

## ОТЗЫВ

### на автореферат диссертации Кустова Олега Юрьевича

«Развитие методических основ экспериментального и расчетного определения акустических характеристик звукопоглощающих конструкций в условиях нормального падения звуковых волн»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.3.7 – Акустика

Звукопоглощающие конструкции (ЗПК) являются основным средством борьбы с шумом турбовентилятора двухконтурного турбореактивного двигателя. Разработке и исследованиям ЗПК посвящено огромное количество теоретических, расчетных и экспериментальных работ. Эти исследования продолжаются не одно десятилетие. В последнее время численное моделирование стало важным элементом разработки новых ЗПК. В отличие от теоретических и полуэмпирических подходов, численное моделирование позволяет учесть все основные физические эффекты в функционировании ЗПК в условиях, приближенных к реальным условиям полета. Использование современных численных методов позволяет сблизить расчетные результаты с результатами экспериментов и, таким образом, тестировать расчетные программы и с их помощью проектировать улучшенные конструкции ЗПК.

Поставленная в диссертационной работе цель состоит в синтезе расчетных и экспериментальных методов определения акустических параметров резонансных ЗПК для повышения их точности. Соответствующие задачи, позволившие достигнуть эту цель, представляются полностью адекватными. Это: разработка и создание усовершенствованного интерферометра; исследование влияния отклонений геометрических характеристик ЗПК от проектных значений; разработка методических рекомендаций проведения исследований ЗПК при высоких уровнях звукового давления; анализ численных моделей на точность прогнозирования акустических характеристик ЗПК. Результатом решения этих задач является методика определения акустических характеристик ЗПК на основе численного моделирования, учитывающая высокие уровни звукового давления.

Отметим важные конкретные продвижения в исследованиях ЗПК, сделанные в диссертации. Как правило, численное моделирование на основе уравнений Навье-Стокса проводится только для упрощенных вариантов конструкций: одна резонаторная ячейка, малое число отверстий, один слой резонаторов. В диссертации моделируются образцы ЗПК соответствующие натурным ЗПК авиационного двигателя. Далее, обычно численное моделирование верифицируется по результатам натурных экспериментов, взятых из других работ, хотя в постановке чужих экспериментов может не учитываться ряд особенностей, влияющих на конечный результат. В диссертации численный эксперимент верифицируется на собственных физических экспериментах. Следует отметить отличные результаты верификации, представленные на рис.12,13 для двухслойной и трехслойной ЗПК.

В работе достаточно подробно описаны перспективы применения численного метода в проектировании и анализа различных конструкций ЗПК (глава 4). С учетом надежной верификации, выполненной в диссертации, предложенная методика представляется полезной.

В целом, в работе продемонстрировано, что современные возможности вычислительных и экспериментальных методов позволяют надежно оценить количественные параметры ЗПК. Таким образом, диссертационная работа Кустова О. Ю. дает перспективный, комплексный подход для проектирования и определения акустических характеристик ЗПК, применяемых в авиадвигателестроении.

Отмечу следующие замечания:

1. На рисунках 3-5 и в тексте не указан нормировка импеданса.
2. При выборе сеточного разбиения необходимо ориентироваться на глубину проникновения вязкой волны. В тексте (стр.13) не указано, выполняется ли это требование.
3. К сожалению, в автореферате, как, впрочем, и в диссертации, нет обсуждения физики нелинейного поведения резонаторов при больших уровнях звука и каких-то простых количественных оценок.

Указанные замечания не снижают научной и практической значимости полученных результатов в диссертации соискателя.

Диссертация Кустова О. Ю. является полностью законченной научно-исследовательской работой и отвечает требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением №842 Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. в редакции от 26.09.2022 г.

Начальник Теоретического отдела,  
старший научный сотрудник АО «Акустический институт имени акад. Н.Н. Андреева»  
к.ф.-м.н., специальность 01.04.06 – акустика  
e-mail: mironov\_ma@mail.ru

  
\_\_\_\_\_ Миронов М. А.

Контактные данные  
АО «Акустический институт имени акад. Н.Н. Андреева»  
117292, г. Москва, ул. Шверника, д.4.  
Телефон: +7 (499) 723-6620, Факс: +7 (499) 126-8411, e-mail: info@akin.ru

Подпись Миронова Михаила Арсеньевича удостоверяю

Отзыв составлен \_\_\_\_\_ .2022 г.

Я, Миронов Михаил Арсеньевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

подпись

