

Разработанный лабораторный стенд предназначен для выполнения научно-исследовательской и учебной работе студентов.

Для оптимизации процесса регулирования влажности в дальнейшем считается целесообразным добавить в климатическую камеру АСР температуры.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Климатическая камера. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Климатическая_камера/ свободный. – Загл. с экрана.
2. Свистунов В. М., Пушняков Н. К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. - СПб.: Политехника, 2006. – 432 с.
3. Нимич Г. В., Михайлов В. А., Бондарь Е. С. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха. – Харьков: ТОВ «Видавничий будинок», 2003. – 630 с
4. Котов К.И., Шершевер М.А. Автоматическое регулирование и регуляторы. – М: «Металлургия», 2001. - 382 с

Научный руководитель: М.Д. Кац, к.ф.-м.н., доцент каф. АТП ЭНИН ТПУ.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ИСПАРЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ КАПЕЛЬ ВОДЫ

Д.В. Антонов, П.А. Стрижак
Томский политехнический университет
ЭНИН, АТП

Введение. Для современного мира актуально то, что во многих странах, в том числе и в России, активно внедряются новые системы пожаротушения. Для повышения эффективности которых разработаны специальные методы распыления и подачи жидкости в пламенную зону горения: «водяной туман», «тонкораспыленная вода» и «паровая завеса» [1, 2]. В зоне горения «тонкораспыленная вода» начинает интенсивно испаряться. Процесс парообразования происходит непосредственно в очаге пожара и развивается по всему объему над очагом горения. Образуется защитный слой пара, который ограничивает доступ окислителя в зону пламени, вследствие чего оно погасает. В качестве одного из способов улучшения интенсификации испарения капель жидкости может быть рассмотрено добавление в них твердых включений графита [3–5].

Цель данной работы – теоретические и экспериментальные исследования высокотемпературного испарения неоднородных капель воды.

Математическая модель и методы решения. Постановка задачи тепло-массопереноса для исследования испарения неоднородных капель воды заключалась в создании 2D модели капли воды с включением графита и моделирова-

нии потока высокотемпературных газов, нагревающего эту каплю. Поставленная задача являлась нестационарной, поскольку необходимо было определить изменяющиеся во времени температурные и концентрационные поля.

Проведение теплового расчета включало несколько этапов:

1. Создание геометрии модели. На данном этапе создается модель для расчета с помощью подпрограммы Ansys Design Modeler.
2. Построение и настройка конечно-элементной сетки. Сеточный генератор Ansys позволяет создать оптимальную в рамках решаемой задачи расчетную сетку.
3. Задание граничных условий. Импортрование конечно-элементной сетки, задание и настройка типа анализа, физических свойств материалов, задание типа решаемой проблемы, назначение среды моделирования и расстановка начальных и граничных условий устанавливается при помощи решателя Ansys Fluent.
4. Запуск решения, просмотр и анализ результатов. Данные операции проводились с помощью специального графического интерфейса, встроенного в Ansys Fluent.

Результаты и обсуждение. В результате проведения численных расчетов были построены зависимости времен полного испарения однородных капель воды (рис. 1) и времен распада (рис. 2) капель с включениями графита от температуры вдуваемых газов ($T_g=550-850$ К). Показана удовлетворительная корреляция экспериментальных и численных исследований [3–5].

