



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**(21), (22) Заявка: **2004101508/20, 19.01.2004**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**19.01.2004**(45) Опубликовано: **27.09.2004**

Адрес для переписки:

**445633, Самарская обл., г. Тольятти, ул.  
Заставная, 2, корп.3/1, ОАО "АВТОВАЗ",  
ДТР, ПЛО, пат.пов. А.П. Голикову,  
рег.№ 188**

(72) Автор(ы):

**Фесина М.И. (RU),  
Дерябин И.В. (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Открытое акционерное общество  
"АВТОВАЗ" (RU)**

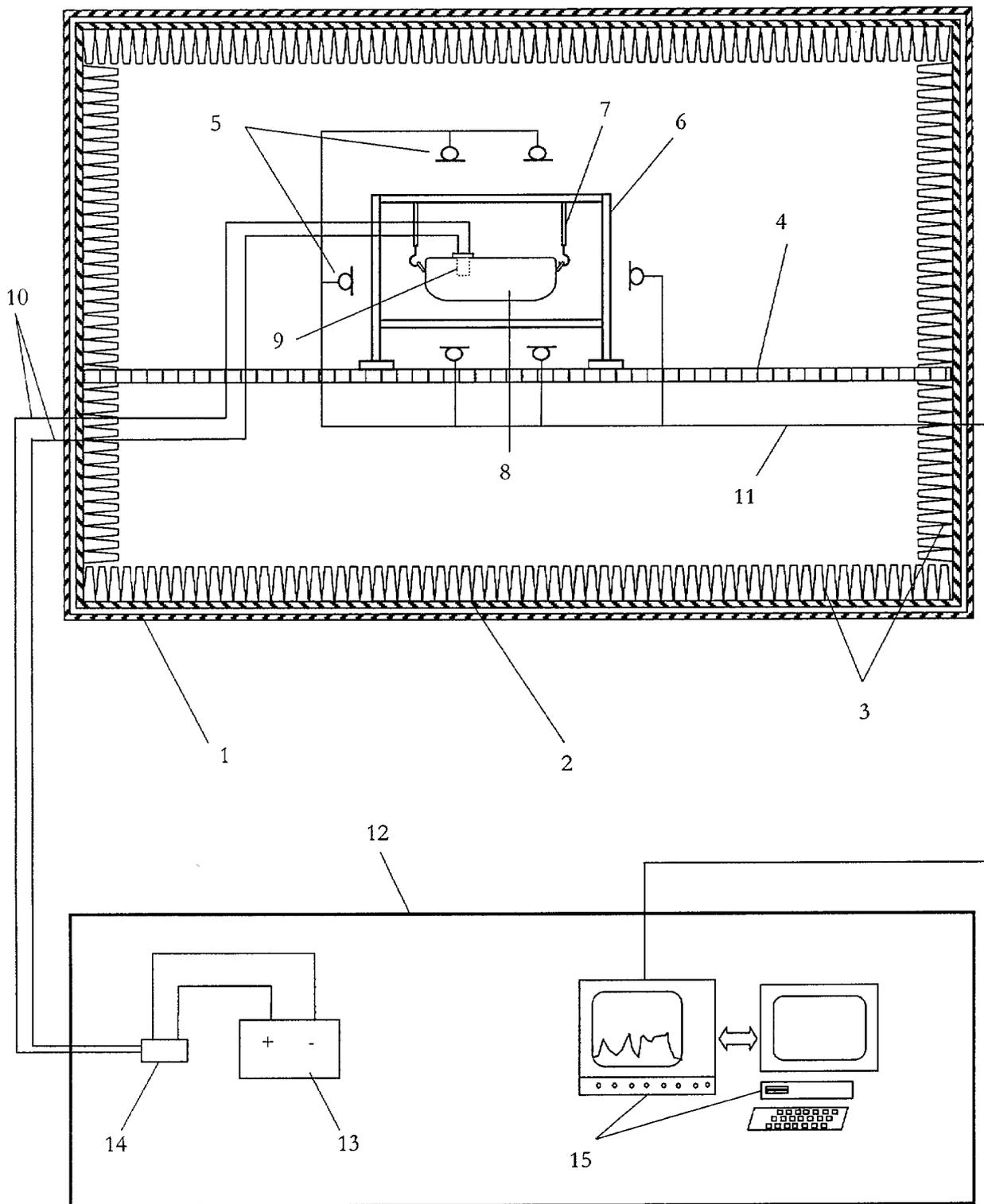
**(54) СТЕНД ДЛЯ АКУСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ МАЛОГАБАРИТНЫХ МЕХАНИЗМОВ И СИСТЕМ, СОДЕРЖАЩИХ ПРИВОДНОЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ**

## Формула полезной модели

Стенд для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, содержащий, в частности, объемный несущий каркас в виде замкнутых балочных конструкций для упругого подвеса объекта исследований, измерительные микрофоны, регистрирующую и анализирующую аппаратуру, источник питания постоянного тока с устройством регулирования напряжения питания, отличающийся тем, что вертикальные и поперечные балки несущего каркаса выполнены из полых замкнутых трубчатых профилей, полости которых заполнены сыпучим и/или вспененным вибродемпфирующим веществом, внешняя поверхность несущего каркаса облицована звукопоглощающим пористым, волокнистым или открытоячеистым вспененным материалом с внешним защитным звукопрозрачным слоем, реверберационный коэффициент звукопоглощения облицовочного пористого материала в диапазоне частот 500-8000 Гц имеет значение не ниже 0,8, при этом на поперечных балках смонтированы упругие эластичные элементы в виде резиновых жгутов, концы которых содержат легкоъемные наконечники в виде подвесных крючков S-образной формы, основания вертикальных балок футерованы упругой виброизолирующей подложкой, а регистрирующая, анализирующая аппаратура и источник питания постоянного тока с устройством регулирования напряжения питания располагаются вне помещения акустической безэховой камеры и сообщаются с измерительными микрофонами и приводным электродвигателем соответствующими токопроводящими кабелями.

RU 40795 U1

RU 40795 U1



RU 40795 U1

Полезная модель относится к технике исследования источников шума малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, например, изделий электрооборудования или системы питания транспортного средства, выполняемых в стендовых условиях в акустической безэховой камере и  
5 конкретно имеет отношение к конструкциям испытательных стендов, применяемых для экспериментальных исследований и улучшения акустических характеристик излучающих звук электроустройств, например, типа модуля электробензонасоса, смонтированного в топливном баке, электровентилятора системы охлаждения  
10 двигателя в сборе с кожухом, электровентиляторов отопителя, кондиционера, моторедукторов стеклоподъемника, очистителя ветрового стекла и т.п..

