

«УТВЕРЖДАЮ»



Генеральный директор
ОАО «НПО ЦКТИ»
д.т.н. В.А. Михайлов

«27» ноября 2018 г.

Отзыв

ведущей организации

ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова»
(ОАО «НПО ЦКТИ»)

на диссертацию Папченкова Анатолия Игоревича
«Экспериментальные исследования теплотехнических характеристик термосифонов котлов-утилизаторов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика»

Актуальность диссертации обусловлена востребованностью для теплообменных аппаратов повышенной надёжности теплопередающих элементов, отвечающих этому требованию. В частности, таким элементом является термосифон (ТС), представляющий собой полую, запаянную с обоих торцов трубу, частично заполненную кипящей средой, в основном, водной. Работа термосифона (ТС) основана на гравитационном принципе с противоточным движением парового потока вверх от зоны нагрева к зоне охлаждения и обратным движением пристенной плёнки конденсата этого пара.

Автономность и наличие двойного высокотеплопроводного барьера между нагреваемой и охлаждаемой средой повышают надёжность работы теплообменников (ТО), состоящих из ТС. Возможная разгерметизация небольшой части ТС, имеющих в ТО, не требуют остановки ТО и практически не отражается на его производительности.

В рассматриваемом газоохлаждаемом ТО (котле-утилизаторе) с низкой наружной теплоотдачей и высокими её значениями на внутренней поверхности труб температура труб близка к температуре насыщения двухфазной среды, находящейся в ТС, и практически одинакова по длине зоны нагрева. Варьируя длиной зоны охлаждения, можно изменять эту температуру в относительно широком диапазоне, добиваясь превышения температуры наружной

поверхности труб температуры «точки росы», что повышает надёжность работы ТО в среде агрессивных газов.

Часть проблем, связанных с ТС, рассматривается в диссертации.

Структура и содержание работы.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка литературы и пяти приложений. Общий объем – 178 страниц текста и приложений, 56 рисунков, 20 таблиц, 103 наименования списка литературы.

Научная новизна диссертационной работы:

– результаты промышленного эксперимента по определению тепловых характеристик крупных ТС ($d=89\times 6$ мм, $L=5,06$ м), установленных в котле-утилизаторе с высокой (до 1000°C .) температурой охлаждаемых газов, содержащих значительную концентрацию абразивно активных твёрдых включений;

– комплекс конструкторских решений по повышению надёжности работы термосифонов;

– модель переходных процессов в термосифоне с расчетом постоянной времени и коэффициента усиления обратной связи термосифона, как объекта регулирования при ступенчатом возмущении изменением температуры газов.

Практическая ценность и реализация результатов работы состоит в том, что многолетние эксперименты проведены автором на действующем оборудовании - котлах-утилизаторах за печью «Ausmelt» ОАО «Святогор» и за печами Ванюкова ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод». Внедрение предложений автора по изменению конструкции ТС и порядка его заполнения позволили избежать выхода из строя термосифонов в период эксплуатации отражательной печи в 2017÷2018 гг.

Разработанная автором методика теплового расчёта ТС используется ОАО «Уралмеханобр» в проектных проработках котлов-утилизаторов.

В отличие от большинства используемых котлов-утилизаторов с ТС в рассматриваемых автором ТС температура греющих газов в два раза превышает допустимую температуру 450°C использования труб из углеродистой стали.

Результаты проведенных НИОКР подтверждаются актом оценки и использования результатов внедрения НИОКР.

Достоверность научных положений и выводов по работе подтверждены отмеченными выше экспериментами на действующем оборудовании с использованием современных средств измерения и методов исследования. Для повышения точности измерений на действующем высокотемпературном

оборудовании применены разработанные автором приспособления («отсосная термопара» для измерения температуры газов и др.).

Личный вклад автора. Представленные результаты экспериментальных исследований и расчетов, в основном, выполнены единолично автором или, в меньшей степени, при его участии. При этом автор разработал систему измерений параметров работы ТС в промышленных условиях, введя в неё ряд оригинальных приспособлений, повышающих точность измерений. Автором подготовлены публикации, патенты на полезную модель и отчеты по выполненной работе.

Апробация результатов работы. Основные результаты работы докладывались на 8 всероссийских семинарах и конференциях, в основном с международным участием. В их число входят выступления на проводимых с двухгодичным периодом международных конференциях по ТС, в Минске с участием представителей всех континентов.

