

УДК 004.35

ТЕРМОСИФОНЫ И ТЕПЛОВЫЕ ТРУБЫ. РАЗЛИЧИЯ, ОСОБЕННОСТИ И СПОСОБЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Швинденкова Е.С., Меньшикова О.А., Филиппов Н.С., Хасанов Б.М.

Уфимский государственный авиационный технический университет

E-mail: ruslanofthering@rambler.ru

В статье рассматривается принцип работы и устройство термосифонов и тепловых труб. Описаны процессы тепломассопереноса в обоих устройствах, их особенности и различия. Приведены различные конфигурации термосифонов, тепловых труб и теплообменников на их основе. Приведены примеры и возможные преимущества использования таких теплообменников.

Ключевые слова: термосифон, тепловая труба, тепломассообмен.

THERMOSYPHONS AND HEAT PIPES. DIFFERENCES, FEATURES AND METHODS OF USE

Shvindenkova E.S., Menshikova O.A., Filippov N.S., Khasanov B.M.

Dependence of condenser pressure on the cooling water temperature and cooling multiplicity, subcooled water at the outlet of the condenser to the saturation temperature of steam in KG2-6200 condenser inlet temperature of the condenser and the steam load is considered in the article. The reference to the appropriate method of calculation for the nominal and arbitrary modes of condenser is given. method of constructing the above dependencies is discribed, graphs that showing the result of research is showed.

The principle and device of thermosiphons and heat pipes is considered in the article. The heat and mass transfer processes in both devices, their characteristics and differences is described. The different configuration of thermosiphons and heat pipes and heat exchangers on their base is considered. Examples of the possible benefits and the use of such heat exchangers is showed.

Keywords: thermosyphon, heat pipe, heat and mass transfer.

Процессы теплообмена являются неотъемлемой составляющей множества процессов, будь то химическая промышленность или выработка электрической энергии. Неудивительно, что развитие теплообменных аппаратов подталкивается необходимостью все более совершенного теплопереноса, появление новых задач, в которых необходим процесс теплообмена.

В этих условиях интерес к тепловым трубам и термосифонам в последнее время непрерывно возрастает [1].

Рассмотрение тепловых труб и термосифонов логичнее начать с последнего, так как его устройство значительно проще и в некоторых отношениях два этих устройства аналогичны.

Термосифон (или гравитационная тепловая труба) изображен на рисунке 1,а, в него помещен теплоноситель (например, вода) и откачан воздух, стрелкой 1 показан подвод теплоты от первой среды, а стрелкой 2 отвод теплоты второй средой, 3 – пар теплоносителя, 4 – его конденсат. Таким образом, передача тепла от охлаждаемой к нагреваемой среде происходит посредством испарения теплоносителя, пара которого под действием конвекции поднимаются вверх, где охлаждаются и стекают в виде конденсата в нижнюю часть под действием силы тяжести. Из вышесказанного следует, что процесс теплообмена в данном устройстве возможен лишь при расположении нагреваемого потока выше охлаждаемого, что не всегда возможно [2].

Указанное ограничение снимается тепловой трубой, в которой передача тепла может проходить в любом направлении. Достигается это с помощью фитиля 2 (рисунок 1, б) – пористой структуры, способной под действием капиллярных сил перемещать конденсат в заданном направлении. Высокие коэффициенты теплопередачи обуславливаются молярным переносом теплоты фазового перехода промежуточного теплоносителя от источника теплоты к потребителю. Для эффективного функционирования тепловых труб необходимы гидродинамические и термодинамические условия. Гидродинамические – характеризуют равенство движущих сил с силами, определяющими потери давления при течении пара, жидкости и фазовых переходах. Термодинамические – определяются перепадами температур на отдельных участках тепловых труб, сумма которых не должна превышать имеющуюся разность температур между источником теплоты и ее потребителем. Кроме капиллярных сил в тепловой трубе могут быть использованы центробежные, электростатические объемные, магнитные объемные и осмотические силы, но в данной статье они рассмотрены не будут [3].

