

Взаимодействие детонационной волны со слоем инертного газа

Научный руководитель – Журавская Татьяна Анатольевна

Зыкова Полина Владиславовна

Студент (специалист)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра вычислительной механики, Москва,
Россия

E-mail: polina.zykova@math.msu.ru

В работе проведено численное исследование взаимодействия распространяющейся в плоском канале ячеистой детонационной волны со слоем инертного газа, расположенным вдоль стенки канала, с целью определения условий, обеспечивающих гашение детонационного горения.

Рассматривается распространение волны детонации в покоящейся при нормальных условиях стехиометрической водородно-воздушной смеси в полубесконечном плоском канале шириной L , вдоль стенки которого локально расположен слой инертного газа, ограниченный с обеих сторон одиночными барьерами. Для инициирования детонации используется однородный сверхкритический подвод энергии в тонком слое около закрытого торца канала. Для описания химического взаимодействия использовался детальный кинетический механизм, предложенный в работе [3]. Решение системы уравнений, описывающих плоское двумерное нестационарное течение невязкой многокомпонентной реагирующей газовой смеси, было проведено конечно-разностным методом, основанным на схеме Годунова [1]. Для численного моделирования использовался оригинальный программный модуль, в котором реализовано распараллеливание расчетов MPI/ OpenMP. Расчет проведен на сетке, шаг разбиения которой обеспечивает разрешение структуры волны.

В результате начального энергоподвода в канале формируется самоподдерживающаяся ячеистая волна детонации. Относительное отклонение полученной в расчетах скорости детонации от данных экспериментов [2] составляет 0.1 %. Положение слоя инертного газа выбиралось так, чтобы к нему подходила сформировавшаяся самоподдерживающаяся волна. Получено, что при заполнении слоя гелием формируется движущаяся по слою ударная волна, которая опережает волну детонации в горючей смеси, сопрягаясь с ней через косой скачок. При замене гелия на аргон механизм взаимодействия качественно меняется, наблюдается гашение поперечных волн на слое и зарождение новых в волне детонации, как при распространении волны в канале с пористыми стенками [4]. Установлено, что результат взаимодействия детонации со слоем инертного газа определяется как его составом, так и геометрическими параметрами. Получено, что увеличение высоты или протяженности слоя при прочих равных условиях можно рассматривать как способ гашения детонации.

Исследование выполнено с использованием оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М.В. Ломоносова.

Источники и литература

- 1) Годунов С.К., Забродин А.В., Иванов М.Я. и др. Численное решение многомерных задач газовой динамики. М.: Наука, 1976.
- 2) Ciccarelli G., Ginsberg T., Boccio J., Finfrock C., Gerlach L., Tagawa H., Malliakos A. // Brookhaven National Laboratory Rep. 1997. P. 79.

- 3) Maas U., Warnatz J // Combustion and flame. 1988. V. 74. P. 53-69.
- 4) Radulescu M.I., Lee J.H.S. // Combustion and Flame. 2002. V. 131. I. 1-2. P. 29-46.