

танной поверхностью. Угол атаки для образцов с установкой под 45° обеспечивает максимально интенсивное распыление поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вершина, А.К. Научные и технологические основы формирования ионно-плазменных покрытий с регламентированными цветовыми параметрами: Автореферат дис. на соиск. уч. ст. д.т. наук: Минск – 2001г.
2. Газотермические и вакуумно-плазменные покрытия со специальными физико-механическими свойствами/ С.А. Иващенко, И.С. Фролов, Ж.А. Мрочек – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – 236 с.
3. Иващенко, С.А. Теоретические и технологические основы формирования многофункциональных газотермических и вакуумно-плазменных покрытий: Автореферат дис. на соиск. уч. ст. д.т. наук: Минск – 2002 г.
4. Плешивцев Н.В. Катодное распыление. – М.: Атомиздат, 1968.–347 с.

УДК 621.762.4

Конон А.Б.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТЫХ СТРУКТУР ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель докт. техн. наук доцент Петюшик Е.Е.

The appraisal was given for basic requirement, which exhibited to capillary-porous structure of heat pipes. The availability of using was shown for its obtaining method of arid radial pressing.

Научно-технические задачи, связанные с тепловым регулированием, приобретают экстремально сложный характер в условиях, когда разность температур между источником и стоком тепла невелика в сочетании с ограничениями по габаритам и массе при жестких требованиях к надежности и рабочему ресурсу. В связи с этим распространение получили высокоэффективные теплопередающие устройства, которые получили название «тепловая труба» (ТТ) – замкнутое испарительно-конденсационное устройство, предназначенное для охлаждения, нагрева, или терморегулирования объектов.

Простейшая ТТ – термосифон – работает следующим образом. Нижний конец трубы, где находится вода, подвергается нагреву. Вода испаряется, поглощая при этом тепло, равное скрытой теплоте парообразования. На другом конце трубы происходит конденсация пара с выделением скрытой теплоты. Реализация процесса обеспечивает высокую плотность теп-

лового потока. Возврат жидкости из зоны конденсации в зону испарения происходит за счет сил гравитации. [1]. Цилиндрическая ТТ, рабочей жидкостью которой является вода, при $t=150^{\circ}\text{C}$ имеет теплопроводность в сотни раз больше, чем у меди. ТТ на литии при $t=1500^{\circ}\text{C}$ передает тепловой поток до 20 кВт/см^2 . Современные ТТ работают в интервале температур от 4 до 2300 К, их длина может быть от нескольких сантиметров до десятков метров, диаметр от 2-3 мм до нескольких метров [2]. Используют металлические (калий, натрий, цезий и т.д.) и неметаллические теплоносители (вода, аммиак, ацетон, фреоны и т.д.). Для возврата конденсата в зону испарения используют гравитационные, капиллярные, центробежные, электростатические, магнитные, осмотические силы.

Растущие требования к эффективности теплообмена привели к созданию более эффективных и универсальных теплопередающих устройств – «контурных тепловых труб» (КТТ). КТТ способны работать при любой ориентации в гравитационном поле и в условиях невесомости, имеют более высокую теплопередающую способность, легче адаптируются к условиям размещения и эксплуатации. В настоящее время созданы устройства от миниатюрных с массой менее 10 г и мощностью 30 Вт до весьма протяженных с расстоянием теплопереноса более 20 м и мощностью около 2 кВт.

КТТ выполнены в виде замкнутого герметичного контура, частично заполненного теплоносителем. Контур включает испаритель, снабженный специальной капиллярно-пористой структурой (КПС) и конденсатор, которые соединены трубопроводами для пара и жидкости диаметром от 1 до 10 мм. Испаритель КТТ (рис. 1) выполняет одновременно роль капиллярного насоса, обеспечивающего прокачку теплоносителя по контуру, и испарительного теплообменника, находящегося в контакте с источником тепла. Конденсатор служит для теплообмена с внешним стоком тепла. Сверхнизкое термическое сопротивление КТТ (от 0,01 до 0,1 К/Вт), позволяет осуществить передачу больших тепловых потоков с высокой плотностью при малых перепадах температуры между ними.



Рис. 1. Схема капиллярного испарителя

Основное назначение КПС – распределение жидкости на поверхности теплообмена в виде тонкой пленки и поддержание этой пленки с помощью капиллярных сил в широком диапазоне тепловых нагрузок. Дополнительно в КТТ КПС выполняет еще и специфическую функцию теплового затвора.

