

О ПРИНЦИПИАЛЬНЫХ ПОДХОДАХ К ПОИСКУ ЭФФЕКТИВНЫХ  
КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ  
ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩИХ ПАНЕЛЕЙ САЛОНОВ ПАССАЖИРСКИХ САМОЛЕТОВ

Как следует из анализа схемы расчета звукоизоляции панелей салонов пассажирских самолетов, последняя зависит от характерной области частот: упругости, резонанса  $f_p$ , закона масс и волнового совпадения, которые предопределяются резонансной частотой и звукоизоляцией /1-3/. Чем выше  $f_p$ , тем больше возможности получить звукоизоляцию на самых критичных для пассажирских самолетов низких частотах. В свою очередь резонансная частота панели и ее звукоизоляция зависит от:

- габаритных размеров панели  $a$  и  $b$ ;
- удлинения  $c = a/b$ ;
- толщины стенки /стенки/  $h$  ( $h_i$ );
- типа конструкции панели /одностеночная или многостеночная/;
- плотности материала панели  $\rho$ ;
- физико-механических характеристик /ФМХ/ несущих слоев  $E_x, E_y, G_{xy}, M_{xy}, M_{yx}$  и других конструктивных элементов;
- акустических характеристик конструктивных элементов (коэффициент потерь  $\eta$  и коэффициент звукопоглощения  $\beta$ );
- степени преднапряженности панели, т.е. величин погонных усилий  $N_x, N_y, N_{xy}$ ;
- характера преднапряженности панели, т.е. отношения погонных усилий  $N_y/N_x, N_{xy}/N_x$  и их знака;
- кривизны панели  $R_x, R_y$ ;
- характера закрепления на силовом каркасе и /или/ степени жесткости силового каркаса.

Из выделенных выше 10 групп факторов каждая группа или фактор оказывает различное влияние на  $f_p$  и  $R$ .

Дальнейший анализ влияния выделенных факторов на частоту собственных колебаний связан с типом функционального назначения панели:

- интерьер, т.е. изолированная от несущей конструкции панель, предназначенная только для звукоизоляции и придания салону самолета соответствующего декоративного вида;

- панель, включенная в силовую схему фюзеляжа, обладающая регламентированной несущей способностью и звукоизоляцией.

До настоящего времени широкое практическое распространение получили только панели первого типа.

Анализ природы звукоизолирующей способности панелей позволяет выделить соответствующие уровни целенаправленного влияния на эти факторы:

- материала конструктивных элементов панели;
- конструктивных параметров элемента панели;
- панели в целом;
- силовой схемы и конструкции фюзеляжа, в который включается панель.

Система прогнозирования эффективных конструктивно-технологических решений /КТР/ звукоизолирующих панелей таким образом должна включать в себя 3 принципиально важные группы элементов:

1. Факторы, от которых зависит звукоизолирующая способность панели  $R$ .
2. Уровни целенаправленного влияния на эти факторы.
3. Конструктивно-технологические способы и средства, обеспечивающие максимальное положительное воздействие на каждый из факторов на соответствующем уровне.

На рисунке приведена блок-схема системы прогнозирования эффективных КТР звукоизолирующих панелей.

