

ГАЗИФИКАЦИЯ ЛЕГКОПЛАВКИХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОМ ГАЗОВОМ ПОТОКЕ*

В. И. Звегинцев¹, А. В. Федорычев², Д. В. Жестерев³, И. Р. Мишкин⁴, С. М. Фролов⁵

Аннотация: Выполнены эксперименты и определены количественные характеристики процесса газификации легкоплавких углеводородных материалов (полиэтилена и полипропилена (ПП)) в потоках высокотемпературного инертного газа. Показано, что выход продуктов газификации увеличивается с увеличением температуры несущего газа и полноты отвода тепла в материал. Минимальное отношение между расходами несущего газа и продуктов газификации в экспериментах составило 4,5.

Ключевые слова: легкоплавкое горючее; инертный газ; газогенератор; высокотемпературный поток несущего газа; продукты газификации

DOI: 10.30826/CE19120312

Литература

1. Karabeyoglu A., Zilliac G., Cantwell B.J., DeZilwa S., Castellucci P. Scale-up tests of high regression rate paraffin-based hybrid rocket fuels // J. Propul. Power, 2004. Vol. 20. No. 6. P. 1037–1045. doi: 10.2514/1.3340.
2. Александров В. Н., Быцкевич В. М., Верховолов В. К. и др. Интегральные прямоточные воздушно-реактивные двигатели на твердых топливах. — М.: Академкнига, 2006. 329 с.
3. Besser H.-L. History of ducted rocket development at Bayern-Chemie. AIAA Paper No. 2008-5261, 2008. doi: 10.2514/6.2008-5261.
4. Pinto P. C., Kurtha G. Robust propulsion control in all flight stages of a throttleable ducted rocket. AIAA Paper No. 2011-5611, 2011. doi: 10.2514/6.2011-5611.
5. Обносов Б. В., Сорокин В. А., Яновский Л. С. и др. Конструкция и проектирование комбинированных ракетных двигателей на твердом топливе. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. 279 с.
6. Салганский Е. А., Кислов В. М., Глазов С. В., Жолудев А. Ф., Манелис Г. Б. Особенности фильтрационного горения пиролизующегося твердого топлива // Физика горения и взрыва, 2010. Т. 46. № 5. С. 42–47.
7. Шабунин А. И., Калинин С. В., Сарабьев В. И., Ягодников Д. А., Полянский А. Р. Результаты исследования и разработки низкотемпературных быстрогорящих газогенерирующих топлив для систем перемещения элементов исполнительных механизмов // Наука и образование: Научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2012. № 2. С. 20.
8. Александров В. Ю., Арефьев К. Ю., Ильченко М. А., Ананян М. В. Исследование эффективности рабочего процесса в малогабаритных генераторах высокоэнтальпийного воздушного потока // Наука и образование: Научное издание МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. № 8. С. 75–86. doi: 10.7463/0815.0798965.
9. Яновский Л. С., Байков А. В., Аверьков И. С. Оценка возможности создания ВРД на твердом топливе с системой активного охлаждения // Тепловые процессы в технике, 2016. № 3. С. 111–116.
10. Аверьков И. С., Арефьев К. Ю., Байков А. В., Яновский Л. С. Исследование эффективности регенеративного охлаждения прямоточной камеры сгорания продуктами газификации энергоконденсированного материала // Теплофизика и аэромеханика, 2017, Т. 24. № 1. С. 149–160.
11. Левин В. А., Луценко Н., Салганский Е., Яновский Л. Модель газификации твердого горючего в комбинированном заряде низкотемпературного газогенератора летательного аппарата // Докл. Акад. наук, 2018. Т. 482. № 2. С. 150–154.
12. Salgansky E. A., Lutsenko N. A., Levin V. A., and Yanovskiy L. S. Modeling of solid fuel gasification in combined charge of low-temperature gas generator for high-speed ramjet engine // Aerosp. Sci. Technol., 2019. Vol. 84. No. 1. P. 31–36. doi: 10.1016/j.ast.2018.10.029.
13. Polymer handbook / Eds. J. Brandrup, E. H. Immergut,

*Работа выполнена в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг. (проект АААА-А17-117030610121-9). Работа частично поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (грант РФФИ 18-08-00076а).

¹Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук, zvegin@itam.nsc.ru

²ФГУП «ФЦДТ «Союз», dgr56@mail.ru

³ФГУП «ФЦДТ «Союз», d.zhesterev@mail.ru

⁴ФГУП «ФЦДТ «Союз», mir1988@mail.ru

⁵Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н. Н. Семёнова Российской академии наук; Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, smfrol@chph.ras.ru

- Е. А. Grulke, A. Abe, D. R. Bloch. — 4th ed. — New York, NY, USA: John Wiley & Sons, 1999. 2250 p.
14. *Фролов С. М., Звезгинцев В. И., Аксёнов В. С., Билера И. В., Казаченко М. В., Шамшин И. О., Гусев П. А., Белоцерковская М. С., Коверзанова Е. В.* Детонационная способность воздушных смесей продуктов пиролиза полипропилена // Горение и взрыв, 2018. Т. 11. № 4. С. 44–60. doi: 10.30826/CE18110406.
15. *Беляев Н. М.* Термодинамика переменного количества газа. — Днепропетровск: Днепропетр. гос. ун-т, 1981. 110 с.
16. *Байков А. В., Пешкова А. В., Шиховцев А. В., Яновский Л. С.* Экспериментальные исследования низкотемпературного твердопливного газогенератора для воздушно-реактивного двигателя // Горение и взрыв, 2016. Т. 9. № 4. С. 126–131.

Поступила в редакцию 16.07.19