

Результаты численного моделирования позволяют сделать вывод, что условия превышения данного параметра создаются в большом диапазоне условий эксплуатации и варьирования мощности, что требует разработки конструкторских решений во избежание снижения эффективности функционирования газопровода.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 14-08-00057. Разработка численной модели конденсации рабочего вещества выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-1350.2015.1.

Литература

12. Высокоморная О.В., Высокоморный В.С., Стрижак П.А. Оценка влияния конструкции конденсаторных установок автономных источников энергоснабжения на надёжность их работы // Энергобезопасность и энергосбережение. – 2014 – № 1. – С. 25 - 30.
13. Кононенко, П.И. Малая энергетика – первооснова больших свершений / П.И. Кононенко, В.Г. Михайлуц, А.Е. Беззубцев-Кондаков // Энергетик. – 2007. – № 3. – С. 43 – 44.
14. Ливинский, А.П. Пути решения проблем автономного энергоснабжения потребителей удалённых регионов России / А.П. Ливинский, И.Я. Редько // Энергетик. – 2010. – № 4. – С. 22 – 26.
15. Энергетическая стратегия России на период до 2020 года // Утверждена распоряжением Правительства РФ от 28 августа 2003 г. № 1234.
16. Eps operation & maintenance manual (powered by CCVT) / ORMAT SYSTEMS LTD. 2006. – part 2. – 600 p.
17. Piskunov M.V., Voytkov I.S., Vysokomornaya O.V., Vysokomorny V.S. Operation reliability analysis of independent power plants of gastransmission system distant production facilities // EPJ Web of Conferences – 2015 – Vol. 82. – Article number 01011.

ИСПАРЕНИЕ ГРАФИТОВЫХ СУСПЕНЗИЙ ПРИ НАГРЕВЕ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ

А.Г. Борисова, М.В. Пискунов, К.А. Рыбацкий

Научный руководитель профессор П.А. Стрижак

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

Введение

Различные примеси и добавки в жидкостях способствуют улучшению их теплофизических свойств [2]. Этот эффект позволяет достигать большей производительности и эффективности рабочих жидкостей.

Для исследования эффектов интенсификации теплообмена жидкости с какой-либо средой за счет добавления различных примесей важным является изучение процессов фазовых превращений на границах раздела сред «твёрдая частица – жидкость». Целесообразным является проведение исследований указанных процессов при высоких температурах, а анализ и обработка полученных результатов позволит дополнить существующие гетерогенные высокотемпературные технологии (например, [1]).

Целью данной работы является экспериментальное исследование влияния добавления включений графита различных размеров в капли воды на процесс интенсификации их испарения.

СЕКЦИЯ 6. СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ В АРКТИКЕ И ЕГО ПЕРСПЕКТИВЫ. СОВРЕМЕННОЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Экспериментальный стенд и методы исследований

Эксперименты выполнены на стенде, схема которого изображена на рис. 1.

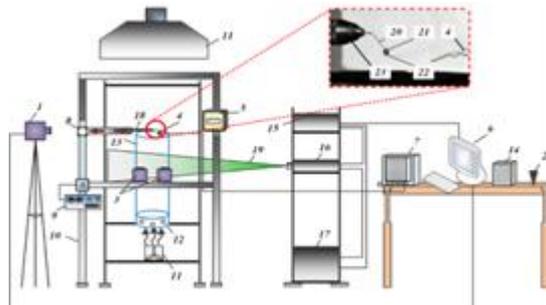


Рис. 1. Схема экспериментальной установки: 1 – высокоскоростная видеокамера, 2 – дозатор, 3 – кросс-корреляционные видеокамеры, 4 – термопара, 5 – прожектор, 6 – компьютер, 7 – регистратор температуры, 8 – координатный механизм, 9 – блок питания для координатного механизма, 10 – стойка, 11 – система обеспечения воздушного потока, 12 – горелка, 13 – цилиндр из кварцевого стекла, 14 – аналитические весы, 15 – синхронизатор ПК, кросскорреляционных видеокамер и лазера, 16 – лазер, 17 – генератор лазерного излучения, 18 – направляющая для закрепления керамического стержня, 19 – лазерный «нож», 20 – керамический стержень, 21 – графитовое включение, 22 – капля воды / суспензии, 23 – устройство для закрепления керамического стержня

