



УДК 621.1.016

**INTENSIFICATION OF THE HEAT TRANSFER OF THE LAYOUT
SAMPLE OF THE TWO-THREAD HEAT PIPE****ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ МАКЕТНОГО ОБРАЗЦА
ДВУХПОТОЧНОЙ ТЕПЛОВОЙ ТРУБЫ****Vazhanov A.G. / Бажанов А.Г.***c.ph.-m.s., as.prof. / к.ф.-м.н., доц.**Mordovian State University, Saransk, Bolshevistskaya, 68, 430005**Мордовский государственный университет, Саранск, Большевикская, 68, 430005***Remezov D.A. / Ремезов Д.А.***undergraduate of the department of thermal power systems / магистрант кафедры**теплоэнергетических систем**Mordovian State University, Saransk, Bolshevistskaya, 68, 430005**Мордовский государственный университет, Саранск, Большевикская, 68, 430005*

Аннотация. Была разработана экспериментальная установка макетного образца теплообменника в виде двухпоточной тепловой трубы, работающей против силы тяжести, с возможностью контроля параметров рабочей среды. Экспериментальная установка позволяет осуществлять работу тепловой трубы как в обычном, так и в импульсном режиме течения охлаждающей жидкости. Проведен расчет коэффициента теплопередачи тепловой трубы. Установлено, что в импульсном режиме коэффициент теплопередачи на 12% превышает коэффициент теплопередачи в стационарном режиме при аналогичных параметрах теплоносителя.

Ключевые слова: теплообменный аппарат, двухпоточная тепловая труба, испаритель, ударный узел, коэффициент теплопередачи.

Введение.

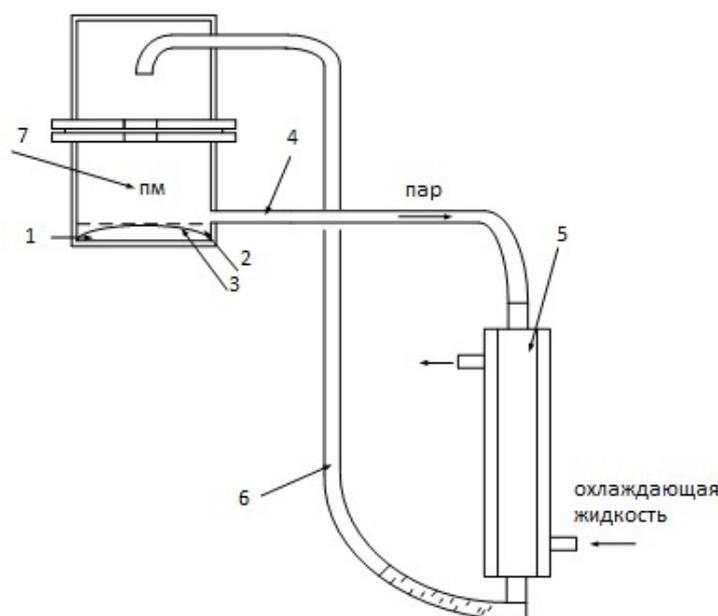
Одной из актуальных проблем промышленной теплоэнергетики является разработка различных способов интенсификации теплообмена.

В теплообменных аппаратах существуют различные способы интенсификации теплообмена: установка оребрения, нанесение шероховатости или серии углублений, выступы различной формы.

Одним из новых способов повышения эффективности теплообмена в теплообменниках является перевод циркуляции воды в системе охлаждения из стационарного режима в импульсный. При этом можно получить несколько эффектов. Во-первых, увеличивается коэффициент теплопередачи движущегося потока в зависимости от частоты и амплитуды пульсации скоростного течения, во-вторых, происходит самоочищение теплопередающих поверхностей оборудования [1-2].

Эксперимент

В данной работе, исследуется интенсификация теплопередачи макетного образца теплообменника в виде двухпоточной тепловой трубы, работающей против силы тяжести, при использовании импульсной циркуляции жидкости в контуре охлаждения. Была собрана экспериментальная установка, представленная на рис. 1.



