

УДК 621.744

А.В. Трухтанов**A.V. Trukhtanov**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University

**ОТРАБОТКА АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗВУКОПОГЛОЩАЮЩЕЙ СОТОВОЙ
КОНСТРУКЦИИ С МЕМБРАННЫМИ КРЫШКАМИ****TESTING ADAPTIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY
WITH SOUND-ABSORBING HONEYCOMB SEPTUM CAPS**

В связи с современными требованиями ICAO к самолетам по предельно допустимому уровню шума возникает необходимость в более эффективных звукопоглощающих конструкциях, которые снизят шум турбовентиляторного двигателя. Одним из способов снижения шума является применение в качестве заполнителя звукопоглощающей конструкции стеклопластиковых сот с клееными в них мембранными крышками. Технология изготовления такой звукопоглощающей конструкции несовершенна. Необходимо решить ряд конструкторских и технологических задач, для того чтобы в будущем получить серийную технологию изготовления данных звукопоглощающих конструкций. Целью данной работы является разработка наиболее технологичного способа производства звукопоглощающей сотовой конструкции с мембранными крышками.

Ключевые слова: полимерный композиционный материал, стеклопластик, сотовые панели с мембранными крышками, звукопоглощающая конструкция, авиационное.

In connection with current more stringent ICAO requirements for aircraft on the maximum permissible noise level there is a need for more effective sound-absorbing structures that will reduce the noise of the turbofan engine. One way to reduce noise is to use as a placeholder sound absorbing fiberglass honeycomb construction with glued in the cell septum caps. Manufacturing technology of such sound-absorbing structure is imperfect. It is necessary to solve a number of problems as the design and technology for the future to get the serial production of sound-absorbing structures of these technologies. The aim of this work is to develop the most technologically method for producing sound-absorbing honeycomb structure with septum caps.

Keywords: polymer composite, fiberglass, honeycomb panel with septum caps, sound-absorbing constructions, aeronautics.

Для снижения уровня шума двигателя в настоящее время широко используются резонансные звукопоглощающие конструкции (ЗПК), настроенные на заданный частотный диапазон [1].

Звукопоглощающая конструкция состоит из перфорированной внутренней обшивки, а наполнитель ЗПК предусматривает элементарные ячейки – камеры (рис. 1) [2].

Компанией Hexcel (США) была запатентована технология производства сотового наполнителя с внедренными в него мембранными крышками (рис. 2).

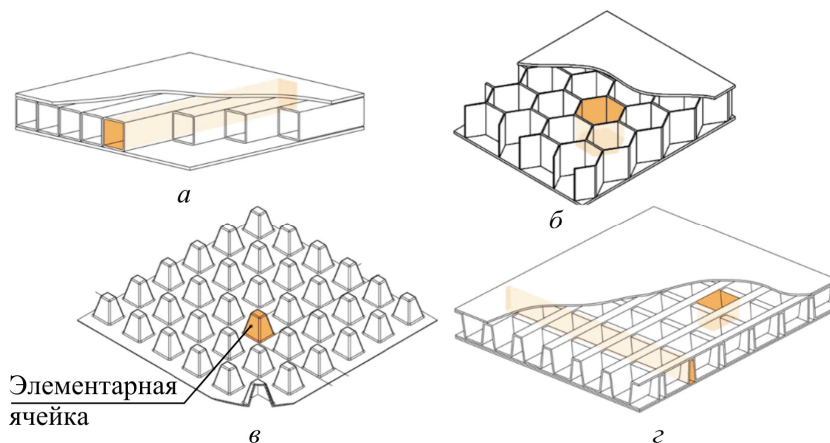


Рис. 1. Звукопоглощающие конструкции: *а* – ЗПК с трубчатым наполнителем; *б* – ЗПК с наполнителем в виде сотовой конструкции; *в* – ЗПК с пирамидальным наполнителем; *г* – ЗПК с наполнителем из гофрированных профилей [2]

