Моделирования взаимодействия концевого вихря с ударными волнами с использованием гибридных вычислительных систем.

А. А. Давыдов
ФГБУН Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН (Москва)

Изучение взаимодействия вихревых структур с ударными волнами является актуальной проблемой современной аэродинамики. Интерес к таким задачам возникает в частности при проектировании сверх- и гиперзвуковых летательных аппаратов. Несущие поверхности летательных аппаратов генерируют концевые вихри, которые взаимодействуют с ударными волнами, образующимися при обтекании различных элементов ЛА.

В работах [1,2] исследован нестационарный автоколебательный режим взаимодействия концевого вихря с головным скачком уплотнения, образованного тупым цилиндрическим телом.

В настоящей работе проводится моделирование взаимодействия концевого вихря с прямым скачком уплотнения, образованного маховским отражением двух ударных волн, генерируемых клиньями. Также рассматривается взаимодействие вихря с двумя косыми скачками пересекающимися регулярно. Такой случай наблюдается при уменьшении угла раствора клиньев генерирующих ударные волны.

Необходимость аккуратного описания течения около поверхности крыла, где генерируются вихри, области далее вниз по потоку около оси вихря, а также в области взаимодействия вихря с ударными волнами, заставляет использовать достаточно подробные сетки. В расчетах использовались сетки с числом ячеек около 22 млн.

Моделирование столь объемных и вычислительноемких задач невозможно без использования высокопроизводительной вычислительной техники. Применение графических процессоров и кластерных систем на их основе позволяет значительно сократить время расчетов.

Моделирование проводилось при помощи программного комплекса «Экспресс-3D» [4]. Основная масса расчетов была сделана на гибридном вычислительном кластере К-100 [3].

Работа выполнена при финансовой поддержки поддержке РФФИ.
Проект12-01-00806-а.

1. Давыдов А.А., Карагичев А.Б., Луцкий А.Е., Харитонов А.М., Шевченко А.М. Моделирование сверхзвукового течения в ядре концевого вихря и его взаимодействия с головным скачком уплотнения. В сборникеке научных трудов «Высокопроизводительные вычисления в задачах механики и физики», посвященном 75-летию со дня рождения А.В. Забродина. Институт прикладной математики имени М.В.Келдыша. М. 2009, С. 123-133.
2. А.С. Шмаков, И.Н. Кавун, А.М. Харитонов, А.М. Шевченко. Исследование нестационарных режимов взаимодействия вихревого следа с головным скачком уплотнения. Тезисы докладов XXII Юбилейного международного семинара по струйным, отрывным и нестационарным течениям, Санкт-Петербург, 22-25 июня, 2010, ISBN 978-5-85546-533-4, с. 149-152.
3. Интернет ресурс: http://www.kiam.ru/MVS/resourses/k100.html
4. А. А. Давыдов. Параллельный программный комплекс «Express-3D» для решения задач газовой динамики в областях сложной формы на гибридных вычислительных системах с графическими процессорами NVIDIA. Материалы XI всероссийской конференции «Высокопроизводительные параллельные вычисления на кластерных системах». Нижний Новгород, 2 ноября 2011 г., СС 100-101.