

НЕКОТОРЫЕ ИЛЛЮСТРАЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ АЭРОАКУСТИКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К РАСЧЕТУ ШУМА ВЫХЛОПНЫХ СТРУЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАНЕРА САМОЛЕТА

М.Л.Шур, А.Г. Гарбарук, М.Х.Стрелец, А.К. Травин

Санкт-Петербургский государственный политехнический университет

Характерная особенность современного этапа развития вычислительной аэроакустики и являющейся ее неотъемлемой частью вычислительной аэродинамики состоит в постепенном переходе от эмпирических и полуэмпирических моделей, которые доминировали при решении задач аэроакустики вплоть до конца XX века, к новым подходам, свободным или почти свободным от эмпиризма. В данном докладе представлена именно такая (базирующаяся на “первых принципах”) вычислительная система, которая предназначена для расчета шума, создаваемого турбулентными выхлопными струями турбореактивных двигателей и элементами планера самолета. Для описания турбулентности в ней используются так называемые “вихреразрешающие” подходы (метод моделирования крупных вихрей (LES) и гибридные методы, опирающиеся на совместное применение уравнений Рейнольдса и LES), а для расчета шума в дальнем поле – усовершенствованный интегральный метод Фокса Уильямса и Хокинга.

Примеры применения разработанной системы, иллюстрирующие ее широкие возможности применительно к расчету шума струй, включают как относительно простые одиночные, так и сложные выхлопные струи современных двухконтурных авиационных двигателей (рис. 1), в том числе, с устройствами для снижения уровня шума. Наряду с этим представлены результаты расчетов акустической нагрузки на фюзеляж самолета, обусловленной выхлопной струей двигателя (рис. 2).

Применительно к расчету шума элементов планера самолета, представлены результаты расчетов шума, генерируемого при обтекании различных тел, в частности, элементов механизированного крыла (рис.3), тандема цилиндров и модели шасси.

Во всех случаях при анализе полученных результатов значительное внимание уделяется как общим вычислительным и физическим проблемам, возникающим при решении рассмотренных задач, так и

оценке точности получаемых решений на основе “внутренних” тестов (сравнение с аналитическими решениями, анализ сеточной сходимости) и путем сопоставления результатов с экспериментальными данными.

Исследования, результаты которых представлены в докладе, были выполнены при поддержке РФФИ (гранты 09-08-00126а, 12-08-00256а) и Европейской Комиссии (проект VALIANT, № ACP8-GA-2009-233680).

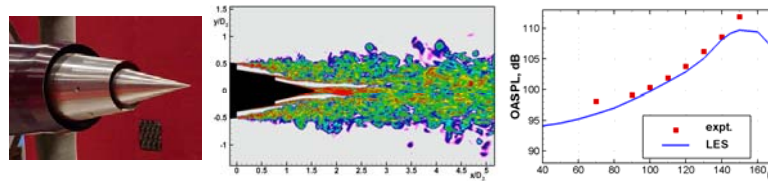


Рис. 1. LES выхлопной струи двухконтурного двигателя с центральным телом: мгновенное поле завихренности и сравнение расчетной диаграммы направленности шума струи в дальнем поле с экспериментом

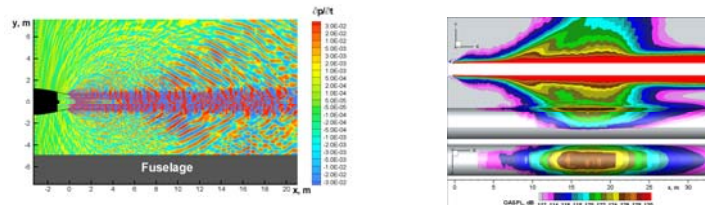


Рис. 2. Мгновенное поле акустического давления выхлопной струи при полете в крейсерском режиме и акустическая нагрузка на модельный фюзеляж самолета

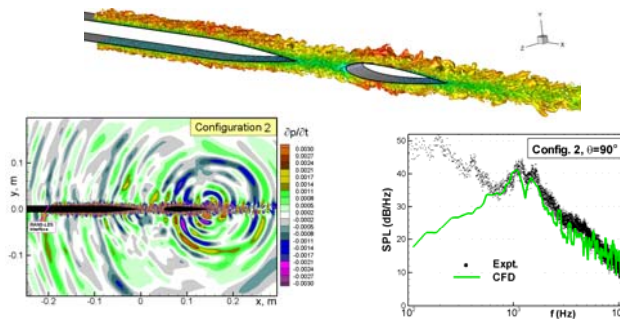


Рис. 3. Моделирование обтекания крыла с закрылком: визуализация вихревых структур в пограничном слое; мгновенное поле акустического давления и сравнение спектра шума в дальнем поле с экспериментом