

РАСЧЁТ КОЭФФИЦИЕНТА ЗВУКОПОГЛОЩЕНИЯ СКЛАДЧАТОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ

Сафин А.И., Алейникова М.А., Кузнецов А.В.

Самарский университет, г. Самара, margaery.0204@yandex.ru

Ключевые слова: снижение шума, складчатые структуры, коэффициент звукопоглощения.

Актуальной задачей двигателестроения является снижение шума газотурбинных двигателей (ГТД). Уровень шума ГТД является одной из важнейших характеристик двигателя и регулируется нормами ИКАО (у летающего аппарата для авиационного транспорта), а также ГОСТами и санитарными правилами для наземной техники. Одним из направлений исследований по снижению шума ГТД является снижение шума с помощью звукопоглощающих складчатых структур. Складчатые структуры – это объемные регулярные рельефные конфигурации, полученные из плоскости путем ее изгибания (складывания) по намеченным на развертке линиям. Складчатая структура, используемая для уменьшения шума ГТД, может использоваться в составе звукопоглощающих конструкций, которые также применяются для снижения шума на автомобильных и ЖД-дорогах, и представляет собой набор элементарных модулей (ЭМ). Из рис. 1 видно, что геометрические параметры конструкции определяются в основном двумя углами и толщиной листа, из которого изготавливается ячейка звукопоглощающей конструкции (ЗПК).

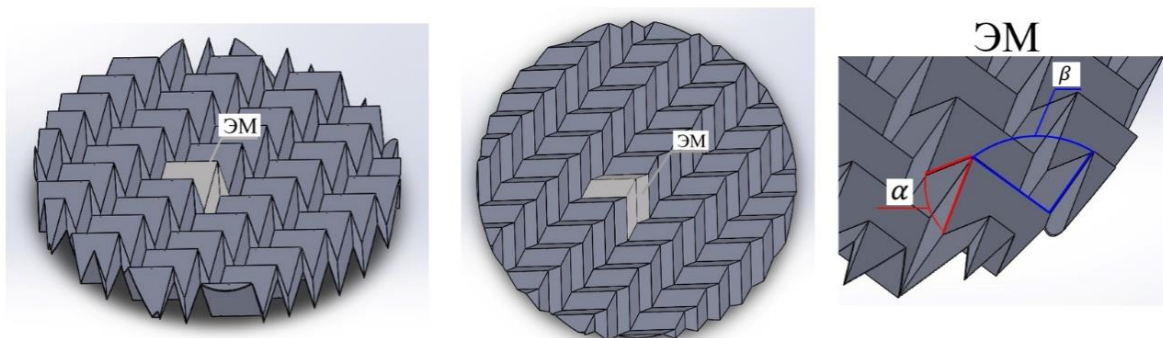


Рис. 1 – 3D-модель образца ЗПК складчатой структуры

Определяющей характеристикой эффективности складчатой структуры является коэффициент звукопоглощения (КЗП). Параметр, оказывающий влияние на эффективность звукопоглощения – это частота настройки, которая может определяться в соответствии с диаметром отверстий перфорированного листа (показано в работе [1]):

$$f_0 = \frac{c \cdot d_{\text{отв}}}{4d \cdot \sqrt{\pi(t + 0,4d_{\text{отв}}) \cdot 0,5b \cdot \text{tg} \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\beta}{2}}} \cdot \sqrt[3]{1 - \frac{\sin \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\beta}{2}}{\sqrt{1 - (\sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\beta}{2})^2}}}, \quad (1)$$

где f_0 – частота настройки ЗПК, c – скорость звука, t – толщина перфорированного листа или длина шейки, $d_{\text{отв}}$ – диаметр отверстий в перфорированном листе ЗПК, α, β – углы в плане (см. Рисунок 1), d – высота складчатого заполнителя.

В данной работе рассматриваются складчатые структуры, не имеющие отверстий, поэтому данной формулой невозможно корректно рассчитать КЗП. Рассматриваются экспериментальные данные для складчатых конструкций (СК) со следующими параметрами:

- 1) СК №1: $d = 25\text{мм}$, $\alpha = 38^\circ$, $\beta = 112^\circ$;
- 2) СК №2: $d = 15\text{мм}$, $\alpha = 29^\circ$, $\beta = 36^\circ$;
- 3) СК №3: $d = 15\text{мм}$, $\alpha = 32^\circ$, $\beta = 90^\circ$;

4) СК №4: $d = 20\text{мм}$, $\alpha = 31^\circ$, $\beta = 84^\circ$;

5) СК №5: $d = 15\text{мм}$, $\alpha = 37^\circ$, $\beta = 46^\circ$.

Результаты сравнения коэффициента звукопоглощения КЗП при различных высотах d и углах α , β приведены на рис. 2.

