

Отзыв

дополнительного члена диссертационного совета ДС.ТПУ.18 Вавилова Владимира Платоновича на диссертацию Нурпейиса Атланта Едилулы на тему «Экспериментальное исследование и математическое моделирование процессов теплопереноса в замкнутых двухфазных термосифонах» по специальности «05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Актуальность темы диссертации.

Замкнутые двухфазные термосифоны представляют собой автономные теплопередающие устройства с фазовым превращением промежуточного теплоносителя и использованием гравитационных сил, что определяет относительную простоту таких устройств и широкий спектр их применения. Но в настоящее время они не получили широкого применения, поскольку нет единой теории тепломассопереноса и гидродинамики для таких устройств. Фактически, необходимо учитывать множество факторов, влияющих на процессы, которые протекают в термосифонах. В силу вышесказанного, диссертация Нурпейиса Атланта Едилулы, посвященная экспериментально-теоретическому исследованию процессов теплопереноса в замкнутых двухфазных термосифонах, является актуальной.

Анализ большого числа публикаций российских и зарубежных ученых позволил автору диссертации сформулировать цель научного исследования – разработка математической модели и метода расчета процессов теплопереноса на основании анализа и обобщения результатов экспериментальных исследований основных закономерностей процессов теплопереноса в замкнутых двухфазных термосифонах. Предполагалось, что такая модель может быть более простой, а значит, более практичной, нежели существующие.

Для достижения поставленной цели Нурпейис А.Е. сформулировал ряд задач, решение которых связано с: 1) разработкой методики, планирования и проведения экспериментальных исследований по регистрации температурных полей во внутреннем объеме термосифона в условиях его работы в реальном для практики диапазоне изменения тепловых потоков от охлаждаемых технических устройств; 2) экспериментальными исследованиями процессов теплопереноса в

паровом канале, зонах испарения и конденсации; 3) разработкой метода и алгоритмов решения задачи свободно-конвективного теплопереноса и кондукции в слое теплоносителя на нижней крышке термосифона, 4) решением задачи теплопроводности для слоя конденсата на верхней крышке (программного кода), а также теплопроводности в верхней и нижней крышках. Автором диссертации необходимо было обработать большое количество экспериментальных данных, выполнить анализ полученных результатов и разработать новый подход к моделированию процессов формирования теплового режима термосифонов. Считаю, что соискателю удалось достичь поставленной цели и решить новую научно-техническую задачу анализа возможности использования двухфазных термосифонов в системах охлаждения энергетического оборудования.

Диссертационная работа включает введение, три главы с выводами, заключение, список литературы из 198 наименований. Текст диссертации изложен на 157 страницах с 38 рисунками и 5 таблицами.

Автореферат написан на 23 страницах.

Общая характеристика работы

Во введении автором обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, отражена практическая значимость и научная новизна полученных результатов. Приведены основные результаты и положения, выносимые на защиту, указано, где апробирована представленная работа, в том числе на международных конференциях. Упомянуты пять публикаций диссертанта, причем все пять в журналах, рекомендованных ВАК РФ, две – в издании, индексируемом базами данных «Scopus» и «Web of Science». В целом, количество и качество публикаций соответствуют требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Первая глава диссертации посвящена анализу современного состояния и тенденции развития теоретических и экспериментальных исследований в области теплопереноса и гидродинамики в термосифонах. Рассматриваются результаты экспериментальных исследований по анализу температурных полей в термосифонах,

а также математические модели, в которых используются программные пакеты и авторские коды.

Во второй главе представлена методика проведения экспериментальных исследований, описана установка, схема размещения термопар и подвода теплового потока. Проведена оценка погрешностей измерения физических величин. По результатам обработки экспериментальных данных установлены величины температур в характерных сечениях парового канала при тепловых нагрузках, соответствующих типичным условиям работы энергетического оборудования. Результаты представлены в виде графических иллюстраций, достаточно удобных при анализе исследуемых физических процессов.

