

ВПЛИВ ДОВЖИНИ ТРАНСПОРТНОЇ ЗОНИ НА ГІДРАВЛІЧНІ ВТРАТИ В ТЕРМОСИФОНІ

Д. т. н. В. Ю. Кравець, к. т. н. Н. Л. Лебедь, В. О. Царенко

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Україна, м. Київ
nata.lebeddom@gmail.com, birshep@gmail.com

Представлено результати експериментальних досліджень гідравлічних втрат у термосифонах з різною довжиною транспортної зони, заправлених водою, метанолом та фреоном. Аналіз показав, що для термосифонів досліджених геометричних розмірів довжина транспортної зони (коефіцієнт заповнення) має незначний вплив на гідравлічні втрати.

Ключові слова: термосифон, система охолодження, зона транспорту, гідравлічні втрати.

Сучасний стан та тенденції розвитку електронної техніки вимагають розробки нових технологій та зразків обладнання з інтенсивним перебігом виробничих процесів. Безаварійна робота електронних, енергогенерувальних приладів забезпечується завдяки контролю їхньої температури в межах, позначених виробником. Успішне вирішення цих завдань у багатьох випадках визначається розв'язанням проблеми теплового захисту теплонапруженого обладнання, можливістю забезпечення необхідного температурного рівня роботи приладів та пристроїв, застосуванням ефективних способів передачі та трансформації теплової енергії. Зазначені проблеми значною мірою вирішуються або можуть бути вирішені шляхом застосування теплопередавальних пристроїв, які працюють за замкненим випарно-конденсаційним циклом, вони отримали назву замкнених двофазних термосифонів (ЗДТ).

Термосифони мають велику кількість переваг, таких як автономність, відсутність перекачувальних пристроїв, висока інтенсивність внутрішніх процесів тепломасоперенесення, можливість застосування різних проміжних теплоносіїв тощо. Відома складність процесів переносу у двофазних системах стосовно двофазних термосифонів посилюється замкнутістю (автономністю) пристрою, взаємним впливом процесів, що протікають на різних характерних ділянках, і в кінцевому підсумку доповнюється взаємопов'язаністю гідродинамічних, теплових і термодинамічних процесів.

Аналіз результатів досліджень [1—5] виявив розбіжність у висновках:

- основний вплив на теплопередавальні характеристики термосифону має тільки їхній діаметр;
- на теплопередавальні характеристики термосифону впливає тільки довжина його зон (випаровування, транспорту та конденсації).

Тому виникла потреба в більш детальному вивченні та дослідженні впливу цих параметрів на теплопередавальні та гідравлічні характеристики термосифону, ґрунтуючись на вже проведених дослідженнях [1—5].

У цій роботі розглядається вплив геометричних розмірів, а саме довжини зони транспорту на гідравлічні втрати та теплопередавальні характеристики термосифона. Було досліджено мідні термосифони з внутрішнім діаметром 5 мм та загальною довжиною 700 мм. Теплоносієм використовувалися метанол, фреон та дистильована вода. Довжину зони транспорту варіювали шляхом зміни ступеня заповнення термосифона, та досліджували її вплив на максимальний тепловий потік, що передається, і термічний опір термосифона. Зона конденсації охолоджувалася водою з температурою 20°C та витратою $4,9 \cdot 10^{-3}$ кг/с. Розташування термосифона було обрано вертикальним. Визначення значень температури по довжині термосифона проводилося за допомогою мідь-константанових термопар, сигнал, який подавався на аналогово-цифровий перетворювач, і результат записувалися на персональний комп'ютер. Експериментальна установка та методика проведення дослідження наведені у [6].

Аналіз результатів дослідження показав, що для потоку пари гідравлічні втрати ΔP_v майже не залежать від довжини зони транспорту l_{zt} термосифона (рис. 1, а). Суттєвий вплив на гідравлічні

втрати у транспортній зоні термосифона мають теплофізичні властивості теплоносія, а саме його вид (рис. 1, б).

