

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ИСПАРЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ В ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ КАПЕЛЬ КЕРОСИНА И ЕГО СУРРОГАТОВ

Эрнандэс Моралес М.¹, Зубрилин И.А.¹, Антонов Д.В.², Стрижак П.А.²

¹Самарский университет, г. Самара, mariohernandezmo_4_2@hotmail.com

²Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Ключевые слова: керосин, многокомпонентный суррогат, время испарения, капля.

Трёхмерное моделирование с помощью методов вычислительной газовой динамики CFD (Computational Fluid Dynamics) является основным инструментом для определения характеристик камеры сгорания (КС) газотурбинного двигателя (ГТД) на этапе проектирования. При CFD моделировании рабочего процесса КС используются модельные топлива – суррогаты, которые состоят из ограниченного количества компонентов, свойства которых достаточно точно должны соответствовать свойствам исходного топлива. Для выбора суррогата керосина для моделирования процессов нагрева и испарения капель с помощью CFD необходимо проводить экспериментальное исследование характеристик испарения суррогатов: время испарения и температура на поверхности капли. Цель данной работы является определение времени испарения и температуры в приповерхностном слое капель суррогатов керосина, разработанных в Самарском университете. В табл. 1 приведены составы исследуемых суррогатов керосина. Составы заданы в молярных долях компонентов.

Таблица 1 – Состав (в молярных долях) исследуемых суррогатов авиационного керосина

Название	n-decane	n-dodecane	iso-cetane	methylcyclohexane	o-xylene	tetralin	butylcyclohexane	benzene
CAS #	124-18-5		4390-04-9	108-87-2	95-47-6	119-64-2	1678-93-9	71-43-2
SU1 [2]	27,1	15,4	9,0	27,5	14,6	6,4		
SU2 [2]	17,4	29,8					24,2	28,6
SU4 [3]	49,9		12,9	15,3		21,9		
SU10 [3]	39,1			43,6	17,3			
SU11 [3]	22,6			42,5			23,1	11,8

Эксперименты по определению характеристик испарения проводились в лабораториях теплопереноса Томского политехнического университета в трубчатой муфельной печи, схема которой представлена на рис. 1.

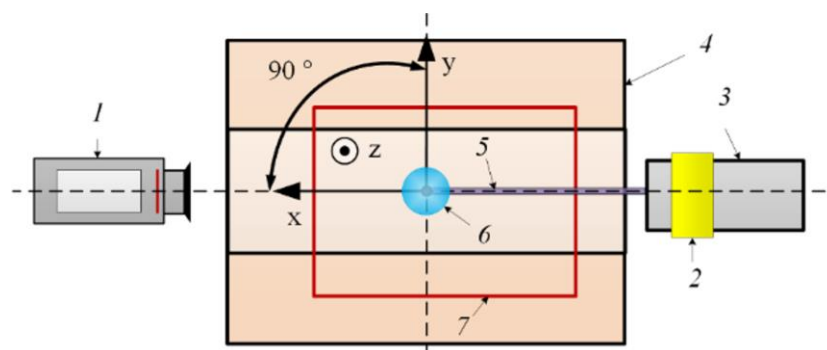


Рисунок 1 – Схема трубчатой муфельной печи: 1 – высокоскоростная видеокамера; 2 – осветительный прожектор; 3 – моторизованное координатное устройство (МКУ); 4 – трубчатая муфельная печь; 5 – держатель (малоинерционная термopара); 6 – капля; 7 – регистрационная область

На рис. 2 представлены основные результаты по характеристикам испарения суррогатов. Суррогаты SU1 и SU2 были разработаны для моделирования горения полностью испаренного топлива. В них, были учтены только целевые свойства горения. Суррогат SU4 был разработан с учётом свойств, влияющих на распыл, нагрев, испарение и горение капель, а суррогаты SU10 и SU11 учитывают только свойства, влияющие на процессы нагрева и

испарения. Видно, что характеристики суррогата SU4 хорошо совпадают с характеристиками керосина марки ТС-1, как по температуре в приповерхностном слое капле, так и по изменению приведенного диаметра капле. Суррогаты SU10 и SU11 испаряются за такое же время, что и керосин, но при меньшей температуре, а суррогаты SU1 и SU2 испаряются дольше чем керосин. Из этого следует, что при разработке суррогатов керосина необходимо учитывать свойства, влияющие на все процессы: распыл, нагрев, испарение и горение [4].

