

5. Numerical analysis of the equipment position influence on the premises thermal regime under gas infrared emitter operation and mixed convection conditions / B.V. Borisov, G.V. Kuznetsov, V.I. Maksimov and oth.// Journal of Physics: Conference Series. – 2021. – V. 2119. – P. 1-6.
6. Analysis of the Influence of the Gas Infrared Heater and Equipment Element Relative Positions on Industrial Premises Thermal Conditions / B.V. Borisov, A.V. Vyatkin, G.V. Kuznetsov and oth.// Energies. – 2022. – V. 15. – P. 1-19.
7. A simple method for building materials thermophysical properties estimation / R. Derbal, D. Defer, A. Chauchois, E. Antczak // Construction and Building Materials. – 2014. – V. 63. – P. 197-205.
8. Experimental investigation of heat transfer coefficients between hydronic radiant heated wall and room / A. Koca, Z. Gemici, Y. Topacoglu and oth.// Energy and Buildings. – 2014. – V. 82. – P. 211-221.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (проект № 20-19-00226).

Научный руководитель: д.ф.-м.н. Б.В. Борисов, профессор НОЦ И.Н. Бутакова ИШЭ ТПУ.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОНВЕКТИВНЫХ ТЕЧЕНИЙ В ДВУХЖИДКОСТНЫХ КАПЛЯХ

Р.Ю. Кужин

Томский политехнический университет
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа 5Б93

Водо-дизельные эмульсии представляют собой типичный пример двухжидкостных капель, их применение позволяет как повысить эффективность двигателей, так и сократить концентрации антропогенных выбросов [1]. Различают два основных режима фрагментации: паффинг и микро-взрыв [2]. Наиболее комплексные модели паффинга/микро-взрыва описаны в [3–5]. В настоящей работе приведены результаты численного моделирования тепломассопереноса в двухжидкостных каплях с целью выяснения особенностей формирования конвективных течений.

Численное моделирование выполнялось в программе COMSOL Multiphysics 5.6. При разработке математической модели использованы физические модули: Phase Field, Heat Transfer in Solids and Fluids и Laminar Flow. При решении задачи используется метод конечных элементов. Расчетная сетка содержит 4068 элементов. Процессы теплообмена и испарения изучаются в воздухе при атмосферном давлении (101325 Па). Температура газовой среды принималась равной 700 К, а начальная температура двухжидкостной капли 300 К.

Схема области решения представляла собой каплю воды радиуса R_w и оболочку топлива радиуса R_d ($R_d > R_w$) (рисунок 1).

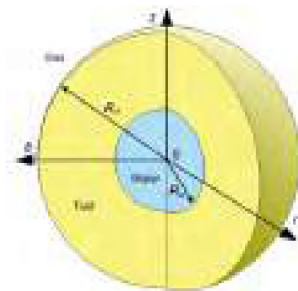


Рис. 1. Схематическое изображение области решения

С использованием разработанной модели получены типичные поля скоростей и температур внутри двухжидкостной капли (рисунок 2). В поле скоростей наблюдается формирование множества вихревых течений как в топливной оболочке, так и в водяном ядре.

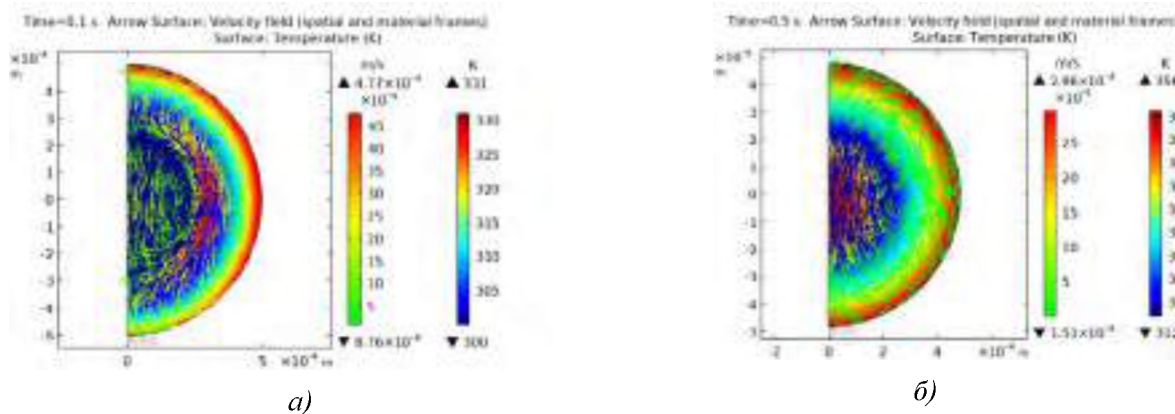


Рис. 2. Типичные поля температур и скоростей:
а) при $t = 0.1$ с; б) при $t = 0.5$ с

Получены также численные результаты по следующим характеристикам: температура в приповерхностном слое топливной оболочки T_s (рисунок 3а), температура в приповерхностном слое водяного ядра T_w (рисунок 3б) и средняя скорость конвективных течений (рисунок 4). Окончанием расчета считается достижение температуры в приповерхностном слое водяного ядра $T_w = 373$ К.