Решение проблемы улучшения акустического комфорта в кабине (пассажи́рском салоне) транспортных средств - важная актуальная задача разработчиков и исследователей транспортной техники, требующая больших материальных,  
15 временных и интеллектуальных затрат. Наиболее мобильными и продуктивными процессами исследований и доводки по виброакустике, в частности, транспортных средств и их отдельных компонентов, излучающих шум, содержащих в агрегатах и системах приводные электродвигатели (например, для привода очистителя ветрового  
20 стекла с моторедуктором, моторедуктора фарочистителя, электронасоса омывающей жидкости, электровентилятора охлаждения радиатора, электровентилятора отопителя, моторедуктора электростеклоподъемника, микромоторедуктора заслонки отопителя, моторедуктора верхнего люка, электропривода наружных зеркал,  
25 моторедукторов блокировки замков дверей, электроусилителя руля, модуля электробензонасоса, смонтированного в топливном баке и т.д.), являющихся характерными «малыми», но ярко выделяющимися источниками шумов и вибраций в кабине (пассажи́рском салоне) транспортного средства, - являются экспериментальные исследования этих агрегатов и систем, проводимых в

30 стендовых условиях, с привлечением многообразной техники имитации скоростных и нагрузочных режимов идентичных реальным эксплуатационным условиям работы. В тех случаях, когда такие исследования и доводка проводятся с использованием приемников сигналов динамических откликов исследуемых объектов с помощью измерительных микрофонов, то с учетом слабого шумового сигнала, излучаемого  
35 непосредственно объектом испытаний (например, низких уровней шума малогабаритного электродвигателя), возникает, в первую очередь, необходимость обеспечения низкого шумового фона в помещении, где проводятся такие измерения.

Для лучшей воспроизводимости результатов испытаний, обеспечения стабильных  
40 нагрузочных режимов исследуемых электроустройств, качественного проведения акустических измерений без экранирующего воздействия корпусных элементов вспомогательного стендового оборудования и дополнительного паразитного шумового излучения других шумоизлучаемых узлов и агрегатов транспортного средства, необходимо свести к минимуму искажение свободного акустического поля,  
45 формируемого этими посторонними техническими устройствами и факторами. Для обеспечения необходимых условий испытаний при определении акустических характеристик малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, используются специальные акустические безэховые камеры.  
50 Безэховая (полностью заглушенная) испытательная камера представляет собой автономное помещение, установленное на отдельном, виброизолированном от основного здания фундаменте. В безэховой камере размещаются специальные приводные акустические стенды и вспомогательные установки для исследований и

экспериментальных оценок, улучшения шумовых характеристик малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель. Такие установки, как правило, предусматривают монтажные удерживающие устройства упругого подвеса

5 объекта исследований, включающие несущий опорный каркас с вмонтированными упругими эластичными элементами подвеса. Для приближения акустических свойств камеры к свободному звуковому полю выполняется направленное согласование акустических импедансов (сопротивлений) воздушной среды в свободном

10 пространстве камеры и в пористой структуре звукопоглощающего материала, футерующего звукоотражающие поверхности стен, потолка, пола камеры. Именно поэтому, конструкция звукопоглощающей облицовки стен (пола, потолка) камеры выполняется пористой и имеет структурную плотность (пористость), плавно

15 изменяющуюся по глубине покрытия в направлении распространения звуковых волн к жесткой звукоотражающей поверхности стен (пола, потолка). Причем, наибольшая плотность пористой звукопоглощающей облицовки реализуется непосредственно у стенок камеры, а наименьшая - на внешнем (приемном) поверхностном слое

20 звукопоглощающей футеровки стен и потолка помещения испытательной камеры. Необходимые условия такого слабоотражающего волнового согласования сред распространения и поглощения звука в зонах стен и потолка достигаются, в частности, применением различных объемных поглотителей звука клиновидной формы (клинья, кулисы). Основными материалами, из которых изготавливаются

25 звукопоглощающие поглотители, являются открытоячеистый пенополиуретан, стекловолокно, супертонкое базальтовое волокно, винипор с огнестойкой пропиткой.

30 С другой стороны, сами монтажные устройства упругого подвеса исследуемого объекта, выполненные в виде каркасно-балочных конструкций, могут существенно искажать звуковое поле в зонах установки измерительных микрофонов. Таких основных причин две:

35 - вибрационное возбуждение и переизлучение несущим каркасом устройства подвеса вторичного корпусного шума, носящего паразитный характер, искажающего процедуру измерений реальных акустических сигналов, генерируемых непосредственно исследуемым объектом (например, электродвигателем);

40 - возникающие звукоотражающие эффекты от поверхностей стенок корпусных деталей монтажных стоек устройства упругого подвеса.

В ряде случаев, при исследовании малогабаритных электродвигателей, размеры которых соизмеримы с шириной (толщиной) стоек, в то время как спектр шумового излучения является высокочастотным, в результате чего - длина (половина длины)

45 этих волн соизмерима с шириной (толщиной) стоек монтажного устройства, - возможно существенное искажение высокочастотного

50 звукового поля объекта исследований (например, электродвигателя) в виде заметного отклонения спада звуковой энергии от закона обратных квадратов при удалении от источника излучения - когда уровень звукового давления в условиях свободного звукового поля должен уменьшаться на 6 дБ при каждом удвоении расстояния от источника излучения. Ослабить влияние данных звукоотражающих эффектов, обуславливающих дополнительную неравномерность спада звуковой энергии при распространении звуковых волн от источника (исследуемого объекта) можно достичь введением звукопоглощающей футеровки звукоотражающих

55 поверхностей стенок несущих стоек устройства упругого подвеса звукопоглощающим материалом, с высоким (не ниже 0.8) коэффициентом звукопоглощения в этом исследуемом высокочастотном диапазоне.

Известна установка для определения частотных уровней звукового давления в кабине транспортного средства, которая представлена в описании изобретения к авторскому свидетельству №893665 (автор - Е.И.Бондарев, дата опубликования описания - 30.12.1981). В состав установки входят - измерительный микрофон, регистрирующий прибор, устройство упругого подвеса кабины транспортного средства в виде передвижной опорной стойки с подвесным тросом и крюком. Значения частотных уровней звукового давления в исследуемой кабине регистрируют поочередно при наложенных и снятых механических связях кабины с остовом транспортного средства, при этом структурную составляющую шума определяют по разности значений частотных уровней звукового давления. При измерении частотных уровней звукового давления со снятыми механическими связями кабины с остовом транспортного средства кабину во время испытаний удерживают подвеской, изолированной от транспортного средства. Недостатком известной установки для определения частотных уровней звукового давления в кабине транспортного средства является большая площадь звукоотражающей поверхности стенок передвижной опорной цельнометаллической стойки, искажающей реальное внешнее звуковое поле, создаваемое исследуемым транспортным средством. Звуковые волны, излучаемые исследуемым транспортным средством, отражаются от стенок жестких металлических поверхностей составных элементов стойки, попадая в измерительную зону вокруг исследуемого объекта испытаний (кабины), с

установленными измерительными микрофонами, что непосредственным образом оказывает отрицательное влияние на точность и качество акустических исследовательских работ. С другой стороны, металлическая структура элементов передвижной опорной стойки, вибрируя от воспринимаемых динамических (вибрационных) нагрузок, излучает в зону измерений дополнительный (паразитный) структурный шум, ухудшающий процесс точных измерений и оценок частотных уровней звукового давления в кабине транспортного средства.

