



УДК 536.24

ТЕРМОСИФОН**THERMOSIPHON**

Израилов Михаил Михайлович, магистрант каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: izrailovmm@gmail.com, Тел.: +7(908) 880-64-54

Попов Александр Ильич, кандидат технических наук доцент каф. «Атомные станции и возобновляемые источники энергии», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Россия, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19. E-mail: chepopov@rambler.ru, Тел.: +7(343)379-97-11

Mikhail M. Izrailov, graduate student, Department «Nuclear Energy and Renewable Energy Sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira street, 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: izrailovmm@gmail.com, Ph.: +7(908) 880-64-54

Alexander I. Popov, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor., Prof., Department «Nuclear Energy and Renewable Energy Sources», Ural Federal University named after the first President of Russia B.N.Yeltsin, 620002, Mira str., 19, Ekaterinburg, Russia. E-mail: chepopov@rambler.ru Ph.: +7(343)379-97-11

Аннотация: В данной статье рассмотрен термосифон. Предлагаемое изобретение относится к теплотехнике и может быть использовано в устройствах для передачи тепловой энергии. Описаны преимущества изобретения перед аналогами. Представлены схемы различных вариантов конструкции. В заключении сделан вывод о том, что предложенный термосифон найдет широкое применение в теплотехнике для передачи тепловой энергии по протяженным путям.

Abstract: As the title implies the article describes the thermosiphon. The proposed invention relates to heat engineering. It can be used as devices for transferring heat energy. It is described in short comparison of the invention with prototypes. Much attention is given to advantages of the invention over similar products. Design sectional drawing is proposed. Conclusions are drawn that the thermosyphon will find wide application in heat engineering.

Ключевые слова: термосифон, тепловая труба, теплопередача.

Key words: thermosyphon, heat pipe, heat transfer.

Во многих отраслях промышленности применяются теплообменники с промежуточными теплоносителями, претерпевающими фазовые превращения. Обладая рядом особенностей термосифоны успешно конкурируют с традиционными теплообменными аппаратами. В настоящее время кипение и конденсация представляют собой основные процессы в различных технологиях и оборудовании и определяют производительность и эффективность оборудования предприятий. Этим объясняется интерес к повышению эффективности теплообменников.

Разнообразие мест, в которых можно использовать термосифонные теплообменники, повлекло за собой создание большого разнообразия конструктивных выполнений этих теплообменников. В Уральском Федеральном университете имени первого президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина кафедрой Атомных станций и нетрадиционных источников

энергии разрабатываются патенты на изобретения в данной области.

В статье рассматривается термосифон для передачи тепловой энергии по вертикальным каналам в системах теплоэнергетики. Изобретение относится к теплотехнике и может быть использовано для передачи тепловой энергии [1]. Термосифон представлен в двух вариантах. На рисунке 1 изображен термосифон с трубным перевернутым сифоном, требующая для этого увеличения диаметра корпуса термосифона, а на рисунке 2 сифон выполнен в виде перевернутого над паропроводом стакана, что уменьшает габариты корпуса конденсатора и соответственно, диаметр корпуса термосифона.

Термосифон на рисунке 1 содержит корпус 1 с нижней испарительной камерой 2 «+Q» и верхней конденсирующей «-Q» камерой 3, которые соединены паропроводом 4 с воронкой 5, имеющей кольцевой зазор 6 или отверстия между

воронкой и корпусом. В верхнюю камеру, заполненную частично сконденсированной жидкостью, введен корпус конденсатора 7, во внутрь которого пропущен паропровод, соединенный с перевернутым сифоном 8, причем верхняя часть сифона находится в воздушной зоне конденсатора, а его конец размещен в жидкости. В корпусе конденсатора выполнены отверстия 9 и размещена под ними на уровне сконденсированной жидкости дополнительная воронка 10, имеющая с корпусом кольцевой зазор 11 или отверстия между нею и корпусом.

В верхней части корпуса конденсатора установлен клапан 12, а в нижнюю испарительную камеру введен кольцевой наполнитель 13 с высокой теплопроводностью, плотно прилегающий к внутренней стенке корпуса и расположенный ниже воронки паропровода.