1 – испаритель; 2,3,4 - отводящие каналы; 5- тепловая труба, 6-вода, образующаяся при конденсации, 7-пористый материал (войлок).

Рис.1. Схема экспериментальной установки

Двухканальная тепловая труба (ДТТ) служит для переноса теплоносителя против сил тяжести и представляет собой замкнутую испарительно-конденсационную систему с отдельными каналами для пара и жидкости. Принцип работы ДТТ следующий: под действием подводимого через стенку испарителя 1 тепла в зоне между стенкой испарителя и капиллярно-пористым телом 2 генерируется пар, отводящийся по каналам 3, 4 в конденсатор 5. В конденсаторе при отдаче тепла к охлаждающей жидкости пар конденсируется, образуя смыкающийся слой жидкости, который перекачивается под действием давления пара по конденсаторопроводу 6 в компенсационную полость. Контур замыкается через мелкопористую вставку 7 в испарителе.

Средства измерения включают: терморегулятор ТРМ 500, термосопротивление, манометр, расходомер (счётчик воды), мультиметр.

Испаритель - устройство, в котором осуществляется процесс фазового перехода жидкого теплоносителя в парообразное состояние за счет подвода тепла от более горячего теплоносителя (рис. 2).

Для интенсификации теплообмена в настоящей работе был разработан ударный узел (рис. 3). Он используется для создания импульсного движения жидкости для интенсификации теплообмена в теплопередающих устройствах [1-4].

