



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.

(52) СПК

E04B 1/8209 (2018.05); G10K 11/16 (2018.05)

(21)(22) Заявка: 2017134312, 03.10.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.10.2017

Дата регистрации:
07.08.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.10.2017

(45) Опубликовано: 07.08.2018 Бюл. № 22

Адрес для переписки:

141191, Московская обл., г. Фрязино, ул.
Горького, 2, кв. 193, Кочетову Олегу Савельевичу

(72) Автор(ы):

Кочетов Олег Савельевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Кочетов Олег Савельевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2490400 C1, 20.08.2013. RU
2573886 C1, 27.01.2016. RU 22955 U1,
10.05.2002. SU 358484 A1, 03.11.1972. CN
101319556 A, 10.12.2008.

(54) АКУСТИЧЕСКАЯ КОНСТРУКЦИЯ ЦЕХА С ВИБРОАКТИВНЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

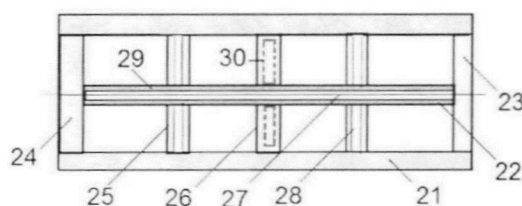
(57) Реферат:

Изобретение относится к промышленной акустике, в частности к широкополосному шумоглушению, и может быть использовано во всех отраслях народного хозяйства в качестве средства защиты от шума. Техническим результатом является повышение прочности и сейсмостойкости здания, а также эффективности шумоглушения. Технический результат достигается тем, что акустическая конструкция цеха с виброактивным оборудованием, содержащая каркас цеха, несущие стены с ограждениями в виде пола и потолка, которые облицованы звукопоглощающими конструкциями, оконные и дверные проемы, а также штучные звукопоглотители, содержащие каркас, в котором расположен звукопоглощающий материал, и установленные над шумным оборудованием, пол выполнен на упругом основании, конструкция пола на упругом

основании содержит установочную плиту, выполненную из армированного вибродемпфирующим материалом бетона, а между базовыми плитами межэтажного перекрытия проложен слой вибродемпфирующего материала, а полости базовых плит расположены в шахматном порядке и заполнены вибродемпфирующим материалом, при этом в полостях базовых плит межэтажного перекрытия установлены вибродемпфирующие вставки, каждая из которых выполнена в виде цилиндра из жесткого вибродемпфирующего материала, внутри которого осесимметрично и коаксиально расположен упругий сердечник с дисками, вдоль оси упругого сердечника жестко закреплены по всей длине полости цилиндра демпфирующие диски, при этом крайние диски закреплены «заподлицо» с цилиндром из вибродемпфирующего материала, торцы

которого, в свою очередь, расположены «заподлицо» с боковыми поверхностями базовой плиты межэтажного перекрытия, а промежуточные демпфирующие диски расположены равномерно с шагом, не превышающим внутренний диаметр цилиндра, а упругий сердечник, осесимметрично и коаксиально расположенный внутри цилиндра вибродемпфирующей вставки, выполнен комбинированным, при этом демпфирующие диски, закрепленные по всей длине упругого сердечника, расположены с чередованием жестких и комбинированных демпфирующих дисков, при этом комбинированные демпфирующие диски состоят из упругой части в виде оппозитно закрепленных на упругом сердечнике дисков из твердого вибродемпфирующего материала в виде пластика, и демпфирующей части, выполненной

в виде диска из мягкого вибродемпфирующего материала, при этом жесткие демпфирующие диски выполнены в виде дискового перфорированного каркаса из упругого материала, заполненного сетчатым демпфирующим элементом, при этом в вибродемпфирующей вставке плотность сетчатой структуры сетчатого демпфирующего элемента дискового перфорированного каркаса жестких демпфирующих дисков, заполненных сетчатым демпфирующим элементом, находится в оптимальном интервале величин: $1,2 \text{ г/см}^3 \div 2,0 \text{ г/см}^3$, причем материал проволоки упругих сетчатых элементов - сталь марки ЭИ-708, а диаметр ее находится в оптимальном интервале величин $0,09 \text{ мм} \div 0,15 \text{ мм}$, при этом сетчатый демпфирующий элемент заполнен эластомером в виде полиуретана. 1 з.п. ф-лы, 4 ил.



