

УДК 534.222.2

Расчетный анализ влияния кинетической модели на характеристики процесса горения,  
инициированного скачком уплотнения

А.В. Хвостов<sup>1,2</sup>, Д.И. Бабушенко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Центральный институт авиационного моторостроения им. П.И. Баранова

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

В последнее время в связи с интенсивным развитием вычислительной техники активизировались работы по численному моделированию сложных физико-химических процессов в различных устройствах, в частности, с использованием детонационных волн. Целью данной работы являлось сравнение работы нескольких схем химической кинетики при описании распространения детонационной волны.

В данной работе были рассмотрены три различные схемы химической кинетики, которые описывают процесс горения водорода в воздухе. Это схема Димитрова [1], схема Яхимовского [2] и схема Старика [3]. Сравнение этих схем производилось на задаче распространения детонационной волны в закрытом с обеих сторон канале для разных начальных давлений. Результаты численного моделирования сравнивались с экспериментальными данными [4], а так же сопоставлялись с аналитическим решением задачи о распространении скачка с тепловыделением [5].

По результатам моделирования детонации водород-кислородной смеси было показано, что при начальном давлении близком к атмосферному давлению все кинетические схемы обеспечивают хорошее согласие с экспериментом по величине скорости распространения детонации (рис. 1). При малом числе ячеек схема Старика обеспечивает хорошее совпадение с экспериментом, в то время как использование схем Яхимовского и Димитрова дает значительное расхождение с экспериментальными точками. В области низких давлений расчеты по всем схемам дают завышенные значения скорости детонационной волны по сравнению с экспериментальными данными.

В другой серии расчетов проводилось моделирование детонации в водородно-воздушной смеси при начальных параметрах газа, соответствующих параметрам идеального торможения сверхзвукового потока на высоте 11 км с числом Маха равным 2. В результате расчетов показано, что значения ключевых для различных технических устройств параметров распространения детонационной волны, таких как скорость и давление на стенке, совпадают с приемлемой точностью для рассмотренных схем химической кинетики и для аналитического решения. В то же время давление в пике детонационной волны аналитического решения существенно отличается от пиковых давлений, которые получены с

помощью численного моделирования. Можно сделать предположение, что данное отличие вызвано особенностями инициирования детонационной волны в численных расчетах.

Последняя серия расчетов касается движения детонационного фронта при низких давлениях. Было показано, что характер возрастания температуры за фронтом детонационной волны существенно отличается для различных схем химической кинетики.

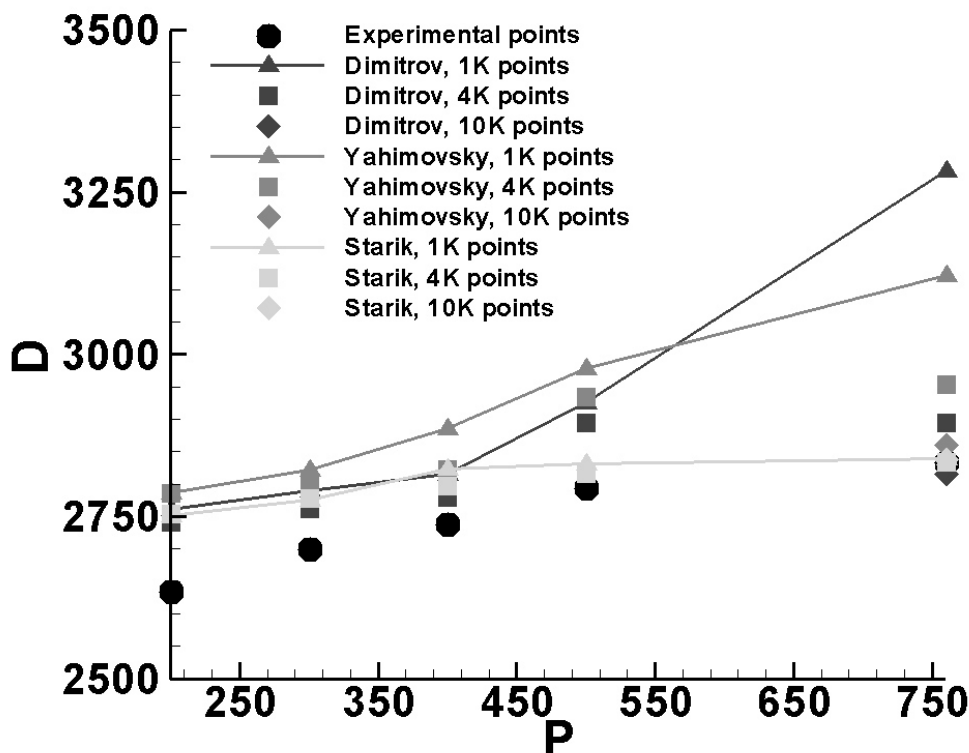


Рис. 1. Зависимость скорости детонации (м/сек) стехиометрической водородно-кислородной смеси от давления (мм. рт. ст.). Разные символы соответствуют числу расчетных ячеек: ▲ – 1000; ■ – 4000; ◆ - 10000

#### Литература

1. *Dimitrov V.I.* The maximum Kinetic Mechanism and Rate Constants in the H<sub>2</sub>-O<sub>2</sub> System // *React. Kinetic Catal. Lett.* – 1977. – V. 7, N 1. – P. 81–86.
2. *Starik A.M [at al.]* The promotion of ignition in a supersonic H<sub>2</sub>-air mixing layer by laser-induced excitation of O<sub>2</sub> molecules // *Numerical study Combust. Flame.* – 2009. – V. 156, N 8. – 1652 p.
3. *Сокольник А.С. [и др.]* Детонация в газовых смесях // *Журнал физ. химии.* – 1934. – Т. 5, № 2. – С. 1459–1463.
4. *Коган М.Н.* Динамика разреженного газа. – М.: Наука, 1967. – 289 с.