



(19) RU (11)2083775(13) C1

(51) 6 E 04 B 1/82

Комитет Российской Федерации по патентам и товарным знакам

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ к патенту Российской Федерации

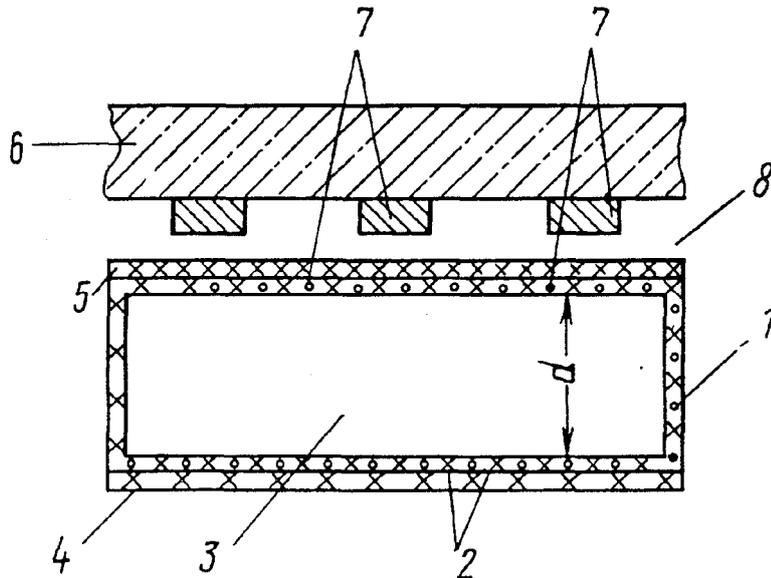
(21) 94027718/03 (22) 22.07.94 (46) 10.07.97

Бюл. № 19 (76) Абракитов Владимир  
Эдуардович (UA) (56) Авторское

свидетельство СССР N 1270251, кл. E 04 B 1/82,  
1986. (54) ЗВУКОИЗОЛИРУЮЩАЯ ПАНЕЛЬ  
С МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОЙ ЗВУКО-  
ИЗОЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ (57)

Панель имеет цельный и герметичный корпус 1, изготовленный из фторпласта, в котором замурована арматура 2, с внутренней полостью 3 /имеющей наименьшее расстояние между стенками  $d$ /, где обеспечено наличие среднего вакуума с соблюдением условия  $l \gg d$ , где  $l$  - длина свободного пробега молекул. Корпус 1 имеет снаружи звукопоглощающие прокладки 4 и 5 с

лицевой и тыльной сторон соответственно, при этом в корпус 1 и несущие конструкции сооружения 6, на которых он закреплен, установлены магниты 7, параметры которых, полярность и напряженность магнитного поля подобраны таким образом, что отсутствует прямой механически контакт между корпусом 1 и несущими конструкциями 6, и между ними образован промежуток 8, заполненный воздухом. Арматура корпуса 2 используется в качестве части безконтактного узла крепления как обмотка электромагнита 7, входящего в его состав, т.е. в некоторых местах корпуса 1 панели ее структурные элементы 2 и 7 объединены в один элемент /совмещены/. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.



Изобретение относится к техническим средствам борьбы с шумом на пути его распространения путем звукоизоляции, т.е. к звукоизолирующим панелям.

„Наиболее эффективным является использование таких панелей в качестве ограждающей конструкции так называемых реверберационных камер, где нужно обеспечить как можно большее многократное отражение звука (т.е. большой коэффициент отражения и малый коэффициент пропускания звука через ограждающую конструкцию).

Прототипом изобретения является устройство, имеющее две стенки с размещенной между ними по периметру упругой прокладкой, с возможностью вакуумирования внутреннего пространства, причем стенки выполнены в виде части сферы, обращенной выпуклостью наружу, а между стенками и прокладкой размещены виброизолирующие опоры в виде жестко соединенных со стенками металлических рамок. В качестве звукоизолирующей среды в этом устройстве использован вакуум. Упругая прокладка прототипа эквивалентна звукоизолирующей прокладке предлагаемого устройства (выполняет сходные функции).

