

4. S.A. Sloan, M.A. Nettleton. A Model for the Axial Decay of a Shock Wave in a Large Abrupt Area Change // Journal of Fluid Mechanics, 1975, vol. 71, part 4. Pp. 769-784.
5. А.С. Чижиков. Роль вихря в усилении воздействия импульсного осесимметричного потока на стенку // Письма в ЖТФ, 2009 (в печати).

НЕОТРАЖАЮЩИЕ ГРАНИЧНЫЕ УСЛОВИЯ НА ОТКРЫТЫХ ГРАНИЦАХ ДЛЯ МНОГОМЕРНЫХ СЖИМАЕМЫХ И НЕСЖИМАЕМЫХ ТЕЧЕНИЙ

Б.В. Лидский, В.С. Посвянский, А.А. Скрипник, С.М. Фролов
Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН, г. Москва
e-mail: smfrol@chph.ras.ru

Проблема неотражающих граничных условий (НГУ) на открытых границах расчетной области – предмет многолетнего интереса в разных областях науки. В вычислительной газодинамике горения постановка НГУ во входных и выходных сечениях камеры сгорания с дозвуковым потоком является необходимым условием адекватности моделирования самого процесса горения. Это связано с тем, что волны давления, генерируемые пламенем, при отражении от искусственных открытых границ могут оказать существенное влияние на форму пламени и на локальную скорость энерговыделения [1]. При использовании НГУ волны давления покидают расчетную область без отражений, и паразитное влияние открытых границ на процесс горения исключается.

Наиболее часто используемые граничные условия на открытых границах – локальные условия постоянного давления (условия Дирихле) и нулевого градиента давления (условия Неймана). Известно, что эти условия отражающие, то есть их применение может приводить к неправильным результатам, особенно при численном исследовании переходных газодинамических процессов. На практике, чтобы обеспечить НГУ на открытых границах, пользуются разными приемами: присоединяют буферные объемы с вытянутыми расчетными ячейками, применяют эвристические зависимости давления от времени релаксационного типа или используют одномерное характеристическое НГУ. Несмотря на то, что такие приемы часто оказываются достаточно эффективными, они ориентированы на решение конкретной задачи. Общего подхода к постановке НГУ на открытых границах расчетной области с дозвуковым течением в настоящее время нет. Цель данной работы – вывести обобщенные НГУ для трехмерных сжимаемых и несжимаемых невязких течений и разработать алгоритм их численной реализации в газодинами-

ческой программе, использующей неструктурированные расчетные сетки произвольной геометрии.

В работе построены обобщенные НГУ для трехмерных течений, мало отличающихся от некоторого стационарного течения. Полученные условия представляют собой интегро-дифференциальные уравнения и носят нелокальный характер как по времени, так и по пространству: в них входят интегралы по времени и пространству. Для численной реализации выведены приближенные НГУ. С использованием приближенных НГУ нами проведены двумерные расчеты обтекания цилиндрического тела квадратного сечения на регулярных сетках разной протяженности, а также трехмерные расчеты продувки камеры сгорания поршневого двигателя на неструктурированных сетках разной протяженности. Показано, что применение новых НГУ позволяет значительно приблизить выходное сечение канала к обтекаемому телу без существенного искажения поля течения в аэродинамическом следе. Таким образом, применение обобщенных НГУ приводит к подавлению паразитных отражений волн давления от открытых границ расчетной области и к сокращению вычислительных затрат.

Авторы выражают глубокую признательность д-ру Б. Базаре за помощь при внедрении обобщенных НГУ в вычислительную программу AVL FIRE.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 08-08-00068-а) и фирмы AVL LIST (Австрия).

Литература

1. Фролов С.М., Басевич В.Я., Беляев А.А., Посвянский В.С., Радвогин Ю.Б. Моделирование стабилизации пламени в турбулентном потоке // Химическая физика. 1999. Т. 18. № 3. С. 86-99.