

УДК: 621.9.011: 536.24

СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ СТРУКТУР ТЕПЛОВЫХ ТРУБ, ПОЛУЧАЕМЫХ НА МЕДИ И АЛЮМИНИИ

Лю Вэй

Магистр 1 года,

кафедры «Инструментальная техника и технологии»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Н.Н. Зубков, доктор технических наук, профессор кафедры «Инструментальная техника и технологии»

С развитием современных электронных устройств увеличивается мощность их тепловыделения. Эффективное охлаждение непосредственно влияет на срок службы и надежность их работы. В последние годы охлаждение с использованием тепловых труб стало одной из наиболее эффективных технологий отвода тепла от теплонагруженных элементов электронной аппаратуры. Тепловая труба представляет собой замкнутую систему, состоящую из трубчатого герметичного корпуса, капиллярно-пористой структуры и рабочей жидкости, находящейся в структуре. Отвод тепла осуществляется за счет испарения рабочей жидкости в зоне нагрева и ее конденсации в зоне охлаждения. Сконденсировавшаяся рабочая жидкость возвращается в зону испарения по капиллярам капиллярно-пористой структуры, при этом зона нагрева может быть выше зоны охлаждения. Максимально допустимый перепад высот определяется свойствами капиллярно-пористой структуры, а именно – капиллярным напором (высотой капиллярного поднятия).

Деформирующее резание (ДР) позволяет формировать микрооребрение с шириной межреберного зазора от единиц микрометров [1,2], обеспечивая большой капиллярный напор, при этом прямолинейность капиллярных каналов обеспечивает минимальное гидравлическое сопротивление капиллярно-пористой структуры [3]. Целью работы является экспериментальное исследование характеристик получаемого микрооребрения для наиболее распространенных материалов, используемых в качестве капиллярно-пористых структур тепловых труб, а именно: медь М1 и алюминий АД1.

Заготовками для получения капиллярно-пористых структур методом ДР являлись тонколистовые полосы размерами 80x450 с толщиной алюминиевой полосы 0,15 мм и медной полосы — 0,12 мм. Полосы закреплялись на специальном приспособлении, установленном на токарно-винторезный станок 1Е61МТ. Приспособление представляет из себя барабан диаметром 145 мм с возможностью закрепления и натяжения обрабатываемой полосы.

Геометрические параметры капиллярных структур и увеличение площади поверхности после обработки ДР измерялись по фотографиям поперечных шрифтов микрооребрения полученных на микроскопе с видеокамерой LevenhukC510. Проведено сравнение расчетных и получаемых параметров микрооребрения.

При измерении высоты капиллярного поднятия полученная капиллярная пластина

нарезалась на полоски шириной 10 мм и длиной 400 мм. Очистка полученных капиллярных структур от следов масла проводилась их нагревом газовой горелкой до температуры ~ 250 °С. Динамика капиллярного поднятия дистиллированной воды по вертикально установленной полоске с нижним краем, опущенным в жидкость фиксировалась на видеокамеру.

Наибольшее несоответствие расчетного и измеренного значения имеет ширина межреберного зазора. Для высоты ребра и коэффициента увеличения площади поверхности получено приемлемое совпадение расчетных и измеренных параметров, не превышающее 8,8%. При одинаковых условиях ДР реально полученная высота микроребер на меди больше расчетной, а для алюминия – меньше. По сравнению с медной, алюминиевая капиллярно-пористая структура при малых шагах оребрения имеет сужение в верхней части межреберного зазора. Данный факт имеет положительное значение для функционирования тепловой трубы [4]. Наибольшая высота капиллярного поднятия (270 мм) зафиксирована для алюминия при средней ширине межреберного зазора 24 мкм. Алюминиевая капиллярная структура показала также большую скорость капиллярного поднятия.

Литература:

1. Investigation of Heat Transfer in Evaporator of Microchannel Loop Heat Pipe / A. Yakomaskin, V. Afanasiev, N. Zubkov, D. Morskoy // Journal of Heat Transfer.– 2013. – Volume 135, Issue 10. – 7 p., doi:10.1115/1.4024502.
2. Продольные капиллярные каналы для тепловых труб / А.И. Абросимов, В.К. Сысоев Н.Н. Зубков и др. // Прикладная физика. – 2010. – №1. – С. 123-125.
3. Zubkov N, Yakomaskin A. Microgrooved Wicks for Heat Pipes Made by Edge Cutting Machining // Second International Conference “Heat Pipes for Space Application” [Электронный ресурс]: материалы конф. – Электрон. дан. — Москва: 2014. — 1 электрон. опт. диск (CD-ROM), – Загл. с этикетки диска. – ISBN 978-5-9901909-2-4. – 6 стр.
4. Дан П.Д., Рей Д.А. Тепловые трубы. – М.: Энергия. – 1979. – 272 с.