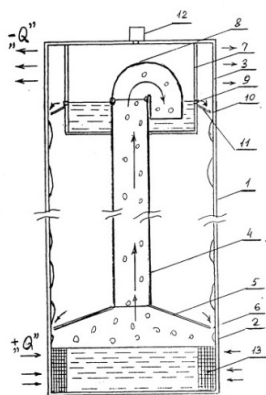


Рис. 1. Термосифон с трубным перевернутым сифоном

Чтобы не увеличивать сопротивление движению пара из паропровода в сифон, диаметр последнего должен быть таким же, как в паропроводе или больше, что обуславливает применения для корпуса термосифона трубы большего размера.

На рисунке 2 сифон выполнен в виде перевернутого над паропроводом стакана 14, опущенного в жидкость конденсатора, что создает лучшие условия для заполнения паром воздушной зоны стакана и его последующей конденсации, при этом предоставляется возможность уменьшить диаметр корпуса термосифона.

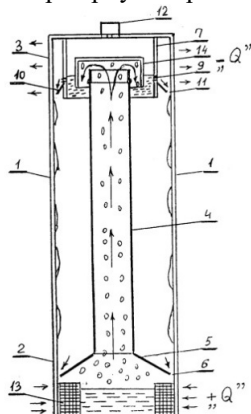


Рис. 2. Термосифон с сифоном в виде перевернутого над паропроводом стакана

Технический результат достигается в следующем:

- увеличена термодинамическая эффективность за счет полной конденсации паров, пропускаемых через сконденсированную жидкость в корпусе конденсатора верхней камеры термосифона;
- увеличена термодинамическая эффективность за счет использования в нижней камере термосифона воронки, соединенной с паропроводом, препровождающем пар в конденсатор верхней камеры, а также – использования дополнительной воронки в конденсаторе, расположенной вместе с отверстиями на уровне сконденсированной жидкости;
- увеличена термодинамическая эффективность за счет введения в нижнюю камеру кольцевого мелкоячеистого наполнителя из металла, усиливающего эффект пленочного испарения жидкости;
- увеличена термодинамическая эффективность за счет размещения клапана для удаления неконденсирующихся газов в верхней части корпуса конденсатора.

Термосифон (рис. 1) работает следующим образом. При нагреве «+Q» нижней испарительной камеры 2 до кипения жидкости пары ее, ограниченные зоной воронки 5, поступают в паропровод 4 и далее через сифон 8 передаются в жидкость корпуса 7 конденсатора, конденсируясь в последнем «-Q». Поскольку пары в сифоне проходят «пробулькивая» через жидкость, то это гарантирует их полную конденсацию, а высвободившиеся несконденсированные газы накапливаются в верхней части корпуса конденсатора и удаляются через клапан 12.

Увеличивающийся объем жидкости конденсата через отверстия 9 в корпусе поступает на дополнительную воронку 10 конденсатора и далее через зазоры 11 на внутреннюю стенку корпуса 1 термосифона, стекая по ней через зазоры 6 до кольцевого мелкоячеистого наполнителя 13 нижней испарительной камеры 2.

Мелкоячеистый наполнитель 13, выполненный из металла, обладает высокой теплопроводностью для передачи жидкости внешней тепловой энергии и усиливает пленочное испарение за счет большой испарительной поверхности. Пленочное распределение жидкости в теплообменных поверхностях получило широкое распространение в технике [2].

При попадании пленки жидкости на мелкоячеистый наполнитель происходит ее перемешивание за счет сетчатой структуры наполнителя и создается волновой режим течения пленки. В работе [3] указывается, что при волновом режиме течения теплопередача на 20% больше, чем при гладком ламинарном течении. Таким образом, наличие мелкоячеистого наполнителя 13 в нижней испарительной камере 2

приводит к возникновению дополнительного теплового потока, обусловленного поперечным течением жидкости.

На фиг. 2 сифон 14 выполнен в виде перевернутого стакана над паропроводом 4, при этом площадь кольцевого зазора между внутренним диаметром стакана и внешним диаметром паропровода больше площади отверстия паропровода, поэтому пар жидкости свободно перемещается и конденсируется внутри кольцевого зазора. Это создает условия для уменьшения габаритов термосифона за счет использования трубы для его корпуса меньшего размера. В дальнейшем функционирование термосифона с сифоном в виде перевернутого стакана происходит аналогично вышеописанному.