Прототип изобретения имеет целый ряд недостатков, а именно: небольшая звукоизолирующая способность и невозможность в технической реализации в соответствии с описанием, т.к. в материалах прототипа:

отсутствует описание узлов крепления такого звукоизолирующего элемента к несущим конструкциям сооружения, к которым он крепится, а при произвольном их выполнении создаются благоприятные условия для распространения через них так называемого структурного звука, что делает бессмысленным повышение звукоизолирующей способности остальных структурных элементов прототипа,

отсутствует какая-либо характеристика вакуума во внутреннем пространстве, а из косвенного указания на то, что вакуум плохо проводит звук, имеющегося в описании прототипа, следует, что, очевидно, в прототипе использован низкий вакуум, обладающий малой звукоизолирующей способностью, возможность использования среднего вакуума не предусмотрена, отсутствует взаимосвязь между наименьшим расстоянием между стенками внутреннего пространства и длиной  $l$  свободного пробега молекул,

уменьшение давления во внутренней полости до диапазона давлений среднего вакуума невозможно, т.к. корпус прототипа

не цельный, а составной (в этом случае будет иметь место потеря герметичности упругой прокладкой, размещенной по периметру стенок корпуса),

имеет место утрата демпфирующих способностей этой упругой прокладкой из-за возникновения в ней напряжений сжатия (прокладка чрезмерно сжата из-за большой разницы в давлениях между внешней атмосферой и вакуумом во внутреннем пространстве).

Кроме того, область применения прототипа ограничивается иллюминаторами в самолетах, кабинах управления и кожухом машин (ограничивается формулой прототипа, а именно заданной формой его корпуса, в то время как эта форма никак не влияет на величину звукоизолирующей способности прототипа, но затрудняет эксплуатацию, ухудшает дизайн и т.п.)

Задачей изобретения является повышение звукоизолирующей способности до максимально возможной величины.

Поставленная задача достигается тем, что звукоизолирующая панель с максимально возможной звукоизолирующей способностью согласно изобретению имеет корпус панели, выполненный цельным и герметичным, со звукопоглощающей прокладкой, размещенной как на лицевой, так и на тыльной сторонах панели, в корпусе и на несущих конструкциях сооружения, к которым прикреплена панель, размещены магниты, образующие бесконтактные узлы крепления (магнитную подвеску), параметры указанных магнитов (полярность и напряженность магнитов поля) подобраны таким образом, что между корпусом панели и несущими конструкциями сооружения, к которым закреплена панель, образован промежуток, заполненный атмосферным воздухом, а во внутренней полости панели обеспечено наличие среднего вакуума, характеризующегося равенством или незначительным превышением длины свободного пробега молекул  $l$  над наименьшим расстоянием  $d$  между стенками внутренней полости.

Также задача достигается тем, что в конструкции бесконтактных узлов крепления использованы электромагниты.

Также задача достигается тем, что корпус панели изготовлен из фторопласта, армированного металлом, причем арматура корпуса используется в качестве части бесконтактного узла крепления как обмотка входящего в его состав электромагнита.

Под повышением звукоизолирующей способности понимается в первую очередь

уменьшение коэффициента пропускания звука, представляющего собой отношение потока звуковой энергии, прошедшего через звукоизоляцию к общему (входящему) потоку звуковой энергии. Согласно (снижение шума на промышленных предприятиях, Ленинградский государственный проектный институт, М.: Стройиздат, 1972 г, с. 58) звукоизоляционные качества какого-либо ограждения от воздушного звука определяются ... г, а всякое ограждение характеризуется величиной звукоизолирующей способности

$$R=10 \lg l/\tau \text{ дБ (1)}$$

Технический результат изобретения -полная минимизация коэффициента пропускания звука через -внутреннюю полость  $\tau = 0$ , что ведет к обеспечению максимально возможной звукоизолирующей способности  $R = \infty$  дБ. Кроме того, за счет оговоренной конструкции безконтактных узлов крепления предотвращается передача структурного звука на несущие конструкции сооружения, к которым прикреплена панель. Средний вакуум во внутренней полости обеспечивает невозможность пропускания звука через нее. Согласно (Политехнический словарь. Гл. ред. Артаболевский И.И. Сов. энцикл. :1977, с. 67 - 68) вакуум представляет собой состояние заключенного в сосуд газа с давлением значительно ниже атмосферного, и поведение этого газа определяется соотношением между длиной свободного пробега  $l$  молекул или атомов, т.е. средним расстоянием, проходимым частицей между двумя ее последовательными соударениями с другими частицами, и размером  $d$ , характерным для данного прибора или процесса. Там же определяется понятие средний вакуум, как характеризующийся выполнением условия:  $l \approx d$

Звуковые волны относятся к так называемым упругим волнам, где звуковая энергия передается за счет упругих колебаний среды (за счет столкновений соседних частиц). Когда давление газовой среды распространения звуковых волн уменьшается по сравнению с атмосферным (низким вакуум), передача звуковой энергии уменьшается, но не прекращается полностью (прототип). Когда же в среде распространения звука создан средний вакуум, она теряет свойство упругости, и пропускание звука через нее прекращается полностью. Это подтверждается работой (Компанец А.С. Законы статистической физики. Ударные волны. Сверхплотное вещество, М.: Наука, 1976, с. 84) при условии  $l \geq d$  переносимый импульс пропорционален числу молекул, способных

его переносить и обращается в нуль при полном вакууме. Если  $d$  -наименьшее расстояние между стенками внутренней полости, при этом условии частица, переносящая звуковую энергию на всем пути от одной стенки полости до другой просто не встречает другую молекулу, которой она может передать переносимую ей энергию звуковых колебаний.

