

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ ВОЗДУХА В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ТЕМПЕРАТУР И ДАВЛЕНИЙ ДЛЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ РАСЧЕТОВ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ТЕЧЕНИЙ

Рождественский А.В.

*АО "ГРЦ Макеева Миасс, Россия
src@makeyev.ru*

Возрастающие требования к точности и качеству аэродинамических расчетов ведут к увеличению количества ячеек расчетной сетки, что, несмотря на непрерывно растущую производительность процессоров, вынуждает исследователей искать способы снижения количества арифметических операций, приходящихся на элемент сетки. Применительно к проблеме моделирования термодинамических свойств воздуха вышеизложенные аргументы наводят на мысль об использовании аппроксимации таблично заданных термодинамических и теплофизических данных бикубическими сплайнами $S(p, t) = \sum_{k=0}^3 \sum_{l=0}^3 a_{k,l} p^k t^l$. При этом, общий объем коэффициентов бикубического сплайна, аппроксимирующего заданную таблицу, равен размеру таблицы, умноженному на 16, что, в принципе, позволяет держать в оперативной памяти процессора коэффициенты сплайнов, построенных по таблицам большого объема. Вышеизложенный подход применен в работе к моделированию следующих термодинамических и теплофизических величин воздуха как функций от давления и температуры: плотности, энтальпии, энтропии, удельной теплоемкости при постоянном давлении, скорости звука, динамической вязкости и теплопроводности. В качестве исходного материала для моделирования этих величин при температурах от 200 до 12000 градусов Кельвина и давлений от 0,001 до 300 атмосфер были выбраны таблицы из книг [1] и [2].

На основе полученной реализации термодинамических и теплофизических величин на языке программирования "C" была создана "определенная пользователем модель реального газа" для программы ANSYS FLUENT 18,2, для которой затем была проведена валидация на задачах обтекания затупленных тел гиперзвуковым потоком воздуха с учетом доступных экспериментальных данных.

1. Предводителев А.С. и др. Таблицы термодинамических функций воздуха. М.: Изд-во АН СССР, 1957, 1962.
2. Варгафтик Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей. М.: "Наука" 1972.