В третьей главе представлены результаты теоретического анализа основных закономерностей процессов термогравитационной конвекции в зоне испарения, а также кондукции в зоне конденсации, без учета движения пара в паровом канале. Выбор такого подхода к математическому моделированию подтверждается анализом полученных экспериментальных данных и характерных времен теплопереноса за счет теплопроводности в жидкости и движения пара в паровом канале.

В заключении приведены основные выводы и результаты диссертационного исследования.

Степень обоснованности и достоверности полученных выводов и рекомендаций

Соискателем выполнен большой объем достаточно сложных по подготовке, проведению и обработке результатов экспериментальных исследований температурных полей в термосифоне.

При проведении теоретических исследований использованы хорошо апробированные при решении подобных задач подходы и модели.

Полученные результаты обсуждались на научно-технических конференциях с активным обсуждением коллегами.

Научная новизна полученных результатов

В диссертации Нурпейис А.Е. получен ряд новых научных результатов наиболее значимыми из которых являются следующие:

1. Впервые по результатам экспериментальных исследований установлены закономерности изменения температуры в характерных сечениях парового канала, зон испарения и конденсации типичного термосифона.
2. По результатам анализа и обобщения экспериментальных данных разработана физическая модель теплопереноса в двухфазном термосифоне.
3. Установлены основные характеристики процессов теплопереноса в двухфазном термосифоне в рамках математической модели, существенно отличающейся от известных и учитывающей процессы свободно-конвективного теплопереноса, а также фазовые превращения в зоне испарения, теплопроводность и фазовые превращения в зоне конденсации, при тепловых потоках, соответствующих условиям работы энергетического оборудования.

Практическая значимость диссертационной работы заключается в том, что разработанные физические и математические модели теплопереноса в двухфазных термосифонах могут быть использованы при разработке систем охлаждения энергетического оборудования на базе двухфазных термосифонов. также позволяют развивать технологию извлечения геотермальной энергии с больших глубин с использованием каскада термосифонов.

Содержание автореферата полностью соответствует содержанию рукописи.

Замечания по работе:

1. Раздел «Научная новизна» в диссертации написан сплошным текстом (одним параграфом), в то время как «Научные положения...» состоят из 6-ти отдельных пунктов, т.е. хорошо структурированы. Было бы целесообразно выделить ряд четко сформулированных пунктов научной новизны и добавлением числовых показателей теплопереноса в двухфазном сифоне, которые делают предложенную модель оригинальной.
2. Все конференции, где представлялись результаты исследований, проходили в Томске.
3. По рукописи диссертации имеются замечания редакторского характера (разрывы рисунков, например, 2.3.1, 2.4.3; использование термина «значение»

вместо «величина»; неравномерные шкалы на ряде рисунков, например, 2.3.4-2.3.6).

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки научной и практической значимости рецензируемой диссертационной работы.

Диссертационная работа Нурпейиса А.Е. удовлетворяет требованиям п.п. 8-9 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном Томском политехническом университете (Приказ №93/од от 06.12.2018) и является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научно-технической задачи, имеющей существенное значение для повышения эффективности работы замкнутых двухфазных термосифонов. Автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика».

**Дополнительный член диссертационного совета
ДС.ТПУ.18 ФГАОУ ВО НИ ТПУ,
заведующий научно-производственной
лабораторией «Тепловой контроль»,
Инженерной школы неразрушающего
контроля и безопасности,
доктор технических наук, профессор
Вавилов Владимир Платонович**

Подпись В.П. Вавилова заверяю
Ученый секретарь Национального
Исследовательского Томского
политехнического университета

Ананьева Ольга Афанасьевна

почтовый адрес 634034, г. Томск, ул. Савиных, 7, учебный корпус №18, ауд. 404
электронный адрес vavilov@tpu.ru
номер телефона +7(3822) 606-102, 701-777, вн. 2773

18 ноября 2019 г.

