

Код Jet3D: развитие в 2016 году
Бендерский Л.А., Любимов Д.А., Макаров А.Ю., Соловьева А.А., Терехова А.А.,
Федоренко А.Э., Честных А.О.
ФГУП «ЦИАМ им. П.И. Баранова», г. Москва

Расчеты сложных турбулентных течений в элементах силовых установок (СУ) летательных аппаратов (ЛА) в зависимости от режима течения проводились с помощью разных ветвей кода. Метод RANS использовался в тех случаях, когда течение было близко к стационарному, либо геометрия слишком сложна для расчета с помощью вихреразрешающих подходов на доступных вычислительных ресурсах. Ветвь, базирующаяся на RANS/ILES методе, использовалась в ситуациях, когда доминировали турбулентные эффекты, и методы RANS не могли обеспечить достаточную точность. Задачи, которые решались с помощью кода Jet3FD можно разбить на три группы: течения в воздухозаборниках (ВЗ) разных типов при разных числах Маха набегающего потока с учетом влияния планера ЛА; течения в каналах в элементах СУ и газодинамическое управление этими течениями; реактивные струи из сопел разной формы.

Так с помощью метода RANS проводились расчеты течения в воздухозаборниках (ВЗ) в компоновке с планером ЛА. В частности были выполнены расчеты в сверхзвуковом ВЗ сложной геометрии при различных числах Маха набегающего потока. Точность оценивалась с помощью сравнения с расчетами пакетом Fastran.

Расчетов течений в ВЗ различной конфигурации проводились RANS/ILES методом в случаях, когда важно было учесть эффекты, обусловленные турбулентными явлениями и на нестационарных режимах. Представлены расчеты течения в гиперзвуковом ВЗ на дроссельных режимах. Исследовано влияние имитатора планера ЛА на течение в сверхзвуковом конвергентном ВЗ. Выполнены расчеты в «серпантинном» дозвуковом ВЗ, интегрированным с планером ЛА. Во всех случаях были получены зависимости характеристик ВЗ от степени дросселирования ВЗ.

Для исследования возможности газодинамического управления течениями в элементах СУ ЛА был также использован RANS/ILES метод. В качестве инструмента для управления течениями были использованы синтетические струи. Представлены результаты расчетов течений с использованием синтетических струй в диффузорах между ступенями турбины ТРД, в диффузоре серпантинного ВЗ. Получено влияние режимных параметров синтетических струй и положения щелей для их выхода на течение на выходе из диффузора. Проведены расчеты эффективности применения синтетических струй для управления течением в каверне М219. Получено влияние параметров синтетических струй на спектры и уровень пульсаций давления на стенках каверны.

RANS/ILES метод был применен для анализа особенностей течения в нерасчетных сверхзвуковых струях из сопел разных типов. Так было исследовано влияние геометрии сопла на течение в прямоугольной сверхзвуковой струе. Проведены расчеты одной и пары нерасчетных горячих сверхзвуковых струй. Параметры струй соответствовали реальным. Исследовано взаимодействие этих струй с газоотбойником на аэродроме. Определены зоны безопасного нахождения людей и техники по скорости, температуре и пульсациям давления. Получено влияние спутного ветра на течение в струях и размеры зон безопасности.

Представлены результаты по эффективности распараллеливания различных ветвей кода на суперкомпьютере современной архитектуры.