

ДВУХФАЗНАЯ СИСТЕМА ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ С КАПИЛЛЯРНЫМ НАСОСОМ

Фоменко В.Е.¹, Кисеев В.М.¹, Судаков Р.Г.¹

¹⁾ Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия
E-mail: vladynia9@mail.ru

TWO-PHASE THERMAL CONTROL SYSTEM WITH CAPILLARY PUMP

Fomenko V.E.¹, Kiseev V.M.¹, Sudakov R.G.¹

¹⁾ Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

The experimental data for LHP 6 m are presented and the conditions operability are considered. Methods of increasing the heat transfer capacity of LHP, due to the use of anisotropic capillary structures with a decrease in pore sizes in the direction of the vaporization zone, are determined.

Развитие современной техники сопровождается интенсификацией процессов тепло- и массообмена в различных устройствах. Однако интенсификация теплообмена затрудняется из-за самой природы тепла, плохой трансформируемости теплового движения и слабой восприимчивости к внешним полям. Высокое совершенство в управлении электронными процессами при использовании твердотельных элементов позволило сократить объемы преобразователей в тысячи раз. Это привело к необходимости отводить потоки тепла, необходимые для поддержания требуемых температурных режимов твердотельных элементов, гораздо большей плотности. Изобретение тепловых труб (ТТ) [1] для этих целей оказало революционирующее влияние на развитие современной техники. Область их применения обширна: охлаждение элементов электронного оборудования, терморегулирование объектов космического базирования, также возможно применение ТТ для намораживания грунта вокруг свай в местах вечной мерзлоты.

Тепловая труба привлекает внимание прежде всего высокой эффективной теплопроводностью, достигающей 10^5 - 10^6 Вт/мК. К сравнению теплопроводность серебра 430 Вт/мК, алмаза -2600 Вт/мК, графена – 5300 Вт/мК

Среди большого разнообразия тепловых труб и систем терморегулирования на их основе специальное место занимают контурные тепловые трубы (КТТ), представляющие собой двухфазный контур с локально размещенным в нем в зоне подвода тепла капиллярным насосом. Теплопередающая способность таких КТТ зависит от многих факторов: во-первых, конструкции испарителя (капиллярного насоса), конденсатора и КТТ в целом; во-вторых, физических свойства капиллярной структуры, теплоносителя и корпуса КТТ; в-третьих, условий теплообмена в зонах подвода и отвода тепла и влияние внешних силовых полей[2]. Такие

трубы в отличие от обыкновенных способны передавать тепло на значительно большие расстояния, работать при неблагоприятных условиях гравитации и в невесомости.

Целью настоящей работы является конструирование, изготовление и исследование аммиачной контурной тепловой трубы (КТТ) длиной 6 м с высокой плотностью теплового потока в транспортной зоне, эксплуатируемой при любых ориентациях в гравитационном поле. Некоторые результаты исследований демонстрирующие возможности такой КТТ представлены на рисунке.

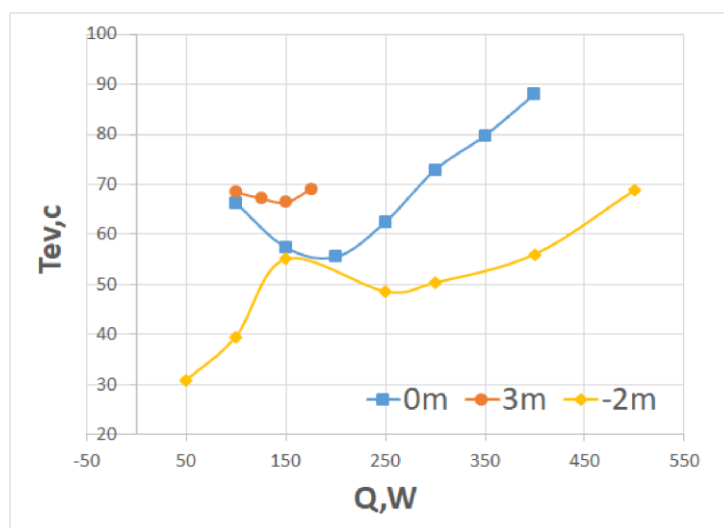


Рис. 1. Контурная аммиачная тепловая труба 6 м. Зависимость от ориентации: $\varphi = +90$ градусов (испаритель выше конденсатора), $\varphi = 0$ градусов (испаритель и конденсатор на одном уровне), $\varphi = -90$ градусов (испаритель ниже конденсатора).

Как видно из представленных данных исследуемая КТТ при благоприятных для трубы условиях ($\varphi = -90^\circ$, -2м) передает тепло мощностью до 500 Вт при аксиальной плотности теплового потока до $35 \cdot 10^6$ Вт/м². Соответственно при неблагоприятной ориентации ($\varphi = +90^\circ$, +3м) тепло транспортные возможности ухудшаются в 5 раз. Это свидетельствует о достаточно высокой чувствительности к неблагоприятным ускорениям. Создание анизотропных капиллярных структур позволяет эту ситуацию улучшать [3].

1. Дан П., Рей Д. Тепловые трубы. М.: Энергия, 1979.
2. Кисеев В.М. Физика теплопередающих систем. Екатеринбург: Изд-во Урал ун-та, 2006, С. 131
3. Кисеев В. М. Сажин О.В. Интенсификация теплопередачи в двухфазных системах с капиллярными насосами, Журнал технической физики, 2022, том 92, вып. 1. С. 22 -31.