

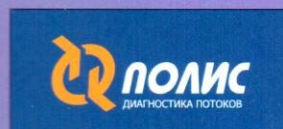
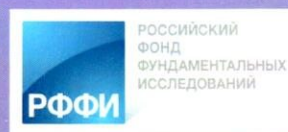


ГОРЕНИЕ ТОПЛИВА: ТЕОРИЯ, ЭКСПЕРИМЕНТ, ПРИЛОЖЕНИЯ

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ IX Всероссийской конференции с международным участием

16 –18 ноября 2015 г.

Новосибирск



МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК СМЕСИТЕЛЕЙ-КОНДЕНСАТОРОВ

Фролов Ф.С.^{1,2}, Фролов С.М.^{1,2}, Посвянский В.С.¹, Семенов И.В.^{2,3}¹Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, г. Москва²Научно-исследовательский институт системных исследований РАН, г. Москва³Институт автоматизации проектирования РАН, г. Москва

Ракетные двигатели орбитальных разгонных блоков работают при давлении окружающей среды в несколько миллибар и меньше и оборудованы соплами с большой степенью расширения. Для испытаний и доводки таких двигателей используются стенды, имитирующие высотные условия. Основные элементы стендов – вакуумная камера, в которой размещен двигатель, газодинамическая труба, в которой сверхзвуковое течение выхлопных газов тормозится до относительно низкой дозвуковой скорости, смеситель-конденсатор, предназначенный для уменьшения объемного расхода продуктов горения за счет их охлаждения и за счет конденсации содержащегося в них водяного пара, и эжекторы, обеспечивающие откачку газов до требуемого рабочего давления.

Объект исследования в данной работе – смеситель-конденсатор, в котором для охлаждения продуктов горения и для конденсации содержащегося в них водяного пара используются распределенные струи воды. Цель исследования – разработать физико-математическую модель, описывающую тепло- и массообмен плотной газовой взвеси капель воды с заторможенными высокотемпературными продуктами горения ракетного топлива.

Разработана физико-математическая модель, позволяющая оценить характеристики смесителей-конденсаторов для наземных испытаний ракетных двигателей орбитальных разгонных блоков. Проведенные расчеты показали, что использование водяных струй с каплями радиусом 0,5–0,2 мм с коэффициентом загрузки воды от 5 до 8 кг/м³ позволяет снизить давление и температуру заторможенных продуктов горения водородно-кислородного двигателя в смесителе-конденсаторе от 0,6 до 0,03–0,05 атм и от 2700 до 300–360 К соответственно за времена от 10 до 50 мс. Приведенные оценки получены в предположении о пространственно однородном распределении водяных капель в объеме смесителя-конденсатора без учета таких эффектов, как «скольжение» фаз, а также деформация и дробление капель в газовом потоке. Ожидается, что при учете этих эффектов длина смесителей-конденсаторов не должна превышать 3–8 м.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 15-08-00782) и Минобрнауки РФ по государственному контракту №14.609.21.0002 (идентификатор RFMEFI60914X0002).