Фиг.3



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.

(52) CPC

E04B 1/8209 (2018.05); **G10K 11/16** (2018.05)(21)(22) Application: **2017134312, 03.10.2017**(24) Effective date for property rights:
03.10.2017Registration date:
07.08.2018

Priority:

(22) Date of filing: **03.10.2017**(45) Date of publication: **07.08.2018** Bull. № **22**

Mail address:

**141191, Moskovskaya obl., g. Fryazino, ul. Gorkogo,
2, kv. 193, Kochetovu Olegu Savelevichu**

(72) Inventor(s):

Kochetov Oleg Savelevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Kochetov Oleg Savelevich (RU)**(54) WORKSHOP ACOUSTIC CONSTRUCTION WITH VIBROACTIVE EQUIPMENT**

(57) Abstract:

FIELD: acoustics.

SUBSTANCE: invention relates to industrial acoustics, in particular to broadband noise-control, and can be used in all fields of the national economy as a means of protection from noise. Acoustic design of the workshop with vibroactive equipment, containing the frame of the workshop, carrying walls with fences in the form of floor and ceiling, which are faced with sound-absorbing structures, window and door openings, as well as piece sound absorbers containing a frame, in which the sound-absorbing material is located and installed above the noisy equipment, the floor is made on an elastic base, the floor structure on the elastic base contains a mounting plate made of reinforced concrete vibration-damping material, and between the base slabs of the inter-floor overlap a layer of the vibration damping material is laid, and the cavities of the base plates are staggered and filled with vibrodamping material, while in the cavities of the base plates of the interfloor overlapping vibrodamping inserts, each of

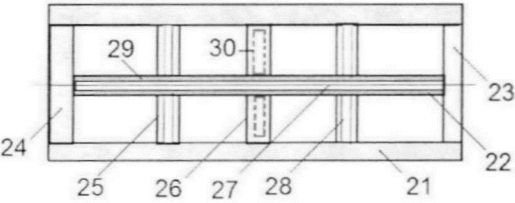
which is made in the form of a cylinder of rigid vibrodamping material, inside which an elastic core with disks is axisymmetrically and coaxially located, damping discs are rigidly fixed along the entire length of the cylinder cavity along the axis of the elastic core, while the extreme discs are fixed "flush" with the cylinder of the vibration damping material, its ends, in turn, are located "flush" with the side surfaces of the base plate of the inter-floor, and the interfloor damping discs are located uniformly with a pitch not exceeding the internal diameter of the cylinder, and an elastic core, axisymmetrically and coaxially located inside the cylinder of the vibration damper insert, is made in a combined, the damping disks fixed along the entire length of the elastic core are arranged with alternating rigid and combined damping disks, the combined damping disks consist of an elastic part in the form of oppositely fixed on the elastic core disks of solid vibration damping material in the form of a plastic material, and a damping part made in the form of a disk

of a soft vibration damping material, the rigid damping disks being made in the form of a disk perforated frame made of an elastic material filled with a mesh damping element, while in the vibrodamping insert the density of the net structure of the net damping element of the disk perforated frame of the rigid damping disks filled with the mesh damping element is in the optimum range of values: $1.2\div 2.0\text{ g/cm}^3$, wire material of elastic mesh

elements is steel EI-708, and its diameter is in the optimal range of $0.09\div 0.15\text{ mm}$, while the mesh damping element is filled with an elastomer in the form of polyurethane.

EFFECT: technical result is to increase the strength and seismic stability of the building, as well as the effectiveness of noise control.

1 cl, 4 dwg



Фиг.3

R U 2 6 6 3 5 3 5 C 1

R U 2 6 6 3 5 3 5 C 1

Изобретение относится к промышленной акустике.

Наиболее близким техническим решением по технической сущности и достигаемому результату является акустическая конструкция по патенту РФ №2490400, [прототип], содержащая каркас на перекрытии здания и стены со звукопоглощающей облицовкой.

