

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ПОДАЧИ ТОПЛИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕТОНАЦИОННОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ*

В. А. Сметанюк¹, С. М. Фролов², В. С. Иванов³, Б. Басара⁴

Аннотация: С помощью разработанной в ФИЦ ХФ РАН вычислительной технологии исследована возможность снижения давления подачи горючего в детонационный ракетный двигатель (ДРД) с кольцевой камерой сгорания (КС) за счет замены его радиальной подачи на осевую и, соответственно, замены осевой подачи окислителя на радиальную. Показано, что при фиксированных расходах топливных компонентов (природного газа (ПГ) и кислорода) такая замена приводит к перестройке рабочего режима: режим с тремя равноудаленными детонационными волнами (ДВ), циркулирующими над огневым днищем ДРД, сменяется режимом с одной циркулирующей ДВ. При этом существенно увеличивается степень недогорания топливных компонентов и снижается среднее давление в КС ДРД. Полученные результаты означают, что рабочие характеристики ДРД в значительной мере определяются организацией турбулентно-молекулярного смешения топливных компонентов в зоне циркуляции ДВ. При заданных расходах топливных компонентов должны существовать оптимальные условия их подачи в КС ДРД, обеспечивающие наибольшую эффективность рабочего процесса.

Ключевые слова: детонационный ракетный двигатель; кольцевая камера сгорания; природный газ; кислород; давление подачи топливных компонентов; численное моделирование

DOI: 10.30826/CE19120210

Литература

1. Фролов С. М. Импульсные детонационные двигатели. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2006. 592 с.
2. Быковский Ф. А., Ждан С. А. Непрерывная спиновая детонация. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. 423 с.
3. Медведев С. Н., Иванов В. С., Фролов С. М. Трехмерное численное моделирование рабочего процесса и тяговых характеристик стенового образца ракетного двигателя с непрерывно-детонационным горением смеси природного газа с кислородом // Горение и взрыв, 2016. Т. 9. № 2. С. 65–79.
4. Frolov S. M., Aksenov V. S., Ivanov V. S., Medvedev S. N., Shamshin I. O. Flow structure in rotating detonation engine with separate supply of fuel and oxidizer: Experiment and CFD // Detonation control for propulsion: Pulse detonation and rotating detonation engines. — Eds. J.-M. Li, C. J. Teo Boo Cheong Khoo, J.-P. Wang, C. Wang. — Springer International Publishing AG, 2018. P. 39–59.
5. Иванов В. С., Аксёнов В. С., Фролов С. М., Шамшин И. О. Экспериментальные исследования стенового образца ракетного двигателя с непрерывно-детонационным горением смеси природного газа с кислородом // Горение и взрыв, 2016. Т. 9. № 2. С. 51–64.
6. Фролов С. М., Аксёнов В. С., Иванов В. С., Медведев С. Н., Шамшин И. О., Яковлев Н. Н., Костенко И. И. Огневые испытания ракетного двигателя с непрерывно-детонационным горением топливной пары «природный газ – кислород» // Горение и взрыв, 2017. Т. 10. № 4. С. 23–29.
7. Фролов С. М., Аксёнов В. С., Иванов В. С., Медведев С. Н., Шамшин И. О., Яковлев Н. Н., Костенко И. И. Ракетный двигатель с непрерывно-детонационным горением топливной пары «природный газ – кислород» // Докл. Акад. наук, 2018. Т. 478. № 4. С. 429–433.
8. Фролов С. М., Дубровский А. В., Иванов В. С. Трехмерное численное моделирование рабочего процесса в камере сгорания с непрерывной детонацией // Хим. физика, 2012. Т. 31. № 3. С. 32–45.
9. Коробейников В. П., Левин В. А. Сильный взрыв в горючей смеси газов // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа, 1969. № 6. С. 48–51.

Поступила в редакцию 18.01.19

* Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект 18-73-10196).

¹Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук, smetanuk@chph.ras.ru

²Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», smfrol@chph.ras.ru

³Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук, ivanov.vls@gmail.com

⁴АВЛ Лист ГмБХ, Грац, Австрия, branislav.basara@avl.com