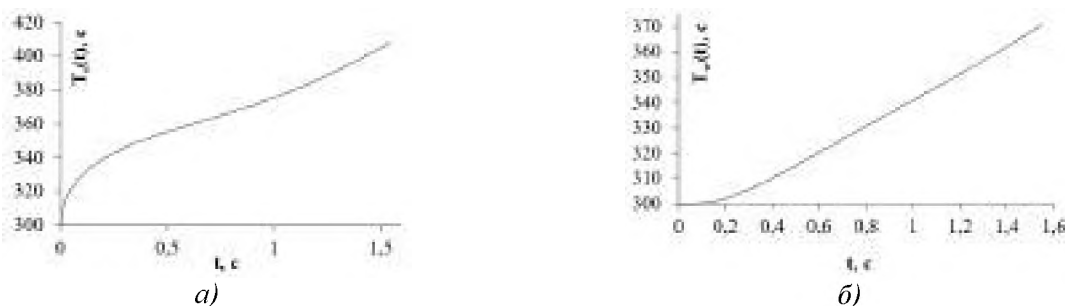


Рис. 3. Зависимость температуры в приповерхностном слое капли:
а) и температуры в приповерхностном слое водяного ядра; б) времени

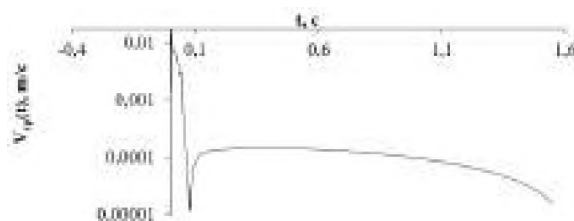


Рис. 4. Зависимость средней скорости конвективных течений от времени

ЛИТЕРАТУРА:

1. S.S. Sazhin, O. Rybdylova, C. Crua, M. Heikal, M.A. Ismael, Z. Nissar, A.R.B.A. Aziz, A simple model for puffing/micro-explosions in water-fuel emulsion droplets, International J of Heat and Mass Transfer 131 (2019) 815–821.
2. D.V. Antonov, G.V. Kuznetsov, P.A. Strizhak, O. Rybdylova, S.S. Sazhin, Micro-explosion and autoignition of composite fuel/water droplets, Combust Flame 210 (2019) 479–489.

3. S. Fostiropoulos, G. Strotos, N. Nikolopoulos, M. Gavaises, Numerical investigation of heavy fuel oil droplet breakup enhancement with water emulsions, *Fuel* 278 (2020) 118381.
4. J. Shinjo, J. Xia, A. Megaritis, L.C. Ganippa, R.F. Cracknell, Modeling temperature distribution inside a emulsion fuel droplet under convective heating: a key to predicting microexplosion and puffing, *Atomization Sprays* 26 (2016) 551–583.
5. J. Shinjo, J. Xia, Combustion characteristics of a single decane/ethanol emulsion droplet and a droplet group under puffing conditions, *Proc. Combust. Inst.* 36 (2017) 2513–2521.

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Д.В. Антонов, доцент ИШФВП ТПУ.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВА И ИСПАРЕНИЯ КАПЕЛЬ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ

В.В. Долгих

Томский политехнический университет
ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова, группа 5БМ23

Введение. Большинство моделей нагрева и испарения капель разработаны для случаев, когда капля имеет сферическую форму [1–3]. Наблюдаемые в большинстве практических приложений капли являются несферическими [1]. Соответствующие особенности необходимо учитывать при математическом моделировании, поскольку это оказывает значительное влияние на скорость формирования топливовоздушной смеси в камерах сгорания наземных и авиационных двигателей [4–6].

Целью данной работы является определение характеристик нагрева и испарения несферических капель сложной формы (на примере n-додекана) по результатам численного моделирования с учетом возникающих внутренних конвективных течений.

Основные результаты.

На рисунках 1 и 2 представлены типичные поля температур и скоростей в сплюснутой и вытянутой капле при начальном эффективном радиусе $R_d = 1$ мм и температуре газа $T_{gas} = 700$ К.

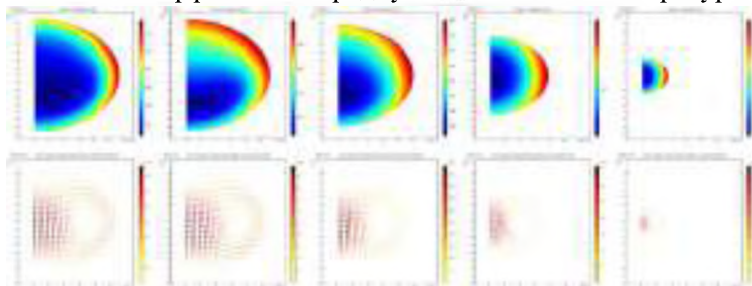


Рис. 1. Поля температур и скоростей в сплюснутой капле при начальном эффективном радиусе $R_d = 1$ мм и температуре газа $T_{gas} = 700$ К

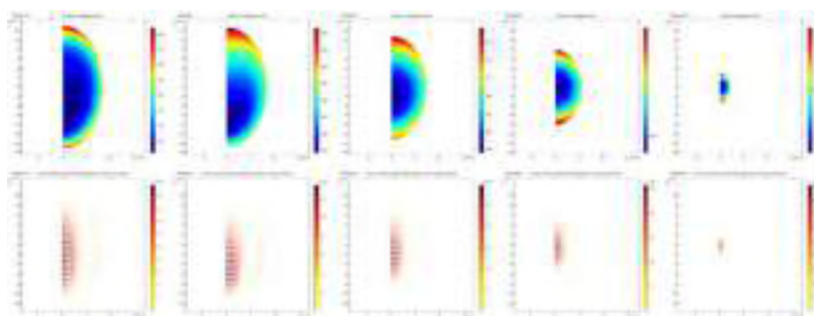


Рис. 2. Поля температур и скоростей в вытянутой капле при начальном эффективном радиусе $R_d = 1$ мм и температуре газа $T_{gas} = 700$ К