

Взаимодействие детонационной волны со слоем гелия

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 гелия, расположенным вдоль стенки канала. Целью работы является определение геометрических характеристик слоя, обеспечивающих гашение детонационного горения.

Рассматривается распространение волны детонации в покоящейся при нормальных условиях ($P = 1$ атм, $T = 298$ К) стехиометрической водородно-воздушной смеси в полубесконечном плоском канале шириной L , около нижней стенки которого локально расположен слой гелия, ограниченный с обеих сторон одиночными барьерами. Для инициирования детонации используется однородный подвод энергии в тонком слое около закрытого торца канала. Горючая смесь моделируется смесью газов H_2 , O_2 , N_2 , Ar в молярном соотношении 42:21:78:1. Слой гелия расположен таким образом, чтобы к нему подходила самоподдерживающаяся волна.

Для описания химического взаимодействия использовался детальный кинетический механизм, предложенный в работе [4]. 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 OpenMP.

В результате начального энергоподвода в канале формируется волна детонации. Получен численный аналог следового отпечатка волны, иллюстрирующий ее ячеистую структуру. Относительное отклонение скорости распространения полученной в расчете детонационной волны от данных работы [2, 3] составляет 2-3 %. В результате взаимодействия волны со слоем гелия формируется движущаяся по слою ударная волна, которая опережает волну детонации в горючей смеси, сопрягаясь с ней через косой скачок. Изучена динамика обгоняющей детонацию ударно-волновой структуры («предвестника»). Определены геометрические параметры слоя гелия, обеспечивающие подавление волны детонации.

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) Солоухин Р.И. Ударные волны и детонация в газах. Москва: ГИФМЛ, 1963.
- 3) Ciccarelli G. et al. Detonation Cell Size Measurements in High-Temperature Hydrogen–Air–Steam Mixtures at BNL High-Temperature Combustion Facility // Brookhaven National Laboratory Rep. 1997. NUREG/CR-6391, BNL-NUREG-52482
- 4) Maas U., Warnatz J. Ignition Processes in Hydrogen-Oxygen Mixtures // Combustion and flame, 74: 53-69 (1988)