

Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СОРАН

ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
с элементами научной школы для молодых учёных



XXXIII
СИБИРСКИЙ
ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЙ
СЕМИНАР,

посвящённый 60-летию
Института теплофизики
им. С.С. Кутателадзе СОРАН

6 – 8 июня 2017 г.
Новосибирск, Россия

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Новосибирск 2017

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГИБРИДНЫХ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА

Золоторёв Н.Н., Коноваленко А.И., Кузнецов В.Т.

Национальный исследовательский Томский государственный университет
634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36, стр. 27

Экспериментальное исследование взаимодействия горячей газовой струи с образцами высокоэнергетических материалов актуально как для проектирования перспективных реактивных двигателей, так и для опытной проверки существующих теоретических моделей и расчетных данных, выполненных на их основе. При этом в процессе эксперимента важно контролировать не только термодинамические и газодинамические параметры процесса (температуру, давление, расход газа), но и баллистические (развиваемую двигателем тягу) [1]. Описание такого экспериментального стенда представлено в настоящей работе.

Стенд состоит из блока подготовки газовой смеси и измерительного блока, выполненного в виде модельного двигателя, установленного на тягоизмерительном стенде. В качестве рабочего газа в установке использовался воздух. Нагрев газа осуществлялся в лабиринтной печи при помощи индукционного нагревателя мощностью 40 кВт (температура нагрева печи до 900 К). Параметры газа на выходе блока подготовки газовой смеси (в форкамере) составляли: давление до 0,3 МПа, температура до 550 К, расход ($5 \div 30$ г/с).

Исследуемый образец в виде цилиндрической шашки с размерами 30/10–40 мм размещался в текстолитовом контейнере в передней части модельного двигателя соосно с каналом диаметром 10 мм подачи газовой смеси. Двигатель жестко крепился в маятниковой подвеске тягоизмерительного стенда и передней крышкой опирался на датчик измерения силы. Использование шарикоподшипников в узле крепления подвески рычага маятника, малые его перемещения ($< 0,15$ мм) и предварительное нагружение датчика отклонением маятника от положения равновесия, обеспечивали достоверное измерение осевой составляющей тяги двигателя. Оба блока стенда соединялись при помощи гибкого металлического трубопровода сильфонного типа, допускавшего свободное качание маятника.

Подача газа осуществлялась от баллона со сжатым газом через редуктор и электропневмоклапан АЭМ-021 с рабочим давлением до 4 МПа. Расход воздуха измерялся по перепаду давления на калиброванной диафрагме, установленной в проходном тракте подачи воздуха. Давление на стенде измерялось с помощью датчиков типа ЛХ-412 и МБС-3000, температура измерялась термопарами ВР 5/20 с диаметром электродов 0,35 мм, тяга измерялась датчиками силы ДСТ 1909 или МЛВ20. Расход газа измерялся по перепаду давления на калиброванной диафрагме. Ис-

пользование критического режима истечения газа обеспечивает его постоянный расход во время эксперимента. Сигналы от датчиков поступали на цифровые усилители АТ1-8 и S7-1200 и регистрировались на персональном компьютере.

Для определения временных параметров воспламенения исследуемого образца ВЭМ применялся оптический регистратор, позволяющий измерять время воспламенения образца по изменению яркости свечения пламени на выходе сопла модельного двигателя. Остронаправленная оптическая система линз регистратора обеспечивала точное наведение оптической оси регистратора на светящийся объект. В качестве чувствительного элемента в регистраторе использовался фотодиод ФД-К-155.

Для получения газовых потоков с температурой выше 550 К в установке использовался твердотопливный газогенератор. Газогенератор вместе с камерой смешения для подачи воздуха устанавливался перед форкамерой и обеспечивал подачу газовой смеси с заданной температурой и содержанием кислорода. Для равномерного перемешивания продуктов горения газогенератора с воздухом на входе и выходе камеры смешения устанавливались рассеивающие диафрагмы. Критические режимы истечения продуктов горения газогенератора и воздуха в камеру смешения исключали их взаимное влияние на расходные характеристики. В качестве топлива для газогенератора использовалась шашка торцевого горения пороха «Н», температура продуктов горения которой равна 2368 К. Расход газа из газогенератора составлял ($20 \div 80$) г/с в зависимости от давления в камере сгорания.

Средняя скорость горения исследуемых образцов высокоэнергетических материалов определялась по результатам обмеров несгоревших остатков и времени горения, определяемого с помощью оптического регистратора и из баллистических измерений температуры и давления в камере модельного двигателя.

Приведены принципиальные схемы лабораторного стенда для режимов работы с индукционным подогревом воздуха и с использованием твердотопливного газогенератора в качестве источника горячего газа, а также типичные осциллограммы процессов.

Список литературы:

1. Исследование и стендовая отработка ракетных двигателей на твердом топливе / Волков В.Т., Ягодников Д.А. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. 296 с.