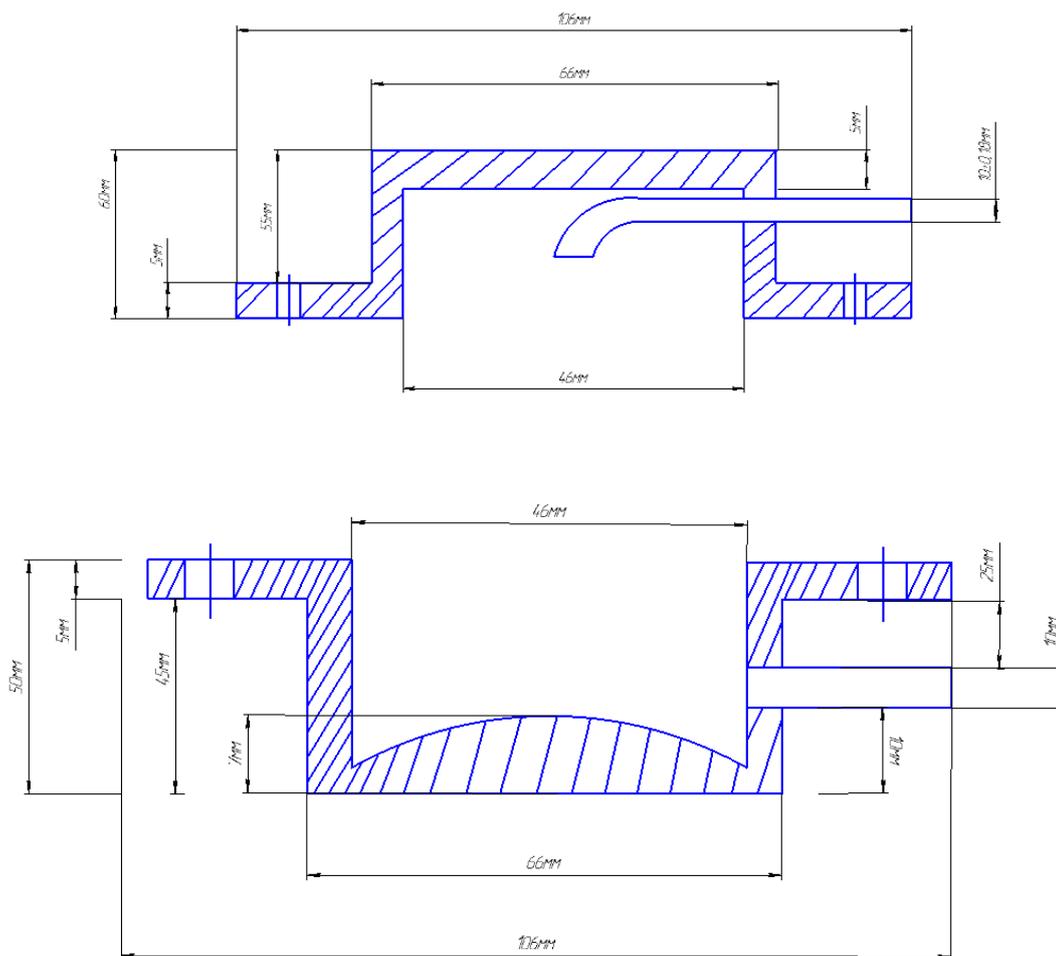


Рис. 2. Верхняя и нижняя часть испарителя в разрезе

Ударный узел работает следующим образом. Подача жидкости осуществляется из одного источника одновременно в оба входных отверстия 2 и 5. Расстояние между ударными клапанами 4 и 6 больше расстояния между входными отверстиями 2 и 5 на величину хода клапана. При полном открытии одного входного отверстия второе полностью закрыто, т.е. при "приподнятом" одном из ударных клапанов второй плотно прилегает к подвижному седлу 9. При открытом входном отверстии вода, проходя через него, действует на открытый ударный клапан, вызывая его закрытие и создание гидравлического удара. А так как ударные клапаны 4 и 6 жестко связаны между собой при помощи центрирующего штока 7, то перемещение одного из них приводит к перемещению другого, т.е. полное закрытие одного из них приводит к полному открытию другого. И процесс повторяется в той же последовательности для другого ударного клапана и т.д. Таким образом, данная конструкция способна самостоятельно поддерживать процесс закрытия и открытия ударных клапанов 4 и 6 [3-4].

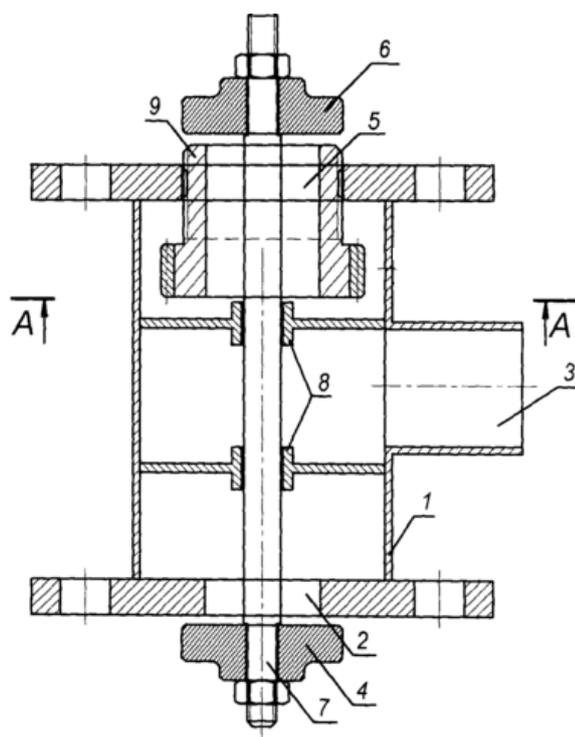


Рис. 3. Ударный узел в разрезе

Результаты и их обсуждение.

В работе проведены исследования зависимости разности температур охлаждающей жидкости и теплоносителя на входе и выходе из тепловой трубы от подаваемого количества теплоты (времени нагрева) при различных режимах течения охлаждающей жидкости. Также в работе был проведен расчет коэффициента теплопередачи при ламинарном и импульсном движении охлаждающей жидкости с разными расходами, различной мощностью нагрева.