Известна установка для исследований виброакустических характеристик кузова колесного транспортного средства, представленная в «Working Werbekonzeption & Realisation, Protech». Bonnigheim, Marz 2001, стр.7-13. Как видно на фото, стр.8 данной публикации, исследуемый кузов колесного транспортного средства (в данном случае - легкового автомобиля Porsche 911 Carrera) подвешивается на упругих эластичных жгутах на несущем объемном каркасе, выполненном в виде металлических вертикальных стоек, жестко соединенных между собой поперечными металлическими балками. Данная установка обладает аналогичными конструктивными недостатками, описанными в предыдущем источнике.

Как следует из публикации «IVM Automotive. Akustik als Dienstleistung» журнала ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 102 (2000) 3, стр.165 - исследования процессов излучения шума различных комплектующих агрегатов автомобиля, содержащих приводной электродвигатель (на фото приведена стендовая установка для исследования акустических характеристик электровентилятора в сборе с кожухом радиатора системы охлаждения автомобильного двигателя) производится с использованием упругого крепления исследуемого агрегата с помощью специальных растяжек к пространственно-балочной металлической конструкции стойки. В зоне электродвигателя с крыльчаткой установлен измерительный микрофон, сигнал с микрофона подается на вход анализатора спектра с последующим выполнением спектрального, порядкового и модального анализа сигналов. Также, в отдельных случаях используется система оценки качества звука с применением специальной

головы и торса с встроенными микрофонами, что позволяет характеризовать громкость, резкость и прочие субъективные характеристики

восприятия звуков человеком. Данная стендовая установка характеризуется теми же недостатками, что и ранее приведенные конструкции испытательных стендов.

Известна установка для акустических исследований отдельных малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, ПРОТОТИП, представленная в публикации Adam Gavine «Bulletin Board», Testing Technology International, November 2000, стр.37-39. Исследуемый механизм (система)

устанавливается на специальном массивном монтажном столе, расположенном в безэховой акустической камере. Вокруг механизма, на определенном заданном расстоянии от его поверхности, установлены измерительные микрофоны, регистрирующие акустические сигналы, излучаемые работающим приводным электродвигателем, и передающие их на соответствующую регистрирующую и анализирующую аппаратуру. Существенным недостатком известной установки для акустических исследований отдельных малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, является наличие в пространстве безэховой камеры массивного стола, с большой площадью жесткой звукоотражающей поверхности, расположенной в непосредственной близости от излучающего звук испытуемого объекта и расположенных вокруг него измерительных микрофонов. Звуковые волны, излучаемые исследуемым механизмом (системой), отражаются от звукоотражающей поверхности стола, тем самым искажая условия свободного звукового поля в рабочем пространстве камеры и снижая точность и качественные оценки результатов измерений акустических характеристик системы с приводным электродвигателем. Кроме этого, сами опорные несущие стойки монтажного стола подвержены вибрационному возбуждению, что приводит к переизлучению ими «паразитного» корпусного шума, искажающего процедуру измерений реальных сигналов, генерируемых непосредственно объектом исследований.

Предлагаемое заявителем техническое решение позволяет в значительной степени устранить обозначенные выше недостатки.

Сущность заявляемой полезной модели заключается в том, что в известном стенде для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем с приводным электродвигателем, содержащем, в частности,

пространственный несущий каркас в виде замкнутых балочных конструкций для упругого подвеса объекта исследований, измерительные микрофоны, регистрирующую и анализирующую аппаратуру, источник питания постоянного тока с кабелями для запитки электродвигателя, устройство регулирования напряжения питания - вертикальные и поперечные балки несущего каркаса выполнены из полых замкнутых трубчатых профилей, полости которых заполнены сыпучим и/или вспененным вибродемпфирующим веществом, внешняя поверхность несущего каркаса облицована звукопоглощающим пористым, волокнистым или открытоячеистым вспененным материалом с внешним защитным звукопрозрачным слоем, реверберационный коэффициент звукопоглощения облицовочного пористого материала в диапазоне частот 500...8000 Гц имеет значение не ниже 0,8, при этом, на поперечных балках смонтированы упругие эластичные элементы в виде резиновых жгутов, концы резиновых жгутов содержат легкоъемные наконечники в виде подвесных крючков S-образной формы, основания вертикальных балок футерованы упругой виброизолирующей подложкой, а регистрирующая и анализирующая аппаратура, источник питания постоянного тока с устройством регулирования

напряжения питания - располагаются вне помещения акустической безэховой камеры и сообщаются с измерительными микрофонами и приводным электродвигателем соответствующими токопроводящими кабелями.

На фиг.1 представлена безэховая акустическая камера с установленным в ней заявляемым в качестве полезной модели стендом для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель.

Позициями на фиг.1 показаны:

- 1 - внешняя бетонная оболочка безэховой камеры;
- 2 - внутренняя бетонная оболочка безэховой камеры;
- 3 - звукопоглощающая облицовка кулисного типа;
- 4 - звукопрозрачный пол;
- 5 - измерительные микрофоны;
- 6 - пространственный несущий каркас стенда;
- 7 - упругий эластичный элемент;
- 8 - топливный бак;
- 9 - модуль электробензонасоса;
- 10 - кабель питания модуля электробензонасоса;
- 11 - микрофонный кабель;
- 12 - пультовое помещение;
- 13 - источник питания постоянного тока;
- 14 - устройство регулирования напряжения питания;
- 15 - регистрирующая и анализирующая аппаратура.

На фиг.2 представлена конструкция стенда для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель.

На фиг.3 показано крепление упругих эластичных элементов (езиновых жгутов) к поперечной балке объемного несущего каркаса стенда для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель.

На фиг.4 показано соединение подвешенного крючка с резиновым жгутом.

На фиг.5 показано сечение по А-А пространственного несущего каркаса стенда для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель.

Пространственный несущий каркас для подвеса объекта исследований стенда для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, представляет собой 4 несущие вертикальные стойки 16, жестко замкнутые между собой верхними 17 и нижними 18 поперечными балками. Несущие вертикальные стойки и поперечные балки выполнены из металлического замкнутого, с пустотелым сечением, трубчатого профиля 19, что позволяет впоследствии заполнить внутреннее пространство этого профиля сыпучим, вспененным или другим вибродемпфирующим веществом 20 (например, кварцевым песком, интегральной полимерной пеной, свинцовой, чугуновой дробью, или сочетанием в смеси этих веществ в заданных пропорциях) для обеспечения требуемого высокого шумовибродемпфирующего эффекта в структуре стоек. Внешние поверхности стенок стоек и балок несущего каркаса футерованы звукопоглощающими панелями 21, выполненными из самоклеющегося звукопоглощающего пористого волокнистого или открытоячеистого вспененного материала с внешним защитным звукопрозрачным слоем 22 (например, звукопроницаемым, негорючим,

