



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

G01M 7/08 (2006.01); G01N 3/317 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017101562, 18.01.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
18.01.2017

Дата регистрации:  
17.01.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.01.2017

(45) Опубликовано: 17.01.2018 Бюл. № 2

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 2605668 C1, 27.12.2016. RU  
2558678 C1, 10.08.2015. RU 2596237, 10.09.2016.  
JP 2019770 A, 23.01.1990.

(54) СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УДАРНЫХ НАГРУЗОК СИСТЕМ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ

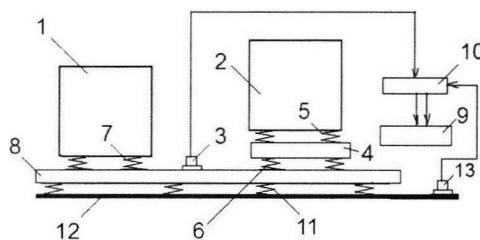
(57) Реферат:

Изобретение относится к испытательному оборудованию. Стенд содержит основание, на котором расположены дополнительные плиты с закрепленными на них виброизолируемыми аппаратами и регистрирующая аппаратура. На основании установлена аппаратура летательных аппаратов. Один компрессор установлен на штатных резиновых виброизоляторах, а другой компрессор установлен на исследуемой двухмассовой системе виброизоляции, включающей в себя резиновые виброизоляторы и упругодемпфирующую промежуточную плиту с виброизоляторами, которые так же, как и штатные резиновые виброизоляторы компрессора, установлены на жесткой переборке, которая через вибродемпфирующую прокладку установлена на основании. На жесткой переборке, между компрессорами, закреплен вибродатчик, сигнал с которого поступает на усилитель и

регистрирующую аппаратуру, например октавный спектрометр, работающий в полосе частот (Гц): 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000. Сравнивают полученные амплитудно-частотные характеристики от работы каждого из компрессоров и делают выводы об эффективности виброизоляции каждой системы, на которой они установлены. Производится имитация ударных импульсных нагрузок на каждую из систем с помощью диагностического ударного устройства, содержащего корпус, пьезоэлектрический динамометр и ударный элемент. Ударный элемент посредством втулки крепится к мембранному передающему элементу, закрепленному на цилиндрическом корпусе посредством фланца, расположенному перпендикулярно оси корпуса, с помощью винтов. Внутри корпуса и соосно ему расположен мембранный передающий элемент, который имеет

цилиндроконическую часть, установленную в корпусе с тороидальным зазором в нижней части, имеющим лепестковую форму в сечении торообразующей поверхности. Мембранный передающий элемент соединен резьбовой частью шпильки, расположенной по оси корпуса, с основной массой ударного устройства, контактирующей с пьезоэлектрическим динамометром, помещенным в диэлектрическую защитную оболочку. Напряжение, возникающее при ударном или случайном воздействиях, отводится от пьезоэлектрического динамометра через контактный элемент, закрепленный в корпусе, и связанный проводом с контактным элементом, закрепленным в полый цилиндрической рукоятке ударного устройства. Провод закреплен в хомуте, жестко связанном с внешней поверхностью рукоятки, ось которой расположена перпендикулярно оси корпуса и которая посредством резьбовой части жестко фиксируется в резьбовом отверстии основной массы, над которой расположена дополнительная масса ударного устройства, в которой выполнено осесимметричное резьбовое отверстие, в которое входит резьбовая часть выступа, составляющая одно целое с основной массой, которая в свою

очередь посредством винтов крепится к корпусу. В торцевую поверхность резьбовой части выступа упирается головка шпильки, связывающей основную массу ударного устройства с мембранным передающим элементом через пьезоэлектрический динамометр, в котором выполнено центральное осесимметричное отверстие, через которое проходит гладкая цилиндрическая часть шпильки. Дополнительная масса диагностического ударного устройства, выполненная в виде цилиндра и расположенная над основной массой, содержит полость, заполненную жесткими шариками, которые при определении собственных частот каждой из исследуемых систем виброизоляции выполняют функцию случайного стохастического воздействия, накладываемого на ударную нагрузку. На основании стэнда дополнительно закреплен вибродатчик, сигнал с которого поступает на усилитель и затем на регистрирующую колебания аппаратуру. Технический результат: расширение технологических возможностей испытаний объектов, имеющих несколько упругих связей с корпусными деталями летательного объекта. 5 ил.



Фиг.2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
**G01M 7/08** (2006.01)  
**G01N 3/317** (2006.01)

## (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

**G01M 7/08** (2006.01); **G01N 3/317** (2006.01)

(21)(22) Application: **2017101562, 18.01.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**18.01.2017**

Registration date:  
**17.01.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **18.01.2017**

(45) Date of publication: **17.01.2018 Bull. № 2**

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) STAND FOR RESEARCHING SHOCK LOADS OF VIBRATION INSULATION SYSTEMS

(57) Abstract:

FIELD: testing equipment.

