

**Моделирование процесса детонации в двигателях с вращающейся
детонационной волной**

Михальченко Елена Викторовна

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра волновой и газовой динамики, Москва,
Россия

E-mail: Vi-Velena@rambler.ru

Впервые задачу о возможности детонационного сжигания топлива рассмотрел Зельдович Я.Б. Им была показана высокая термодинамическая эффективность детонационного горения в сравнении с обычным горением при одинаковых начальных условиях, в связи с чем, встала проблема разработки двигателя использующего детонационное горение. Одним из наиболее перспективных двигателей такого типа, является двигатель с вращающейся детонационной волной, также известный как двигатель с непрерывной детонацией. Такие двигатели имеют огромный потенциал, так как обладают очень простой конструкцией и высокой термодинамической эффективностью, а также высокой скоростью преобразования энергии, которая может быть даже более высокой, чем у импульсных детонационных двигателей. Двигатель с вращающейся детонационной волной, как и следует из названия, использует одну или несколько детонационных волн, вращающихся вокруг кольцевых камер для преобразования энергии. Детонация - это сложный газодинамический волновой процесс распространения по веществу зоны экзотермической реакции со сверхзвуковой скоростью. На современном этапе изучение процесса детонации невозможно без привлечения математического моделирования. В данной работе будут рассмотрены газодинамические процессы, а также химические реакции, происходящие в двигателе. Для решения данной задачи для газодинамической части моделирования двигателя использовалась схема PPM, схема с повышенной разрешающей способностью в областях малых возмущений и монотонная в областях сильных разрывов, основанная на методе MUSCL [1]. Данная схема была протестирована с помощью задач, предложенных в [2], и показала хорошую сходимость. Для изучения детонации и переходных процессов была рассмотрена задача расчета нестационарного процесса горения в газовой фазе, состоящей из k компонент, которые могут смешиваться друг с другом [3]. Для полученной программы будут созданы параллельные версии для сокращения временных затрат, с использованием современных методов распараллеливания, такие как OpenMP и CUDA.

Источники и литература

- 1) 1. P. COLELLA, A direct Eulerian MUSCL scheme for gas dynamics, SIAM J. Sci. Statist. Comput., in press
- 2) 2. R. LISKA AND B. WENDROF, COMPARISON OF SEVERAL DIFFERENCE SCHEES ON 1D AND 2D TEST PROBLEMS FOR THE EULER EQUATIONS, SIAM J. SCI. COMPUT, Vol. 25, No. 3, pp. 995–1017
- 3) 3. Н.Н.Смирнов, В.Ф.Никитин. Влияние геометрии канала и температуры смеси на переход горения в детонацию в газах. ФГВ, 2004, № 2, с. 68-83
- 4) 4. U. Maas, J. Warnatz, Ignition Processes in Hydrogen-Oxygen Mixtures. Combustion and Flame, 74, 1 (1988), pp. 53-69.
- 5) 5. B. Rybakin. Modeling of III-D Problems of Gas Dynamics on Multiprocessing Computers and GPU. Elsevier, Computers & Fluids, DOI information: 10.1016/j.compfluid.2012.01.016, 31-JAN-2012.

- 6) 6. Б.П. Рыбакин, Л.И. Стамов. Использование многопроцессорных вычислительных систем и графических ускорителей для моделирования задач газодинамики // Материалы международной суперкомпьютерной конференции «Научный сервис в сети Интернет: экзафлопсное будущее», г. Новороссийск, 19-24 сентября 2011 г., стр. 84-89
- 7) 7. Frank K. Lu, Eric M. Braun, Luca Massa and Donald R. Wilson, Rotating Detonation Wave Propulsion: Experimental Challenges, Modeling, and Engine Concepts (Invited), 47th AIAA/ASME/SAE/ASEE Joint Propulsion Conference & Exhibit 31 July - 03 August 2011, San Diego, California