влагостойким, стекло-тканевым полотном или тонкой, защитной, термостойкой,

5 влагогазонепроницаемой звукопрозрачной фольгой). Реверберационный коэффициент звукопоглощения материала в диапазоне частот 500...8000 Гц имеет значение не ниже 0.8. Футеровка каркаса звукопоглощающими панелями позволяет существенно  
10 ослабить влияние отраженного звукового поля, формируемого со стороны исследуемого источника излучения - подвешенного на несущем каркасе стенда малогабаритного механизма (системы) с приводным электробензонасосом погружного типа. В рассмотренном примере - топливный бак, заполненный  
15 токонепроводящей жидкостью «Фольгол», имитирующей топливо (бензин), с вмонтированным модулем электробензонасоса. На поперечных балках 17 смонтированы упругие эластичные элементы, например, резиновые жгуты 7 с  
20 наконечниками в виде подвесных крючков 23, на которых вывешивается исследуемый объект. Резиновый жгут 7 кольцеобразно охватывает поперечную балку 17 (см. фиг.3) и зажимается хомутом 24, посредством ввинчивая стягивающего винта 25. Такой  
25 способ крепления резинового жгута к несущему каркасу стенда является простым, удобным, быстрым и позволяет легко регулировать координаты подвеса исследуемого объекта. Подвесные крючки 23 имеют 8-образную форму, что обеспечивает легкость их монтажа-демонтажа на петлю 26 резинового жгута 7. В комплекте заявляемого  
30 стенда имеется набор подвесных крючков 23 различных размеров, используемых в зависимости от габаритов исследуемого механизма (системы) с приводным электродвигателем. Для дополнительного снижения передачи вибрационного воздействия от стоек несущего каркаса на пол испытательной камеры, основание 27  
несущих вертикальных стоек футеровано упругой виброизолирующей подложкой 28 (например, резиновой). Измерительные микрофоны 5 (см. фиг.1) располагаются на  
заданном расстоянии вокруг излучающего звук малогабаритного механизма или системы, содержащих приводной электродвигатель, а регистрирующая и анализирующая аппаратура 15, источник постоянного тока 13 с регулятором  
напряжения 14 располагаются в отдельном пультовом помещении 12.

#### (57) Реферат

Полезная модель относится к технике исследования источников шума малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель,  
35 например, изделий электрооборудования или системы питания транспортного средства, выполняемых в стендовых условиях в акустической безэховой камере. В частности, стенд содержит пространственный несущий каркас в виде замкнутых балочных конструкций для упругого подвеса объекта исследований, измерительные  
40 микрофоны, регистрирующую и анализирующую аппаратуру, источник питания постоянного тока с устройством регулирования напряжения питания, ОТЛИЧАЮЩИЙСЯ тем, что вертикальные и поперечные балки несущего каркаса выполнены из полых замкнутых трубчатых профилей, полости которых заполнены сыпучим и/или вспененным вибродемпфирующим веществом, внешняя поверхность  
45 несущего каркаса облицована звукопоглощающим пористым, волокнистым или открытоячеистым вспененным материалом с внешним защитным звукопрозрачным слоем, реверберационный коэффициент звукопоглощения облицовочного пористого материала в диапазоне частот 500...8000 Гц имеет значение не ниже 0,8, при этом, на поперечных балках смонтированы упругие эластичные элементы в виде резиновых  
50 жгутов, концы которых содержат легкоъемные наконечники в виде подвесных крючков S-образной формы, основания вертикальных балок футерованы упругой виброизолирующей подложкой, а регистрирующая, анализирующая аппаратура и

источник питания постоянного тока с устройством регулирования напряжения питания располагаются вне помещения акустической безэховой камеры и сообщаются с измерительными микрофонами и приводным электродвигателем соответствующими токопроводящими кабелями.

5 Стенд может быть использован для акустических испытаний модуля электробензонасоса, смонтированного в топливном баке, электровентилятора системы охлаждения двигателя в сборе с кожухом, электровентиляторов отопителя, кондиционера, моторредукторов стеклоподъемника, очистителя ветрового стекла и т.п..

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Реферат к патенту на полезную модель № \_\_\_\_\_

**Стенд для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем,  
содержащих приводной электродвигатель.**

Полезная модель относится к технике исследования источников шума малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, например, изделий электрооборудования или системы питания транспортного средства, выполняемых в стендовых условиях в акустической безэховой камере.

В частности, стенд содержит пространственный несущий каркас в виде замкнутых балочных конструкций для упругого подвеса объекта исследований, измерительные микрофоны, регистрирующую и анализирующую аппаратуру, источник питания постоянного тока с устройством регулирования напряжения питания, **ОТЛИЧАЮЩИЙСЯ** тем, что вертикальные и поперечные балки несущего каркаса выполнены из полых замкнутых трубчатых профилей, полости которых заполнены сыпучим и/или вспененным вибродемпфирующим веществом, внешняя поверхность несущего каркаса облицована звукопоглощающим пористым, волокнистым или открытоячеистым вспененным материалом с внешним защитным звукопрозрачным слоем, реверберационный коэффициент звукопоглощения облицовочного пористого материала в диапазоне частот 500...8000 Гц имеет значение не ниже 0.8, при этом, на поперечных балках смонтированы упругие эластичные элементы в виде резиновых жгутов, концы которых содержат легкоъемные наконечники в виде подвесных крючков S-образной формы, основания вертикальных балок футерованы упругой виброизолирующей подложкой, а регистрирующая, анализирующая аппаратура и источник питания постоянного тока с устройством регулирования напряжения питания располагаются вне помещения акустической безэховой камеры и сообщаются с измерительными микрофонами и приводным электродвигателем соответствующими токопроводящими кабелями.

Стенд может быть использован для акустических испытаний модуля электробензонасоса, смонтированного в топливном баке, электроventильатора системы охлаждения двигателя в сборе с кожухом, электроventильаторов отопителя, кондиционера, моторредукторов стеклоподъемника, очистителя ветрового стекла и т.п..

1 н. п. ф-лы, 5 ил.



МПК7 G01M 17/00

**Стенд для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем,  
содержащих приводной электродвигатель.**

Полезная модель относится к технике исследования источников шума малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, например, изделий электрооборудования или системы питания транспортного средства, выполняемых в стендовых условиях в акустической безэховой камере и конкретно имеет отношение к конструкциям испытательных стендов, применяемых для экспериментальных исследований и улучшения акустических характеристик излучающих звук электроустройств, например, типа модуля электробензонасоса, смонтированного в топливном баке, электровентилятора системы охлаждения двигателя в сборе с кожухом, электровентиляторов отопителя, кондиционера, моторредукторов стеклоподъемника, очистителя ветрового стекла и т.п..

