

Экспериментальное исследование предварительно перемешанных пламен в условиях микрогравитации

А.И.Крикунова¹, К.В. Клинков², Э.Е. Сон¹, С. Eigenbrod²

¹Московский физико-технический институт (государственный университет)

²The Center of Applied Space Technology and Microgravity (ZARM)

Одним из насущных вопросов современной газодинамики является моделирование турбулентных течений. Турбулентное горение же представляет собой ещё более сложную задачу, поскольку к вопросам турбулентности также добавляются и физико-химические процессы. Существует большое количество подходов к моделированию данного процесса, однако до сих пор не найдено универсального метода моделирования, позволяющего производить численные эксперименты с двигателями внутреннего сгорания, моделировать пожары на МКС и др. Таким образом, не смотря на давность вопроса, изучение турбулентного горения остается актуальным и в настоящее время. А с развитием техники появляется все больше возможности получать более точные данные о характеристиках, на основе которых можно верифицировать методы численного моделирования.

Авторами данной работы представлена экспериментальная работа по исследованию характеристик предварительно перемешанного пламени в условиях земной и пониженной гравитации. Поскольку, силы плавучести играют важную роль в распространении пламени, то для изучения фундаментальных основ горения важным является получить характеристики пламени, не подвергающегося каким-либо внешним воздействиям. В качестве предмета исследования взято коническое метано-воздушное пламя. По предварительным исследованиям данное пламя стабильно в узком диапазоне параметров горения ($Re_{\text{вых}}=1000$, $\phi=1$), и для их расширения необходима внешняя стабилизация. Наиболее распространенными методами стабилизации является закрутка, пилотное пламя, спутный поток, стабилизирующие тела (проволока, цилиндр, диск, кольцо) [1, 2]. Закрутка приводит к сильной турбулизации потока, пилотное пламя значительно меняет температурные и скоростные характеристики, проволока и др. превращают коническое пламя в V-образное, а вот использование кольца, согласно работе [3] – является достаточно эффективным методом стабилизации конических пламен. Подбор кольца для стабилизации данного сопла производился при помощи численного моделирования на основе программного пакета «FlowVision». Согласно результатам численного эксперимента кольцо, толщиной 1,5мм шириной 1,5мм, внутренним диаметром 10мм, при зазоре между внешним диаметром кольца и внутренним сопла – 1мм, наилучшим образом стабилизирует пламя. В случае

использования кольца параметры стабильного пламени значительно расширились, что дало возможность изучать как бедное, так и богатое пламя ($\varphi=0,8; 1,0; 1,3$), от ламинарного режима ($Re=600$) до слаботурбулизированного ($Re=2000$). Эксперимент проводился в Центре прикладных космических технологий и микрогравитации (ZARM) г. Бремен, Германия. Условия микрогравитации достигались в «Drop Tower», степень микрогравитации - $10^{-6}g_0$, время каждого эксперимента составляет 4,5 с. В качестве диагностики использовалась система OH-PLIF, скоростная видеосъемка. Проведен анализ характеристик пламени в условиях пониженной и нормальной гравитации.

Данная работа выполнена при поддержке «German Aerospace Center (DLR) Office for Research under Space Conditions», грант No. 50WM1125 в рамках проекта: “Droplet-Droplet Interactions”.

Литература

1. *Chaparro, A.A. and B.M. Cetegen*, Blowoff characteristics of bluff-body stabilized conical premixed flames under upstream velocity modulation // *Combustion and Flame*, 2006. **144**(1–2): p. 318-335.
2. *Cheng, R.K. and I.G. Shepherd*, The influence of burner geometry on premixed turbulent flame propagation // *Combustion and Flame*, 1991. **85**(1–2): p. 7-26.
3. *Johnson, M.R., L.W. Kostik, and R.K. Cheng*, A Ring Stabilizer for Lean Premixed Turbulent Flames // *Combustion and Flame*, 1998. **114**(3–4): p. 594-596.