

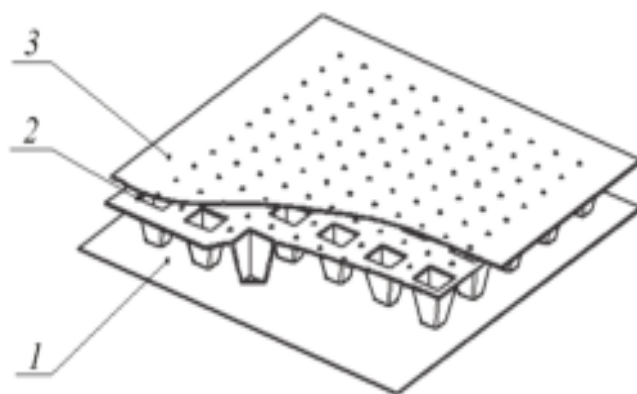
## Ячеистый наполнитель для многослойных конструкций в узлах авиационных двигателей

Главный конструктор ПЦ АО «ПЗ»Маш» Захаров А.Г.

В данном описании рассмотрены конструкции многослойных панелей с ячеистым наполнителем из полимерных композиционных материалов. Приведены результаты акустических и механических испытаний полунатурных образцов панелей и примеры практического использования ячеистого наполнителя в узлах авиационного двигателя.

Ключевые слова: *ячеистый наполнитель, полимерные композиционные материалы, звукопоглощающая конструкция, прочностные свойства.*

В связи с изменяющимися требованиями к самолетам (увеличение полезной нагрузки, расстояний и скоростей) изменились и требования к авиационным конструкциям. В применяемых многослойных конструкциях пространство между двумя тонкими прочными обшивками (несущими слоями) заполнено более легким материалом. Такая многослойная панель способна выдерживать более значительные изгибающие нагрузки, чем соединенные две несущие обшивки без наполнителя. Кроме того, эта многослойная конструкция остается легкой, так как наполнитель имеет небольшую плотность. Многослойная конструкция обладает большими жесткостью на изгиб и прочностью, чем лист обшивки, соответствующий ей по весу. Многослойные конструкции в значительной степени могут поглощать шум за счет наличия перфорации. В АО «Пермский завод «Машиностроитель»» разработаны новые звукопоглощающие конструкции (ЗПК) из полимерных композиционных материалов. В них наполнитель выполнен в виде ячеек. Используется трикотажный



материал или ткань.

Рис. 1. ЗПК с ячеистым наполнителем из трикотажного материала

ЗПК из трикотажного материала (рис.1) представляет собой многослойную конструкцию, имеющую внутренний наполнитель 2 с выдавленными в нем углублениями (ячейками), имеющими форму усеченных пирамид определенного размера и объема. Снаружи к наполнителю 2 крепятся листовые оболочки 1 и 3, образуя жесткую многослойную конструкцию, при этом одна из оболочек имеет перфорацию. На рис.2 представлен ячеистый наполнитель из ткани. Это сборная

конструкция, где в гофрированный профиль 2, имеющий поперечные пазы, выполненные под углом  $90^\circ$  к формообразующей линии этого профиля, жестко крепится ответный гофрированный профиль 1. С внутренней стороны конструкции к гофрированному профилю жестко крепится листовая оболочка 3 с перфорацией. В данной конструкции ответный гофрированный профиль выполняет функции внутреннего заполнителя и наружной силовой оболочки конструкции, что уменьшает трудоемкость изготовления многослойной конструкции и ее вес [1].

Предлагаемые ячеистые конструкции имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными сотовыми и трубчатыми (канальными) заполнителями.

