

С.Н. МЕДВЕДЕВ, С.М. ФРОЛОВ <sup>1</sup>  
*Московский Инженерно-Физический Институт  
(Государственный Университет),  
<sup>1</sup>Институт Химической Физики, РАН, Москва*

## **СТРУКТУРА И СКОРОСТЬ ГАЗОВОЙ ДЕТОНАЦИИ С ПОТЕРЯМИ**

Предложена математическая модель одномерной газовой детонации с потерями, расширенная на случай произвольной интенсивности лидирующего ударного фронта и многостадийной кинетики окисления горючего.

Впервые задачу об одномерной структуре и скорости распространения плоской детонационной волны в газах с учетом потерь импульса и энергии поставил и решил Я.Б. Зельдович [1]. В [1] сформулированы основные уравнения течения в волне с конечной скоростью химического превращения и получено приближенное решение задачи. Важнейший вывод теории – определяющая роль потерь для существования пределов газовой детонации в гладких и шероховатых трубах. В дальнейшем эту задачу решали численно в [2, 3], где получены важные особенности, а именно: (1) существование нескольких решений при одинаковых начальных условиях (неоднозначность), (2) существование конечного объема вещества, увлекаемого детонационной волной в движение, (3) наличие сечения в одномерной структуре волны детонации, в которой направление движения вещества меняет знак, (4) наличие сечения в структуре такой волны, в которой продукты детонации полностью заторможены и охлаждены до начальной температуры. Проблему неоднозначности решений в [1-3] сводили к анализу их устойчивости. Показано, что устойчивы лишь решения, соответствующие уменьшению скорости детонации с ростом потерь. При этом задачу о скорости и структуре детонации в [1-3] решали в приближении сильной волны (пренебрегали начальным давлением и начальной внутренней энергией взрывчатой смеси) с одностадийной химической реакцией окисления горючего. Цель учебно-исследовательской работы – расширить одномерную теорию [1-3] на случай произвольной интенсивности лидирующего ударного фронта и учесть особенности многостадийного кинетического механизма окисления горючего.

Разработана вычислительная программа, которая методом пристрелки позволяет получить все решения для скорости детонации с потерями,

включая устойчивые и неустойчивые решения. В программе интегрируются одномерные дифференциальные уравнения сохранения массы, количества движения и энергии, дополненные уравнениями кинетики химических превращений и уравнениями состояния идеального газа, а также граничными условиями на ударном фронте и в плоскости Чепмена–Жуге. В качестве условий на ударном фронте использовали точные соотношения Ренкина–Гюгонио. В плоскости Чепмена–Жуге использовали условие непрерывного перехода из дозвуковой зоны течения в сверхзвуковую через особую седловую точку. По сравнению с сильным приближением [1-3] при такой постановке задачи появились значительные отличия температуры и плотности газа на фронте волны (до 20-30%), особенно в окрестности предела детонации. Такое отличие отразилось на структуре фронта детонации, на его ширине и на расчетных значениях предельных диаметров гладких труб для разных взрывчатых смесей.

В дальнейшем планируется использовать разработанную вычислительную программу для расчетов структуры детонационных волн до полной остановки и полного охлаждения продуктов детонации, чтобы оценить поражающее действие детонационного взрыва.

*Список литературы*

1. Я. Б. Зельдович. ЖЭТФ, 1940, 10, 5, с. 542.
2. Я. Б. Зельдович, Б. Е. Гельфанд, А. А. Борисов, С. М. Фролов, А. Н. Поленов. Хим. Физика, 1985, 4, 2, с. 279.
3. Я. Б. Зельдович, Б. Е. Гельфанд, Я.М. Каждан, С.М. Фролов. ФГВ, 1987, 4, 2, с. 103.