

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ПАРОВ ВОДЫ В ПОДОГРЕТОМ ПРИ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЯХ ВОЗДУХЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА В МОДЕЛЬНОЙ КАМЕРЕ СГОРАНИЯ С ЭНЕРГОЕМКИМ КОНДЕНСИРОВАННЫМ МАТЕРИАЛОМ

Е. В. Суриков¹, М. С. Шаров², П. А. Коломенцев³, О. М. Алексева⁴, А. В. Федорычев⁵,
Д. В. Жестерев⁶

Аннотация: Представлены результаты экспериментальных исследований по оценке влияния концентрации паров воды в подогретом до 550 К воздушном потоке, которые могут образоваться при работе водородного огневого подогревателя (ОП), на рабочий процесс в камере сгорания (КС) модельной установки с энергоемким конденсированным материалом (ЭКМ). Показано существенное влияние содержания паров воды на шлакование поверхностей теплозащитного покрытия (ТЗП) и теплообмен со стенками в КС. Установлено снижение коэффициента полноты сгорания ЭКМ при наличии 2–3 % (масс.) паров воды в воздушном потоке в заданных условиях.

Ключевые слова: модельная камера сгорания; коэффициент полноты сгорания; воздух; водяной пар; энергоемкий конденсированный материал

DOI: 10.30826/CE21140108

Литература

1. Александров В. Н., Быцкевич В. М., Верхоломов В. К. и др. Интегральные прямоточные воздушно-реактивные двигатели на твердых топливах. Основы теории и расчета / Под ред. Л. С. Яновского. — М.: Академкнига, 2006. 343 с.
2. Сорокин В. А., Яновский Л. С., Козлов В. А. и др. Ракетно-прямоточные двигатели на твердых и пастообразных топливах. Основы проектирования и экспериментальной отработки / Под ред. Ю. М. Милехина, В. А. Сорокина. — М.: Физматлит, 2010. 320 с.
3. Обносов Б. В., Сорокин В. А., Яновский Л. С. и др. Конструкция и проектирование комбинированных ракетных двигателей на твердом топливе / Под общ. ред. В. А. Сорокина. — 2-е изд. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. 303 с.
4. Vigot C., Bardelle L., Nadaud L. Improvement of boron combustion in a solid-fuel ramrocket. AIAA Paper No. 86-1590, 1986.
5. Vigot C., Cochet A., Guin C. Combustion behaviour of boron-based solid propellants in a ducted rocket // Combustion of boron-based solid propellants and fuels. — CRC Press, 1993. P. 386–401.
6. Ягодников Д. А. Воспламенение и горение порошкообразных металлов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. 432 с.
7. Александров В. Ю., Арефьев К. Ю., Прохоров А. Н., Федотова К. В., Шаров М. С., Яновский Л. С. Методика экспериментальных исследований эффективности рабочего процесса в высокоскоростных ПРВД газогенераторной схемы на твердых топливах // Известия высших учебных заведений. Машиностроение, 2016. № 2(671). С. 65–75.
8. Арефьев К. Ю., Воронецкий А. В., Прохоров А. Н., Яновский Л. С. Экспериментальное исследование полноты сгорания двухфазных продуктов газификации борсодержащих энергоемких конденсированных составов в высокоэнталийном воздушном потоке // Физика горения и взрыва, 2017. № 3. С. 42–52.
9. Арефьев К. Ю., Яновский Л. С. Исследование эффективности горения борсодержащих частиц конденсированной фазы в каналах с распределенным подводом воздуха // Физика горения и взрыва, 2019. № 1. С. 63–72.
10. Байков А. В., Жолудев А. Ф., Кислов М. Б., Пучковский И. В., Шаров М. С., Шиховцев А. В., Яновский Л. С.

¹«ФГБУ «ЦИАМ им. П. И. Баранова», evsurikov@ciam.ru

²«ФГБУ «ЦИАМ им. П. И. Баранова», mssharov@ciam.ru

³«ФГБУ «ЦИАМ им. П. И. Баранова», kolomentsev@ciam.ru

⁴«ФГБУ «ЦИАМ им. П. И. Баранова», alekseeva@ciam.ru

⁵«ФГУП «ФЦДТ «Союз», Дзержинский, Московская область, dgr56@mail.ru

⁶«ФГУП «ФЦДТ «Союз», Дзержинский, Московская область, d_zhesterev@mail.ru

- Горение твердого топлива в газогенераторе воздушно-реактивного двигателя при большом содержании металла // Журнал прикладной химии, 2019. Т. 92. Вып. 5. С. 567–571.
11. Яновский Л. С., Арефьев К. Ю., Милехин Ю. М., Сорокин В. А., Гусев С. А., Воронецкий А. В., Суриков Е. В., Шаров М. С., Байков А. В., Абрамов М. А., Федотова К. В., Аверьков И. С. Прямоточные воздушно-реактивные двигатели на энергоемких конденсированных материалах / Под общ. ред. Л. С. Яновского. — М.: ЦИАМ, 2020. 198 с.
 12. Яновский Л. С., Лемперт Д. Б., Разносчиков В. В., Аверьков И. С., Шаров М. С. Оценка эффективности некоторых металлов и неметаллов в твердых топливах для ракетно-прямоточных двигателей // Физика горения и взрыва, 2020. Т. 56. № 1. С. 81–94.
 13. 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, 2015. № 8. С. 75–86. doi: 10.7463/0815.0798965.
 14. Aleksandrov V. Yu., Moseev D. S. Methods and ways to simulate real high enthalpy flight conditions for ground test facilities // 31st Conference (International) on Equations of State for Matter. — Moscow, 2016. P. 218–219.
 15. Ланшин А. И., Прохоров А. Н., Кукишинов Н. В., Арефьев К. Ю., Александров В. Ю., Гуськов О. В. Особенности расчетных исследований и экспериментальной отработки прямоточных ВРД на жидких и газообразных горючих / Под общ. ред. А. И. Ланшина. — М.: ЦИАМ, 2020. 112 с.
 16. Справочник химика. Том 1. Общие сведения, строение вещества, свойства сложных важнейших веществ, лабораторная техника. — Л.: Химия, 1966. 1071 с.
 17. Трусов Б. Г. Программная система TERRA для моделирования фазовых и химических равновесий / Тр. XIV Междунар. конф. по хим. термодинамике. — СПб., 2002. <http://main.isuct.ru/files/konf/ISTAPC2005/proc/2-11.pdf>.

Поступила в редакцию 14.02.2021