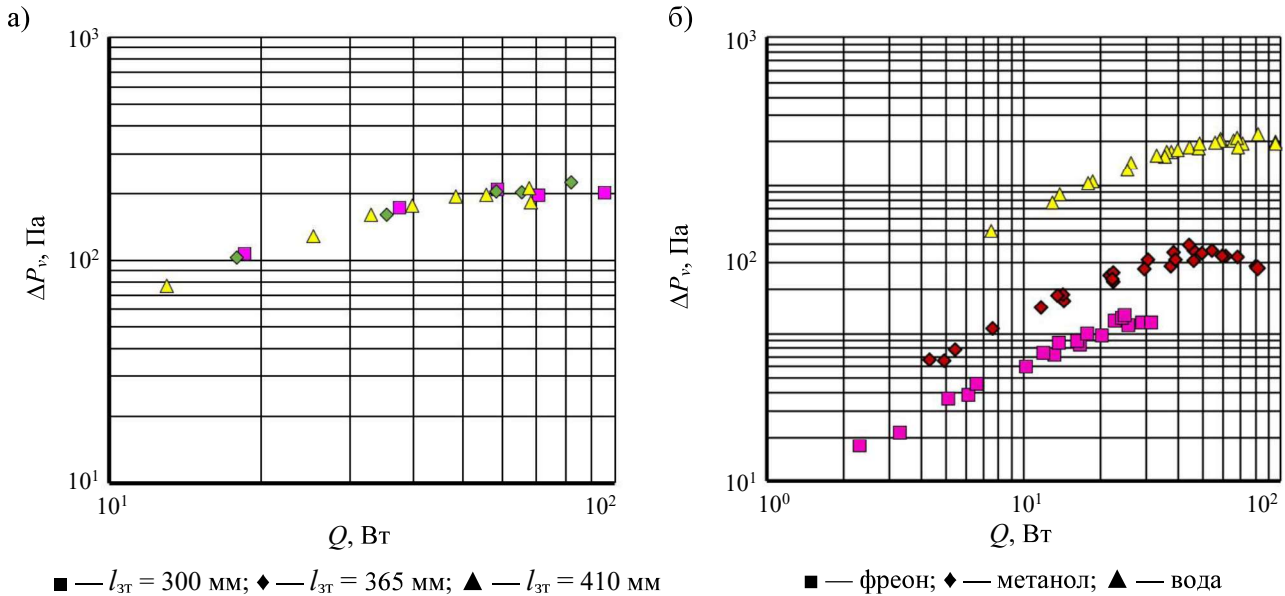


Рис. 1. Залежність гідравлічних втрат потоку пари в транспортній зоні від теплового потоку Q , що відводиться:
 а — для різних значень довжини транспортної зони (теплоносієм вода);
 б — для різних видів теплоносія

Отже, як показали дослідження, довжина транспортної зони має незначний вплив на гідравлічні втрати термосифону, що обумовлено незначним розміром загальної довжини досліджених термосифонів, які вважаються мініатюрними.

Для більш детального виявлення впливу довжини транспортної зони на теплопередавальні характеристики термосифону необхідно провести дослідження для значно більшого діапазону їхніх геометричних параметрів, що дозволить підтвердити чи спростувати отримані в роботі результати.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Пиоро И.Л. Обобщение опытных данных по предельному тепломассопереносу в двухфазных термосифонах. *Пром. теплотехника*, 1985, № 3, с. 24–29.
2. Кравец В.Ю., Коньшин В.И., Ванеева Н.С. Интенсивность теплоотдачи в зоне испарения двухфазных термосифонов. *Восточно-европейский журнал передовых технологий*, 2014, № 2/5(68), с. 45–50.
3. Рассмакин Б.М. Автореф. дис. канд. техн. наук. *Тепловые режимы низкотемпературных диодных тепловых труб с блокировкой жидкостью*, Киев, 1984.
4. Бехмард Г. Автореф. Дис. канд. техн. наук. *Теплопередаючі характеристики мініатюрних двофазних термосифонів стосовно охолодження елементів радіоелектронної апаратури*. Київ, 2021.
5. Кравец В.Ю., Письменный Е.Н., Коньшин В.И. Пульсационные явления в закрытых двухфазных термосифонах. *Збірник наук. праць СНУЯЕ та П*, Севастополь, 2009, вип. 4(32), с. 39–46.
6. Кравец В.Ю., Чернобай В.А., Готовцева А.К. Теплопередающие характеристики двухфазных термосифонов. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 2012, вып. 2/8(56), с. 61–64.

V. Yu. Kravets, N. L. Lebed, V. O. Tsarenko

Influence of transport zone length on thermal resistance of thermosyphon

The study analyzes heat exchangers for providing the required temperature regimes of thermal and electronic devices. The authors present experimental results on the heat transfer characteristics of thermosiphons with an internal diameter of 5 mm and a length of 700 mm, filled with water, methanol and freon. The influence of the length of the thermosiphon's transport zone on its hydraulic losses is shown by changing the filling ratio. The experimental bench is modernized and the measurement accuracy is increased.

Keywords: thermosyphon, cooling system, transport zone, hydraulic waste.