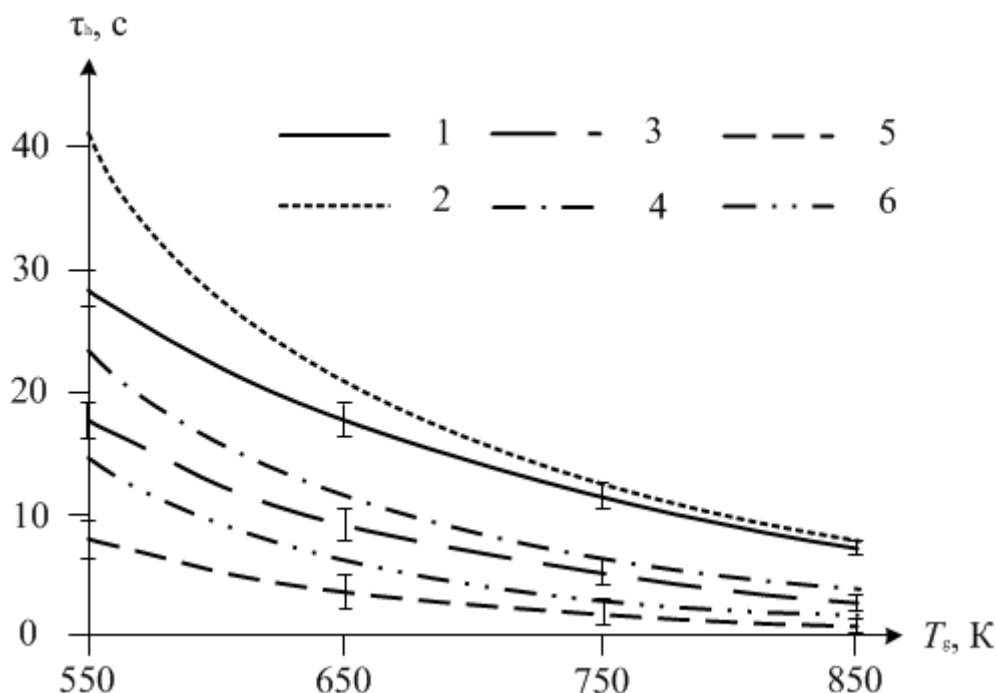


Рис. 1. Времена полного испарения τ_h однородных капель воды от температуры вдуваемых газов (экспериментальные данные и теоретические результаты):

- 1 – эксперимент (15 мкл); 2 – модель (15 мкл); 3 – эксперимент (10 мкл);
4 – модель (10 мкл); 5 – эксперимент (5 мкл); 6 – модель (5 мкл)

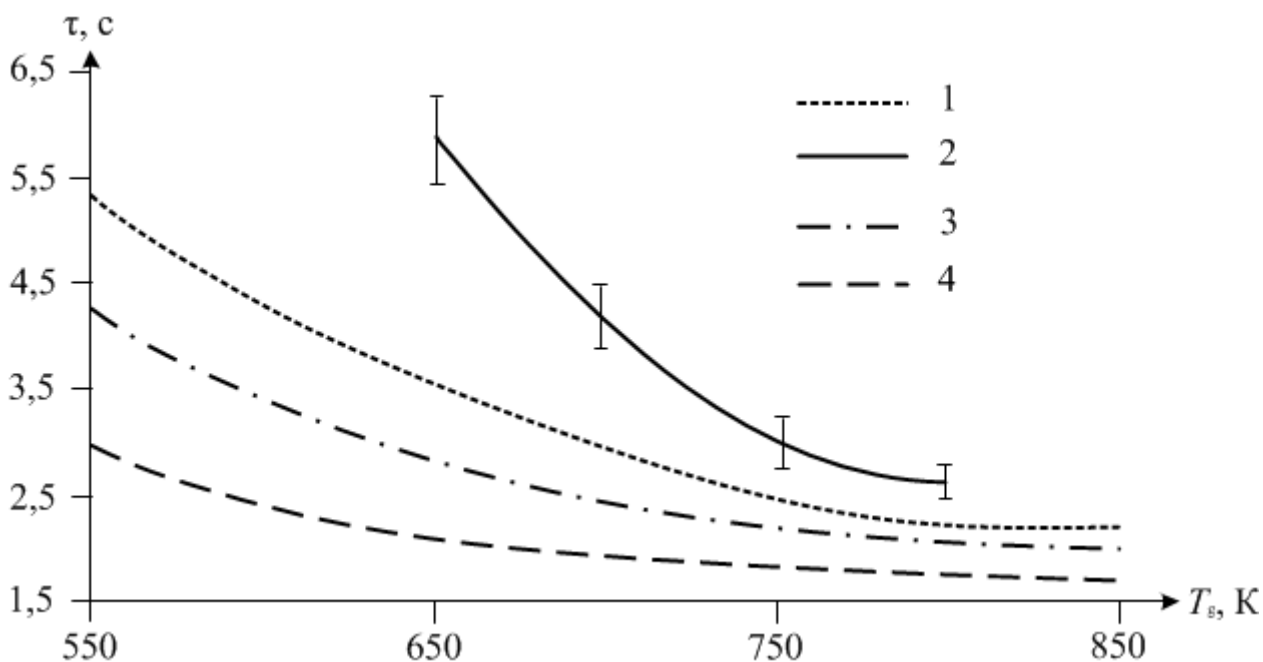


Рис. 2. Времена распада τ неоднородных капель воды от температуры вдуваемых газов: 1 – модель (15 мкл); 2 – эксперимент (10 мкл); 3 – модель (10 мкл); 4 – модель (5 мкл)

