

# ИССЛЕДОВАНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРЫЛА ПРОТОТИПА СВЕРХЗВУКОВОГО ПАССАЖИРСКОГО САМОЛЕТА НА РЕЖИМЕ ПОСАДКИ

**П.В. Родионов**

*ИИМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва*

*pavel.rodionov@keldysh.ru*

В настоящее время как в России, так и в других странах существуют проекты, нацеленные на создание сверхзвуковых пассажирских самолетов (СПС) нового поколения, ориентированных в первую очередь на бизнес перелеты небольшого числа пассажиров. Основным требованием к новым моделям СПС является обеспечение низкого уровня звукового удара, представляющего собой короткое акустическое возмущение высокой интенсивности, создаваемое самолетом при движении со сверхзвуковой скоростью и распространяющееся до поверхности земли. Немаловажными задачами являются также оптимизация аэродинамических характеристик планера СПС для всех режимов полета и достижение высокой топливной эффективности. К обязательным требованиям относится и соответствие текущим сертификационным нормам Международной организации гражданской авиации (ИКАО) по шуму при взлете, снижении и посадке, так как в случае несоблюдения указанных норм самолету будет запрещена посадка в большинстве аэропортов мира.

Известно, что для современных дозвуковых гражданских самолетов доминирующими источниками шума при взлете является двигатель и истекающая из него струя. Данные источники оказывают существенное влияние и на общий шум самолета при посадке, однако в связи с высокими значениями степени двухконтурности современных двигателей в гражданской авиации их вклад перестает быть доминирующим и дополняется шумом элементов планера самолета, таких как шасси, предкрылки и закрылки [1]. В случае же СПС из-за пониженной степени двухконтурности двигателя и конструктивных особенностей крыла с высокой вероятностью шум двигателя и истекающей из него струи будут доминирующими компонентами шума самолета не только при взлете, но и на посадке. Однако данное предположение нуждается в более строгом численном и/или экспериментальном подтверждении.

В докладе будут представлены результаты численного моделирования акустики крыла прототипа СПС на режиме посадки. Акустические пульсации в ближнем поле моделировались при помощи метода DDES [2] с подсеточным масштабом  $\Delta = \tilde{\Delta}_0$  и подсеточной LES моделью  $\sigma$  (рис.1). Для оценки основных характеристик акустических источников и контроля состояния расчета в широком наборе точек производилась запись пульсаций давления, также нестационарные данные накапливались на поверхности FWH. Полученные данные позволили оценить локализацию и спектральные характеристики

основных источников шума над поверхностью крыла, а применение метода FWH дало возможность построить спектральный состав шума крыла СПС в дальнем поле (рис.2). Аналогичные оценки шума планера СПС на режиме посадки для геометрии, отличной от рассматриваемой в докладе, приведены в статьях [3, 4].

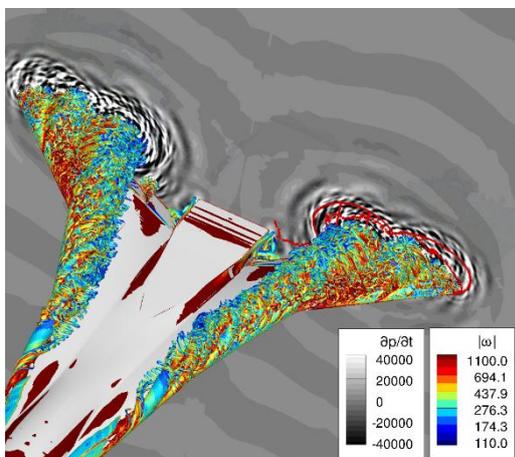


Рис. 1. Мгновенная картина течения.  
DDES,  $M = 0.2$ ,  $\alpha = 10^\circ$ .

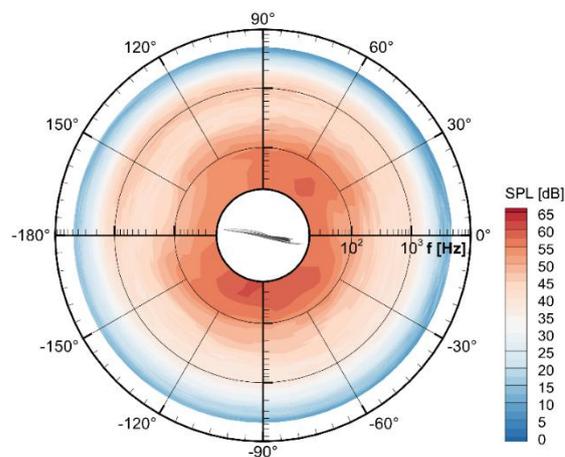


Рис. 2. Спектральный состав шума в дальнем поле на расстоянии 150 м.

Вычисления проведены с помощью гибридного суперкомпьютера К-60, установленного в Суперкомпьютерном Центре коллективного пользования ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, а также оборудования Центра коллективного пользования сверхвысокопроизводительными вычислительными ресурсами МГУ имени М.В. Ломоносова.

Работа выполнена в рамках реализации Программы создания и развития научного центра мирового уровня «Сверхзвук» на 2020-2025 годы при финансовой поддержке Минобрнауки России (Соглашение от 25.04.2022 № 075-15-2022-330).

#### *Список литературы:*

1. Dobrzynski W., Ewert R., Pott-Pollenske M., Herr M., Delfs J. Research at DLR towards airframe noise prediction and reduction // *Aerosp. Sci. Technol.* 2008. V. 12:1. P. 80–90.
2. Shur M.L., Spalart P.R., Strelets M.K., Travin A.K. An Enhanced Version of DES with Rapid Transition from RANS to LES in Separated Flows // *Flow, Turbul. Combust.* 2015. V. 95, № 4. P. 709–737.
3. Ribeiro A.F.P., Ferris R., Khorrami M.R. Aeroacoustic Computations of a Generic Low Boom Concept in Landing Configuration: Part 2-Airframe Noise Simulations // *AIAA Aviat. Aeronaut. Forum Expo. AIAA Aviat. Forum* 2021.
4. Khorrami M.R., Shea P.R., Winski C.S., Ravetta P.A., Ribeiro A.F.P., Ferris R., Sacks M. Aeroacoustic Computations of a Generic Low Boom Concept in Landing Configuration: Part 3-Aerodynamic Validation and Noise Source Identification // *AIAA Aviat. Aeronaut. Forum Expo. AIAA Aviat. Forum* 2021.