

Продольные капиллярные каналы для тепловых труб

А. И. Абросимов, В. К. Сысоев, А. А. Верлан, Н. Н. Зубков, Ю. Н. Булкин

Представлены результаты работы по разработке технологии изготовления миниатюрных тепловых труб, базирующейся на получении продольных капиллярных каналов с помощью деформационного резания.

PACS: 44.15+a

Ключевые слова: труба, канал, капилляр, резание, деформация, разработка.

Введение

Наиболее распространенными в системах обеспечения теплового режима космических аппаратов

Абросимов Александр Иванович, ведущий специалист.
Сысоев Валентин Константинович, зам. директора.
Верлан Александр Анатольевич, инженер-исследователь.
НПО им. С. А. Лавочкина.
Россия, 141400, г. Химки, Московская обл., ул. Ленинградская, 24.
Тел./факс (495) 575-87-53. E-mail: sysoev@lapase.ru.
Зубков Николай Николаевич, зав. кафедрой.
МГТУ им. Н. Э. Баумана.
Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5.
Булкин Юрий Николаевич, зав. лабораторией.
РФНЦ-ВНИИЭФ.
Россия, 607189, г. Саров.
Тел. 8-831-302-22-87. E-mail: bulkin@otd13.vnief.ru
Статья поступила в редакцию 27 июня 2008 г.

© Абросимов А. И., Сысоев В. К., Верлан А. А., Зубков Н. Н., Булкин Ю. Н., 2010

являются тепловые трубы [1], корпус которых в качестве капиллярной структуры имеет продольные канавки. Изготавливаются подобные корпуса методом экструзии из алюминиевого сплава, минимальный внешний диаметр составляет 6 мм. Технология экструзирования имеет ограничение по материалу корпуса (невозможно изготовить аналогичные корпуса из стали) и размеру капиллярных каналов.

В данной работе представлены результаты по разработке технологии изготовления миниатюрных тепловых труб, базирующейся на получении продольных капиллярных каналов с помощью деформационного резания. Такой подход позволяет снять ограничения по материалу тепловой трубы и ее диаметру, сохраняя принцип возврата конденсата в зону испарения по продольным капиллярным каналам.

Технологические особенности

В рассматриваемом случае ребра, полученные путем деформационного резания, образуют каналы со сходящимися к центру трубки стенками. Причем при соприкосновении ребер своими вершинами образуются замкнутые пристенные каналы и центральный канал, разобщенный с ними в радиальном направлении [2].

На рис. 1 представлена схема тепловой трубы, в которой пар из зоны подвода тепла через кольцевую проточку попадает в центральный канал, движется к противоположному торцу, проходит через кольцевую проточку в пристенные каналы, конденсируется в зоне отвода тепла, а конденсат по каналам подается в зону подвода тепла.

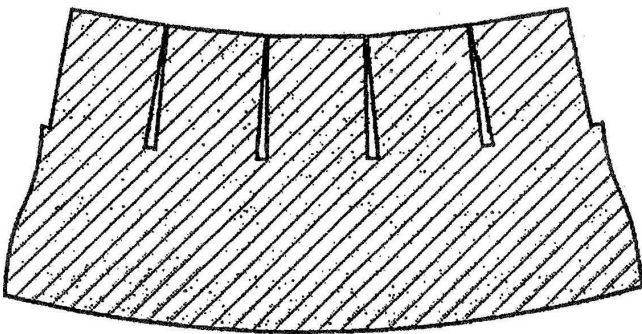


Рис. 1. Схема миниатюрной тепловой трубы

Примером может быть тепловая труба с внешним диаметром 2,5 мм, ребрами прямоугольного поперечного сечения шириной 90 мкм и высотой 120 мкм, с размером основания пристенного канала 8 мкм.

Высота ребра прямоугольной формы, при которой образуются замкнутые пристенные каналы, связана с параметрами тепловой трубы следующим соотношением:

$$h \geq \frac{d}{2} \left(\frac{\delta}{\delta + b} \right),$$

где h — диаметр по основанию пристенного канала;

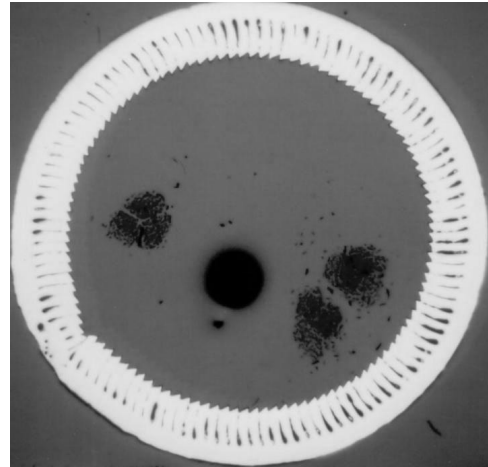
b — ширина ребра;

δ — ширина основания пристенного канала.

На рис. 2, *а* представлен шлейф корпуса медной тепловой трубы диаметром 2,5 мм, в которой между вершинами ребер имеется зазор. Подбирая ширину и высоту ребра, можно менять величину зазора, получая нужное значение для зон испарения и конденсации.

На рис. 2, *б* показан шлейф медной тепловой трубы диаметром 2,5 мм, на котором видно, что вершины ребер сомкнуты с образованием пристенных каналов, разобщенных гидравлически от центрального парового канала. На рис. 3 приведен

внешний вид корпуса тепловой трубы с устройством заправки теплоносителя.



а



б

Рис. 2. Шлейф:

а — корпуса медной тепловой трубы; *б* — медной тепловой трубы



Рис. 3. Корпус тепловой трубы

Были проведены сравнительные испытания капиллярного напора алюминиевой тепловой трубы, полученной экструзией, и образцов капиллярной структуры по описанной выше технологии. Образцы располагались вертикально, испытания проводили на ацетоне. Испытания показали, что величина подъема ацетона в капиллярах по предлагае-

мой технологии больше стандартного в пять— семь раз.

Заключение

Разработанная технология изготовления миниатюрных тепловых труб, базирующаяся на получении продольных капиллярных каналов с помощью деформационного резания, позволила

снять ограничения по материалу тепловой трубы и ее диаметру, сохранив принцип возврата конденсата в зону испарения по продольным капиллярным каналам.

Литература

1. *D. Reay, P. Kew, H. Pipes, F. Edition. Theory, Design and Applications, Butterworth-Heinemann, USA. P. 384.*
2. *Абросимов А. И.: Пат. РФ на изобретение 2282125 "Тепловая труба"; Опубл. 20.08.2006; Бюл. № 23.*

Longitudinal capillary channels for heat pipes

A. I. Abrosimov, V. K. Sysoev, A. A. Verlan

Lavochhkin Association, 24 Leningradskaya str., 141400, Khimki, Moscow Region, Russia

E-mail: sysoev@lapace.ru

N. N. Zubkov

Bauman Moscow State Technical University, 5 Second Bauman str., 105005, Moscow, Russia

Y. N. Bulkin

All-Russian Research Institute of Experimental Physics, 607189, Sarov, Russia

E-mail: bulkin@otd13.vnief.ru

In this work we present the results of technology development for production of miniature heat pipes based on longitudinal capillary channels getting by means of deformative cutting.

PACS: 44.15+a

Keywords: pipe, channel, capillary, cutting, deformation, development.

Bibliography — 2 references/

Received 27 July 2009