

УДК 536.248.2

## СРАВНЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕРМОСИФОНА И ГРАВИТАЦИОННОЙ ТЕПЛОВОЙ ТРУБЫ ОДИНАКОВЫХ РАЗМЕРОВ

Д. т. н. Ю. Е. Николаенко, Д. В. Козак, к. т. н. В. Ю. Кравец, к. т. н. С. М. Хайрнасов

НТУУ «Киевский политехнический институт»

Украина, г. Киев

yunikola@ukr.net

Приведены результаты экспериментального исследования термического сопротивления и температуры в зоне нагрева двухфазного термосифона с гладкой поверхностью испарения и гравитационной тепловой трубы с резбовидной капиллярной структурой в зоне испарения, заполненных фреоном 141b, в условиях охлаждения зоны конденсации естественной конвекцией воздуха.

Ключевые слова: тепловая труба, термосифон, тепловые характеристики, фреон 141b.

Для обеспечения нормального теплового режима электронных компонентов радиоэлектронных и электротехнических приборов и систем в качестве теплоотводов все чаще используются высокоэффективные двухфазные теплопередающие устройства – термосифоны (ТС) и тепловые трубы (ТТ) [1–3]. ТС имеют, как правило, гладкую поверхность корпуса в зоне испарения, в то время как на поверхность корпуса ТТ наносится слой капиллярной структуры (КС). При расположении зоны испарения ниже зоны конденсации тепловая труба является гравитационной, поскольку возврат сконденсированного теплоносителя в зону испарения осуществляется так же, как и в ТС — за счет действия силы гравитации. Конструкция ТС значительно проще по сравнению с ТТ, поскольку в нем отсутствует КС. Вместе с тем, на гладкой поверхности в зоне испарения ТС затруднено образование центров парообразования, что отрицательно сказывается на развитии процесса кипения и тепловых характеристиках ТС. Более перспективным представляется использование в качестве теплоотвода вместо ТС гравитационной тепловой трубы (ГТТ) с упрощенной конструкцией КС, например с резбовидной КС. Однако в литературе не удалось найти данных о тепловых характеристиках ТС и ГТТ одинаковых размеров с резбовидной КС, что усугубляет проблему выбора типа теплопередающего устройства (ТС или ГТТ) для конкретных применений.

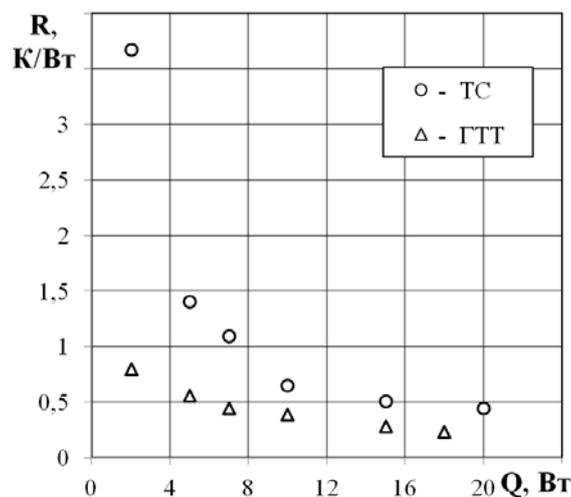


Рис. 1. Зависимость термического сопротивления  $R$  от теплового потока  $Q$

Целью данной работы является экспериментальное определение и сравнение основных тепловых характеристик ТС с гладкой поверхностью в зоне испарения и ГТТ с резьбовидной КС.

Для исследований был изготовлен экспериментальный образец медного двухфазного теплопередающего устройства длиной 830 мм, имеющего внешний диаметр корпуса 12 мм, внутренний диаметр — 10 мм, сочетающего в себе ТС и ГТТ с резьбовидной КС (при переворачивании ТС на 180°). Расположение в пространстве — вертикальное. Длина зоны нагрева (ЗН) — 50 мм, зоны конденсации — 520 мм. Теплоноситель — фреон 141b. Количество теплоносителя выбрано таким, чтобы зона испарения была полностью заполнена теплоносителем. Тепловой поток подводился электрическим нагревателем. Значение теплового потока изменялось в диапазоне от 2 до 20 Вт включительно.

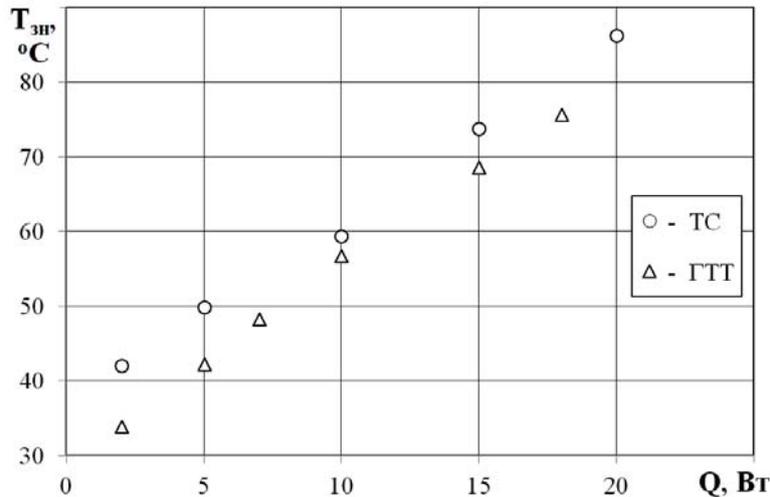


Рис. 2. Зависимость температуры в зоне нагрева  $T_{\text{зн}}$  от теплового потока  $Q$

В результате проведенных экспериментальных исследований определены зависимости термического сопротивления  $R$  (рис. 1) и средней температуры в ЗН  $T_{\text{зн}}$  (рис. 2) от подведенного теплового потока  $Q$ , как для ТС, так и для ГТТ. Как видно из рисунков, в диапазоне теплового потока от 2 до 20 Вт термическое сопротивление ГТТ с резьбовидной капиллярной структурой, соответственно, в 4,5—2,0 раза, а среднее значение температуры в ЗН на 8—6 °C меньше, чем у ТС таких же размеров.

Таким образом, экспериментально установлено, что тепловые характеристики гравитационной тепловой трубы с резьбовидной капиллярной структурой превосходят тепловые характеристики термосифона одинаковых размеров с гладкой поверхностью стенки в зоне испарения.

#### ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Хайрмасов С.М. Применение тепловых труб в системах обеспечения тепловых режимов РЭА: современное состояние и перспективы // ТКЭА. — 2015. — № 2—3. — С. 19—33.
2. Nikolaenko T.Yu., Nikolaenko Yu.E. New circuit solutions for the thermal design of chandeliers with Light Emitting Diodes // Light & Engineering. — 2015. — Vol. 23, N 3. — P. 85—88.
3. Патент № 141494, Российская Федерация. Светодиодное осветительное устройство / Николаенко Ю. Е., Рассамакин Б. М., Хайрмасов С. М., Кравец В. Ю. — 2014. — Бюл. № 16.

Yu. E. Nikolaenko, D.V. Kozak, V. Yu. Kravets, S. M. Khairmasov

#### Comparison of thermal performance of thermosyphon and gravity heat pipe of the same size

The results of experimental studies of thermal resistance and heating zone temperature in a two-phase thermosyphon with a smooth evaporation surface and in a gravitational heat pipe with thread-capillary structure in the evaporation zone, filled with freone 141b, under conditions of condensation zone cooling by natural air convection are reported.

Keywords: *heat pipe, thermosyphon, thermal characteristics, freone 141b.*