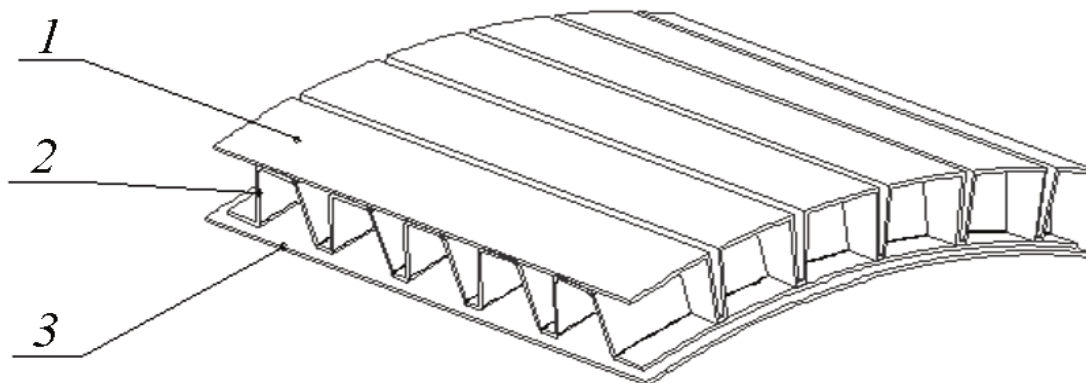


Рис. 2. ЗПК с ячеистым заполнителем из ткани

Акустическая эффективность ячеистых ЗПК проверена на установках «Канал с потоком» в ФГУП «ЦАГИ» и ФГУП «ЦИАМ». В целом, акустические характеристики ячеистых ЗПК близки к ЗПК с сотовым заполнителем (рис.3). акустические испытания показали хорошую эффективность новой конструкции в области высоких частот (2000 – 4000 Гц при скоростях потока воздуха  $M = 0,325$  и 2500 – 5000 Гц при  $M = 0,425$ ), причем в максимумах частотной характеристики величина затухания практически совпадает с максимально возможным затуханием.

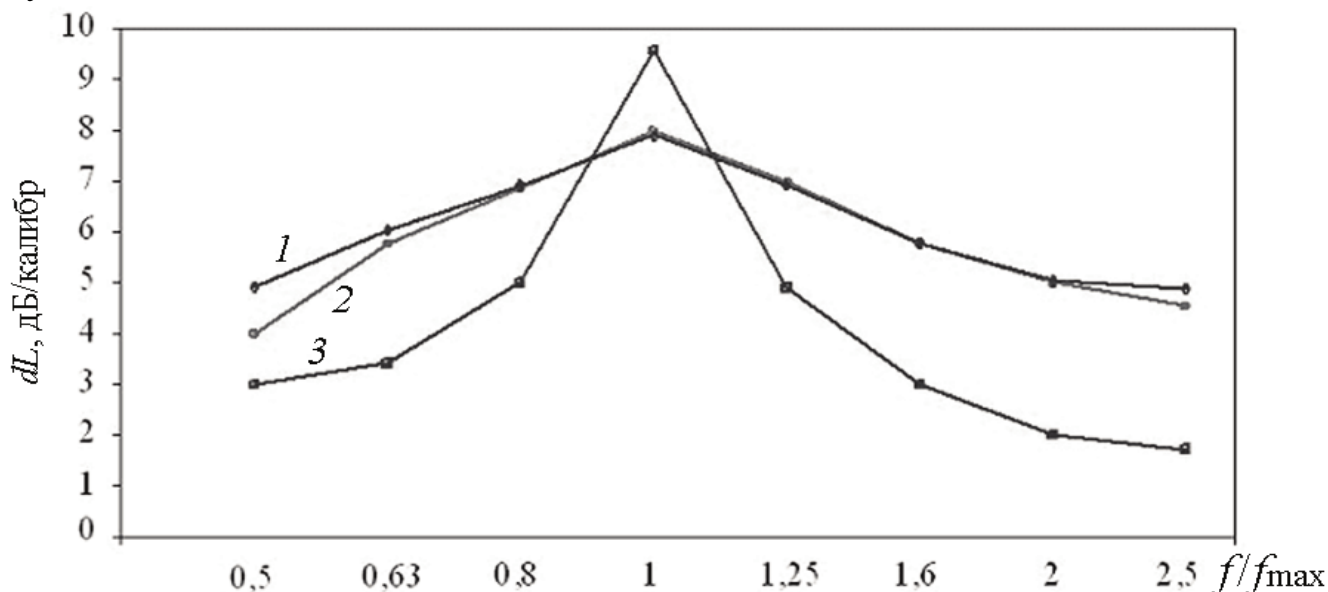


Рис. 3. Акустические характеристики ЗПК различных типов:

1 – ЗПМ; 2 – З-гофр; 3 – соты

Сравнительные испытания однослойных и двухслойных панелей с ячеистым и серийно изготавливаемым трубчатым наполнителем показали более высокие механические характеристики панелей с ячеистым наполнителем (таблица). Поэтому они могут конкурировать с традиционными наполнителями при изготовлении рулей высоты, закрылков, тормозных щитков, панелей крыла, панелей интерьера салона, элементов звукопоглощающих конструкций (ЗПК) обшивок двигателя и т.д.

Тип наполнителя		трубчатый	ячеистый
Плотность, кг/м <sup>3</sup>		390	310
Эффективный предел прочности, МПа	при растяжении	11,42	17,87
	при продольном сжатии	2,59	7,33

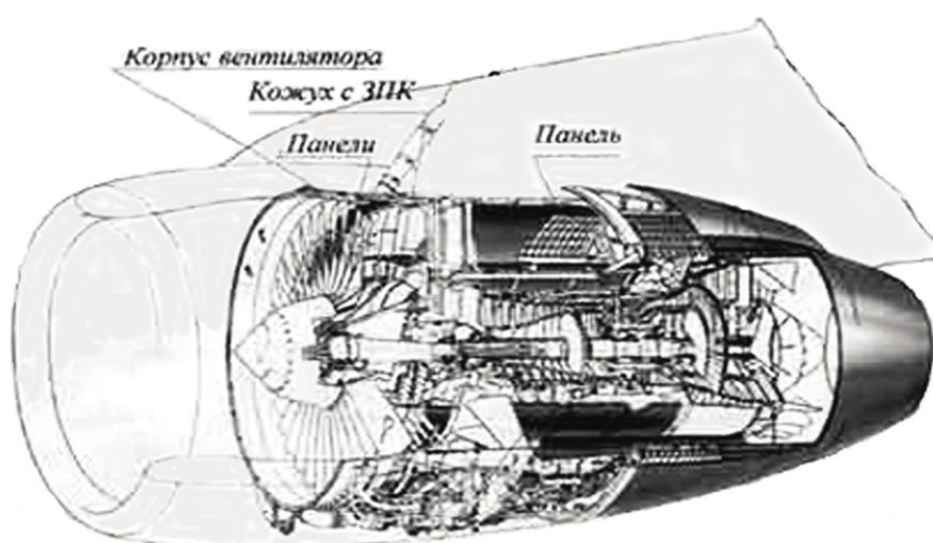


Рис. 4. установка панелей из полимерных композиционных материалов с элементами ЗПК в двигателе ПС-90А

Детали авиационных двигателей с ячеистыми наполнителями из композиционных материалов могут обеспечивать требуемые запасы прочности и эксплуатационного ресурса [4–6].

С применением ячеистого наполнителя была изготовлена опытная панель вентилятора из стеклопластика ВПС-34 для двигателя ПС-90А.

Изготовленная панель установлена в корпус вентилятора на стендовый технологический двигатель ПС-90А для проведения ресурсных испытаний (рис.4).

Сравнительный анализ технологического процесса изготовления в АО «ПЗ «Машиностроитель»» панели вентилятора с ЗПК на основе традиционного трубчатого и предлагаемого ячеистого наполнителя показал снижение трудоемкости на 20% при использовании ячеистого [1].

Применение ячеистого ЗПК позволяет механизировать процесс изготовления, снизить вес изделия, повысить прочностные характеристики, поэтому может быть применен при изготовлении авиационных конструкций взамен традиционных сотовых и трубчатых (канальных).

Конструкции и технология изготовления ячеистого наполнителя защищены

патентами Российской Федерации №№2282735, 2268380, 2247878, 2504477.