. В. Є. Лашкарьова НАН України,

²Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Україна, м. Київ

demid.pekur@gmail.com

Показано, що сплющення зони випаровування циліндричної теплової труби не погіршує її теплового опору при потужності від 5 до 70 Вт та навіть знижує його, що дає можливість використовувати такий тип ТТ при створенні систем охолодження потужних електронних компонентів. Охолодження зони конденсації здійснювалося потоком повітря зі швидкістю 2,5 м/с.

Ключевые слова: плоска тепла труба, різьбова капілярна структура, система охолодження, електронний компонент.

Зменшення розмірів сучасних електронних компонентів при збільшенні потужності суттєво підвищує вимоги до конструкції систем їхнього охолодження. Сучасні системи охолодження повинні мати компактні масо-габаритні характеристики, високі показники відведення та розсіювання теплоти. Суттєве підвищення ефективності роботи системи охолодження можливе при використанні для відбору та транспортування високих теплових потоків двофазних теплопередавальних пристроїв.

Одним з типів таких двофазних теплопередавальних пристроїв є гравітаційні теплові труби (ТТ) з різьбовою капілярною структурою [1]. Висока технологічність конструкції ТТ такого типу є суттєвою перевагою, а завдяки широкому спектру матеріалів, з яких вони можуть бути виготовлені (мідь, алюмінієві сплави, титан та інші), існують широкі можливості щодо вибору їхніх конструкцій залежно від поставлених до системи охолодження вимог.

При розробленні систем охолодження важливим є розміщення двофазного теплопередавального пристрою — якомога ближче до тієї поверхні корпусу електронних компонентів, що потребують охолодження (потужних мікросхем, транзисторів, діодів, світлодіодів та ін.), де густина теплового потоку є максимальною. Як правило, такою поверхнею є основа корпусу. Більшість корпусів електронних компонентів мають плоску форму основи, що робить найбільш ефективним використання теплових труб не циліндричної, а плоскої чи плоско-овальної форми (без використання проміжних перехідних елементів від плоскої поверхні електронного компоненту до циліндричної поверхні ТТ).

При зміні форми ТТ змінюються процеси руху рідини та пари всередині труби, а також рівень заповнення ТТ рідиною, що впливає на її теплові параметри. До факторів, що впливають на роботу ТТ, також відносять довжину зон випаровування і конденсації та орієнтацію ТТ в просторі. Тому при розробленні та створенні нових типів систем охолодження важливим є проведення безпосередніх експериментальних досліджень теплових характеристик ТТ при зміні форми зони нагріву.

Метою даної роботи є експериментальне дослідження впливу сплющення зони випаровування на тепловий опір гравітаційної теплової труби при різних кутах нахилу ТТ до горизонту.

Для дослідження було виготовлено мідну гравітаційну теплову трубу циліндричної форми з різьбовою капілярною структурою. Довжина ТТ складала 220 мм, діаметр 12 мм, крок різьби в зоні випаровування 0,5 мм. Теплоносій — хладон R141b. Довжина зони випаровування — 30 мм, зони конденсації — 60 мм.

Було проведено зміну форми ТТ в зоні підведення теплоти з циліндричної на плоско-овальну. Розміри сплюсненої частини ТТ — 15×6×130 мм.

Проведено дослідження залежності теплових характеристик ТТ від потужності та кута нахилу ТТ до горизонту. Дослідження проводилося при вільному конвекційному та примусовому повітряно-му охолодженні. При зміні форми ТТ відсоток заповнення її робочою рідиною зріс з 25 до 31%.

На рис. 1 показано залежність теплового опору ТТ в діапазоні потужностей від 5 до 70 Вт при різних кутах нахилу φ (від 0 до 90°). (Значення теплового опору при 5 Вт на рис. 1, в та г, які лежать поза зоною рисунку, становлять 3,2 та 3,5 К/Вт відповідно.)