Полученные зависимости (рис. 1) иллюстрируют, как и можно было предположить, с повышением температуры газовой среды испарение воды происходит более интенсивно. Характер наклона кривых на рис. 1 в целом хорошо коррелирует с экспериментальными данными, а при повышении температуры газовой среды ($T_g > 750$ К) разность между экспериментальными и теоретическими значениями времен существования стремится к нулю.

Заключение. Разработанная математическая модель и результаты численных исследований являются фундаментальной основой развития прогностического аппарата для расчета характеристик испарения капель воды с твердым включением в газовых средах. Усовершенствование модели с учетом экспериментальных данных позволит повысить эффективность перспективных высокотемпературных газопарокапельных технологий в области пожаротушения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (МД–1221.2017.8).

ЛИТЕРАТУРА:

1. В.И. Терехов, М.А. Пахомов. Тепломассоперенос и гидродинамика в газокапельных потоках. Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2009.
2. А.М. Каган, А.С. Пушнов, М.Г. Беренгартен, А.С. Рябушенко, В.И. Шишов. Характеристики эффективных промышленных насадок для испарительного охлаждения оборотной воды в градирнях // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2009. № 7.
3. И.С. Ануфриев, Г.В. Кузнецов, М.В. Пискунов, П.А. Стрижак, М.Ю. Чернецкий. Условия взрывного парообразования на границе раздела

сред в неоднородной капле // Письма в ЖТФ. 2015. Т. 41, № 16. С. 98–104.

4. М.В. Пискунов, П.А. Стрижак. Отличие условий и характеристик испарения неоднородных капель воды в высокотемпературной газовой среде // Журнал технической физики. 2016. Т. 86, № 9. С. 24–31.
5. R.S. Volkov, G.V. Kuznetsov, P.A. Strizhak. Experimental investigation of mixtures and foreign inclusions in water droplets influence on integral characteristics of their evaporation during motion through high-temperature gas area // Int. J. Therm. Sci. 2015. V. 88. P. 193-200.

Научный руководитель: П.А. Стрижак, д.ф.-м.н., профессор, зав. кафедрой АТП ЭНИН ТПУ.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПЕТРОТЕРМАЛЬНОЙ СТАНЦИИ

Д.И. Латников

Томский политехнический университет
ЭНИН, АТП, группа 5БМ6Д

Существенные обстоятельства и тенденции развития энергетики позволяют предположить, что в первой половине XXI в. начнется активный переход на нетрадиционные источники энергии. Нефть, уголь, природный газ, горючие сланцы и продукты их переработки практически будут исключены из энергетического использования. Энергетический апокалипсис не за горами – в Европе его ждут к 2030 – 2040 гг [1].

На данный момент в России группой российских ученых и специалистов разработан инновационный проект «Развитие петротермальной энергетики России». Проект основан на извлечении и использовании теплоты, аккумулированной в «сухих» горячих горных породах земной коры с целью выработки на ее основе постоянных, экономически доступных электроэнергии и тепла для стабильного обеспечения отдаленных, малоосвоенных и энергодефицитных районов России. Основными проблемами развития петротермальных станций в России является дороговизна, устаревшие технологии бурения, большое количество невозобновляемых источников энергии. Мировая энергетика в настоящее время взяла курс на переход к рациональному сочетанию традиционных и новых источников энергии.

В основных производственных фондах стоимость скважин составляет 70–90%. Глубина скважин определяется петротермальными условиями и требованиями потребителя в энергетике. Для нужд теплоснабжения необходимая глубина скважин на всей территории страны лежит в пределах 3–4,5 км и не превышает 5–6 км. Выработка электроэнергии в широких масштабах вероятно потребует создания циркуляционных систем со скважинами на глубине 7–9 км. Температура теплоносителя для нужд жилищно-коммунального теплоснабже-