Результаты диссертации изложены в 19 печатных работах, включая 3 статьи в рецензируемых изданиях из списка ВАК при Минобрнауки РФ и 1 коллективную монографию. Предложенные технические решения защищены двумя патентами РФ на полезную модель.

Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации.

По содержанию диссертации имеются следующие замечания

1. В диссертации не рассмотрены характерные лишь для ТС теплогидравлические характеристики:

- максимальная мощность ТС (гидродинамический кризис противоточных потоков пара и воды «захлёбывание»). Следовало бы указать при анализе результатов экспериментов отношения теплового потока ТС к его критическому значению при «захлёбывании».

- допустимый диапазон необходимой степени заполнения ТС водой, который ограничен образованием разрывов в испаряющейся пленке конденсата, стекающего по горячей стенке, и переопрессовкой ТС, когда в при рабочих давлениях среды в ТС её объём при $\rho=\rho'$ превысит объём ТС. Для эффективного переноса тепла необходим двухфазный режим работы ТС, который обеспечивается при нахождения физического уровня пароводяной смеси в пределах зоны нагрева, что требует соответствующей степени заполнения ТС холодной водой. Автор не использует взаимосвязь между приведёнными выше физическими значениями. В частности, для определения физического

уровня необходимы сведения об истинном объёмном паросодержании (φ) этой смеси, что не затронуто в диссертации.

2. В главе 2 автор отмечает, что устройство для измерения температуры по высоте термосифона «измеряет усредненную температуру, зависящую от температуры стенки, конденсата и пара». Автор далее приводит графики с этими температурами без количественного анализа, лишь указывая, что для зон нагрева и охлаждения эти температуры выше или ниже температуры насыщения среды в ТС. Приведённый вывод был ясен и до проведения эксперимента.

3. Автором представлено описание измерительных систем, «фиксирующих с требуемой точностью количественные характеристики...», но не приводятся данные о погрешностях этих устройств и их поверке, сертификации, определяющих их метрологическую исправность. Имеются ошибки в формуле для расчёта относительной погрешности определения разности температур воды.

4. В диссертации не упомянута методика ОАО «НПО ЦКТИ» по массовому (около 3500 шт.) изготовлению ТС.

5. При проведении тепловых расчетов котлов-утилизаторов необходимо опираться на «Нормы», разработанные специалистами ОАО «НПО ЦКТИ» и ОАО «ВТИ», или доказать их неприменимость для условий, рассмотренных в диссертации.

6. В автореферате:

6.1. глава 5 изложена как аннотация и не содержит конкретизации предлагаемого автором;

6.2. не представлены количественные данные о естественном разбросе, законе распределения результатов, о значениях статистических критериев, подтверждающих адекватность аппроксимационных моделей.

Заключение по диссертации

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации Папченкова Анатолия Игоревича «Экспериментальные исследования теплотехнических характеристик термосифонов котлов-утилизаторов», которая представляет собой цельную законченную научно-квалификационную работу, написанную грамотно, доступным языком.

Диссертационная работа выполнена автором самостоятельно на современном научно-техническом уровне и соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Папченков Анатолий

Игоревич, заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – «Промышленная теплоэнергетика».

Отзыв на диссертацию и автореферат подготовлен на основании заключения лаборатории топочных устройств, промышленных и отопительных котлов отделения котельных установок, рассмотрен и утвержден на заседании Научно-технического совета ОАО «НПО «ЦКТИ» 27 ноября 2018 года, протокол №3.

Заместитель генерального директора - заведующий отделением котельных установок ОАО «НПО ЦКТИ», к.т.н

Бреус
Владимир Ильич
(812) 7174541
zamdir1@ckti.ru

Заведующий лабораторией топочных устройств, промышленных и отопительных котлов

Брандаус
Сергей Сафронович
(812) 5788737
promkotel@ckti.ru

Адрес ОАО «Научно-производственное объединение по исследованию и проектированию энергетического оборудования им. И.И. Ползунова» (ОАО «НПО ЦКТИ»): 191167, Санкт-Петербург, ул. Атаманская, д. 3/6, www.ckti.ru, e-mail: general@ckti.ru, тел.: (812) 7172379.