

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ ЭВОЛЮЦИИ ИНТЕНСИВНЫХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СТРУЙ В ЗАДАЧАХ С НЕПЛОСКОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ

И.Ю. Демин¹, С.Н. Гурбатов¹, А.А. Лисин¹, С.А. Карабасов²

¹*Нижегородский государственный университет*

ул. Н.И. Лобачевского, г. Нижний Новгород, demin@rf.unn.ru

²*Queen Mary University of London, London, United Kingdom*

В работе представлена гибридная акустическая модель для оценки спектральной плотности шума на больших расстояниях от сверхзвуковых струй. В ближней зоне задачи, включающей струю и ее ближнее акустическое поле, решаются уравнения Навье-Стокса с учетом моделирования турбулентности и ударных волн (скачков уплотнения), и затем происходит расчет трехмерного акустического переноса. Полученное решение для ближнего поля используется в качестве граничного условия для эволюционного уравнения Бюргерса. Для решения последнего разработана эффективная численная схема в спектральной области с учетом неплоской задачи (сферическая и цилиндрическая расходимость) звукопереноса. Представлены примеры расчета сверхзвуковых струй из эксперимента LTRAC (Университета Монаш, Австралия) и TUTA (Техасский Университет, США).

В отличие от проведенных ранее расчетов [1] выполнено численное моделирование переноса звука в широком диапазоне акустических чисел Рейнольдса. Также для увеличения эффективности в имеющуюся программу решения эволюционного уравнения Бюргерса в спектральной области добавлена неявную схему интегрирования по пространству. Это позволило провести оценку влияния геометрического фактора и сравнить результаты звукопереноса в предположении сферической и цилиндрической симметрии источника. Из решения последнего будут получены акустические спектры на больших расстояниях от струи, как с учетом эффектов нелинейности, так и без.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФ, проект 19-12-00256.

Литература

1. Гурбатов С.Н., Демин И.Ю., Лисин А.А., Карабасов С.А., Тюрина А.В. Численное моделирование эволюции интенсивной аэродинамической струи в дальней зоне распространения. Матем. Моделирование. 2022. Т. 34 (в печати).