

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ОТДЕЛЕНИЕ ХИМИИ И НАУК О МАТЕРИАЛАХ  
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ РАН

# УСПЕХИ ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

Сборник тезисов докладов на  
II Всероссийской молодежной конференции



ЧЕРНОГОЛОВКА  
19–24 мая 2013 года

## ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗДУШНО-РЕАКТИВНОГО ИМПУЛЬСНОГО ДЕТОНАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕТА С ЧИСЛОМ МАХА ОТ 0.8 ДО 5.0

Фролов С.М., Зангиев А.Э., Иванов В.С.

*Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, Москва, Россия*

E-mail: [smfrol@chph.ras.ru](mailto:smfrol@chph.ras.ru)

Возможность повышения тяговых характеристик прямоточных воздушно-реактивных двигателей (ПВРД) связывают с использованием импульсно-детонационных камер сгорания [1]. Циклический рабочий процесс в таких камерах включает следующие стадии: (1) заполнение камеры горючей смесью, (2) зажигание смеси, ускорение пламени и переход горения в детонацию (ПГД), (3) сжигание смеси в бегущей детонационной волне и (4) опустошение камеры от продуктов горения и детонации. Термодинамический цикл такого процесса близок к циклу Хампри, а ПВРД с такими камерами называют импульсными детонационными двигателями (ИДД).

В литературе имеются оценки теоретического удельного импульса ИДД [2]. Считается, что при работе ИДД на водороде или на углеводородном горючем удельный импульс может достигать очень больших значений: 5500 и 2500 с (по расходу горючего) соответственно в широком диапазоне чисел Маха полета: от 0 до 4–5. В наших работах [4–6] впервые проведено многомерное численное моделирование циклического рабочего процесса в ИДД с механическим клапаном при сверхзвуковом полете с числом Маха 3 на разных высотах (от 8 до 28 км над уровнем моря) с учетом конечного времени ПГД и интеграции импульсно-детонационной камеры сгорания с входным и выходными устройствами двигателя. Показано, что в этих условиях в ИДД можно организовать высокочастотный (~50–80 Гц) циклический рабочий процесс с зажиганием горючей смеси слабым источником (~0.1 Дж) и ПГД. Удельный импульс и удельный расход топлива для ИДД, работающего на стехиометрической пропано-воздушной смеси, в условиях полета на высотах до 26 км составили соответственно 1700–1800 с и 0.19–0.21 кг/(Н·час), что очень близко к аналогичным показателям идеального ПВРД на обычном горении, но при работе на бедной ТВС с коэффициентом избытка горючего 0.7. Что касается удельной тяги ИДД, то ее расчетные значения в этих условиях оказались выше на 18%–38%, чем аналогичный показатель для идеального ПВРД на обычном горении.

Задачи, решаемые в данной работе – доказательство возможности реализации циклического импульсно-детонационного рабочего процесса в ИДД (в компоновке с входным устройством и соплом) при дозвуковом полете с числом Маха 0.8 на малых высотах (до 500 м) и при сверхзвуковом полете с числом Маха 5.0 на высоте 28 км с учетом всех физико-химических особенностей окисления и горения углеводородного горючего, а также конечного времени ускорения турбулентного пламени и ПГД. Работа является продолжением исследований, начатых в [4–6].

1. Фролов С.М. // Импульсные детонационные двигатели. М.:Торус Пресс,2006. С.19-26.
2. Kailasanath K. // AIAA J. 2000. V. 38. № 9. P. 1698.
3. Roy G.D, Frolov S.M, Borisov A.A, Netzer D.W. // Progress in Energy and Combust. Science. 2004. V. 30. Issue 6. P. 545-672.
4. Иванов В.С., Фролов С.М. // Хим. физика. 2011. Т 30. № 7. С. 48–61.
5. Зангиев А.Э., Иванов В.С., Фролов С.М. // Сб. «Горение и взрыв» / под общ. ред. С.М. Фролова. М.: Торус Пресс, 2012, вып. 5, с. 136-139.
6. Зангиев А.Э., Иванов В.С., Фролов С.М. // Хим. физика. 2013. Т 32. № 4. С 1-10