Цельный и герметичный корпус предлагаемой панели обеспечивает поддержание в ее внутренней полости среднего вакуума на весь расчетный срок ее эксплуатации.

Т.к. часть звуковой энергии может распространяться по корпусу в виде так называемого структурного звука и через узлы крепления переходить на несущие конструкции сооружения, к которым прикреплена панель, предусмотрены безконтакт-тные узлы крепления с воздушным промежутком между корпусом панели и несущими конструкциями, что предотвращает распространение структурного звука.

Дополнительное снижение шума обеспечивается звукопоглощающей прокладкой, размещенной как на лицевой (куда первоначально попадает звуковая волна), так и на тыльной (противоположной) сторонах панели (где она предотвращает переход звуковой энергии в заполненный воздухом промежуток между корпусом и несущими конструкциями сооружения).

В конструкции безконтактных узлов крепления могут быть использованы как постоянные магниты, так и электромагниты (что более технологично и удобно), но их параметры должны быть подобраны таким образом, чтобы обеспечивалось отсутствие прямого механического контакта между корпусом панели и несущими конструкциями сооружения (по указанным выше причинам). Корпус панели изготовлен из материала с большим коэффициентом звукопоглощения (что увеличивает эффективность панели), а именно фторопласта, который к тому же является идеальным материалом для вакуумных сосудов (традиционно используется для их изготовления по причине малой газопроницаемости и др.), в который для обеспечения большей прочности замурована арматура. Эта арматура может быть использована как обмотка электромагнита, входящего в состав безконтактного узла крепления.

На чертеже показана звукоизолирующая панель с максимально возможной звукоизолирующей способностью, разрез.

В состав звукоизолирующей панели с максимально возможной звукоизолирующей

способностью входят цельный и герметичный корпус 1, изготовленный из фторопласта, в который замурована арматура 2 из металла, с внутренней полостью (характеризующейся наименьшим расстоянием  $d$  между ее стенками), в которой обеспечено наличие среднего вакуума с соблюдением условия  $l \geq d$  3, имеющий (корпус 1) звукопоглощающие прокладки на лицевой 4 и тыльной 5 сторонах, при этом в корпус 1 и несущие конструкции сооружения, к которым он прикреплен б, установлены магниты (электромагниты) 7, их полярность и напряженность магнитного поля подобраны таким образом, чтобы отсутствовал прямой механический контакт - между корпусом 1 и несущими конструкциями б и между ними был образован промежуток 8, заполненный воздухом. Устройство работает следующим образом. Общий входящий поток звуковой энергии  $F_{вх}$ , попадающий на лицевую сторону корпуса панели, согласно закона сохранения энергии частично отражается назад в окружающую среду  $F_{отр}$ , частично поглощается веществом корпуса 1 панели и специально установленной на ней звукопоглощающей прокладкой 4  $F_{погл}$ , частично пропускается сквозь панель :  $F_{проп}$ .

$F_{вх} = F_{отр} + F_{погл} + F_{проп}$  Задача изобретения - уменьшение  $F_{проп}$ , выполняется за счет того, что основная часть  $F_{проп}$  затухает при попадании во внутреннюю вакуумированную полость 3 из-за отсутствия в ней элементов упругой среды, т.е. условий распространения звука.

Однако часть  $F_{проп}$  в виде структурного звука распространяется по другим элементам панели, т.е. по корпусу 1. Т.к. корпус 1 изготовлен из фторопласта, т.е. материала с большим коэффициентом звукопоглощения, эта часть  $F_{проп}$  переходит в  $F_{погл}$ . Кроме того, на тыльной стороне панели имеется звукопоглощающая прокладка 5, предотвращающая распространение звука с тыльной стороны.