Проведенные эксперименты показали, что в импульсном режиме охлаждения разность температур охлаждающей жидкости возрастает на 28 % по сравнению со стационарным режимом охлаждения при заданном расходе охлаждающей жидкости. С увеличением расхода в два раза эта разность уменьшается до 23%.

Также проведенные эксперименты показали, что в импульсном режиме охлаждения разность температур теплоносителя возрастает на 16 % по сравнению со стационарным режимом охлаждения при заданном расходе охлаждающей жидкости. С увеличением расхода в два раза эта разность уменьшается до 9%.

В работе был проведен расчет коэффициента теплопередачи при ламинарном и импульсном движении охлаждающей жидкости с разными расходами, с разной тепловой мощностью.

В результате анализа экспериментальных и расчетных данных установлено, что коэффициент теплопередачи тепловой трубы возрастает с увеличением мощности нагрева теплоносителя. При этом в импульсном режиме коэффициент теплопередачи в среднем на 12% больше, чем в стационарном режиме при исходных аналогичных параметрах теплоносителя.



Заключение и выводы.

Таким образом, в работе разработана и реализована схема экспериментальной установки макетного образца двухпоточной тепловой трубы с возможностью контроля параметров рабочей среды.

Экспериментальная установка позволяет осуществлять работу тепловой трубы, как в обычном, так и в импульсном режиме течения охлаждающей жидкости.

В результате проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы:

1) Получены зависимости разности температур охлаждающей жидкости от времени нагрева теплоносителя в стационарном и импульсном режимах течения охлаждающей жидкости при заданном расходе охлаждающей жидкости.

2) Установлено, что в импульсном режиме охлаждения разность температур охлаждающей жидкости возрастает на 28 % по сравнению со стационарным режимом охлаждения при заданном расходе охлаждающей жидкости. С увеличением расхода в два раза эта разность уменьшается до 23%.

3) Исследованы зависимости разности температур теплоносителя на входе и выходе из тепловой трубы от времени нагрева теплоносителя в стационарном и импульсном режимах течения охлаждающей жидкости при заданном расходе охлаждающей жидкости.

4) Установлено, что в импульсном режиме охлаждения разность температур теплоносителя возрастает на 16 % по сравнению со стационарным режимом охлаждения при заданном расходе охлаждающей жидкости. С увеличением расхода в два раза эта разность уменьшается до 9%.

5) Проведен расчет коэффициента теплопередачи тепловой трубы. Установлено, что коэффициент теплопередачи тепловой трубы возрастает с увеличением мощности нагрева теплоносителя. При этом в импульсном режиме коэффициент теплопередачи на 12% больше, чем в стационарном режиме при исходных аналогичных параметрах теплоносителя.

Литература:

1) Левцев А. П., Макеев А.Н. Импульсные системы теплоснабжения и водоснабжения / под. ред. А. П. Левцева - Саранск: Изд-во Мордов. университета, 2015.- 172 с.

2) Левцев А. П., Кудашев С. Ф., Макеев А. Н., Лысяков А. И. Влияние импульсного режима течения теплоносителя на коэффициент теплопередачи в пластинчатом теплообменнике системы горячего водоснабжения // Современные проблемы науки и образования. - 2014. - № 2 [Электронный ресурс] – Режим доступа - URL: www.science-education.ru / 116-12664 (справочная дата: 25.10.2015).

3) Левцев А. П., Макеев А. Н., Макеев Н. Ф., Норватов Ю. А., Галянин А. Обзор и анализ конструкций ударных клапанов для создания гидравлического удара // Современные проблемы науки и образования.-2015. -№2

4) Пат. 2558740 Российская Федерация, МПК F15B 21/12. Барабанная



установка / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, С. Н. Макеев, С. И. Храмов, С. Ф. Кудашев, А. М. Зюзин, Дж. А. Норватов. № 2014107201/06; Appl. 25.02.2014; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 22

5) Бухмиров В. В. Справочные материалы для решения задач по курсу «Тепломассообмен»: учеб. пособие / В.В. Бухмиров, Д.В. Ракутина, Ю.С. Солнышкова – Иваново: ИГЭУ, 2009. – 102 с.