Недостатком технического решения, принятого в качестве прототипа, является сравнительно невысокая эффективность шумоглушения за счет сравнительно невысокого коэффициента вибродемпфирования межэтажного перекрытия.

Технический результат - повышение прочности и сейсмостойкости здания, а также эффективности шумоглушения.

Это достигается тем, что в акустической конструкции цеха с виброактивным оборудованием, содержащей каркас цеха, несущие стены с ограждениями в виде пола и потолка, которые облицованы звукопоглощающими конструкциями, оконные и дверные проемы, а также штучные звукопоглотители, содержащие каркас, в котором расположен звукопоглощающий материал, и установленные над шумным

оборудованием, а конструкция пола выполнена на упругом основании и содержит установочную плиту, выполненную из армированного вибродемпфирующим материалом бетона, которая устанавливается на двух, жестко связанных между собой, базовых плитах межэтажного перекрытия повышенной прочности и сейсмостойкости с полостями через слои вибродемпфирующего и гидроизоляционного материала с зазором

относительно несущих стен производственного помещения, причем слои вибродемпфирующего и гидроизоляционного материала выполнены с отбортовкой, плотно прилегающей к несущим конструкциям стен и базовым несущим плитам перекрытия, а между базовыми плитами межэтажного перекрытия проложен слой вибродемпфирующего материала, а полости базовых плит расположены в шахматном порядке и заполнены вибродемпфирующим материалом, например вспененным полимером, полиэтиленом или полипропиленом, а стены облицованы звукопоглощающими конструкциями.

На фиг. 1 изображен общий вид акустической конструкции цеха с виброактивным оборудованием, на фиг. 2 - разрез междуэтажного перекрытия здания, на фиг. 3 - вибродемпфирующая вставка для полостей 16 и 19 междуэтажного перекрытия, на фиг. 4 - схема штучного звукопоглотителя.

Акустическая конструкция цеха с виброактивным оборудованием (фиг. 1) содержит каркас цеха (на чертеже не показан), оконные 9 и дверные 10 проемы и несущие стены 1, 2, 3, 4 с ограждениями 5, 6 (пол и потолок), которые облицованы звукопоглощающими конструкциями, а также штучные звукопоглотители 7 и 8, содержащие каркас в котором расположен звукопоглощающий материал и установленные над шумным виброактивным оборудованием 11. Размеры цеха: длина D, ширина W, высота H.

Конструкция пола на упругом основании (фиг. 2) содержит установочную плиту 12, выполненную из армированного вибродемпфирующим материалом бетона, которая устанавливается на двух, жестко связанных между собой, базовых плитах 15 и 18 межэтажного перекрытия повышенной прочности и сейсмостойкости с полостями соответственно 16 и 19 через слои вибродемпфирующего материала 14 и гидроизоляционного материала 13 с зазором 17 относительно несущих стен 1, 2, 3, 4 производственного помещения. Чтобы обеспечить эффективную виброизоляцию установочной плиты 12 по всем направлениям слои вибродемпфирующего материала 14 и гидроизоляционного материала 13 выполнены с отбортовкой, плотно прилегающей к несущим конструкциям стен 1, 2, 3, 4 и базовой несущей плите 15 перекрытия.

Для повышения прочности и сейсмостойкости зданий, а также эффективности

звукоизоляции и звукопоглощения в цехах, находящихся под межэтажным перекрытием полости, между базовыми плитами 15 и 18 межэтажного перекрытия проложен слой вибродемпфирующего материала 20, а полости 16 и 19 базовых плит 15 и 18 расположены в шахматном порядке и заполнены вибродемпфирующим материалом, например вспененным полимером, полиэтиленом или полипропиленом, а стены 1, 2, 3, 4 облицованы звукопоглощающими конструкциями.

В качестве звукопоглощающего материала звукопоглощающих конструкций используются плиты из минеральной ваты на базальтовой основе типа «Rockwool», или минеральной ваты типа «URSA», или базальтовой ваты типа П-75, или стекловаты с облицовкой стекловой-локом, причем звукопоглощающий элемент по всей своей поверхности облицован акустически прозрачным материалом (на чертеже не показано), например стеклотканью типа ЭЗ-100 или полимером типа «Повиден».

