

СОЗДАНИЕ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ НА БАЗЕ УПРУГО ПОРИСТОГО МАТЕРИАЛА «МЕТАЛЛОРЕЗИНА» ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ АВИАЦИОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.

© 2012 Сафин А.И., Иголкин А.А., Изжеуров Е.А., Шахматов Е.В.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет), Самара

CREATING SOUNDABSORBING STRUCTURES BASED ON ELASTIC-POROUS MATERIAL «METAL RUBBER» FOR FUTURE AIRCRAFT ENGINES.

© 2012 Safin A.I., Igolkin A.A., Izzheurov E.A. Shakhmatov E.V.

The study will help to solve fundamentally new problems associated with the development of sound-absorbing structures to reduce the noise of the combustion chamber and turbine aircraft turbine engines. A distinctive feature of this study is the use of a porous material obtained by cold pressing dosed by weight of the metal coil.

В настоящее время газотурбинные двигатели (ГТД) широко применяются в различных отраслях транспорта и энергетики. Снижение уровня шума ГТД является актуальной задачей и в случае его использование в составе летательного аппарата и при наземном применении в качестве энергоустановки.

Уровни шума пассажирских самолетов в настоящее время во многом определяют их конкурентоспособность и являются важной технической характеристикой.

Шум самолетов оказывает вредное воздействие на проживающее вблизи аэропортов население, пассажиров и обслуживающий персонал, создает помехи при приеме и передаче информации, вызывает аномалии в работе приборов и электронной аппаратуры. Поэтому шум пассажирских самолетов и вертолетов на местности ограничен национальными стандартами и стандартами Международной организации гражданской авиации ИКАО, а шум в салоне – национальными стандартами. Анализ этих стандартов показывает, что требования по шуму непрерывно ужесточаются, уровень шума у новых самолетов имеет тенденцию к снижению.

Основной и наиболее эффективный путь решения проблемы шума самолетов – это снижение шума в источнике.

Газотурбинный двигатель является наиболее мощным источником шума самолетов.

Для снижения шума авиационных газотурбинных двигателей широко применяются звукопоглощающие конструкции (ЗПК).

В настоящее время для снижения шума ГТД часто применяются сотовые ЗПК, которые состоят из перфорированного листа, непроницаемого листа и расположенного между ними сотового заполнителя. Для уменьшения тонального шума вентилятора используют однослойные и двухслойные сотовые ЗПК. Такие конструкции относятся к резонансному типу глушителей шума. Обычно они имеют высокую акустическую эффективность в довольно узком диапазоне частот, не превышающем одной октавы, что удовлетворяет для снижения шума вентилятора. Для широкого диапазона частот необходимо использовать пористые материалы.

В качестве материала для проектирования ЗПК с целью снижения уровня шума камеры сгорания и турбины возможно использование пористого материала «металлорезина». Пористые материалы нашли широкое применение в машиностроении, энергетике и других отраслях народного хозяйства. Основными свойствами пористых материалов,

определяющими их широкое применение в гидрогазовых системах, являются фильтрация жидкостей и газов, а также способность поглощать акустические волны и пульсации давления в жидкостях и газах.

Теоретическое описание акустических процессов в пористых средах является сложной задачей, поэтому при разработке модели приходится пренебрегать влиянием многих немаловажных факторов.

Ввиду сложности теоретического описания акустических процессов в пористых средах исследование их акустических характеристик носит преимущественно экспериментальный характер. В связи с этим, широкое распространение получили эмпирические и полуэмпирические модели. При проектировании ЗПК важно оценивать его как элемент системы, принимая во внимание целый комплекс его акустических, гидравлических и прочностных характеристик.

Математическая модель для определения акустических характеристик упруго-пористого материала «металлорезина» (коэффициента звукопоглощения при нормальном падении) на основании известных формул Delany - Bazley позволяет записать:

$$\gamma = \left(j \frac{\omega}{c_0} \right) \left[1 + C_1 \cdot B^{-C_2} - j \cdot C_3 \cdot B^{-C_4} \right] \quad (1)$$

$$Z_c = \rho_0 c_0 \left[1 + C_5 \cdot B^{-C_6} - j \cdot C_7 \cdot B^{-C_8} \right]$$

где
 γ - постоянная распространения,
 Z_c - характеристический импеданс,
 $B = \frac{\rho_0 f}{R_f}$ - безразмерная частотно-зависимая переменная,
 ρ_0 - плотность среды,
 f - частота,
 c_0 - скорость звука в воздухе.

Для отработки математической модели МР было введено восемь коэффициентов $C_1...C_8$ в уравнениях (1).

Для подбора коэффициентов $C_1...C_8$ были использованы экспериментальные данные, полученные в результате измерений в импедансной трубе. Полученная в результате модель оптимизирована на 13-ти образцах. С помощью модели Delany-Bazley может быть рассчитан коэффициент звукопоглощения как функция от насыпной плотности. Модель может дать конкретные значения акустического импеданса и постоянной распространения в зависимости от сопротивления продуванию воздушного потока (толщина образца при этом входит в формулу удельного сопротивления продуванию).

Экспериментальные исследования коэффициента звукопоглощения материала МР проводились в импедансной трубе на образцах, изготовленных из проволоки марки 12Х18Н9Т – диаметром 0,12; 0,15. 0,2 мм пористостью 0,6; 0,7; 0,8 толщина 5; 10; 15; 20; 25 мм в диапазоне частот от 315 до 5000 Гц.

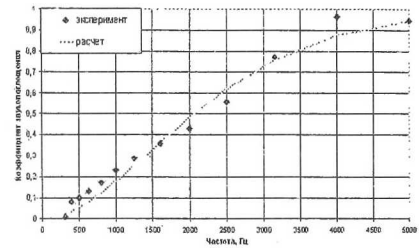


Рис. 1 – Сравнение теоретических и экспериментальных значений коэффициента звукопоглощения упруго-пористого материала МР.

Рассчитанные значения коэффициентов звукопоглощения дают хорошую сходимость с экспериментальными данными.

Исследования показали возможность использования материала МР для разработки эффективных звукопоглощающих конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Delany M.A., Bazley E.N. Acoustic properties of fibrous absorbent materials. Appl. Acoust. 3, 1970. 105-116.
2. Иголкин, А.А., Сафин А.И., Шахматов Е.В. О применении различных типов микрофонов при измерениях в импедансной трубе. Вектор науки ТГУ, 2011 С.49-51