Функции КПС определяют предъявляемые к ним требования. Основным из них является малая величина эффективного радиуса пор, что позволяет развивать в низкотемпературном диапазоне капиллярное давление до 50 кПа на аммиаке и до 150 кПа на воде. Важна оптимальная величина пористости, обеспечивающая приемлемую проницаемость при сохранении необходимой прочности. Кроме того, к КПС предъявляются требования по коррозионной стойкости, изотропии структуры и теплофизических свойств, смачиваемости, пригодности к механической обработке, инертности по отношению к теплоносителю.

Традиционно КПС (рис. 2) получают методами порошковой металлургии в виде тел вращения (труб, стаканов). Паровые каналы наиболее часто получают механической обработкой. Последнее приводит к увеличению трудоемкости изготовления КПС и негативно сказывается на работоспособности КПС – происходит поверхностное закрытие пор в паровых каналах, снижающее их проницаемость на 50% и более.

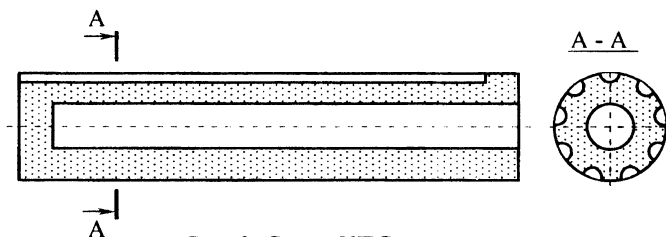


Рис. 2. Схема КПС принципиальная

В этой связи ставятся задачи получения паровых каналов при формировании порошковой заготовки КПС в процессах обработки давлением, исключая их механическую обработку. Такую возможность в полной мере для длинномерных порошковых изделий может обеспечить способ сухого радиального прессования [3] при уплотнении на оправку. При этом существуют достаточно эффективные способы снижения поверхностного закрытия пор на порошковых изделиях [4]. Использование эластичного деформирующего инструмента и схема радиального прессования способствуют равномерному распределению плотности по объему прессовки, что гарантирует изотропию структуры и теплофизических свойств, позволяют, в диапазоне технологических свойств материала порошка, в достаточно широких пределах варьировать величиной пористости.

Формирование наружной поверхности с готовыми паровыми каналами в процессе радиального прессования требует разработки конструкции соответствующей пресс-формы. Такая разработка осуществляется на основе требований к размерам и плотности КПС и технологических свойств материала порошка, в частности, насыпной плотности, с учетом диаграммы уплотнения конкретного порошка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чи, С. Тепловые трубы: Теория и практика / Пер. с англ. В.Я.Сидорова. – М.: Машиностроение, 1981. – 207с., ил.
2. Майданик, Ф.Ю., Судаков, Р.Г. Контурные тепловые трубы – высокоэффективные теплопередающие устройства для систем терморегулирования // Урало-Сибирская науч.-практ. конф. – Пермь, 1999. – С. 142 – 147.
3. Реут, О.П., Богинский, Л.С., Петюшик, Е.Е. Сухое изостатическое прессование уплотняемых материалов. – Мн.: Дзэбор, 1998. – 258 с.
4. Заявка на патент РБ № а20030129 МПК⁷ В 22F 3/02. Форма для прессования пористых изделий из порошка / Петюшик Е.Е., Реут О.П. Якубовский А.Ч., Дробыш А.А., Гармаза В.В. – Заявл. 18.02.2003; Опубл. 30.09.2004 // Официальный бюллетень / Изобретения, полезные модели, промышленные образцы. – 2004. – № 3 (42). – С.27.

УДК 621.762.4

Конон А.Б., Литецкий В.Ю.

КОНСТРУКЦИЯ ПРЕСС-ФОРМЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ СТКТУРЫ

*Белорусский национальный технический университет,
Минск, Республика Беларусь*

Научный руководитель докт. техн. наук доцент Петюшик Е.Е.

A system of calculation basic components press molds was transferred for radial pressing of capillary-porous structure of heat pipes.

Традиционным способом формирования паровых каналов на наружной поверхности капиллярно-пористых структур (КПС) тепловых труб является обработка резанием. Этим вызван ряд технологических и конструктивных недостатков:

- усложнение технологического процесса получения и увеличение трудоемкости изготовления КПС;
- поверхностное закрытие пор, что снижает эксплуатационные свойства КПС;
- увеличение расхода материала, вызывающее рост стоимости конечного продукта.

В этой связи ставится задача получения паровых каналов при формировании порошковой заготовки в процессе обработки давлением, исключая их механическую обработку. Такую возможность может обеспечить способ сухого радиального прессования [1] при уплотнении на оправку, реа-