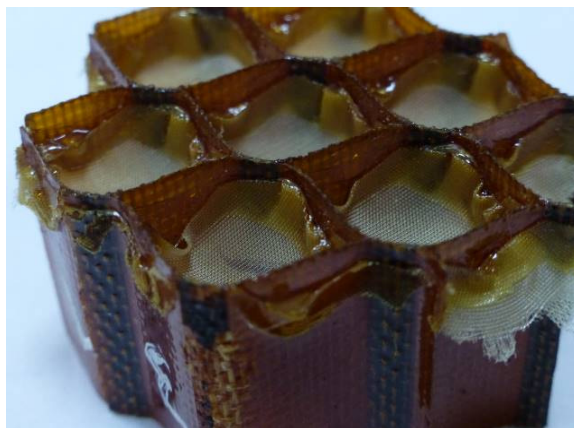


Рис. 2. Сотовый наполнитель с мембранными крышками Acousti-Cap производства Hexcel

Акустическая конструкция (Acousti-Cap) состоит из сотовой панели в ячейках которой размещены мембранные крышки. Мембранные крышки образованы из листов эластичного материала, например полиэфиркетона

(РЕЕК), в котором может быть выполнена перфорация до или после вставки данного материала в сотовую конструкцию¹.

Были сделаны аналогичные образцы (рис. 3), которые показали значительно больший коэффициент звукопоглощения по сравнению с обычными однослойными сотовыми ЗПК (рис. 4). Цветами показаны различные уровни усиления: синий – 140 дБ, красный – 150 дБ. Как можно легко увидеть, образец с мембранной крышкой обладает лучшим коэффициентом звукопоглощения, чем образец с обычным сотовым наполнителем.

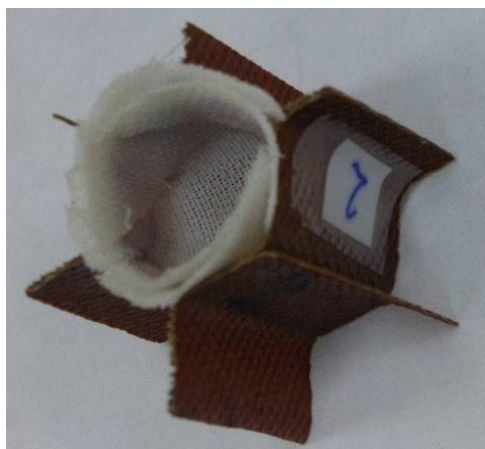


Рис. 3. Образец сотового наполнителя с мембранной крышкой

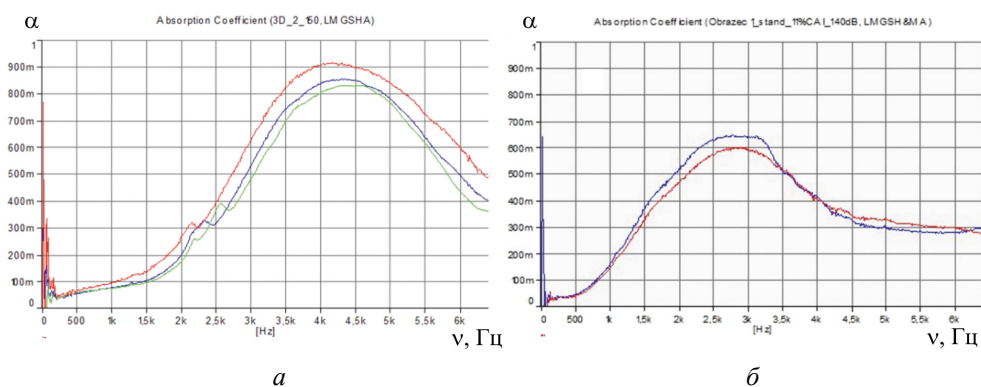


Рис. 4. Графики зависимости частоты от коэффициента звукопоглощения:
a – для образца СЗМК; *б* – для образца с обычным сотовым наполнителем со степенью перфорации 11 %

¹ Acoustic honeycomb with perforated septum caps: пат. 8413761 США / E. Ayle. Оpubл. 16.02.2012.

Технологическая особенность изготовления этого сотового заполнителя с мембранными крышками (СЗМК) заключается в том, что стеклопластиковые соты отечественного производства имеют непостоянство форм и размеров. Этот фактор сильно усложняет расположение выкройки мембраны внутри сотовой ячейки. С учетом этого фактора на данном этапе рассматривается вариант изготовления СЗМК с использованием фторопластовой (рис. 5, *а*) и силиконовой (рис. 5, *б*) оснасток, которые являются адаптивными. Фторопластовая оснастка задает необходимое расположение сот, а также уровень, на котором должны быть размещены мембраны. Силиконовая оснастка сама принимает форму сот, формируя, таким образом, нужный уровень размещения мембран.