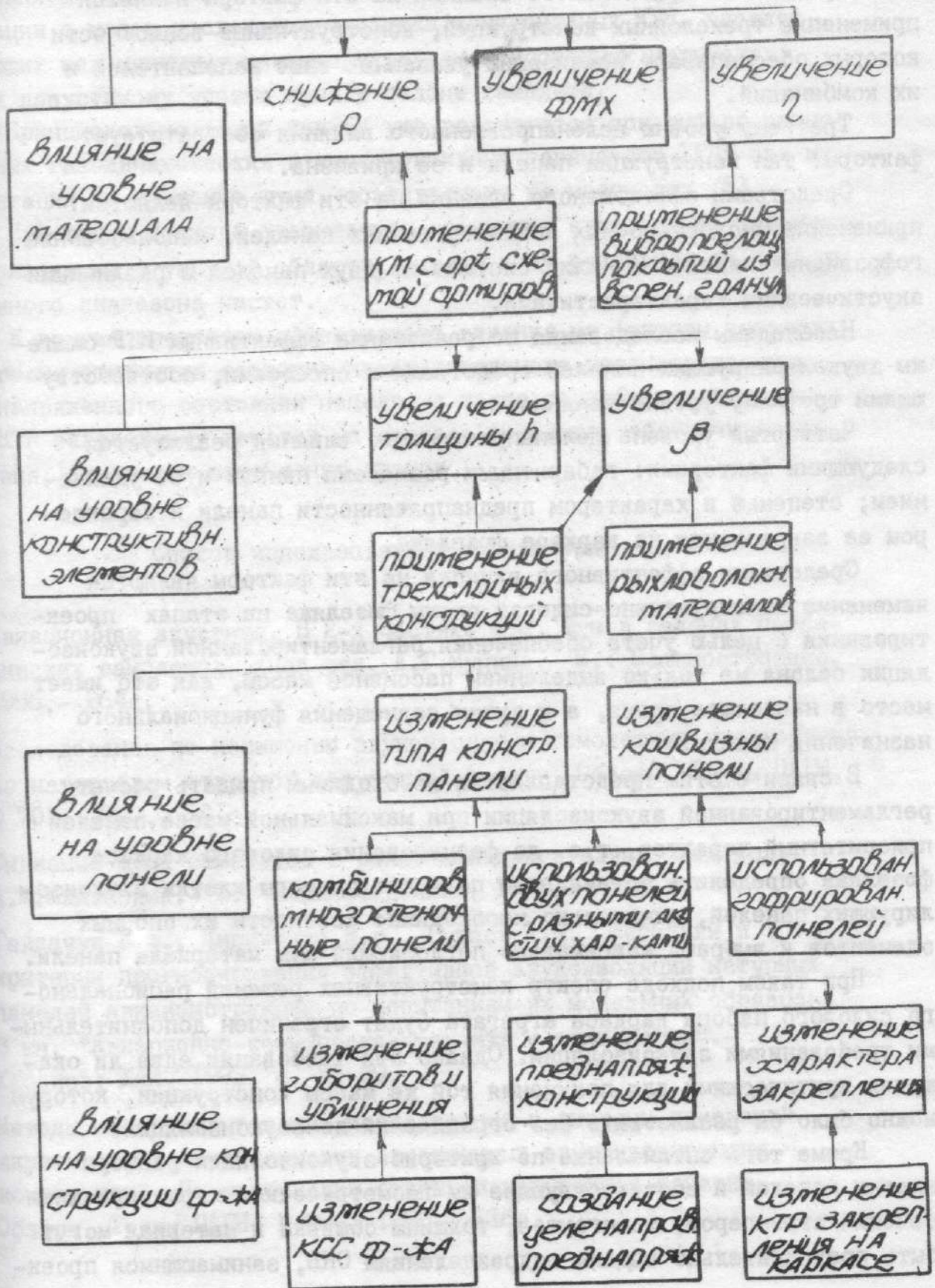
Первому уровню целенаправленного влияния соответствуют факторы: плотность материала панели  $\rho$  и ее конструктивных элементов, ее ФМХ и акустические свойства ( $\eta$ ).

Средствами эффективного влияния на эти факторы являются: применение полимерных композиционных материалов, имеющих низкую плотность, высокие ФМХ, а также повышенные коэффициенты потерь  $\eta$ .

Необходимы исследования по реализации эффективных КТР звукоизолирующих панелей средствами и способами, соответствующими первому уровню влияния /А/.

Второму уровню целенаправленного влияния соответствуют факторы: толщина /толщины/ стенки и акустические свойства ( $\beta$ ). Этот уровень предусматривает варьирование конструктивными элементами панели: применение сотовых, гофровых и специальных видов заполнителей, их комбинаций с рахловолокнистыми материалами типа АТМ, ВСТВ /I/ и другими.