При проведении опытов применена высокоскоростная видеорегистрация для установления временных характеристик и визуализации особенностей процесса испарения капель. По основным этапам методика проведения экспериментов являлась аналогичной примененной в [1]. Для установления влияния мелких графитовых включений в каплях воды на процесс интенсификации их испарения исследовалось два типа суспензий и вода без дополнительных примесей: № 1 – размер частиц графита $d_p = 0,05$ мм, массовая концентрация частиц графита в объеме воды $\gamma_p = 1$ %; № 2 – $d_p = 0,05$ мм, $\gamma_p = 2$ %; № 3 – вода. На крупное графитовое включение 21 в форме куба со стороной 2 мм, закрепленное на керамическом стержне 20 (рис. 1), опускалась капля воды или суспензии объемом 5, 10 или 15 мкл. Такие включения предварительно взвешивались с использованием аналитических весов 14. В каждом опыте полное обволакивание включения 21 каплей воды или суспензии 22 являлось строго обязательным условием. С помощью высокоскоростной видеокамеры 1 фиксировались времена существования капель воды или суспензий 22. Контроль температуры газовой среды выполнялся хромель-алюмелевой термопарой 4.

При одинаковых условиях проводилось 3 серии экспериментов по 4-6 опытов. Систематические погрешности определения времен существования капель воды / суспензий составляли 10^{-3} с. Систематические погрешности средств измерения размеров включения – 0,05 мм.

Результаты исследований и их обсуждение

На рис. 2 приведены времена существования неоднородных капель жидкости объемом 5 мкл с массовыми концентрациями мелких (диаметром 0.05 мм) графитовых частиц 1 % (2) и 2 % (3), а также без добавления частиц (1). Во всем рассматриваемом диапазоне температур нагрева наблюдается уменьшение времен существования неоднородных капель жидкостей за счет добавления мелких графитовых включений. Наименьшие времена существования характерны для капель воды с массовой концентрацией графитовых включений 2 %.

Сделано предположение о формировании парового слоя на поверхности рассматриваемых капель вследствие активации механизма парообразования на границах раздела сред «мелкое графитовое включение – вода» при высоких (около

850 К) температурах нагрева. Формирование такого слоя с низкой теплопроводностью увеличивало время существования капель суспензий в высокотемпературной газовой среде.

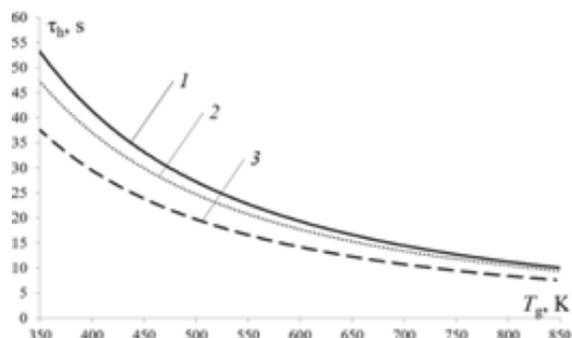


Рис. 2 Времена полного испарения неоднородных капель жидкости объемом 5 мкл с массовыми концентрациями мелких (диаметром 0.05 мкм) графитовых частиц 1 % (2) и 2 % (3), а также без добавления частиц (1)

Заключение

Установлено, что неоднородная капля суспензии объемом 5 мкл с массовой концентрацией мелких графитовых включений 2 % испаряется быстрее (до 30 %), чем неоднородная капля воды такого же объема. Сделано предположение о формировании парового слоя у поверхности неоднородных капель жидкости при их испарении в высокотемпературной (850 К) газовой среде, который увеличивает времена существования капель.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (МД-2806.2015.8).

Литература

1. Kuznetsov G.V., Piskunov M.V., Strizhak P.A. Evaporation, boiling and explosive breakup of heterogeneous droplet in a high-temperature gas// International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2016. – V. 92. P. 360–369.
2. Volkov R.S., Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Experimental investigation of mixtures and foreign inclusions in water droplets influence on integral characteristics of their evaporation during motion through high-temperature gas area//International Journal of Thermal Sciences. – 2015. – V. 88. – P. 193–200.

ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ УСТРОЙСТВА МОРСКИХ СУДОВ ПОВЫШЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В.П. Бурков¹, Д.Е. Жарченко¹, Р.Н. Кахиев²

Научный руководитель доцент Ю.А. Орлов²

¹*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
г. Томск, Россия*

²*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия*

При изучении шельфа Арктики и прибрежных зон Арктических морей, применяют специальные дорогостоящие технические средства. Перемещение этих средств осуществляется грузоподъемными устройствами (ГУ) морских судов. Инциденты и аварии ГУ могут привести к серьезному материальному ущербу