Решение проблемы улучшения акустического комфорта в кабине (пассажирском салоне) транспортных средств – важная актуальная задача разработчиков и исследователей транспортной техники, требующая больших материальных, временных и интеллектуальных затрат. Наиболее мобильными и продуктивными процессами исследований и доводки по виброакустике, в частности, транспортных средств и их отдельных компонентов, излучающих шум, содержащих в агрегатах и системах приводные электродвигатели (например, для привода очистителя ветрового стекла с моторредуктором, моторредуктора фарочистителя, электронасоса омывающей жидкости, электровентилятора охлаждения радиатора, электровентилятора отопителя, моторредуктора электростеклоподъемника, микромоторедуктора заслонки отопителя, моторредуктора верхнего люка, электропривода наружных зеркал, моторредукторов блокировки замков дверей, электроусилителя руля, модуля электробензонасоса, смонтированного в топливном баке и т.д.), являющихся характерными «малыми», но ярко выделяющимися источниками шумов и вибраций в кабине (пассажирском салоне) транспортного средства, - являются экспериментальные исследования этих агрегатов и систем, проводимых в

стендовых условиях, с привлечением многообразной техники имитации скоростных и нагрузочных режимов идентичных реальным эксплуатационным условиям работы. В тех случаях, когда такие исследования и доводка проводятся с использованием приемников сигналов динамических откликов исследуемых объектов с помощью измерительных микрофонов, то с учетом слабого шумового сигнала, излучаемого непосредственно объектом испытаний (например, низких уровней шума малогабаритного электродвигателя), возникает, в первую очередь, необходимость обеспечения низкого шумового фона в помещении, где проводятся такие измерения.

Для лучшей воспроизводимости результатов испытаний, обеспечения стабильных нагрузочных режимов исследуемых электроустройств, качественного проведения акустических измерений без экранирующего воздействия корпусных элементов вспомогательного стендового оборудования и дополнительного паразитного шумового излучения других шумоизлучаемых узлов и агрегатов транспортного средства, необходимо свести к минимуму искажение свободного акустического поля, формируемого этими посторонними техническими устройствами и факторами. Для обеспечения необходимых условий испытаний при определении акустических характеристик малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, используются специальные акустические безэховые камеры. Безэховая (полностью заглушенная) испытательная камера представляет собой автономное помещение, установленное на отдельном, виброизолированном от основного здания фундаменте. В безэховой камере размещаются специальные приводные акустические стенды и вспомогательные установки для исследований и экспериментальных оценок, улучшения шумовых характеристик малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель. Такие установки, как правило, предусматривают монтажные удерживающие устройства упругого подвеса объекта исследований, включающие несущий опорный каркас с вмонтированными упругими эластичными элементами подвеса. Для приближения акустических свойств камеры к свободному звуковому полю выполняется направленное согласование акустических импедансов (сопротивлений) воздушной среды в свободном пространстве камеры и в пористой структуре звукопоглощающего материала,

футерующего звукоотражающие поверхности стен, потолка, пола камеры. Именно поэтому, конструкция звукопоглощающей облицовки стен (пола, потолка) камеры выполняется пористой и имеет структурную плотность (пористость), плавно изменяющуюся по глубине покрытия в направлении распространения звуковых волн к жесткой звукоотражающей поверхности стен (пола, потолка). Причем, наибольшая плотность пористой звукопоглощающей облицовки реализуется непосредственно у стенок камеры, а наименьшая – на внешнем (приемном) поверхностном слое звукопоглощающей футеровки стен и потолка помещения испытательной камеры. Необходимые условия такого слабоотражающего волнового согласования сред распространения и поглощения звука в зонах стен и потолка достигаются, в частности, применением различных объемных поглотителей звука клиновидной формы (клинья, кулисы). Основными материалами, из которых изготавливаются звукопоглощающие поглотители, являются открытоячеистый пенополиуретан, стекловолокно, супертонкое базальтовое волокно, винипор с огнестойкой пропиткой.

С другой стороны, сами монтажные устройства упругого подвеса исследуемого объекта, выполненные в виде каркасно-балочных конструкций, могут существенно искажать звуковое поле в зонах установки измерительных микрофонов. Таких основных причин две:

- вибрационное возбуждение и переизлучение несущим каркасом устройства подвеса вторичного корпусного шума, носящего паразитный характер, искажающего процедуру измерений реальных акустических сигналов, генерируемых непосредственно исследуемым объектом (например, электродвигателем);
- возникающие звукоотражающие эффекты от поверхностей стенок корпусных деталей монтажных стоек устройства упругого подвеса.

В ряде случаев, при исследовании малогабаритных электродвигателей, размеры которых соизмеримы с шириной (толщиной) стоек, в то время как спектр шумового излучения является высокочастотным, в результате чего - длина (половина длины) этих волн соизмерима с шириной (толщиной) стоек монтажного устройства, -возможно существенное искажение высокочастотного

звукового поля объекта исследований (например, электродвигателя) в виде заметного отклонения спада звуковой энергии от закона обратных квадратов при удалении от источника излучения – когда уровень звукового давления в условиях свободного звукового поля должен уменьшаться на 6 дБ при каждом удвоении расстояния от источника излучения. Ослабить влияние данных звукоотражающих эффектов, обуславливающих дополнительную неравномерность спада звуковой энергии при распространении звуковых волн от источника (исследуемого объекта) можно достичь введением звукопоглощающей футеровки звукоотражающих поверхностей стенок несущих стоек устройства упругого подвеса звукопоглощающим материалом, с высоким (не ниже 0.8) коэффициентом звукопоглощения в этом исследуемом высокочастотном диапазоне.

Известна установка для определения частотных уровней звукового давления в кабине транспортного средства, которая представлена в описании изобретения к авторскому свидетельству №893665 (автор – Е.И. Бондарев, дата опубликования описания – 30.12.1981). В состав установки входят - измерительный микрофон, регистрирующий прибор, устройство упругого подвеса кабины транспортного средства в виде передвижной опорной стойки с подвесным тросом и крюком. Значения частотных уровней звукового давления в исследуемой кабине регистрируют поочередно при наложенных и снятых механических связях кабины с остовом транспортного средства, при этом структурную составляющую шума определяют по разности значений частотных уровней звукового давления. При измерении частотных уровней звукового давления со снятыми механическими связями кабины с остовом транспортного средства кабину во время испытаний удерживают подвеской, изолированной от транспортного средства. Недостатком известной установки для определения частотных уровней звукового давления в кабине транспортного средства является большая площадь звукоотражающей поверхности стенок передвижной опорной цельнометаллической стойки, искажающей реальное внешнее звуковое поле, создаваемое исследуемым транспортным средством. Звуковые волны, излучаемые исследуемым транспортным средством, отражаются от стенок жестких металлических поверхностей составных элементов стойки, попадая в измерительную зону вокруг исследуемого объекта испытаний (кабины), с

установленными измерительными микрофонами, что непосредственным образом оказывает отрицательное влияние на точность и качество акустических исследовательских работ. С другой стороны, металлическая структура элементов передвижной опорной стойки, вибрируя от воспринимаемых динамических (вибрационных) нагрузок, излучает в зону измерений дополнительный (паразитный) структурный шум, ухудшающий процесс точных измерений и оценок частотных уровней звукового давления в кабине транспортного средства.

