

Численное моделирование интерференционного управления возмущениями вязкого ударного слоя на пластине под углом атаки

КИРИЛОВСКИЙ СТАНИСЛАВ ВИКТОРОВИЧ
e-mail: stifus@ngs.com

ПОПЛАВСКАЯ ТАТЬЯНА ВЛАДИМИРОВНА

В работе показана возможность управления возмущениями вязкого ударного слоя (ВУС) на пластине под малыми углами атаки интерференционным методом.

При воздействии внешних акустических волн на гиперзвуковой ударный слой пластины под нулевым углом атаки в последнем генерируются преимущественно энтропийно-вихревые возмущения. В этих условиях успешно используется интерференционный метод управления возмущениями в ВУС. Суть метода: пульсации, генерируемые внешними возмущениями, могут быть подавлены вводимыми искусственными возмущениями типа вдув-отсос при условии подбора соответствующей фазы и амплитуды вдува-отсоса. При увеличении угла атаки пластины в ВУС уменьшается уровень пульсаций энтропии, но увеличивается уровень пульсаций давления, при этом до углов атаки 15° в ВУС, по-прежнему, доминируют энтропийно-вихревые возмущения, а акустические затухают.

Численное моделирование возмущений при обтекании пластины гиперзвуковым потоком газа выполнено на основе программы решения двумерных уравнений Навье-Стокса, разработанного в ИТПМ СО РАН Кудрявцевым А.Н. При численном моделировании воздействия внешних акустических волн параметры на левой и верхней границах прямоугольной расчётной области задавались в виде суперпозиции основного течения и плоских монохроматических звуковых волн. Локализованные возмущения типа периодического вдува-отсоса, вводимые вблизи передней кромки пластины, моделировались заданием граничного условия для поперечного массового расхода на некотором участке поверхности пластины.

Другой подход – численное моделирование с помощью пакета ANSYS Fluent 12.1. Также решалась нестационарная задача о взаимодействии ВУС с возмущениями в виде плоских монохроматических акустических волн. Для этого на левой и верхней границах расчётной области с помощью User-Defined-Function задавалась суперпозиция стационарных граничных условий и периодических возмущений с волновым вектором, соответствующим распространению в свободном потоке медленных или быстрых акустических волн.

Получены данные по восприимчивости ВУС на пластине при углах атаки 0° - 20° , числе Маха набегающего потока $M=21$ и единичном числе Рейнольдса $Re = 6 \cdot 10^5 \text{ м}^{-1}$. Показана возможность подавления возмущений, возникающих в ВУС под действием падающих на него внешних акустических волн, противофазными возмущениями от источника вдув-отсос, т.е. интерференционным методом как для монохроматических, так и для многочастотных возмущений. Показано согласие расчётных данных с экспериментальными, полученными в аэродинамической

трубе Т-327 ИТПМ СО РАН.