

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАЗЦОВ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ НОРМАЛЬНОМ ПАДЕНИИ ЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ

И.А. Васкецов, О.Ю. Кустов, В.В. Пальчиковский,

И.В. Храмцов

ПНИПУ, Пермь, imgsh@pstu.ru

Звукопоглощающие конструкции (ЗПК) являются наиболее эффективным средством снижения шума вентилятора авиационного двигателя. Основопологающей характеристикой ЗПК является ее импеданс – комплексная величина, которая зависит от геометрических параметров ЗПК и от специфических внешних условий эксплуатации.

Методы экспериментального определения импеданса ЗПК имеют некоторые недостатки. Данные методы базируются на микрофонных измерениях, при этом микрофоны размещаются на стенках экспериментальных установок или исследуемых образцов (в случае многослойных ЗПК такое размещение микрофонов весьма проблематично). При этом результаты экспериментального определения импеданса ЗПК, полученные с помощью различных методов на различных установках отличаются не только от результатов прогнозирования импеданса по расчетным моделям, но и между собой.

Другим способом исследования акустических характеристик образцов звукопоглощающих конструкций является численное моделирование. Такой подход может применяться как для прямой симуляции натурального эксперимента по испытаниям образца ЗПК, так и для исследования ряда физических величин внутри и на поверхности ЗПК, что в дальнейшем можно использовать для уточнения моделей прогнозирования импеданса, а также коррекции методов экспериментального исследования ЗПК.

В данной работе рассматриваются акустические характеристики образцов ЗПК, получаемые с помощью

различных методов в интерферометре нормального падения при высоких уровнях звукового давления. В ходе эксперимента использовались стандартизованный метод передаточной функции и метод Дина. Численное моделирование основывалось на решении нестационарной газодинамической задачи распространения звуковой волны внутри интерферометра нормального падения с установленным образцом звукопоглощающей конструкции. В ходе расчета на каждом временном шаге производилась запись сигналов давления в точках, имитирующих микрофоны на стенке интерферометра и зонды на лицевой и тыльной поверхностях образцов. Полученные сигналы обрабатывались аналогично эксперименту.

Результаты полученные с помощью численного моделирования результаты имеют хорошее соответствие с результатами эксперимента. Однако, было выявлено отличие результатов, получаемых по методу передаточной функции и методу Дина. Данный эффект наблюдался, как в ходе экспериментальных работ, так и в ходе численных исследований.

Для объяснения причин отличий результатов, получаемых с помощью различных методов, был разработан оригинальный метод обработки результатов численного моделирования. Данный метод позволяет определять импеданс непосредственно из соотношения акустического давления на поверхности к акустической скорости. Полученные результаты демонстрируют, что с использованием метода передаточной функции определяется импеданс именно лицевой поверхности образца ЗПК, а с помощью метода Дина, определяется импеданс отдельных ячеек.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для молодых ученых – кандидатов наук МК-541.2021.1.2.