

Государственный научный центр Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННОГО МОТОРОСТРОЕНИЯ
имени П.И. БАРАНОВА»

**ТЕОРИЯ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ
И МАТЕМАТИЧЕСКИЙ
ЭКСПЕРИМЕНТ
В ГАЗОВОЙ ДИНАМИКЕ**

Материалы
Научно-практического семинара

ЦИАМ, Москва
2009

ИНИЦИИРОВАНИЕ ГАЗОВОЙ ДЕТОНАЦИИ В ТРУБЕ С ПРОФИЛИРОВАННЫМ ПЕРЕСЖАТИЕМ СЕЧЕНИЯ

С. М. Фролов, В. С. Аксенов
(ИХФ РАН, Москва)

Обеспечение быстрого перехода горения в детонацию (ПГД) в углеводородо-воздушных смесях при минимальной энергии зажигания – важнейшая фундаментальная проблема, решение которой открывает пути практического использования детонационного взрыва в перспективных силовых установках летательных аппаратов – импульсных детонационных двигате-

94

лях (ИДД). В 2003–2008 г.г. в ИХФ РАН выполнен цикл экспериментальных и теоретических исследований по сокращению длины и времени ПГД в трубах для смесей газообразных и жидких углеводородных горючих с воздухом. Одно из наиболее простых и многообещающих решений – использование препятствий специальной формы, установленных внутри детонационной трубы. Цель данной работы – экспериментальное исследование быстрого перехода слабой УВ в детонацию при дифракции на препятствии специальной формы в виде сужающегося-расширяющегося сопла.

Эксперименты проводились в прямой круглой трубе длиной 4500 мм диаметром 52 мм со стехиометрической пропановоздушной смесью. Перед каждым опытом трубу вакуумировали и заполняли смесью до нормальных начальных условий. В качестве генератора УВ использовали пороховой газогенератор, который представлял собой цилиндрическую камеру сгорания объёмом 22 см³, оборудованную мембранным узлом с диаметром выходного отверстия 6 мм. Применение порохового газогенератора позволяло получать УВ с продолжительной фазой сжатия: время истечения пороховых газов превышало 1 мс. Использование мембран разной толщины из разного материала позволяло изменять максимальное давление в газогенераторе и, следовательно, начальную скорость первичной УВ. В трубе на расстоянии 2100 мм от среза выходного отверстия газогенератора устанавливали профилированное препятствие – сопло, состоящее из суживающейся параболической секции длиной 17 мм и расширяющейся конической секции длиной 450 мм. Диаметр минимального сечения сопла – 27 мм.

Экспериментально показано, что установка в трубе профилированного сопла позволяет обеспечить переход УВ в детонацию при скорости УВ на входе в сопло выше 680 ± 20 м/с, что приблизительно соответствует числу Маха, равному 2,0. С увеличением скорости первичной УВ преддетонационное расстояние в проведенных опытах уменьшалось. При скорости УВ выше 950–1000 м/с детонация возникала внутри сопла. Последнее представляется важным для организации рабочего процесса в ИДД. В отличие от традиционных представлений о том, что сопло предназначено для повышения удельного импульса реактив-

95

ной тяги ИДД, в данном случае сопло предназначено и для инициирования детонации, и для управления процессом истечения продуктов взрыва.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 08-08-00068) и Президиума РАН (Программа фундаментальных исследований №11).