блок-схема системы прогнозирования эффективных звукоизолирующих панелей



Средствами эффективного влияния на эти факторы являются применение трехслойных конструкций, конструктивные возможности которых обеспечивают реализацию указанных выше заполнителей и их комбинаций.

Третьему уровню целенаправленного влияния соответствуют факторы: тип конструкции панели и ее кривизна.

Средствами эффективного влияния на эти факторы являются: применение многостеночных комбинированных панелей, использование гофровидных панелей и /или/ системы из двух панелей с различными акустическими характеристиками.

Необходимы исследования по реализации эффективных КТР системы звукоизолирующих панелей средствами и способами, соответствующими третьему уровню влияния.

Четвертый уровень целенаправленного влияния реализуется следующими факторами: габаритными размерами панели и ее удлинением; степенью и характером преднапряженности панели и характером ее закрепления на каркасе фюзеляжа.

Средствами эффективного влияния на эти факторы являются изменение конструктивно-силовой схемы фюзеляжа на этапах проектирования с целью учета обеспечения регламентированной звукоизоляции салона не только выделением пассивной массы, как это имеет место в настоящее время, а и путем совмещения функционального назначения панели.

В связи с этим представляется необходимым придать расчету регламентированной звукоизоляции при максимальной массе панелей приоритетный характер, т.е. до формирования силового каркаса фюзеляжа определить оптимальные по массе размеры клетки звукоизолирующих панелей, минимально необходимые жесткости их опорных элементов и выбрать максимально поглощающий шум материала панели.

При таком подходе спектр конструктивных решений рационального силового набора каркаса агрегата будет ограничен дополнительными требованиями звукоизоляции. Однако эти требования едва ли окажутся критическими для получения той же массы конструкции, которую можно было бы реализовать без ограничений по звукоизоляции.

Кроме того оптимальные по критерию звукоизоляции размеры клетки панелей и соответствующие им геометрические характеристики сечений стрингеров, шпангоутов, толщины обшивки и материал могут быть предварительно выданы подразделениям ОКБ, занимающимся проек-

ированием фюзеляжа, в качестве исходной или ограничивающей информации с целью последующего поиска компромиссных КТР, удовлетворяющих как минимуму массы при регламентированных нагрузках, так и допустимому уровню шума в салоне самолета.

Принципиально такой подход уже реализуется при выборе рациональных газодинамических и конструктивных параметров ТРДД при их ориентации на снижение шума, создаваемого на местности /5/.

При таком подходе оказывается возможным существенно увеличить звукоизоляцию в упругой области, выведя зону резонанса за пределы заданного диапазона частот.

К другим средствам эффективного влияния на факторы четвертого уровня относятся создание предварительного целенаправленного преднапряженного состояния панели, а также разработка рациональных КТР закрепления панелей на каркасе фюзеляжа, обеспечивающих условия, близкие к заземлению кромок.

#### Список использованной литературы

1. Авиационная акустика. В 2-х частях. Ч.2. Шум в салонах пассажирских самолетов /Под ред. А.Г.Мунина.- М.: Машиностроение, 1986,- 264с.
2. Исследования по повышению звукоизоляции самолетных конструкций. По материалам открытой зарубежной печати. Обзоры. Труды ЦАГИ, № 705, 1990,- 101с.
3. Снижение шума самолетов с ракетными двигателями Под ред.. А.М.Мхитаряна.- М.: Машиностроение, 1975,- 264с.
4. Гайдачук В.Е., Кириченко В.В., Рудась А.Н. Методики и критерии прогнозирования эффективной звукоизоляции натуральных панелей авиаконструкций по испытаниям их модельных образцов. В кн. "Авиационно-космическая техника и технология".- Харьков: ХАИ, 1993, с. 53-59.
5. Методы экспериментальных исследований и системы измерений акустических характеристик авиационных звукоизолирующих конструкций. По материалам открытой зарубежной печати. Обзоры. Труды ЦАГИ, № 683, 1988,- 116с.