

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертацию Д.О. Сердюка «Исследование звукоизоляционных свойств трехслойной пластины», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 -«Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

В последние годы все чаще используются трехслойные панели с сотовым наполнителем, что обусловлено удобством их применения в качестве конструкционных материалов для бортовой конструкции авиационно-космической техники. Известные теоретические методы определения звукоизоляции не позволяют оценить влияние различных конструктивных параметров сотовых конструкций на их звукоизолирующие свойства. Это приводит к необходимости разработки новых усложненных математических моделей, позволяющих описывать поведение элементов конструкций с учетом особенностей их строения. Задача построения таких моделей с учетом поперечного обжатия наполнителя и сдвига слоев, а также влияния формы набегающей волны на звукоизоляционные свойства пластин сложной конструкции является не только достаточно сложной, но и несомненно важной и насущной. Таким образом, диссертационная работа Д.О.Сердюка весьма актуальна и своевременна.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, списка условных обозначений, списка литературы.

Во введении дано обоснование актуальности выбранной темы, сформулированы цели и задачи исследования, описаны методы исследования, научная новизна и практическая ценность данной работы, а также приведено краткое содержание диссертации по главам.

В главе 1 проведен краткий обзор работ, выполненных другими авторами по данной тематике. Показано, что звукоизоляционные свойства однослойных и многослойных пластин неограниченных и реальных размеров являлись предметом исследований на протяжении ряда лет. Изучены звукоизоляционные свойства трехслойных пластин с жестким, упругим и вязкоупругим наполнителем. Однако, при рассмотрении трехслойных пластин, как правило, не учитываются поперечное обжатие и сдвиг слоев, наполнитель представляет собой некий сплошной слой. Также практически не изучено влияние геометрии набегающей волны на акустические свойства препятствия.

Представленная автором расчетная модель представляет собой окруженную с двух сторон акустическими средами пластину, на которую набегают гармоническая звуковая волна. Пластина является шарнирно опертой по контуру, состоящей из двух несущих слоев и наполнителя между ними. Несущие слои упругие и изотропные, наполнитель ортотропный сотовой конфигурации. Сформулирована цель задачи - разработка математической модели колебаний и определение коэффициента поглощения преграды как функции частоты и пространственных координат.

Колебания пластины описываются уравнениями динамики многослойных оболочек с трансверсально-мягким заполнителем В.Н. Паймушина, формулировка этих уравнений также представлена в главе 1.

Описаны уравнения движения акустической среды и установлены основные соотношения для акустического давления и колебательной скорости, характеризующих рассматриваемые типы звуковых волн - плоской, цилиндрической и сферической. Сформулированы граничные условия как для акустической среды, в которой наблюдается падение звуковых волн на преграду, так и для акустической среды, в которой наблюдается распространение акустических колебаний после прохождения трехслойной конструкции с учетом граничных условий Зоммерфельда.

В главе 2 исследуется бесконечная трехслойная пластина на основании аналитического решения задачи по определению ее звукоизоляционных свойств в зависимости от геометрии и формы набегающей звуковой волны. Способ решения основывается на применении преобразований Фурье. Определена взаимосвязь амплитуд давлений прошедшей и отраженной волн в акустических средах с кинематическими параметрами пластины.

Для верификации был выполнен расчет звукоизоляционных свойств бесконечной трехслойной пластины, и полученный результат сравнивается с «законом массы». Выполненная верификация позволяет говорить о том, что способ исследования звукоизоляционных свойств бесконечной трехслойной пластины дает результаты, не противоречащие результатам других авторов.

В главе 3 исследуются звукоизоляционные свойства шарнирно опертой пластины в виде бесконечной полосы при воздействии на нее плоской или цилиндрической набегающей звуковой волны. Искомые прогибы и амплитуды давлений определяются из системы дифференциальных уравнений с учетом особенностей габаритов пластины путем представления всех входящих в нее функций в виде тригонометрических рядов.

Выполнена верификация способа расчета звукоизоляционных свойств трехслойной пластины путем задания ее высоты равной 1000 м и сравнением полученных результатов с результатами для бесконечной пластины. В итоге, полученные результаты отличаются не более чем на 2%.