В качестве звукопоглощающего материала может быть использован также жесткий пористый материал, например пеноалюминий или металлокерамика, или камень-ракушечник со степенью пористости, находящейся в диапазоне оптимальных величин: 30÷45%. В качестве звукопоглощающего материала может быть использован материал в виде крошки из твердых вибродемпфирующих материалов, например эластомера, или полиуретана, или пластика, причем размер фракций крошки лежит в оптимальном интервале величин: 0,3÷2,5 мм (на чертеже не показано).

Акустическая конструкция цеха с виброактивным оборудованием работает следующим образом.

Звуковая энергия от оборудования 11, находящегося в помещении, попадает на слои звукопоглощающего материала звукопоглощающих конструкций, которыми облицованы несущие стены 1, 2, 3, 4 с ограждениями 5, 6 (пол и потолок), а также штучные звукопоглотители 7 и 8, содержащие каркас в котором расположен звукопоглощающий материал и которые установлены над шумным оборудованием 11. Переход звуковой энергии в тепловую (диссипация, рассеивание энергии) происходит в порах звукопоглотителя, представляющих собою модель резонаторов "Гельмгольца", где потери энергии происходят за счет трения колеблющейся с частотой возбуждения массы воздуха, находящегося в горловине резонатора о стенки самой горловины, имеющей вид разветвленной сети пор звукопоглотителя. Коэффициент перфорации перфорированной стенки принимается равным или более 0,25. Для предотвращения высыпания мягкого звукопоглотителя предусмотрена стеклоткань, например типа ЭЗ-100, расположенная между звукопоглотителем и перфорированной стенкой.

При установке виброактивного оборудования на плиту 12, происходит двухкаскадная виброзащита, за счет вибродемпфирующих вкраплений в саму массу плиты 12, а также за счет слоя вибродемпфирующего материала 14, в качестве которого могут быть использованы: иглопробивные маты типа «Вибросил» на базе кремнеземного или алюмоборосиликатного волокна, материал из твердых вибродемпфирующих материалов, например, пластика, из звукоизоляционных плит на базе стеклянного штапельного волокна типа «Шумостоп» с плотностью материала, равной 60÷80 кг/м³. Причем иглопробивные маты состоят из волокон, имеющих диаметр не ниже предельно допустимого гигиенического значения, не содержат канцерогенных асбестовых и керамических волокон, а в их состав не входят такие вредные связующие, как фенол. Поэтому с уверенностью их можно отнести к классу теплозвукоизоляционных материалов, соответствующих высоким гигиеническим и противопожарным требованиям. При этом стекло-волокнистые материалы имеют низкую теплопроводность, не поддаются влиянию пара, масла, воды, обладают высокой

температурной стабильностью.

Вибродемпфирующая вставка (фиг. 3) для полостей 16 и 19 междуэтажного перекрытия выполнена в виде цилиндра 21 из жесткого вибродемпфирующего материала, внутри которого осесимметрично и коаксиально расположен упругий сердечник 22, вдоль оси которого жестко закреплены по всей длине полости, демпфирующие диски 23, при этом крайние диски закреплены «заподлицо» с цилиндром из вибродемпфирующего материала, торцы которого, в свою очередь, расположены «заподлицо» с боковыми поверхностями базовой плиты. Упругий сердечник 22, осесимметрично и коаксиально расположенный внутри цилиндра 21