Известна установка для исследований виброакустических характеристик кузова колесного транспортного средства, представленная в «*Working Werbekonzeption & Realisation, Protech*». Bonnigheim, Marz 2001, стр. 7-13. Как видно на фото, стр. 8 данной публикации, исследуемый кузов колесного транспортного средства (в данном случае – легкового автомобиля Porsche 911 Carrera) подвешивается на упругих эластичных жгутах на несущем объемном каркасе, выполненном в виде металлических вертикальных стоек, жестко соединенных между собой поперечными металлическими балками. Данная установка обладает аналогичными конструктивными недостатками, описанными в предыдущем источнике.

Как следует из публикации «*IVM Automotive. Akustik als Dienstleistung*» журнала *ATZ Automobiltechnische Zeitschrift* 102 (2000) 3, стр. 165 – исследования процессов излучения шума различных комплектующих агрегатов автомобиля, содержащих приводной электродвигатель (на фото приведена стендовая установка для исследования акустических характеристик электровентилятора в сборе с кожухом радиатора системы охлаждения автомобильного двигателя) производится с использованием упругого крепления исследуемого агрегата с помощью специальных растяжек к пространственно-балочной металлической конструкции стойки. В зоне электродвигателя с крыльчаткой установлен измерительный микрофон, сигнал с микрофона подается на вход анализатора спектра с последующим выполнением спектрального, порядкового и модального анализа сигналов. Также, в отдельных случаях используется система оценки качества звука с применением специальной головы и торса с встроенными микрофонами, что позволяет характеризовать громкость, резкость и прочие субъективные характеристики

восприятия звуков человеком. Данная стендовая установка характеризуется теми же недостатками, что и ранее приведенные конструкции испытательных стендов.

Известна установка для акустических исследований отдельных малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, ПРОТОТИП, представленная в публикации Adam Gavine «Bulletin Board», Testing Technology International, November 2000, стр. 37-39. Исследуемый механизм (система) устанавливается на специальном массивном монтажном столе, расположенном в безэховой акустической камере. Вокруг механизма, на определенном заданном расстоянии от его поверхности, установлены измерительные микрофоны, регистрирующие акустические сигналы, излучаемые работающим приводным электродвигателем, и передающие их на соответствующую регистрирующую и анализирующую аппаратуру. Существенным недостатком известной установки для акустических исследований отдельных малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, является наличие в пространстве безэховой камеры массивного стола, с большой площадью жесткой звукоотражающей поверхности, расположенной в непосредственной близости от излучающего звук испытуемого объекта и расположенных вокруг него измерительных микрофонов. Звуковые волны, излучаемые исследуемым механизмом (системой), отражаются от звукоотражающей поверхности стола, тем самым искажая условия свободного звукового поля в рабочем пространстве камеры и снижая точность и качественные оценки результатов измерений акустических характеристик системы с приводным электродвигателем. Кроме этого, сами опорные несущие стойки монтажного стола подвержены вибрационному возбуждению, что приводит к переизлучению ими «паразитного» корпусного шума, искажающего процедуру измерений реальных сигналов, генерируемых непосредственно объектом исследований.

Предлагаемое заявителем техническое решение позволяет в значительной степени устранить обозначенные выше недостатки.

Сущность заявляемой полезной модели заключается в том, что в известном стенде для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем с приводным электродвигателем, содержащем, в частности,

пространственный несущий каркас в виде замкнутых балочных конструкций для упругого подвеса объекта исследований, измерительные микрофоны, регистрирующую и анализирующую аппаратуру, источник питания постоянного тока с кабелями для запитки электродвигателя, устройство регулирования напряжения питания - вертикальные и поперечные балки несущего каркаса выполнены из полых замкнутых трубчатых профилей, полости которых заполнены сыпучим и/или вспененным вибродемпфирующим веществом, внешняя поверхность несущего каркаса облицована звукопоглощающим пористым, волокнистым или открытоячеистым вспененным материалом с внешним защитным звукопрозрачным слоем, реверберационный коэффициент звукопоглощения облицовочного пористого материала в диапазоне частот 500...8000 Гц имеет значение не ниже 0,8, при этом, на поперечных балках смонтированы упругие эластичные элементы в виде резиновых жгутов, концы резиновых жгутов содержат легкоъемные наконечники в виде подвесных крючков S-образной формы, основания вертикальных балок футерованы упругой виброизолирующей подложкой, а регистрирующая и анализирующая аппаратура, источник питания постоянного тока с устройством регулирования напряжения питания - располагаются вне помещения акустической безэховой камеры и сообщаются с измерительными микрофонами и приводным электродвигателем соответствующими токопроводящими кабелями.

На фиг. 1 представлена безэховая акустическая камера с установленным в ней заявляемым в качестве полезной модели стендом для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель. Позициями на фиг. 1 показаны:

- 1 – внешняя бетонная оболочка безэховой камеры;
- 2 - внутренняя бетонная оболочка безэховой камеры;
- 3 – звукопоглощающая облицовка кулисного типа;
- 4 – звукопрозрачный пол;
- 5 – измерительные микрофоны;
- 6 – пространственный несущий каркас стенда;
- 7 – упругий эластичный элемент;
- 8 – топливный бак;
- 9 – модуль электробензонасоса;

- 10 – кабель питания модуля электробензонасоса;
- 11 – микрофонный кабель;
- 12 – пультовое помещение;
- 13 – источник питания постоянного тока;
- 14 – устройство регулирования напряжения питания;
- 15 – регистрирующая и анализирующая аппаратура.

На фиг. 2 представлена конструкция стенда для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель.

На фиг. 3 показано крепление упругих эластичных элементов (резиновых жгутов) к поперечной балке объемного несущего каркаса стенда для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель.