В главе 4 исследуются звукоизоляционные свойства ограниченной трехслойной прямоугольной пластины при воздействии на нее плоской, цилиндрической или сферической звуковой волны. Установлены связи амплитуд давлений прошедшей и отраженной от пластины волн с ее кинематическими параметрами. Разработан способ исследования звукоизоляционных свойств ограниченной пластины с использованием тригонометрических рядов Фурье. Представлены примеры расчета коэффициента поглощения преграды и параметра звукоизоляции в зависимости от частоты и формы набегающей волны. Проанализировано влияние формы волны на звукоизоляционные свойства прямоугольной пластины конечных размеров. Показано, что звукоизолирующая способность сферической волны наибольшая.

Представлено сравнение результатов определения звукоизолирующей способности ограниченной пластины и пластины, имеющей бесконечную длину. Представленные кривые показывают, что они имеют одинаковый характер и близкие значения. Также проведено сравнение полученных результатов с экспериментальными данными для однослойной пластины путем уменьшения толщины заполнителя до незначительного размера. В результате получена трехслойная пластина, которая эквивалентна однослойной по жесткости.

Достоверность научных положений и выводов обеспечена корректностью принятых постановок рассматриваемых задач и используемых при решении методов, близостью полученных разными способами результатов, а также сравнением с экспериментальными данными и результатами, полученными другими авторами.

В качестве замечаний по работе следует отметить следующее:

1. В модели, предложенной автором не учтено демпфирование конструкции. Этот фактор оказывает безусловно значительное влияние на звукоизолирующую способность особенно в области первых мод пластины и в критической области частот. Учет этого фактора позволил бы избежать парадоксов вроде отрицательной звукоизолирующей способности.

2. Автором не проведено исследование звукоизолирующей способности трехслойных панелей на диффузное звуковое поле, по воздействию которого имеется существенно большее количество экспериментальных результатов, представленных в частности в монографии «Промышленная звукоизоляция» Боголепова И.И. Сравнение с этими данными существенно обогатило бы выводы диссертации.

3. На графиках автором используется циклическая частота, которую он называет просто частотой, что может запутать читателя.

4. Использовано совпадение звукового давления в плоскости звукоизолирующей преграды за ее пределами. Однако, такие граничные условия не соответствуют реальности, так как могут говорить о наличии обходных звукоизолирующих путей.

5. Для практических целей используется звукоизоляция, которая в частности для плоской звуковой волны представляет собой соотношение интенсивностей в падающей и прошедшей волне. Использование автором звукоизолирующей способности не позволяет проводить анализ звукового поля в конкретном помещении, одной из границ которого является данная преграда. Для этих оценок необходимо определение звуковой мощности в прошедшей звуковой волне.

6. Не представлены графики сравнения зависимости звукоизолирующей способности от обжатия и сдвига слоев, т.е. от факторов важность которых заявлена в самом начале диссертации.

7. Диссертация содержит достаточно много грамматических и пунктуационных ошибок.

Сделанные замечания не отражаются на высокой оценке диссертации Д.О.Сердюка в целом. Результаты диссертации хорошо отражены в печати и

прошли достаточную апробацию на семинарах, отечественных и международных конференциях. По теме диссертации опубликовано 13 работ, в том числе 2 статьи в журналах из перечня, рекомендованного ВАК РФ.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

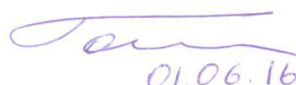
Общие выводы диссертации соответствуют содержанию проделанной работы. Характеризуя диссертацию Д.О.Сердюка в целом следует отметить, что результаты работы, в частности разработанная математическая модель прохождения упругой волны через трехслойную пластину с мягким ортотропным наполнителем и симметричным по толщине строением, звукоизоляционных свойств трехслойных пластин с учетом поперечного обжатия наполнителя и сдвига слоев, а также влияние геометрии пластины при взаимодействии ее с волновой средой различной конфигурации имеют научную новизну.

Практическая ценность заключается в том, что разработаны способы оценки звукоизоляционных свойств разноплановых трехслойных пластин с сотовым наполнителем при взаимодействии их с различными по форме и частоте волновыми воздействиями.

Таким образом, диссертацию Д.О.Сердюка можно определить как законченное исследование, имеющее научную и практическую ценность.

Считаю, что диссертационная работа «Исследование звукоизоляционных свойств трехслойной пластины» удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Сердюк Дмитрий Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 - «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Официальный оппонент,
Начальник отдела №2 «Акустика
пассажирских салонов и кабин ЛА»
отделения аэроакустики и экологии
ЛА ЦАГИ, к. т. н.


01.06.16

А. Ю. Голубев

Подпись А.Ю. Голубева заверяю
Начальник НИМК ЦАГИ




В.П. Соколянский