

## 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.

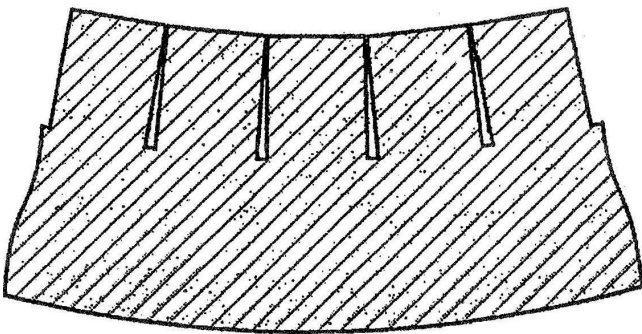


Рис. 1. Схема миниатюрной тепловой трубы

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;

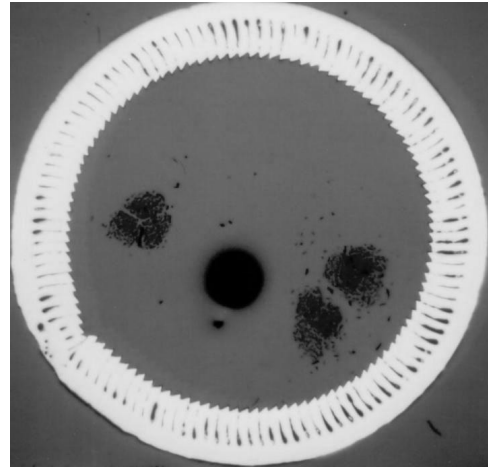
$b$  — ширина ребра;

$\delta$  — 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*