вибродемпфирующей вставки, выполнен комбинированным и состоящим из упругой части 27 в виде стержня, и демпфирующей части, выполненной в виде внешней коаксиальной оболочки 29 из вибродемпфирующего материала, например полиуретана. Демпфирующие диски 25, жестко закрепленные по всей длине упругого сердечника 22 вибродемпфирующей вставки, выполнены комбинированными и состоящими из упругой части в виде оппозитно закрепленных на упругом сердечнике дисков 25 из твердого вибродемпфирующего материала, например пластика типа «Агат», «Антивибрит», «Швим» и демпфирующей части, выполненной в виде диска 28 из мягкого вибродемпфирующего материала, расположенного между дисками из твердого вибродемпфирующего материала, и выполненного из мягкого вибродемпфирующего материала, например губчатой резины, нетканого вибродемпфирующего материала, полиуретана. Демпфирующие диски 25 и 26, жестко закрепленные по всей длине упругого сердечника 22, расположены с чередованием жестких 26 и комбинированных 25 дисков. Возможен вариант, когда жесткие демпфирующие диски 26, закрепленные по всей длине упругого сердечника 22, и расположенные с чередованием их с комбинированными 25 дисками, выполнены в виде дискового перфорированного каркаса 30 из упругого материала, заполненного сетчатым демпфирующим элементом. При этом плотность сетчатой структуры сетчатого демпфирующего элемента дискового перфорированного каркаса жестких демпфирующих дисков 26, заполненных сетчатым демпфирующим элементом, находится в оптимальном интервале величин: $1,2 \text{ г/см}^3 \div 2,0 \text{ г/см}^3$, причем материал проволоки упругих сетчатых элементов - сталь марки ЭИ-708, а диаметр ее находится в оптимальном интервале величин $0,09 \text{ мм} \div 0,15 \text{ мм}$, при этом сетчатый демпфирующий элемент заполнен эластомером, например полиуретаном. При этом промежуточные демпфирующие диски расположены равномерно с шагом, не превышающим внутренний диаметр цилиндра.

Вибродемпфирующая вставка работает следующим образом.

Переход звуковой энергии в тепловую (диссипация, рассеивание энергии) происходит в порах звукопоглощающего материала, представляющих собою модель резонаторов «Гельмгольца», где потери энергии происходят за счет трения колеблющейся с частотой возбуждения массы воздуха, находящегося в горловине резонатора о стенки самой горловины, имеющей вид разветвленной сети пор шумопоглощающего материала. Причем иглопробивные маты состоят из волокон, имеющих диаметр не ниже предельно допустимого гигиенического значения, не содержат канцерогенных асбестовых и керамических волокон, а в их состав не входят такие вредные связующие, как фенол. Поэтому с уверенностью их можно отнести к классу теплозвукоизоляционных материалов, соответствующих высоким гигиеническим и противопожарным требованиям. Добавим, что стекловолокнистые материалы имеют низкую теплопроводность, не поддаются влиянию пара, масла, воды, обладают высокой температурной стабильностью.

На фиг. 4 представлена схема варианта звукопоглотителя над наиболее шумным технологическим оборудованием, выполненного в виде сферического звукопоглотителя.

Звукопоглотитель сферический содержит жесткий каркас, выполненный сферической формы с внутренней конгруэнтной каркасу сферической резонансной полостью 38, образованной жесткой сплошной сферической оболочкой 36, эквидистантной внешней перфорированной сферической оболочке 34. При этом пространство 37 между сферическими оболочками 34 и 36 заполнено звукопоглощающим материалом, а соединение внешней перфорированной сферической оболочки 34 с объектом, например потолком производственного помещения, выполнено посредством упруго-демпфирующего элемента 35, позволяющего демпфировать высокочастотные колебания, и шарнирно соединенного с подвеской 32, выполненной в виде стержня, один конец которого соединен с шарниром 33, установленном на упругодемпфирующем элементе 5, а другой - соединен с кольцом 31, предназначенным для его фиксации на объекте.

Сферическая резонансная полость 38 жестко соединена, с по крайней мере, одной втулкой 39 с осевым отверстием, выполняющим функцию горловины резонатора Гельмгольца, с внешней перфорированной сферической оболочкой 34, а пространство 37 между ними заполнено звукопоглотителем.

