

УДК 536.248.2

ВЛИЯНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ НА ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИЕ СПОСОБНОСТИ МИНИАТЮРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

К. т. н. В. Ю. Кравец, к. т. н. С. М. Хайрнасов, О. С. Алексеик,
Е. С. Алексеик, Р. С. Мельник

НТУУ «Киевский политехнический институт»

Украина, г. Киев

kravetz_kpi@ukr.net, helga-gor@mail.ru, alexeik_kpi@ukr.net

Приведены результаты расчета оптимальных характеристик пористой структуры для обеспечения максимальной теплопередающей способности тепловых труб заданной геометрии. Проведена экспериментальная проверка полученных результатов. Установлен характер влияния параметров волокон капиллярной структуры на термическое сопротивление тепловых труб, предельные тепловые потоки и эффективность теплопередачи в зонах нагрева и конденсации.

Ключевые слова: тепловая труба, термическое сопротивление, капиллярная структура, волокно.

В настоящее время тепловые трубы (ТТ) являются одними из наиболее перспективных и эффективных пассивных систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры и элементов компьютерной техники. При проектировании таких систем необходимо учитывать как тепловые нагрузки, диапазоны рабочих температур, условия охлаждения, так и расположение элементов систем в пространстве, их массогабаритные показатели. Результаты исследований влияния указанных параметров на термическое сопротивление ТТ, их тепловую проводимость, максимальный передаваемый тепловой поток широко представлены в литературе [1—4].

Наряду с геометрическими и режимными параметрами, на теплопередающие свойства тепловых труб существенное влияние оказывают характеристики фитиля, а именно его пористость, длина и диаметр волокон капиллярной структуры. В данной работе было проведено изучение влияния указанных факторов на теплоtransportные характеристики ТТ.

В качестве экспериментальных образцов были выбраны медные тепловые трубы общей длиной 430 мм и внешним диаметром 6 мм. В качестве теплоносителя использовался метанол. Металловолоконистая структура имела пористость 75—85%.

Предварительные расчеты максимального теплового потока по методике, представленной в [5], показали, что наиболее высокие параметры могут быть достигнуты при использовании в качестве фитиля капиллярной структуры из волокон длиной 7 мм и диаметром 70 мкм (см. рис. 1).

Были проведены экспериментальные исследования, подтверждающие аналитические расчеты. Однако в результате анализа экспериментальных данных было установлено, что увеличение диаметра волокон при постоянной пористости капиллярной структуры не при-

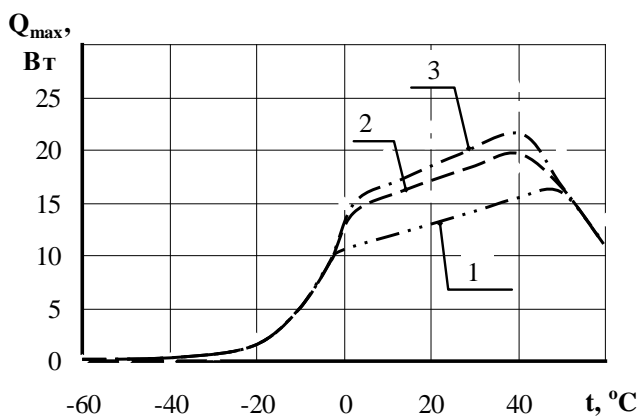


Рис. 1. Расчетная зависимость максимальной теплоtransportной способности тепловой трубы от рабочей температуры при различной длине волокон: 1 — 3 мм; 2 — 5 мм; 3 — 7 мм

водит к снижению термического сопротивления тепловых труб (см. рис. 2). Так, при увеличении диаметра с 50 до 70 мкм термическое сопротивление увеличилось более, чем в 1,5 раза.

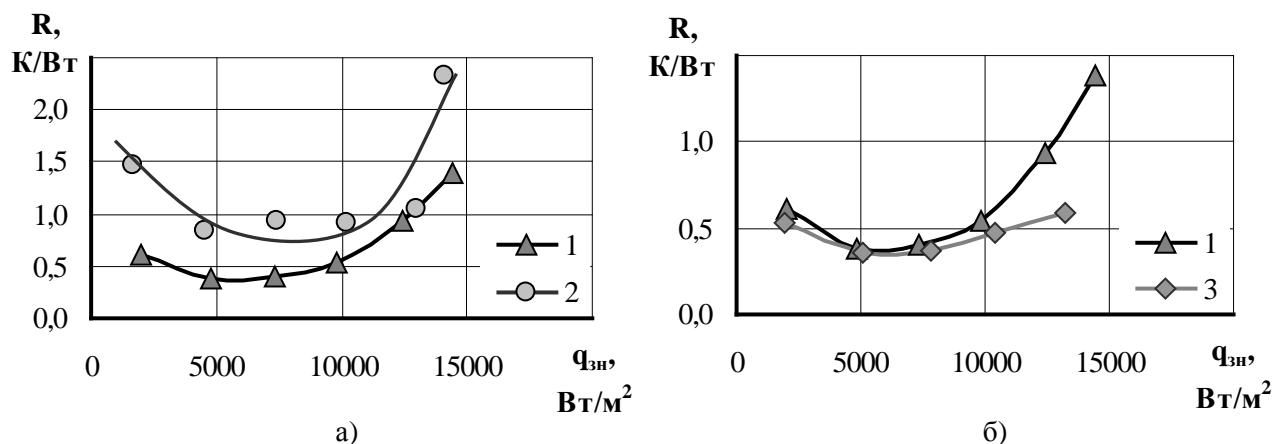


Рис. 2. Влияние диаметра (а) и длины (б) волокон капиллярной структуры на термическое сопротивление тепловой трубы:

1 — $d_b=50$ мкм, $l_b=7$ мм; 2 — $d_b=70$ мкм, $l_b=7$ мм; 3 — $d_b=50$ мкм; $l_b=3$ мм

Кроме того, было установлено, что увеличение длины волокон приводит к незначительному (до 10%) увеличению максимальной теплотранспортной способности тепловых труб, а также позволяет существенно расширить диапазон рабочих температур.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Кравец, В. Ю. Некрашевич Я. В., Гончарова А. П. Исследование термического сопротивления миниатюрных тепловых труб // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 1/9(49). – С. 55–60.
2. Possamai, F. C., Setter I., Vasiliev L. L. Miniature heat pipes as compressor cooling devices // Applied Thermal Engineering. – 2009. – N 29. – P. 3218–3223.
3. Vasiliev, L. Heat pipes in modern heat exchangers // Applied Thermal Engineering. – 2005. – N 25. – P. 1–19.
4. Kimura Yuichi, Yoshio Nakamura, Junji Sotani and others. Steady and Transient Heat Transfer Characteristics of Flat Micro Heatpipe // Furukawa Review. – 2005. – N 27. – P. 3–8.
5. Chi S.W. Heat pipe theory and practice – New York/US: Hemisphere Pub. Corp., 1976.

V. U. Kravets, S. M. Khairnasov, O. S. Alekseik, E. S. Alekseik, R. S. Melnik

The influence of porous structure characteristics on heat transfer behavior of miniature heat pipes.

Calculation results of porous structure optimal characteristics for ensuring of maximum heat transfer capability of heat pipes with task geometry are presented. The results are experimentally tested. The nature of influence of characteristics of capillary structure fibers on thermal resistance of heat pipes, maximum heat fluxes and heat transfer effectiveness in evaporation and condensation zones was determined.

Keywords: *heat pipe, thermal resistance, capillary structure, fibro.*