

УДК 621.565.83

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ТЕПЛООБМЕННИКА- ТЕРМОСИФОНА ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ МОДУЛЬНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

Ушаков К.Ю., студент гр. ТЭб-121, IV курс

Петерс А.Н., студент гр. ТЭб-141, II курс

Беляевская Л.Ю., ассистент

Научный руководитель: Темникова Е.Ю., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Имеющиеся автономные модули систем управления оборудованием нуждаются в поддержании определенных параметров окружающей среды, таких как чистота воздуха и его температура. Для выполнения этих требований модуль должен быть герметичным, где циркулирует воздух, а для охлаждения снаружи устанавливают холодильные агрегаты, стоимость которых в среднем составляет около 2 млн. руб.

На сегодняшний день существуют системы охлаждения, применяемые в различных устройствах теплообменного оборудования, на основе испарительно-конденсационного цикла – замкнутые двухфазные термосифоны различных конструкций [1-2]. Они считаются эффективными по сравнению с другими элементами систем охлаждения, так как имеют высокие теплопередающие характеристики и просты в изготовлении [1, 3-4]. Но внедрение термосифонов до настоящего времени не является крупномасштабным, так как, несмотря на относительно простой механизм работы термосифонов, не разработана общая теория процессов теплопереноса в них, учитывающая большой комплекс физических процессов, протекающих в зонах испарения и конденсации, в паровом канале, движущейся пленке конденсата [1, 5].

Задачей данной работы является создание экспериментальной установки для исследования эффективности работы замкнутых двухфазных термосифонов с целью получения теплообменного устройства, не нарушающего процесс циркуляции воздуха внутри модуля системы управления и способного поддерживать необходимую температуру (около 60°C), что обеспечит эффективный отвод теплоты из зоны работы оборудования модуля.

На рис. 1 представлена схема экспериментальной установки для исследования процесса отвода теплоты с помощью двухфазных замкнутых термосифонов. Она представляет собой короб 1, к которому для подвода в верхнюю часть холодного и в нижнюю часть горячего воздуха (см. стрелки) присоединены с разных сторон конфузур 2. Для предотвращения перемешивания горячего и холодного воздуха предназначена герметичная перегородка 3. В коробе 1 расположены термосифоны, состоящие из ряда вертикальных медных

трубок диаметром 8 мм высотой 400 мм, соединенных между собой одной горизонтальной трубкой – коллектором. Рабочим веществом является фреон R141b. Это бесцветная прозрачная жидкость с физическими и химическими свойствами близкими к свойствам R11, R113. Химическая формула CH_3CFC_2 . Температура кипения 32,1 °С. Степень заполнения трубок составляет 20 %, не считая коллектор.

Замкнутый двухфазный термосифон представляет собой вертикально ориентированную бесфитильную тепловую трубу, в которой перенос тепло-