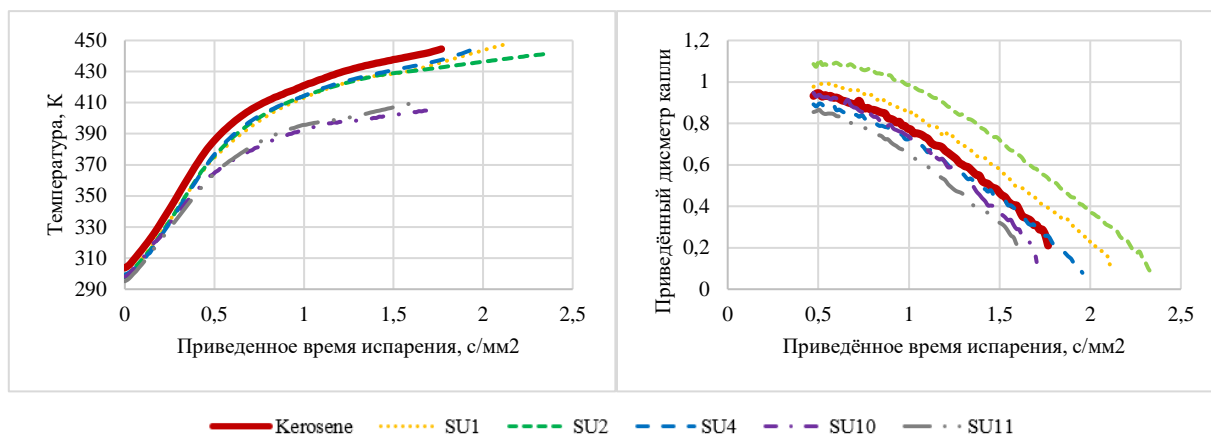


Рисунок 2 – Графики изменения температуры в приповерхностном слое и приведенного времени капли в зависимости от времени

Полученные экспериментальные данные будут использованы для валидации моделей нагрева и испарения капле многокомпонентного состава, а суррогат SU4 использован в дальнейших работах при моделировании рабочего процесса в авиационных КС.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-19-00876.

Список литературы

1. Matveev S.S., Idrisov D.V., Matveev S.G., Gurakov N.I., Anisimov M.Yu., Savchenkova A.S., Zubrilin I. A., Hernandez Morales M. Experimental study of the combustion of surrogates of aviation kerosene TS-1. AIP Conference Proceedings 2304, 020014 (2020).
2. Idirsov D.V., Zubrilin I.A., Matveev S.S., Matveev S.G., Gamirullin M.D., Azimov R.A., Sipatov A.M., 2023. Development of aviation kerosene TS-1 surrogate by combustion characteristics. 2021 International Scientific and Technical Engine Conference (EC), Samara, Russian Federation, 1-6.
3. Morales M.H., Zubrilin I.A., Matveev S.G., Gurakov N.I., Didenko A.A., Anisimov V.M., Tsapenkov K.D., 2023. A methodology for calculating the properties of aircraft kerosene surrogates that affect the atomization and evaporation characteristics. 2021 International Scientific and Technical Engine Conference (EC), Samara, Russian Federation, 1-5.

Сведения об авторах

Эрнандэс Моралес М., аспирант кафедры теплотехники и тепловых двигателей Самарского университета. Область научных интересов: численное моделирование процессов в КС ГТД.

Зубрилин И.А., к.т.н., доцент кафедры теплотехники и тепловых двигателей Самарского университета. Область научных интересов: вибрационное горение, численное моделирование эмиссионных характеристик КС ГТД.

Антонов Дмитрий Владимирович, к.ф.-м.н., доцент ИШФВП Томского политехнического университета. Область научных интересов: Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Стрижак Павел Александрович, д.ф.-м.н., профессор ИШЭ Томского политехнического университета. Область научных интересов: Теплофизика и теоретическая теплотехника.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EVAPORATION TIME AND TEMPERATURE IN THE NEAR-SURFACE LAYER OF Kerosene DROPLETS AND ITS SURROGATES

Hernandez Morales M.¹, Zubrilin I.A.¹, Tsapenkov D.K.¹, Antonov D.V.², Strizhak P.A.²

¹Samara University, Samara, Russia, mariohernandezmo_4_2@hotmail.com

²National research Tomsk polytechnic university, Tomsk, Russia

Keywords: kerosene, multicomponent surrogate, evaporation time, droplet.

The aim of this work is to determine the evaporation time and surface temperature of kerosene surrogates droplets developed at Samara University. Five different surrogates were used during the experiments; the number of components in the surrogates varies from three to six, and they were developed considering different amount of physical and chemical properties. The evaporation characteristics of the SU4 surrogate are in good agreement with the characteristics of kerosene TS-1, both in terms of the temperature in the near-surface droplet layer and in terms of the change in the droplet diameter. The surrogate SU4 will be used in further works in the modeling of processes in aviation combustion chambers.