

УДК 718

Азаров С.М., Петюшик Е.Е., Дробыш А.А.

**ВЫБОР ПОРИСТЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ  
МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДОВ СИСТЕМЫ  
 $Al_2O_3-SiO_2$  ДЛЯ КАПИЛЛЯРНЫХ СТРУКТУР**

*БНТУ, Минск*

Тепловые трубы и теплообменные устройства на их основе находят все более широкое применение для обеспечения температурных режимов работы объектов электроники, электротехники, авиакосмической техники. Быстрое развитие техники выдвигает новые требования, которым тепловые трубы традиционных видов удовлетворить уже не могут. К их числу, в частности, относится необходимость обеспечения эффективной работоспособности при различной ориентации в поле массовых сил, когда расстояние теплопереноса становится достаточно большим. Другим, также весьма важным требованием, предъявляемым к тепловым трубам, является необходимость увеличения их теплопередающей способности. Рост энерговыделения, увеличение длины теплотранспортных коммуникаций заставляют рассматривать в качестве перспективного средства, составляющего основу систем терморегулирования, контурные тепловые трубы. В последние годы растет выпуск и использование контурных тепловых труб с плоским испарителем. Их преимущество заключается в более низком внутреннем термическом сопротивлении. Возможность создания непосредственного контакта плоской поверхности испарителя с плоской поверхностью тепловыделяющего объекта без использования теплового интерфейса позволяет избежать лишних контактных термических сопротивлений, упрощает конструкцию системы терморегулирования, снижает габариты устройства.

В Институте порошковой металлургии разработан способ формования и жидкофазного безусадочного спекания капиллярных структур для круглых испарителей контурных

тепловых труб из порошковых смесей с униполярной взаимной растворимостью, позволяющий получать испарители с совершенным механическим и тепловым контактом между стенкой корпуса и капиллярной структурой. В свете вышесречисленных преимуществ плоских испарителей контурных тепловых труб актуальной является задача разработки способов формования и беззасадочного спекания капиллярных структур для плоских испарителей контурных тепловых труб, которая также может быть решена посредством использования композиционных порошковых смесей с униполярной взаимной растворимостью.

Предлагаемые к разработке капиллярно-пористых материалы на основе оксидов системы  $Al_2O_3-SiO_2$  могут обеспечить необходимые для контурных тепловых труб пористость капиллярной структуры (55-60%) и размер пор (1-10 мкм). Теплопроводность капиллярных структур на основе оксидов системы  $Al_2O_3-SiO_2$  будет в несколько раз меньше теплопроводности аналогичных структур на основе металлических порошков. Технология изготовления капиллярно-пористых материалов на основе оксидов системы  $Al_2O_3-SiO_2$  обеспечит стабильные и воспроизводимые параметры, большой ресурс работы, высокую надёжность функционирования теплопередающих устройств. Создание новых капиллярно – пористых материалов на основе оксидов системы  $Al_2O_3-SiO_2$ , является актуальным.

Пористые многослойные материалы на основе алюмосиликатов, получаемые методом радиального прессования алюмосиликатных порошков имеют выраженную структуру, содержащую сообщающиеся транспортные поры и мезопоры, распределенные в пространстве в определенном соотношении и порядке. Структурные характеристики таких материалов, в частности размер транспортных пор и связанный с ним коэффициент проницаемости, зависят от дисперсности исходного алюмосиликата и формы частиц. В то же время такие важные

характеристики пористой структуры, как размер пор, удельная поверхность и сорбционный объем пор, определяются размером и формой частиц. Формирующаяся в процессе спекания пористая структура, размер и форма наночастиц не зависят от типа исходного дисперсного алюмосиликата, и определяется только условиями спекания и длительностью процесса.

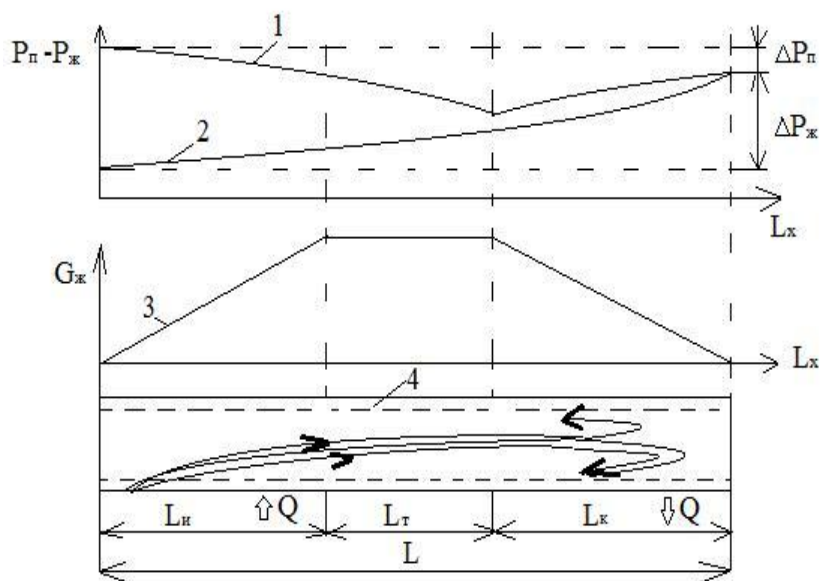
Перспективными приемами формирования наночастиц в форме пластин, волокон, игл являются молекулярная сборка, введения модифицирующего компонента в объем материала в процессе его роста, ингибирование кристаллизации. Использование данных приемов обеспечит протекание процесса кристаллизации наночастиц различной морфологии на поверхности исходных частиц алюмосиликатов с одновременной сборкой наночастиц в пространственную многослойную пористую структуру. В результате, формируется структура нанопористого композита с высокоразвитой поверхностью и системой сообщающихся макропор, обеспечивающих проницаемость материала для жидкостей и газов.

Максимальный тепловой поток, передаваемый тепловой трубой ограниченной капиллярными свойствами тепловой трубы определяется выражением

$$Q_k = \frac{2 \frac{\sigma}{r_0} + g P_{ж} L \sin \gamma}{\frac{L + L_{жс}}{r_{\phi}} \left( \frac{\mu}{2 \rho_{жс} k_{кс} f_{жс}} + \frac{16 \mu_n}{\rho_n d_n^2 f_n} \right)}, \quad (1)$$

где  $L$  – длина тепловой трубы, м;  $Q$  – передаваемый тепловой поток пара, Вт;  $r_{\phi}$  – скрытая теплота фазового перехода, Дж/кг;  $f_{жс}$  – поперечное сечение фитиля, м<sup>2</sup>;  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения;  $r_0$  – радиус поры капилляра;  $\gamma$  – угол наклона оси тепловой трубы к горизонту.

При расчете характеристик тепловых труб по представленному выражению определена схема изменения тепло и массообменных характеристик конструкций. Расчетная схема представлена на рисунке 1.



Кривая 1 – изменение давление пара по длине трубы ( $P_n$ );

Кривая 2 – изменение давление жидкости ( $P_ж$ );

$\Delta P_n$  – перепад давления пара по длине трубы;

$\Delta P_ж$  – перепад давления жидкости по длине трубы;

Кривая 3 – массовый расход жидкости через фитиль;

Кривая 4 – капиллярно-пористый фитиль

Рисунок 1 – Расчетная схема тепловой трубы

Как видно из предлагаемой схемы характеристики пористой структуры фитиля являются определяющими при работе тепловых труб. При создании структуры на основе алюмосиликатов с размерами пор около 1 мкм появится возможность резко улучшить рабочие характеристики тепловых труб.