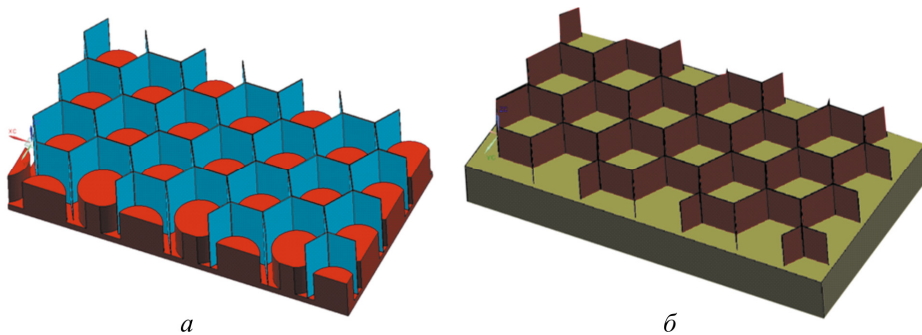


Рис. 5. Адаптивные оснастки: *а* – из фторопласта; *б* – из силикона

Силикон и фторопласт обладают хорошими антиадгезионными свойствами. Это важно, так как на данном этапе предполагается использование клея, нанесенного на внутреннюю поверхность сотовых ячеек.

Размещение заранее подготовленных выкроек мембран в сотовые ячейки рассматривается с использованием вакуумного или магнитного пуансонов.

Вакуумный пуансон выполняется из резины (рис. 6), в него вставляется штуцер, который впоследствии подключается к вакуумному насосу. Выкройка кладется на пластину, которая, в свою очередь, притягивается и удерживается у основания пуансона с помощью вакуума. Далее пуансон вставляется в сотовую ячейку, к нему прикладывается вертикальная нагрузка, которая передается на стенки сотовой ячейки из-за того, что резина не сжимаема. Под действием этой нагрузки мембрана приклеивается к стенкам сотовой ячейки.

Другой вариант – это использование пуансона с электромагнитом (рис. 7). Пуансон также выполняется из резины, на него сверху приклеивается электромагнит. Пластина с выкройкой удерживается у основания пуансона силой, которую создает электромагнит, помещается в сотовую ячейку, и путем прикладывания вертикальной нагрузки выкройка приклеивается к стенкам соты.

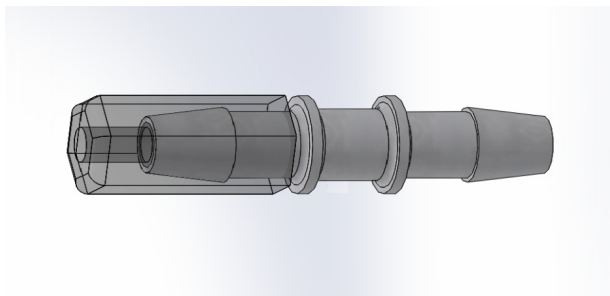


Рис. 6. Вакуумный пуансон

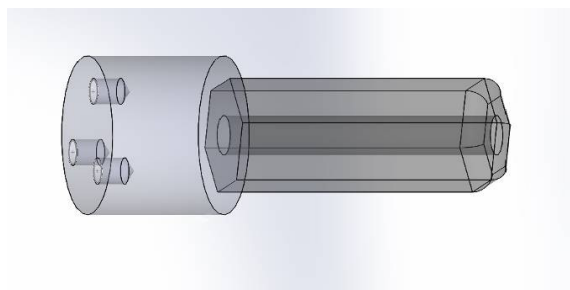


Рис. 7. Пуансон с электромагнитом

Подведем итоги. В данной работе рассмотрены варианты приклейки мембран к сотам, разработаны 3D-модели оснасток и пуансонов. В дальнейшем изучении нуждаются выкройки, их геометрия, размеры и тип материалов. Представленная технология весьма перспективна, так как получающийся сотовый наполнитель намного легче и эффективнее аналогов.

Список литературы

1. Расчетно-экспериментальные исследования резонансных многослойных звукопоглощающих конструкций / А.Н. Аношкин [и др.] // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2015. – № 1.
2. Дударев А.С. Анализ технологичности конструкций наполнителя звукопоглощающих панелей авиационных двигателей // Вестник Саратов. гос. техн. ун-та. – 2013. – Т. 3, № 1 (72).

Получено 20.09.2016