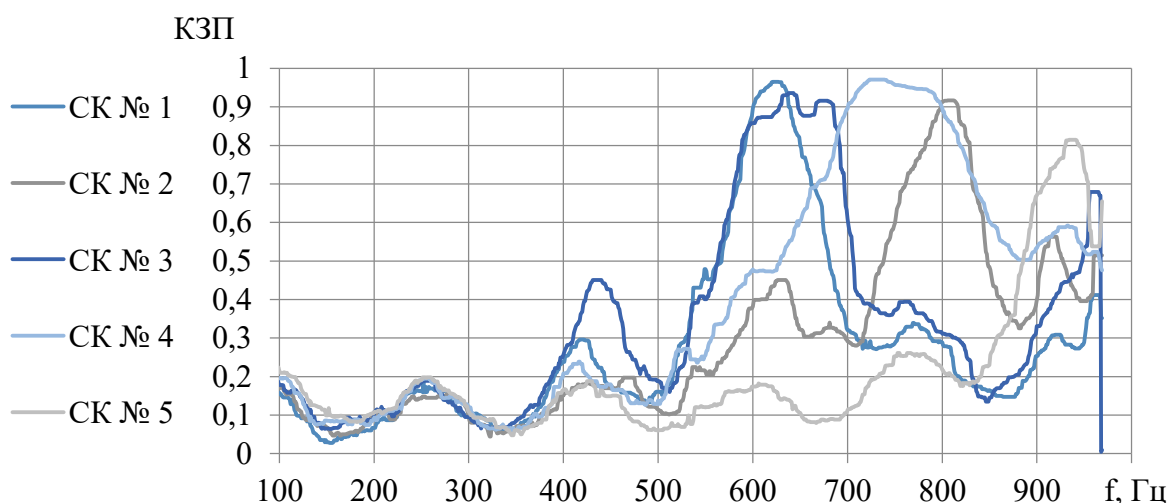


Рис. 2 – Экспериментальная и расчётная зависимость КЗП складчатых структур от частоты звука

По результатам эксперимента было выявлено, что складчатые структуры являются поглотителями резонансного типа: данные СК неэффективны в диапазоне частот до 500 Гц и в то же время резонансы в диапазоне до 400 Гц совпадают для всех рассматриваемых СК. Из этого можно предположить, что указанные геометрические параметры СК не оказывают влияние на КЗП в диапазоне до 400 Гц. СК №1 эффективен в диапазоне 590-650 Гц, СК №2 – 780-830 Гц, СК №3 – 590-690 Гц, СК №4 – 690-820 Гц, СК №5 – 930-950 Гц. Как и предполагалось, полученные результаты не соответствуют требуемым значениям КЗП по ГОСТ 33329-2015[6]. Для создания эффективного экрана во всем диапазоне частот необходимо использовать дополнительные материалы и конструктивные решения.

Список литературы

- 1 Богданов С.А., Шахматов Е.В., Загузов И.С., Васильев А.В. Разработка эффективных звукопоглощающих конструкций для снижения шума газотурбинных двигателей и энергоустановок. // Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата технических наук. С. 9-11.
- 2 Богданов С.А., Иголкин А.А., Крючков А.Н., Назаров О.В. Звукопоглощающая конструкции на основе заполнителя Z-гофр // Тезисы докладов международной молодежной научной конференции «XXX Гагаринские чтения». Т. 4. 2004. С. 49-50.
- 3 Богданов С.А. Влияние высоты складчатого заполнителя звукопоглощающей конструкции на её акустические характеристики // Решетневские чтения: материалы X Междунар. науч. конф. Красноярск: Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т, 2006. С. 158-159.
- 4 Богданов С.А. Расчет импеданса звукопоглощающей конструкции с заполнителем в виде складчатой структуры // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 8. №4. 2006. С. 1100-1105.
- 5 Сафин А.И. Разработка звукопоглощающих элементов из материала МР для газотурбинных двигателей. Дисс. / Сам. Нац. Исследовательский ун-т. – Самара, 2015.
- 6 ГОСТ 33329-2015. Межгосударственный стандарт. Экраны акустические для железнодорожного транспорта. Дата введения: 2016.03.01.

Сведения об авторах

Сафин Артур Ильгизарович, канд. техн. наук, доцент кафедры автоматических систем энергетических установок. Область научных интересов: динамика и виброакустика, звукопоглощающие материалы и конструкции.

Кузнецов Александр Владимирович, аспирант кафедры автоматических систем энергетических установок. Область научных интересов: динамика и виброакустика, звукопоглощающие материалы и конструкции.

Алейникова Маргарита Александровна, студент кафедры автоматических систем энергетических установок. Область научных интересов: виброакустика, звукопоглощающие материалы и конструкции.

CALCULATION OF THE SOUND ABSORPTION COEFFICIENT OF A FOLDED FILLER

Safin A.I., Aleynikova M.A., Kuznetsov A.V.

Samara National Research University, Samara, Russia, margaery.0204@yandex.ru

Keywords: Noise reduction, folded structures, sound absorption coefficient.

In this article, we investigate the problem associated with the development of a muffler based on various porous metals. Experimental results are presented. As a result of the work done, the sound absorption coefficients of five folded structures were obtained in the frequency range of 100-1000 Hz.