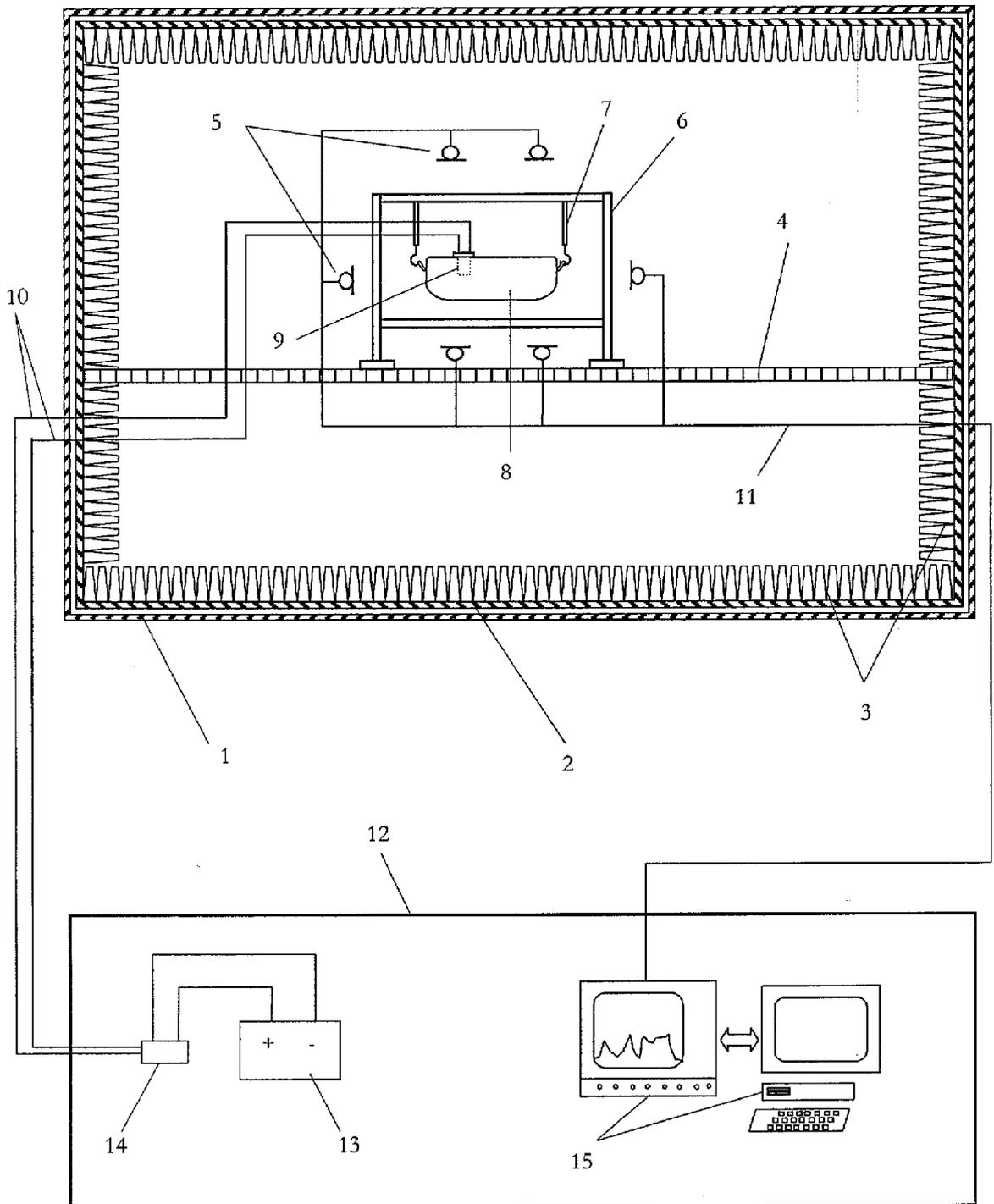
На фиг. 4 показано соединение подвесного крючка с резиновым жгутом.

На фиг.5 показано сечение по А-А пространственного несущего каркаса стенда для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель.

Пространственный несущий каркас для подвеса объекта исследований стенда для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель, представляет собой 4 несущие вертикальные стойки 16, жестко замкнутые между собой верхними 17 и нижними 18 поперечными балками. Несущие вертикальные стойки и поперечные балки выполнены из металлического замкнутого, с пустотелым сечением, трубчатого профиля 19, что позволяет впоследствии заполнить внутреннее пространство этого профиля сыпучим, вспененным или другим вибродемпфирующим веществом 20 (например, кварцевым песком, интегральной полимерной пеной, свинцовой, чугунной дробью, или сочетанием в смеси этих веществ в заданных пропорциях) для обеспечения требуемого высокого шумовибродемпфирующего эффекта в структуре стоек. Внешние поверхности стенок стоек и балок несущего каркаса футерованы звукопоглощающими панелями 21, выполненными из самоклеющегося звукопоглощающего пористого волокнистого или открытоячеистого вспененного материала с внешним защитным звукопрозрачным слоем 22 (например, звукопроницаемым, негорючим,

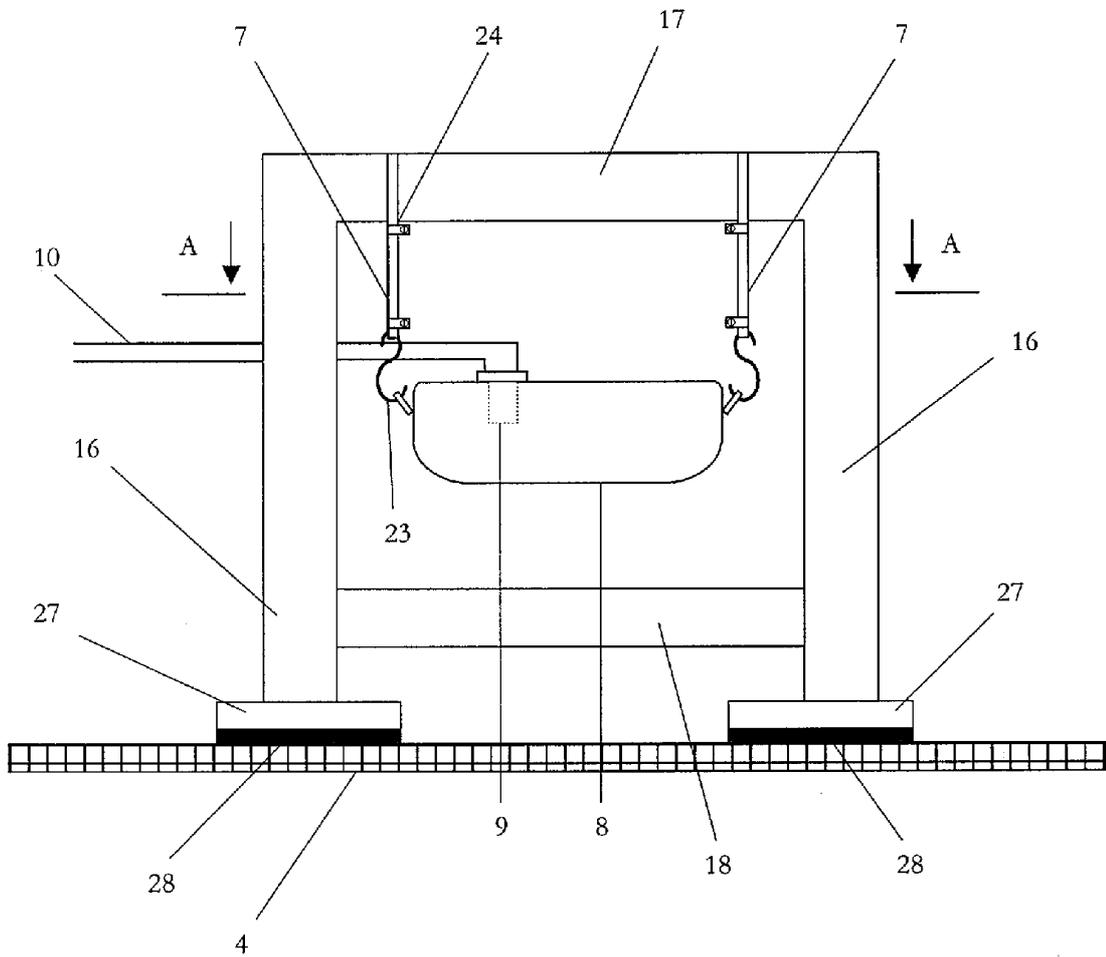
влагостойким, стеклотканевым полотном или тонкой, защитной, термостойкой, влагогазонепроницаемой звукопрозрачной фольгой). Реверберационный коэффициент звукопоглощения материала в диапазоне частот 500...8000 Гц имеет значение не ниже 0.8. Футеровка каркаса звукопоглощающими панелями позволяет существенно ослабить влияние отраженного звукового поля, формируемого со стороны исследуемого источника излучения – подвешенного на несущем каркасе стенда малогабаритного механизма (системы) с приводным электробензонасосом погружного типа. В рассмотренном примере – топливный бак, заполненный токонепроводящей жидкостью «Фольгол», имитирующей топливо (бензин), с вмонтированным модулем электробензонасоса. На поперечных балках 17 смонтированы упругие эластичные элементы, например, резиновые жгуты 7 с наконечниками в виде подвесных крючков 23, на которых вывешивается исследуемый объект. Резиновый жгут 7 кольцеобразно охватывает поперечную балку 17 (см. фиг. 3) и зажимается хомутом 24, посредством ввинчивая стягивающего винта 25. Такой способ крепления резинового жгута к несущему каркасу стенда является простым, удобным, быстрым и позволяет легко регулировать координаты подвеса исследуемого объекта. Подвесные крючки 23 имеют S-образную форму, что обеспечивает легкость их монтажа-демонтажа на петлю 26 резинового жгута 7. В комплекте заявляемого стенда имеется набор подвесных крючков 23 различных размеров, используемых в зависимости от габаритов исследуемого механизма (системы) с приводным электродвигателем. Для дополнительного снижения передачи вибрационного воздействия от стоек несущего каркаса на пол испытательной камеры, основание 27 несущих вертикальных стоек футеровано упругой виброизолирующей подложкой 28 (например, резиновой). Измерительные микрофоны 5 (см. фиг. 1) располагаются на заданном расстоянии вокруг излучающего звук малогабаритного механизма или системы, содержащих приводной электродвигатель, а регистрирующая и анализирующая аппаратура 15, источник постоянного тока 13 с регулятором напряжения 14 располагаются в отдельном пультовом помещении 12.

