

Получение порошковых капиллярных структур контурных тепловых труб

Студенты гр. 10406112 Леонович А.С., Литвинко В.Н.
Научные руководители – Мазюк В.В., Керженцева Л.Ф.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Применение пористых порошковых материалов в качестве покрытий тепловыделяющих поверхностей является наиболее эффективным и надежным способом интенсификации теплообмена при испарении [1]. Пористый слой имеет разветвленную систему сообщающихся между собой капиллярных каналов, через которые происходят эвакуация пара и подпитка порового пространства жидкостью.

В т.н. традиционных тепловых трубах капиллярная структура представляет собой тонкий (толщиной порядка 1 мм) слой пористого материала, спеченного из металлического порошка, расположенный на внутренней поверхности корпуса тепловой трубы диаметром порядка 1 см.

Капиллярную структуру целесообразно спекать непосредственно в корпусе испарителя, обеспечивая надежный тепловой контакт между капиллярной структурой и корпусом, а паропроводные каналы выполнять внутри капиллярной структуры, оставляя всю нагреваемую поверхность корпуса покрытой капиллярно-пористым материалом. Такая конструкция капиллярной структуры позволяет в несколько раз повысить предельный тепловой поток в испарителе [2].

Перспективным для решения указанной проблемы способом является использование жидкофазного спекания сформованной непосредственно на внутренней поверхности трубы капиллярной структуры из двухкомпонентной смеси мелкодисперсных порошков (Cu-Al, Cu-Sn, Cu-Mg, Al-Mg, Al-Zn, Ti-Al, Ni-Al, Ni-Cu и др.). Особенность этого процесса состоит в том, что при определенных режимах спекания образование жидкой фазы сопровождается не усадкой, а значительным объемным ростом спекаемых порошковых покрытий. Это относится к системам с большой однополярной растворимостью в твердой фазе компонента, образующего расплав.

Механизм роста двухкомпонентных порошковых формовок в присутствии расплава состоит в том [3], что вследствие диффузии из жидкой фазы в твердую исходный размер частиц спекаемого порошка увеличивается, приводя к пропорциональному изменению объема формовки в целом.

Явление диффузии из жидкой фазы в твердую уже в первый момент их контакта обусловлено спецификой взаимодействия жидких металлов с твердыми. Диффузия из жидкой фазы в твердую, приводя к образованию в поверхностном слое последней твердого раствора, понижает точку плавления и тем самым подготавливает жидкую фазу к переходу в расплав путем растворения или плавления. Поскольку для усадки необходим массоперенос через жидкую фазу, связанный с перекристаллизацией, то в подобной системе образование расплава вызывает только рост формовок, особенно при низких температурах, когда растворимость в жидкой фазе незначительна, а в твердой – велика.

В работе выполнены экспериментальные исследования объемных изменений в процессе жидкофазного спекания свободнонасыпанных и слабоуплотненных двухкомпонентных порошковых материалов с основной компонентой из никеля, титана и алюминия. Установлено, что присутствие в порошковой засыпке активирующей добавки (алюминия и меди к никелевой основе, алюминия к титановой основе, магния к алюминиевой основе), служащей причиной образования в процессе спекания жидкой фазы, при определенных режимах спекания вызывает рост высокопористых образцов. Выявлена совокупность исходных факторов (пористости, содержания добавки), при которой объем образца после спекания остается

прежним. Это является важным при изготовлении капиллярных структур: отсутствие усадки позволяет получить надежный контакт капиллярной структуры с корпусом испарителя, а отсутствие объемного роста капиллярной структуры устраняет связанные с последним проблемы при формировании пароотводных каналов.

В результате выполненных исследований процесса жидкофазного спекания двухкомпонентных порошковых материалов на основе никеля, титана и алюминия разрабатываются технологические режимы получения капиллярных структур контурных тепловых труб.

Список использованных источников

1. Кутепов, А.М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании / А.М. Кутепов, Л.С. Стерман, Н.Г. Стюшин. – М.: Высш. шк., 1986. – 448 с.
2. Maziuk, V. Heat Flow Distribution in Evaporators of Loop Heat Pipes / V. Maziuk, A. Rak, A. Balashchanka. – Proc. of the 4th Minsk Int. Seminar «Heat Pipes, Heat Pumps, Refrigerators», September 4 – 7, 2000, Minsk, pp. 231 – 236.
3. Савицкий, А.П. Рост брикетов при жидкофазном спекании / А.П. Савицкий, Н.Н. Бурцев // Порошковая металлургия. – 1979. – № 2. – С. 31 – 38.