(57) Формула изобретения

1. Акустическая конструкция цеха с виброактивным оборудованием, содержащая каркас цеха, несущие стены с ограждениями в виде пола и потолка, которые облицованы звукопоглощающими конструкциями, оконные и дверные проемы, а также штучные звукопоглотители, содержащие каркас, в котором расположен звукопоглощающий материал, и установленные над шумным оборудованием, пол выполнен на упругом основании, конструкция пола на упругом основании содержит установочную плиту, выполненную из армированного вибродемпфирующим материалом бетона, которая устанавливается на двух, жестко связанных между собой базовых плитах межэтажного перекрытия повышенной прочности и сейсмостойкости с полостями через слои вибродемпфирующего и гидроизоляционного материала с зазором относительно несущих стен производственного помещения, причем слои вибродемпфирующего и гидроизоляционного материала выполнены с отбортовкой, плотно прилегающей к несущим конструкциям стен и базовым несущим плитам перекрытия, а между базовыми плитами межэтажного перекрытия проложен слой вибродемпфирующего материала, а полости базовых плит расположены в шахматном порядке и заполнены вибродемпфирующим материалом в виде вспененного полимера, полиэтилена или полипропилена, а стены облицованы звукопоглощающими конструкциями, отличающаяся тем, что в полостях базовых плит межэтажного перекрытия установлены вибродемпфирующие вставки, каждая из которых выполнена в виде цилиндра из жесткого вибродемпфирующего материала, внутри которого осесимметрично и коаксиально расположен упругий сердечник с дисками, вдоль оси упругого сердечника жестко закреплены по всей длине полости цилиндра демпфирующие диски, при этом крайние диски закреплены «заподлицо» с цилиндром из вибродемпфирующего материала, торцы которого, в свою очередь, расположены «заподлицо» с боковыми поверхностями базовой плиты межэтажного перекрытия, а промежуточные демпфирующие диски расположены равномерно с шагом, не превышающим внутренний диаметр цилиндра, а упругий сердечник, осесимметрично и коаксиально расположенный внутри цилиндра вибродемпфирующей вставки, выполнен комбинированным и состоящим из упругой части в виде стержня, и демпфирующей части, выполненной в

виде внешней коаксиальной оболочки из вибродемпфирующего материала в виде
 полиуретана, при этом демпфирующие диски, закрепленные по всей длине упругого
 сердечника, расположены с чередованием жестких и комбинированных демпфирующих
 дисков, при этом комбинированные демпфирующие диски состоят из упругой части в
 5 виде оппозитно закрепленных на упругом сердечнике дисков из твердого
 вибродемпфирующего материала в виде пластика типа «Агат», «Антивибрит», или
 «Швим», и демпфирующей части, выполненной в виде диска из мягкого
 вибродемпфирующего материала в виде губчатой резины, нетканого
 вибродемпфирующего материала или полиуретана, при этом жесткие демпфирующие
 10 диски выполнены в виде дискового перфорированного каркаса из упругого материала,
 заполненного сетчатым демпфирующим элементом, при этом в вибродемпфирующей
 вставке плотность сетчатой структуры сетчатого демпфирующего элемента дискового
 перфорированного каркаса жестких демпфирующих дисков, заполненных сетчатым
 демпфирующим элементом, находится в оптимальном интервале величин: $1,2 \text{ г/см}^3 \div 2,0$
 15 г/см^3 , причем материал проволоки упругих сетчатых элементов - сталь марки ЭИ-708,
 а диаметр ее находится в оптимальном интервале величин $0,09 \text{ мм} \div 0,15 \text{ мм}$, при этом
 сетчатый демпфирующий элемент заполнен эластомером в виде полиуретана.

2. Акустическая конструкция цеха с виброактивным оборудованием по п. 1,
 20 отличающаяся тем, что звукопоглотители выполнены сферическими, каждый из которых
 содержит звукопоглотители активного и реактивного типов, размещенные на жестком
 каркасе, каркас выполнен сферической формы с внутренней конгруэнтной каркасу
 сферической резонансной полостью, образованной жесткой сплошной сферической
 оболочкой, эквидистантной внешней перфорированной сферической оболочке, при
 25 этом пространство между сферическими оболочками заполнено звукопоглощающим
 материалом, а соединение внешней перфорированной сферической оболочки с объектом,
 например потолком производственного помещения, выполнено посредством упруго-
 демпфирующего элемента, позволяющего демпфировать высокочастотные колебания,
 и шарнирно соединенного с подвеской, выполненной в виде стержня, один конец
 30 которого соединен с шарниром, установленном на упругодемпфирующем элементе, а
 другой - соединен с кольцом, предназначенным для его фиксации на объекте, а
 сферическая резонансная полость жестко соединена с, по крайней мере, одной втулкой
 с осевым отверстием, выполняющим функцию горловины резонатора Гельмгольца, с
 35 внешней перфорированной сферической оболочкой, а пространство между ними
 заполнено звукопоглотителем.

Стр.: 10