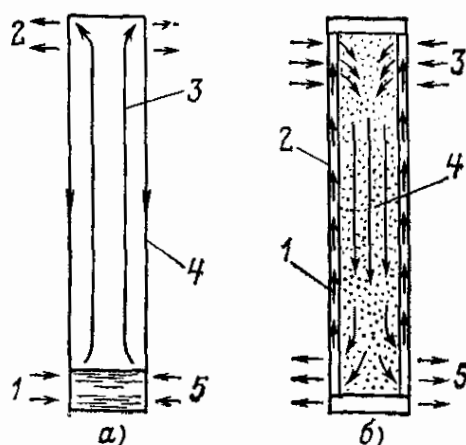


Рисунок 1. Термосифон (а) и тепловая труба (б)

а – термоифон: 1- подвод теплоты; 2 – отвод теплоты; 3 –пар; 4 –конденсат; 5 –жидкость;
б - тепловая труба: 1 – конденсат; 2 – фитиль; 3 – подвод теплоты; 4 – пар; 5 –отвод теплоты.

В термосифонах и тепловых трубах достигается передача высокого теплового потока и эффективная теплопроводность, так как скрытая теплота парообразования велика, и, даже, при малой разности температур между концами теплообменного аппарата он может передавать значительное количество теплоты. Наличие пористой структуры в тепловых трубах создает дополнительное гидродинамическое сопротивление для движения конденсата промежуточного теплоносителя к зоне испарения, в результате чего предельные тепловые потоки в фитильных тепловых трубах меньше, чем в термосифонах [1]. Кроме того, использование фитильной структуры усложняет изготовление тепловых труб и приводит к существенному повышению их стоимости.

Несмотря на простоту идеи, исполнение как термосифонов, так и тепловых труб может быть крайне разнообразным и зависит от способов применения, теплообменных сред и так далее. На рисунке 2 показаны возможные исполнения термосифонов. В первом ряду показаны термосифоны с неорганизованной циркуляцией, во втором – с организованной