Недостаток прототипа - распространение структурного звука через узлы крепления исправлен за счет наличия бесконтактных узлов крепления (в виде магнитной подвески). Т.к. параметры магнитов подобраны таким образом, что между тыльной стороной корпуса 1 и несущими конструкциями сооружения б образован промежуток 8, заполненный воздухом, условия, благоприятные для распространения в нем звука, отсутствуют. Колебания панели относительно неподвижных несущих конструкций б гасятся

магнитами 7. Таким образом обеспечивается полная минимизация коэффициента пропускания звука  $\tau = 0$  и максимально возможная звукоизолирующая способность  $h = \infty$  дБ. Дополнительно возможно установить звукопоглощающие прокладки не только на лицевой и тыльной сторонах, но и на боковых сторонах панели.

Звукоизолирующая панель с максимальной возможной звукоизолирующей способностью возможна в технической реализации.

Магнитная подвеска (бесконтактные узлы крепления) известны применительно к рельсовому транспорту (Политехнический словарь. Гл. ред. Артаболовский И.И. Сов. энцикл.: 1977, с. 267).

Известны также подобные узлы крепления предметов относительно сооружения, но не с целью борьбы с шумом (Мезенцев В. Чудеса. Популярная энциклопедия. Алма-Ата: Главная редакция казахской советской энциклопедии, 1990, с. 8 - 10, т. 2) Особой известностью во всем мусульманском мире пользуется легенда о парящем гробе пророка. Основатель ислама пророк Мухаммед был захоронен в железном гробу. В усыпальнице пророка находится якобы особый камень, который и держит в парящем состоянии железный гроб. Яснее говоря, сила магнитного притяжения должна быть такой, чтобы ее хватило приподнять гроб над полом, и было недостаточно, чтобы притянуть железный ящик с прахом к потолку, в котором спрятан магнит.

Корпус 1 предлагаемой панели изготовлен с соблюдением требований, предъявляемых к устройствам вакуумной техники, т.е. обеспечивает герметичность внутренней полости (для прочности армирован металлом). Требуемое давление в его внутренней полости 3 может быть вычислено следующим образом (чтобы обеспечить условие  $l \geq d$ ). Согласно (Кухлинг Х. Справочник по физике. М.: Мир, 1985, с. 204): известно, что длина свободного пробега молекул согласно кинетической теории газов составляет

$$l = \frac{Kt}{\pi\sqrt{2}D^2P}$$

где  $l$  - средняя длина свободного пробега молекул, м;

$K = 1,38 \cdot 10^{23}$  Дж/К - постоянная Больцмана;

$P$  - искомое давление газа, Па;

$D$  - диаметр молекулы, м;

$T$  - абсолютная температура, К, при этом  $K\sqrt{2}\pi = 3,11 \cdot 10^{-24}$  Дж/К. зная реальную величину для условия  $l \geq d$  согласно

(3) рассчитывают необходимое давление во внутренней полости для газа (в основном воздуха), подставляя в формулу (3) известную величину диаметра молекулы, и температуры газа, характерной для условий эксплуатации. Как правило, требуемое давление лежит в диапазоне  $10^2 > P > 10^{-1}$  Па. В

конструкции использованы любые виды звукопоглощающих материалов из известных. Звукоизолирующая панель с максимально возможной звукоизолирующей способностью является наиболее эффективным средством звукоизоляции из возможных средств.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Звукоизолирующая панель с максимально возможной звукоизолирующей способностью, имеющая корпус со звукопоглощающей прокладкой, с возможностью обеспечения вакуума во внутренней полости, *отличающаяся* тем, что корпус панели выполнен цельным и герметичным, со звукопоглощающей прокладкой, которая размещена как на лицевой, так и на тыльной сторонах панели, причем в корпусе и на несущих конструкциях сооружения, к которым закреплена панель, размещены магниты, образующие бесконтактные узлы крепления - магнитную подвеску, параметры указанных магнитов - полярность и напряженность магнитного поля - подобраны таким образом, что между корпусом панели и несущими конструкциями сооружения, к которым

закреплена панель, образован промежуток, заполненный атмосферным воздухом, а во внутренней полости панели обеспечено наличие среднего вакуума, характеризующегося равенством или превышением длины свободного пробега молекул над наименьшим расстоянием между стенками внутренней полости.

2. Панель по п. 1, *отличающаяся* тем, что в конструкции бесконтактных узлов крепления использованы электромагниты.

3. Панель по п. 1, *отличающаяся* тем, что ее корпус изготовлен из ферропласта, армированного металлом, причем арматура корпуса использована в качестве части бесконтактного узла крепления как обмотка входящего в его состав электромагнита.

Заказ 34 Подписное ВНИИПИ, Рег. ЛР №  
040720 113834, ГСП, Москва, Раушская наб., 4/5

121873, Москва, Бережковская наб., 24 стр. 2.  
Производственное предприятие «Патент»