

УДК 629.78

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЕ ФУНКЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ В CFD

Панов А. Е., Зубрилин И. А.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара

При проектировании авиационного газотурбинного двигателя (ГТД) одним из этапов является моделирование процессов, происходящих в его узлах и агрегатах. От качества моделирования существенно зависит время и стоимость создания двигателя.

При моделировании процесса горения в камере сгорания (КС) ГТД одной из наиболее широко используемых программ является коммерческий продукт ANSYSFluent. В ходе расчета процессов горения лежат два основных параметра: ламинарная скорость распространения пламени (ЛСРП, S_l) и критическая скорость деформации пламени ($g_{кр}$). S_l - скорость распространения фронта пламени относительно смеси свежих реагентов в направлении по нормали к поверхности фронта [1]. Одним из самых распространённых вариантов зависимости S_l от давления и температуры является степенная зависимость вида [2]: $S_l = S_{l_0} \cdot \left(\frac{T_u}{T_0}\right)^\gamma \cdot \left(\frac{P_u}{P_0}\right)^\beta$, где T_u и P_u - температура и давление свежих реагентов; γ - термический показатель; β - барический показатель. Данная формула позволяет учесть повышенные давления и температуры, присущие современным КС ГТД. Параметр $g_{кр}$, как правило, принимает постоянное значение, равное $1 \cdot 10^8 \frac{1}{c}$. В действительности $g_{кр}$ изменяется в зависимости от S_l и теплофизических свойств топливо - воздушной смеси [3]: $g_{кр} = \frac{B \cdot S_l^2}{a}$, здесь $B=0,5$; a - коэффициент температуропроводности свежих реагентов.

График изменения $g_{кр}$ представлен на рис. 1.

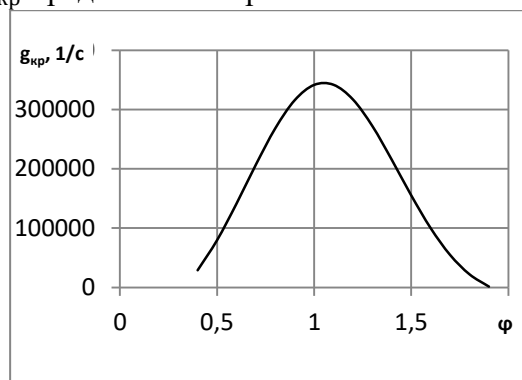


Рис.4. Изменение $g_{кр}$ для смеси метан - воздух

Программа Fluent предусматривает написание и использование пользовательских функций (UDF) [4]. Таким образом, в данной работе проведена разработка макросов, позволяющих увеличить предсказательную способность стандартных решений, предложенных в коммерческом пакете ANSYSFluent за счёт уточнения значений S_l и $g_{кр}$.

Библиографический список

1. Снегирёв, А. Ю. Основы теории горения [Текст]/ А. Ю. Снегирёв - СПб.: Изд - во Политехн. ун - та, 2014. - 352 с.

2. Metghalchi, M. Burning velocities of mixtures of air with methanol, isooctane, and indolene at high pressure and temperature [Text] / M.Metghalchi, J. C.Keck //Combustion and flame. – 1982. – Vol. 48. – P. 191-210.
3. Zimont, V.L. An efficient computational model for premixed turbulent combustion at high Reynolds numbers based on a turbulent flame speed closure [Text] / V.Zimont, W.Polifke, M.Bettelini, W. Weisenstein // ASME 1997 International Gas Turbine and Aeroengine Congress and Exhibition. – American Society of Mechanical Engineers, 1997. – P. V002T06A054.
4. ANSYS Inc., Fluent Theory guide, Ansys 15.0, Release 2013.