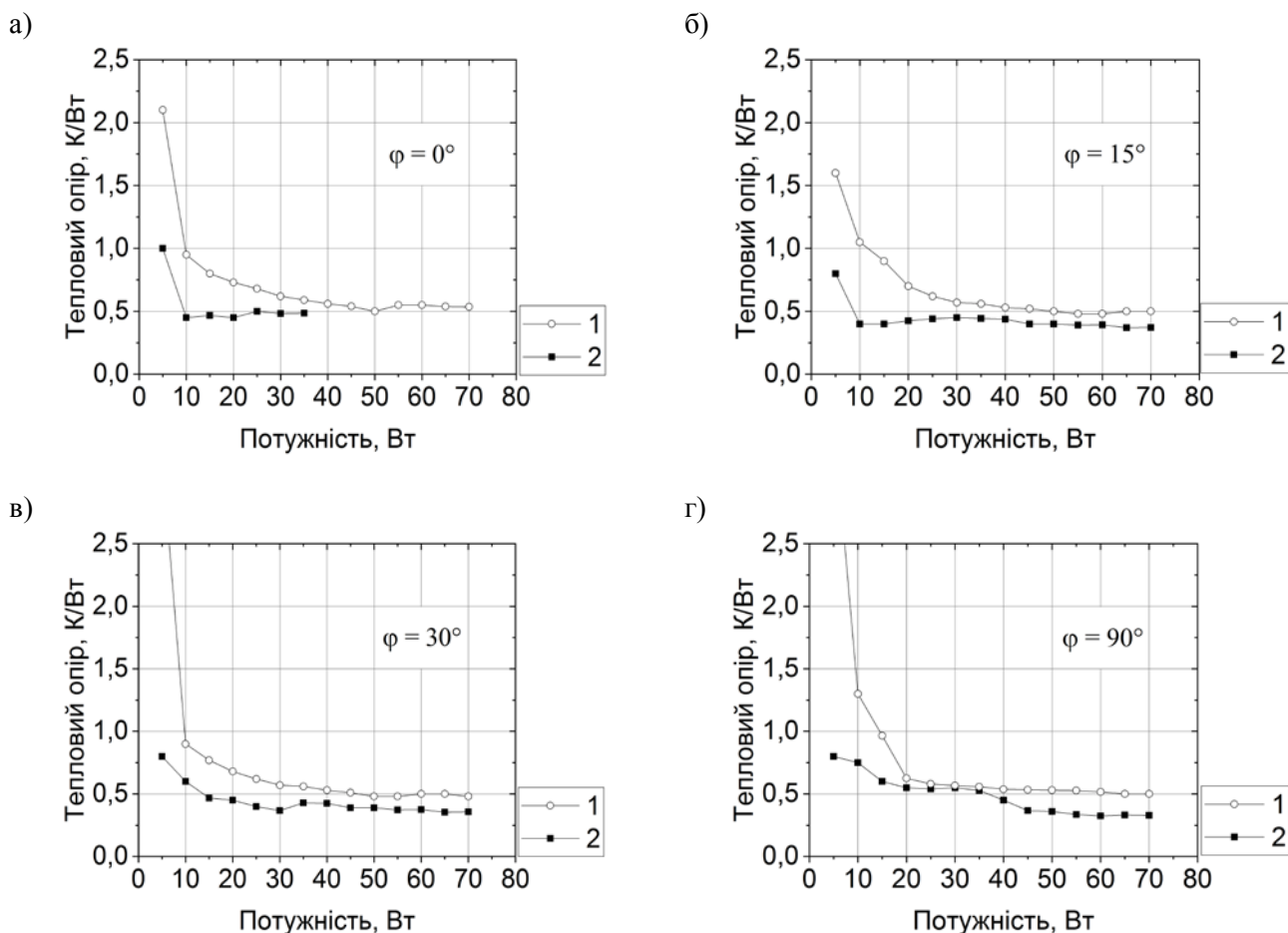


Рис. 1. Залежність теплового опору ТТ з циліндричною (1) та плоско-овальною (2) формою зони випаровування від теплової потужності для різних кутів φ нахилу ТТ до горизонту

Отримані результати досліджень показали зниження теплового опору ТТ при зміні циліндричної форми в зоні випаровування на плоско-овальну, що можна пояснити інтенсифікацією процесів теплообміну в плоско-овальній частині теплової труби. Таке зниження вказує на можливість проводити проектування та інженерний аналіз нових систем забезпечення теплового режиму електронних компонентів з використанням теплової труби такої форми.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Пат. України № 109840. Гравітаційна тепла труба / Ю.С. Ніколаєнко.— 12.09.2016.— Бюл. № 17.

D.V. Pekur, V. M. Sorokin, Yu. E. Nikolaenko, M. A. Minajlo, V. Yu. Kravets, O. I. Rudenko, A. A. Shapoval

Investigation of the characteristics of a heat pipe with a flattened evaporation zone

It is shown that the flattening of the evaporation zone of a cylindrical heat pipe does not impair its thermal resistance at a power from 5 to 70 watts, and even reduces it, which makes it possible to use this type of HP in creating cooling systems for powerful electronic components. The condensation zone was cooled by a 2.5 m/s air stream.

Keywords: flat heat pipe, threaded capillary structure, cooling system, electronic component.