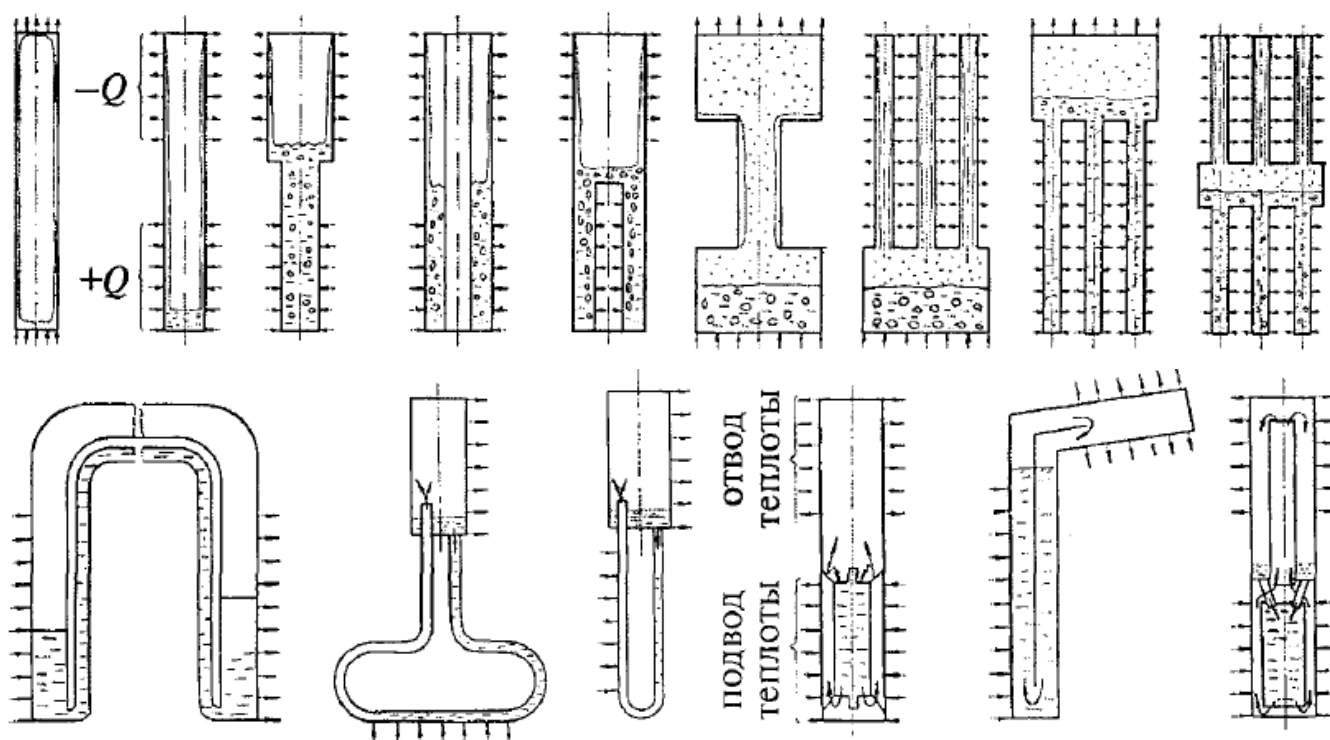


Рисунок 2. Конструктивные варианты термосифонов

Кроме того, существуют термосифоны с регуляторами давления, что позволяет изменять температуру конденсации и испарения теплоносителя внутри устройства, а, значит, и регулировать работу на различных режимах.

Применение, так же как и конструкции, для таких теплообменных устройств могут быть различными. Приведем лишь некоторые примеры [4]:

- утилизация вторичных ресурсов нефтепереработки и нефтехимии;

- конденсация отработавшего пара паротурбинных установок;
- использование для отвода тепла электронного оборудования в случаях, когда площадь тепловыделения значительно меньше необходимой площади для теплоотвода;
- применение тепловых труб в условиях невесомости или изменяемой ориентации объекта;
- применение в жилищно-коммунальном хозяйстве;
- применение в металлургии для охлаждения кипящего слоя печей, газоотводящих коробов и т.д.

Схема простейшего термосифонного теплообменника представлена на рисунке 3.

В работе [5] показано, что использование такого теплообменника для охлаждения дизельного топлива позволяет уменьшить необходимую теплообменную поверхность более чем на 62%. При этом увеличения коэффициента теплопередачи, и соответственно уменьшения поверхности теплообмена, можно добиться применением оребрения термосифонных трубок с наружной и внутренней стороны, а так же применением пористого покрытия внутренней поверхности стенок термосифона.

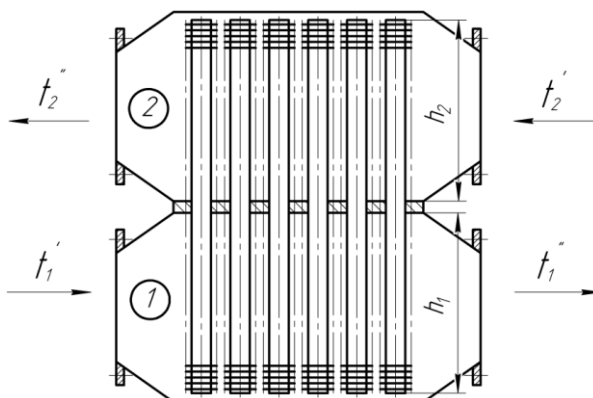


Рисунок 3 – Схема термосифонного теплообменника-утилизатора

Таким образом, можно сделать вывод о необходимости рассмотрения теплообменных аппаратов на основе термосифонов и тепловых труб в тех процессах, в которых происходит передача теплоты от одной среды к другой, так как их применение позволяет уменьшить теплообменные площади и, соответственно, капитальные затраты.

Список литературы

1. Пиоро, И.П. Эффективные теплообменники с двухфазными термосифонами / И.П. Пиоро В.А. Антоненко, П.С. Пиоро. - Киев: Полиграфкнига, 1991. -245 с.
2. Бакиев, Т.А. Разработка теплообменных агрегатов на базе термосифонов для производств нефтепереработки / Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.04.09. - Уфа: УГНТУ, 2003.

3. Безродный, М.К. Расчет и оптимизация глубины утилизации теплоты отходящих газов с помощью термосифонных утилизаторов / М.К. Безродный, С.А. Хавин // Энерготехнологии и ресурсосбережение. – 2008. - № 3. – С. 66-70.

4. Безродный, М.К. Двухфазные термосифоны в промышленной теплотехнике / М.К. Безродный, С. С. Волков, В. Ф. Мокляк. - Киев: Вища школа, 1991.

5. Фиотович Ю.А., Аллагузина Н.Б. Термосифонный теплообменный аппарат для утилизации низкопотенциального тепла// Молодежный Вестник УГНТУ № 12 - Уфа: УГНТУ, 2003.