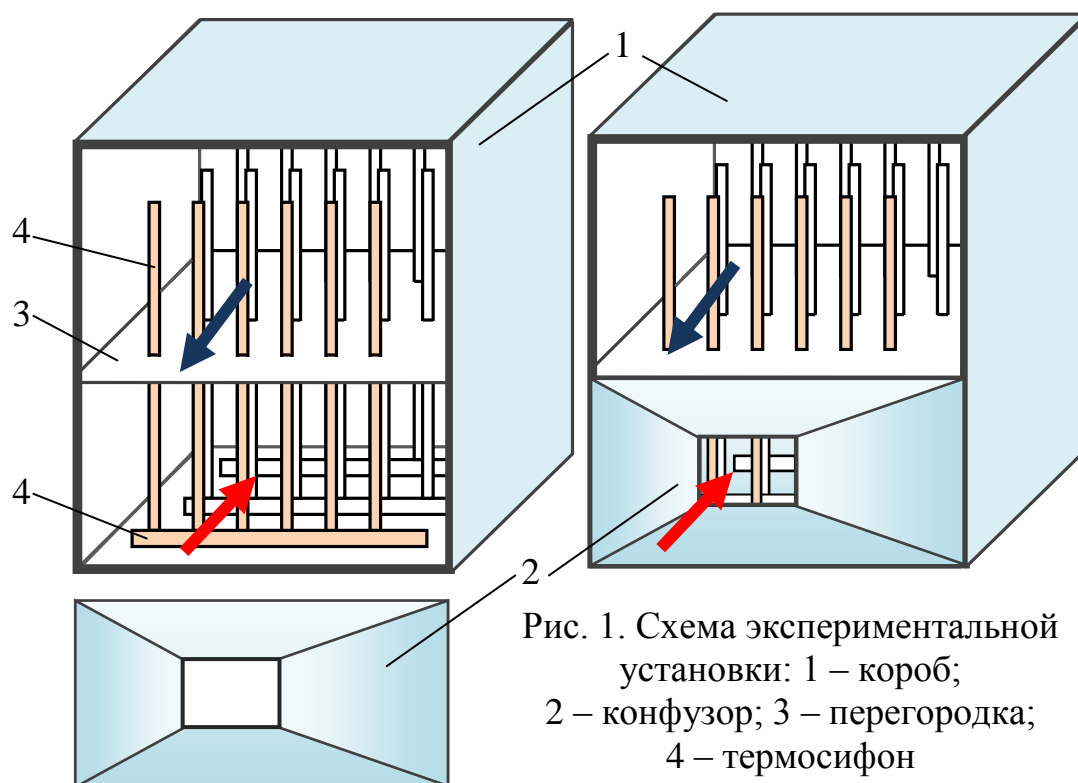


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – короб; 2 – конфузор; 3 – перегородка; 4 – термосифон

носителя от зоны испарения к зоне конденсации происходит под действием подъемной силы. Рабочее вещество (фреон), испаряясь в нижней части устройства за счет подвода теплоты от горячего воздуха, позволяет перенести большое количество энергии. Пар, образующийся в зоне испарения, вследствие воздействия выталкивающей силы поднимается в центральной части в область конденсации, где и происходит выделение скрытой теплоты фазового перехода за счет холодного воздуха. Сконденсированный пар по внутренней боковой поверхности термосифона под действием силы тяжести возвращается в зону испарения [3].

В ходе выполнения экспериментальных исследований будут измеряться температуры на входе и выходе из установки и расходы горячего и холодного воздуха. Кроме того предполагается проводить измерения температур на стенках термосифона в нижней и верхней частях.

На основе измеренных данных будет рассчитываться тепловой баланс, коэффициенты теплоотдачи воздуха, а также кипения и конденсации фреона по различным методикам с использованием данных численных и экспериментальных исследований других авторов [1-6]. Будет определяться термическое

сопротивление, которое является основным критерием эффективной работы термосифонов, причем основной вклад в него вносит зона испарения [6].

Известно, что на теплопередающие характеристики термосифонов влияет большое количество факторов: количество заправленного теплоносителя, его теплофизические свойства, длины зон нагрева (испарения) и конденсации и условия охлаждения зоны конденсации. Наличие большого количества влияющих факторов ставит задачу поиска наиболее оптимальной конструкции системы охлаждения на основе двухфазных замкнутых термосифонов, что является важным для конкретных условий применения их [4].

Созданная модель экспериментального стенда станет прототипом теплообменного аппарата, который можно использовать для охлаждения различного оборудования. В частности, для охлаждения модульных автоматизированных систем управления электрокалориферных установок для подачи воздуха в шахты, где на сегодняшний день применяют холодильные агрегаты стоимостью около 2 млн. руб. каждый.

Список литературы:

1. Безродный, М. К. Процессы переноса в двухфазных термосифонных системах. Теория и практика / М.К. Безродный, И.Л. Пиоро, Т.О. Костюк. – Киев: Факт, 2005. – 704 с.

2. Аль-Ани, М. А. Особенности гидродинамики и тепломассопереноса в термосифонах для использования в теплоэнергетическом оборудовании: дис. ... к-та техн. наук: 05.14.14, 01.04.14: защищена 01.07.11 - Томск, 2011. – 142 с.

3. Кузнецов, Г. В. Режимы смешанной конвекции в замкнутом двухфазном термосифоне цилиндрической формы / Г.В. Кузнецов, М.А. Аль-Ани, М.А. Шеремет // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 318. № 4. – С. 18-23.

4. Кравец, В. Ю. Интенсивность теплоотдачи в зоне испарения двухфазных термосифонов / В.Ю. Кравец, В.И. Коньшин, Н.С. Ванеева // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т. 2. № 5 (68). – С. 45-50.

5. Красношлыков, А. С. Численное моделирование тепловых режимов термосифонов / А.С. Красношлыков, Г.В. Кузнецов // Материалы III Междунар. молодежного форума «Интеллектуальные энергосистемы», Томск, 28 сент. – 2 окт. 2015. Т. 1. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015. – С. 25-28. – Режим доступа: <http://forumenergy2015.enin.tpu.ru/ru/site/page/view/compilation> – Загл. с экрана.

6. Кравец, В. Ю. Интенсивность теплоотдачи в зоне испарения двухфазного термосифона / В.Ю. Кравец, В.И. Коньшин, Е.Н. Письменный // МНПК «Современные информационные и электронные технологии»: мат. докл., Одесса, 27-31 мая 2013. – Одесса, 2014. – С. 30-33.