Известны устройства аналогичного назначения, например, «Термогравитационная тепловая труба» [4], которая содержит вертикальный корпус, а также коаксиально расположенную в нем разделительную вставку. Недостатком данного устройства является низкая термодинамическая эффективность, обусловленная малой испарительной поверхностью на нижнем торце с зубчатой кромкой и малой конденсационной поверхностью на концах теплопроводящих стержней в зоне конденсации. Кроме того, в данном устройстве не предусмотрено принудительное удаление конденсирующихся газов.

Известна также «Тепловая труба» [5], содержащая герметичный корпус с зонами испарения, конденсации и транспортирования пара и установленный по оси трубы стакан с отверстиями на боковой поверхности, прикрепленный открытым концом к торцу зоны конденсации, причем днище стакана выполнено глухим, с диаметром больше диаметра стакана и имеет на периферии буртик, обращенный в зону конденсации, а отверстия расположены на участках, примыкающих к зонам конденсации.

Недостатком данного устройства является низкая термодинамическая эффективность из-за малых испарительных и конденсационных поверхностей - только на внутренних поверхностях трубы, а также неэффективная система отбора и удаления неконденсирующихся газов.

Известен «Термосифон» [6], содержащий цилиндрический корпус с зонами испарения, конденсации и транспорта, установленную внутри корпуса соосную вставку с открытыми торцами и резервную емкость, выполненную в виде отдельного сосуда, размещенного вне корпуса на кольцевой полости, имеющей с корпусом общую стенку, причем резервная емкость соединена с внутренней полостью вставки посредством каналов.

Этот термосифон имеет повышенную теплопередающую способность за счет того, что избыток теплоносителя в жидкой фазе заполняет резервную емкость, обеспечивая увеличение интенсивности теплообмена в зоне конденсации. Недостатком термосифона является малая испарительная поверхность и наличие неконденсирующихся газов, резко снижающих термодинамическую эффективность подобных устройств.

Ближайшим аналогом (прототипом) является «Термосифон» [7] Института теплофизики СО РАН. Устройство состоит из верхней камеры, имеющей форму цилиндра с крышкой, нижней камеры, которая перегороджена воронкой для сбора пара, имеющей по краям небольшие отверстия для перетока сконденсированной жидкости в нижнюю камеру, паропровода и клапана для выпуска неконденсирующихся газов.

Недостатком этого термосифона является малая испарительная поверхность зоны конденсации (крышка цилиндра и его боковые стенки), а также неполный отвод неконденсирующихся газов, которые оттесняются парами жидкости из верхней в нижнюю камеру, где частично, при обслуживании термосифона, могут быть удалены наружу.

В рассмотренном термосифоне обеспечивается полная конденсация паров путем пропускания их через слой жидкости в зоне конденсации и повышена термодинамическая эффективность за счет удаления конденсирующихся газов, а также увеличена эффективность зон испарения и конденсации. Это позволяет более эффективно использовать его для передачи тепловой энергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов А.И., Щеклеин С.Е., Термосифон. Патент РФ № 2646273, МПК F28D 15/00.
2. Тананайко Ю.М., Воронцов Е.Е. Методы расчета и исследования пленочных процессов. Киев, 1975.
3. Капица П.Л., Капица С.П. ЖЭТФ. Т. 19, 1949, №2, с. 105-120.
4. Чарыев А., Нурыев С. Термогравитационная тепловая труба. Авторское свидетельство СССР №637614, МПК F28D 15/00 (аналог).
5. Кухарский М.П., Илюшин К.А. Тепловая труба. Авторское свидетельство СССР №624102, МПК F28D 15/00 (аналог).
6. Дорман Е.И., Алешина Е.Л. и др. Термосифон. Авторское свидетельство СССР №731261, МПК F28D 15/00 (аналог).
7. Чиннов Е.А., Кабов О.А. Термосифон. Патент РФ №2373473, МПК F28D 15/02 (прототип).
8. Щеклеин С.Е., Попов А.И. Кольцевой регулируемый термосифон. Патент РФ №2608794, МПК F28D 15/00 (аналог).