

Теплообменное оборудование на основе тепловых труб

Студенты гр.104614 Шаматульская Н.В., Скаева Е.М.
Научные руководители – Агеенко А.В., Керженцева Л.Ф.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью представленной работы является разработка эффективного теплообменного оборудования на основе тепловых труб для использования вторичных энергетических ресурсов.

В настоящее время в различного рода теплообменниках широко применяются автономные испарительно-конденсационные устройства без движущихся частей – тепловые трубы (ТТ), обладающие свойством сверхпроводимости тепла. ТТ в общем случае состоит из трех секций, или зон: зона испарения (1), адиабатическая зона (2) и зона транспорта (3) (рис. 1). Тепло (q) подводится к зоне испарения (1), вследствие чего рабочая жидкость, находящаяся в равновесии с паром, испаряется (а). Под действием перепада давления между «горячей» зоной испарения и «холодной» зоной конденсации пар перетекает (б) в зону конденсации (3) и здесь конденсируется (с). При фазовом переходе жидкость поглощает или,

соответственно, выделяет скрытую теплоту испарения (q). По капиллярной структуре жидкость возвращается (d) из зоны испарения в зону конденсации под действием капиллярных сил.

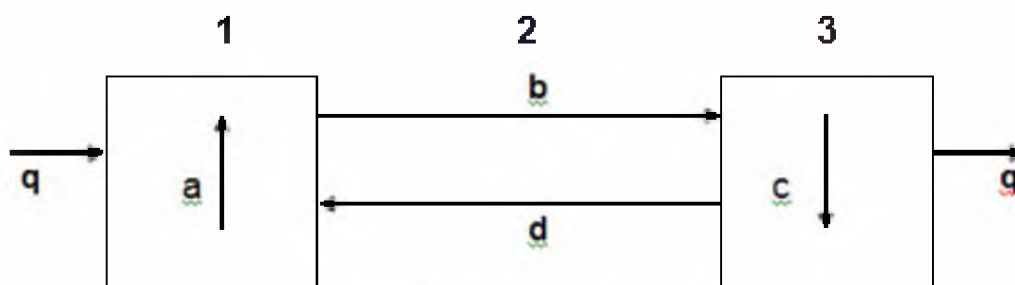


Рис. 1. Блок-схема тепловой трубы

Достоинствами ТТ являются компактность и незначительная масса, высокая надежность и долговечность, достаточно простая технология изготовления и относительно невысокая стоимость. Теплообменники на ТТ – современные теплообменные аппараты, обладающие рядом уникальных свойств. Их применение в технике открывает возможность утилизации энергии там, где традиционные теплообменники использовать экономически невыгодно или невозможно.

Новые возможности в разработке эффективного теплообменного оборудования открываются с появлением нового поколения ТТ – контурных тепловых труб (КТТ), обеспечивающих значительное повышение теплопередающей способности и расстояний теплопередачи за счет более совершенной конструкции капиллярного насоса-испарителя, в котором испарение теплоносителя происходит в систему параллельных капиллярной структуре паротводных каналов.

Общепринятый способ изготовления контурных тепловых труб путем предварительного спекания капиллярной структуры в виде втулки нужных размеров, нарезания на ней канавок и запрессовывания в корпус испарителя ограничивает контурные тепловые трубы по мощности, поскольку затруднительно запрессовать пористую втулку значительных размеров в корпус, не разрушив ее. К тому же нарезание механическим способом канавок на наружной поверхности капиллярной структуры (иногда канавки выполняются в корпусе испарителя) приводит к тому, что часть нагреваемой поверхности корпуса не покрыта капиллярной структурой, концентрация основной части теплового потока в месте контакта капиллярной структуры с корпусом испарителя приводит к пересыханию части норового пространства капиллярной структуры, которое связано с появлением дополнительных потерь давления по пару и ростом температурного уровня КТТ. По указанным причинам в настоящее время не созданы испарители для контурных труб мощностью более 1,5 кВт. В связи с этим важно иметь в испарителе КТТ такую систему паротводных каналов, которая обеспечила бы формирование стабильной, хорошо развитой поверхности испарения вблизи нагреваемой стенки. Возможный вариант уменьшения неоднородности теплового потока на испаряющей поверхности заключается в создании системы паротводных каналов, расположенных внутри капиллярной структуры на некотором удалении от стенки испарителя.

В ГНУ «Институт порошковой металлургии» разработана технология изготовления капиллярного насоса-испарителя, позволяющая посредством спекания мелкодисперсного порошка непосредственно в корпусе получать высокоэффективную капиллярную структуру с размером пор порядка 1 мкм при совершенном контакте капиллярной структуры с корпусом. При этом паротводные каналы расположены внутри капиллярной структуры на некотором удалении от корпуса, что, как показано выше, позволяет значительно равномернее распределить тепловой поток по испаряющей поверхности, снизить максимальную плотность теплового потока в несколько раз. Тем самым возможно значительно интенсифицировать процесс теплообмена и повысить критический средний тепловой поток, а также снизить температуру корпуса испарителя. КТТ. Разработанная технология позволяет получать капиллярные насосы-испарители значительных размеров и, соответственно, мощности. Так, насос-испаритель, рассчитанный на мощность испарения порядка 10 кВт, имеет габариты: диаметр 70 мм, длина 300 мм. Теплообменное оборудование на основе подобных порошковых капиллярных насосов-испарителей может эффективно применяться для обогрева домов, производственных цехов, помещений для хранения сельскохозяйственной продукции, животноводческих комплексов, парниково-тепличных комбинатов, где возможно использование вторичных энергоресурсов.

Подобные капиллярные насосы-испарители могут также использоваться для изготовления автономных передвижных парогенераторов для получения пара в технологических целях, аналогичных выпускаемым фирмой «Hogess Maschinenbau GmbH» (ФРГ). Использование таких парогенераторов весом порядка 10 - 100 кг и производительностью по пару 10 – 100 кг/час позволит отказаться от необходимости использования материалоемкого котлового оборудования, прокладки и обслуживания разветвленной системы паропроводов, улучшить теплотехнические параметры пара.