6) Григорьева В.А., Климова В.М.. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник–под. ред. В.А. Григорьева, В.М. Климова. – М.: МЭИ, 2007. – 632 с.

7) Левцев А. П. Импульсные системы тепло-, водоснабжения сельскохозяйственных объектов / А. П. Левцев, А. Н. Макеев, С. Ф. Кудашев / Российский государственный аграрный университет МСХА им. Темерязева. Москва 2010. 77-78 с.

References:

1. Levtsev A.P., Makeev A.N. Pulse systems of heat supply and water supply / under. ed. A.P. Levtseva - Saransk: Publishing House of Mordov. University, 2015.- 172 p.

2. Levtsev A.P., Kudashev S.F., Makeev A.N., Lysyakov A.I. Influence of the pulsed flow regime of a heat carrier on the heat transfer coefficient in a plate heat exchanger of a hot water supply system // Modern problems of science and education. - 2014. - No. 2 [Electronic resource] - Access mode - URL: www.science-education.ru/116-12664 (reference date: 10/25/2015).

3. Levtsev A.P., Makeev A.N., Makeev N.F., Norvatov Yu.A., Galyanin A. Review and analysis of shock valve designs for creating a hydraulic shock // Modern problems of science and education.-2015. -№2.

4. Pat. 2558740 Russian Federation, IPC F15B 21/12. Drum set / A.P. Levtsev, A.N. Makeev, S.N. Makeev, S.I. Hramov, S.F. Kudashev, A.M. Zyuzin, J.A. Norvatov. No. 2014107201/06; Appl. 02/25/2014; publ. 08/10/2015, Bull. Number 22

5. Bukhmirov V.V. Reference materials for solving problems on the course "Heat and Mass Transfer": textbook. allowance / V.V. Bukhmirov D.V. Rakutina, Yu.S. Solnyshkova - Ivanovo: IGEU, 2009. - 102 p.

6. Industrial heat and power engineering and heat engineering: a reference – under. ed. V.A. Gragoryeva, V.M. Klimova. - М.: MPEI, 2007 .-- 632 p.

7. Levtsev A.P. Pulse systems of heat and water supply for agricultural facilities / A.P. Levtsev, A.N. Makeev, S.F. Kudashev / Russian State Agrarian University Temeryazev. Moscow 2010. 77-78 p.

Abstract.

Introduction

One of the urgent problems of industrial heat power is the development of various methods of intensifying heat transfer. One of the new ways to increase the efficiency of heat transfer in heat exchangers is to transfer the water circulation in the cooling system from stationary to pulsed mode.

Experiment

In this paper, we consider the intensification of heat transfer of a prototype of a heat exchanger in the form of a two-flow heat pipe working against gravity when using pulsed fluid circulation in the cooling circuit. An experimental setup was assembled. It consists of several parts: an evaporator, a condenser and a cooling circuit. To intensify heat transfer, a shock assembly was added to the cooling circuit.

**Results and discussion.**

In this work, we studied the dependence of the temperature difference between the coolant and the coolant at the inlet and outlet of the heat pipe on the supplied amount of heat (heating time) under various modes of flow of the coolant. Also, the work carried out the calculation of the heat transfer coefficient during laminar and pulsed movement of the coolant at different coolant flow rates and different heating capacities.

Conclusion.

The experimental setup of a prototype double-flow heat pipe with the ability to control the parameters of the working environment was developed and implemented.

The experimental setup allows the operation of the heat pipe, both in normal and in pulsed flow mode of the coolant.

It was found that the heat transfer coefficient of the heat pipe increases with increasing heating power of the coolant. Moreover, in the pulsed mode, the heat transfer coefficient is on average 12% higher than in the stationary mode with the initial similar parameters of the coolant.

Key words: *heat exchanger, double-flow heat pipe, evaporator, shock assembly, heat transfer coefficient*

Статья отправлена: 04.11.2019 г.

© Бажанов А.Г.