РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОТРЫВНОГО ТЕЧЕНИЯ ИЗ-ПОД СКАЧКА УПЛОТНЕНИЯ В ПП ЛОГОС

Р.Н. Жучков[1], А.С. Козелков[1,2], Д.А. Корчажкин[1]

[1]*Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный Ядерный Центр Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ - ВНИИЭФ»), Саров, Россия*

[2]*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева», Нижний Новгород, Россия*

В данной работе представлены результаты численного моделирования обтекания острого клина, установленного на поверхности пластины, сверхзвуковым потоком в пакете программ ЛОГОС [1]. Данная задача решается в рамках работы семинара по валидации вычислительных кодов, организованной Центральным аэрогидродинамическим институтом им. Н.Е. Жуковского [2]. Ключевой задачей семинара является оценка достоверности получаемых современными программными комплексами результатов для наиболее актуальных задач авиационной промышленности. Данная работа чрезвычайно важна, т.к. итоговой целью создания инженерных пакетов программ является проведение виртуального эксперимента. Принимая то обстоятельство, что математическая модель всегда будет проигрывать в своей полноте процессам в натурном эксперименте, при проектировании сложного технического изделия необходимо обладать достоверной информацией о точности получаемых результатов для различных режимов его эксплуатации.

В рассматриваемой задаче моделируется стационарное отрывное течение, возникающее на поверхности пластины с установленным на ней острым клином с углом 15° при числе Маха набегающего потока M = 5. Клин находится на некотором расстоянии от передней кромки пластины, что оказывается достаточным для турбулизации потока в условиях естественного перехода. Геометрические параметры модели представлены в [3]. Моделирование осуществляется в модуле Логос Аэро-Гидро, предназначенном для численного решения всего спектра задач вычислительной гидро-

аэродинамики [1,2,4]. Модуль включает полный набор инструментов для проведения всей цепочки моделирования от работы с геометрической моделью до анализа результата расчетов. Для решения уравнений Навье-Стокса модуль использует метод конечных объемов на произвольных неструктурированных сетках, ячейки которых представляют в общем случае произвольные многогранники. Модуль Логос Аэро-Гидро успешно применяется для решения задач различных отраслей промышленности, в том числе в авиастроении и ракетно-космической отрасли [5,6].

Работа выполнена при поддержке национального проекта «Наука и университеты» в рамках программы Минобрнауки РФ по созданию молодежных лабораторий № FSWE-2024-0001 (научная тема: «Разработка численных методов, моделей и алгоритмов для описания течений жидкостей и газов в естественных природных условиях, и условиях функционирования индустриальных объектов в штатных и критических условиях на суперкомпьютерах экса- и зеттапроизводительности»).

Литература

1. Struchkov A.V., Kozelkov A.S., Zhuchkov R.N., Volkov K.N., and Strelets D.Yu., Implementation of Flux Limiters in Simulation of External Aerodynamic Problems on Unstructured Meshes // Fluids 2023, 8, 31. https://doi.org/10.3390/fluids8010031.
2. Босняков С.М., Березко М.Э., Дерюгин Ю.Н., Дубень А.П., Жучков Р.Н., Козелков А.С., Козубская Т.К., Матяш С.В., Михайлов С.В., Окулов М.К., Талызин В.А., Уткина А.А., Харченко Н.А., Шевяков В.И. Оценка точности современных кодов путем сопоставления расчетных и экспериментальных данных на примере задачи обтекания тандема клиньев разрежения и сжатия сверхзвуковым потоком вязкого турбулентного газа // Математическое моделирование, 2023, т. 35, № 10, с. 69-112.
3. Боровой В.Я., Егоров И.В., Мошаров В.Е., Ноев А.Ю., Радченко В.Н., Скуратов А.С., Струминская И.В. Трехмерное взаимодействие косого скачка, генерируемого клином, с турбулентным пограничным слоем пластины в присутствии энтропийного слоя // Ученые записки ЦАГИ, 2012, т. XLIII, №6, с. 3-17.

4. Уткина А.А., Козелков А.С., Корнев А.В., Жучков Р.Н., Спирин Н.С., Оценка границ устойчивости работы воздухозаборника с использованием вихреразрешающих моделей турбулентности // Экологические системы и приборы, 2022, №5, с. 19-29.
5. Козелков А.С., Корнев А.В., Применение отечественных суперкомпьютерных технологий для создания перспективных образцов авиационной техники // Современные информационные технологии и ИТ-образование, 2021, т. 17, № 2, с. 250-264, DOI 10.25559/SITITO.17.202102.250-264.
6. Дерюгин Ю.Н., Жучков Р.Н., Зеленский Д.К., Козелков А.С., Саразов А.С., Кудимов Н.Ф., Липницкий Ю.М., Панасенко А.В., Сафронов А.В. Результаты валидации многофункционального пакета программ ЛОГОС при решении задач аэрогазодинамики старта и полета ракет-носителей // Матем. моделирование. – 2014. – Т.26, № 9. – С. 83-95.