Стенд для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель

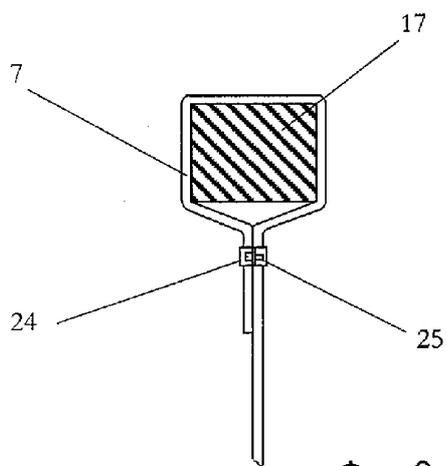


Фиг. 1

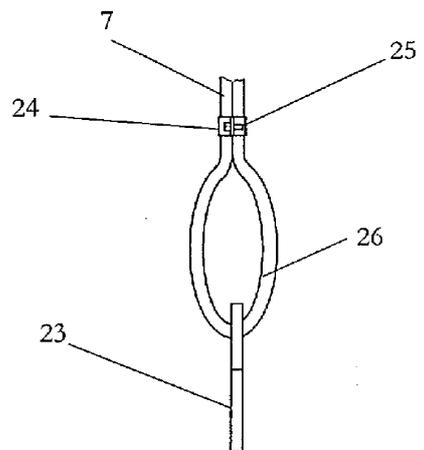
**Стенд для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель.**



Фиг. 2



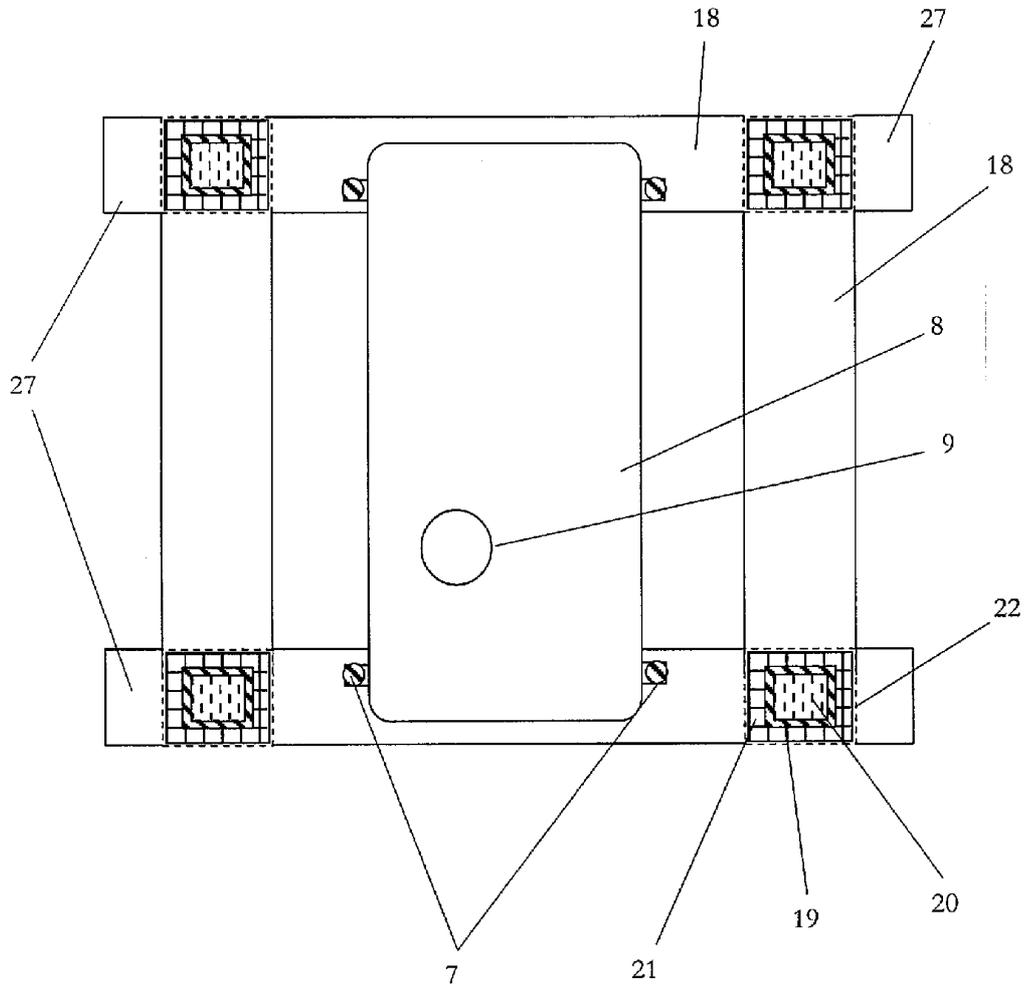
Фиг. 3



Фиг. 4

Стенд для акустических испытаний малогабаритных механизмов и систем, содержащих приводной электродвигатель

A-A



Фиг. 5