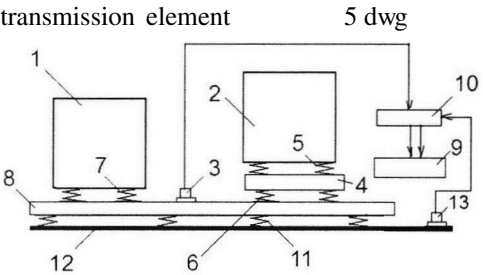
SUBSTANCE: stand contains a base on which additional plates are placed with vibration-proof devices fixed to them and recording equipment. On the basis of installed aircraft equipment. One compressor is mounted on standard rubber vibration insulators and another compressor is mounted on the examined dual-mass vibration insulation system, consisting of rubber vibration insulators and an elastically damping intermediate plate with vibration insulators, for example, in the form of plates made of polyurethane, which are placed on the rigid bulkhead mounted on the base through the vibration cushioning gasket, as well as the standard rubber vibration insulators. On a rigid bulkhead, between compressors, a vibration sensor is attached, the signal from which goes to the amplifier and recording equipment, for example an octave spectrometer operating in the frequency band (Hz): 2; 4; 8; 16; 31.5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000. Compare the obtained amplitude-frequency

characteristics from the operation of each of the compressors and draw conclusions about the effectiveness of the vibration isolation of each system on which they are installed. Imitation of shock impulse loads on each of the systems is performed with the help of a diagnostic shock device containing a body, a piezoelectric dynamometer and a shock element. The impactor is attached to the membrane transfer element fixed to the cylindrical body by means of a flange, perpendicular to the axis of the housing, by means of screws. Inside the housing and coaxially disposed there is a membrane transfer member which has a cylindrical conical part installed in a housing with a toroidal clearance in the lower part having a tab shape in the section of the torus-forming surface. The membrane transmitting element is connected by a threaded part of the stud located along the axis of the housing to the main mass of the impact device contacting the piezoelectric dynamometer placed in the dielectric protective shell. The stress arising from shock or

accidental influences is diverted from the piezoelectric dynamometer through a contact element fixed in the casing and connected by a wire to a contact element fixed in the hollow cylindrical handle of the impact device. The wire is fixed in a clamp rigidly connected to the outer surface of the handle, the axis of which is perpendicular to the axis of the housing and which is fixed by means of a threaded part in a threaded hole of the main mass above which there is an additional mass of the impact device in which an axially symmetric threaded hole is inserted into which the threaded part of the protrusion that is integral with the main mass, which in turn is fixed to the body by means of screws. In the end surface of the threaded part of the protrusion, the head of the pin, which connects the main mass of the impactor to the membrane transmission element

through a piezoelectric dynamometer, is mounted, which has a central axisymmetric hole through which the smooth cylindrical part of the hairpin passes. The additional mass of the diagnostic shock device, made in the form of a cylinder and located above the main mass, contains a cavity filled with rigid balls, which, in determining the natural frequencies of each of the vibration isolation systems under investigation, perform a random stochastic action imposed on the impact load. On the basis of the stand, a vibration sensor is additionally attached, the signal from which is fed to the amplifier and then to the recording equipment.

EFFECT: expanded technological capabilities of testing the objects, having several elastic couplings with the body parts of the flying object.



Фиг.2

Изобретение относится к испытательному оборудованию.

Наиболее близким техническим решением по технической сущности и достигаемому результату является вибростенд по патенту РФ №2335747, G01M 7/08, G01N 3/313, содержащий основания, защищаемый объект, измерительную аппаратуру и генераторы  
5 вибрационных и ударных воздействий (прототип).

Недостатком прототипа является сравнительно невысокие возможности и точность для исследования систем, имеющих несколько упругих связей с корпусными деталями летательного объекта.

Технически достижимый результат - расширение технологических возможностей  
10 испытаний объектов, имеющих несколько упругих связей с корпусными деталями летательного объекта.

Это достигается тем, что в стенде для исследования ударных нагрузок систем виброизоляции, содержащем основание, на котором расположены дополнительные плиты с закрепленными на них виброизолируемыми аппаратами и регистрирующая  
15 аппаратура, на основании установлена аппаратура летательных аппаратов, например два одинаковых бортовых компрессора для получения сжатого воздуха на борту летательного аппарата, при этом один компрессор установлен на штатных резиновых виброизоляторах, а другой компрессор установлен на исследуемой двухмассовой системе виброизоляции, включающей в себя резиновые виброизоляторы и  
20 упругодемпфирующую промежуточную плиту с виброизоляторами, например в виде пластин из полиуретана, которые так же, как и штатные резиновые виброизоляторы компрессора, установлены на жесткой переборке, которая через вибродемпфирующую прокладку установлена на основании, а на жесткой переборке между компрессорами закреплен вибродатчик, сигнал с которого поступает на усилитель и регистрирующую  
25 аппаратуру, например октавный спектрометр, работающий в полосе частот (Гц): 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000, а затем сравнивают полученные амплитудно-частотные характеристики от работы каждого из компрессоров и делают выводы об эффективности виброизоляции каждой системы, на которой они установлены.

На фиг. 1 представлен общий вид вибростенда, на фиг. 2 - его принципиальная схема, на фиг. 3 - математическая модель системы «компрессор 2 на двухмассовой системе  
30 виброизоляции», на фиг. 4 - характеристики логарифмического декремента затухания свободных колебаний двухмассовой системы виброизоляции в зависимости от входного ударного импульса, на фиг. 5 - схема диагностического ударного устройства.

Стенд для исследования ударных нагрузок систем виброизоляции (фиг. 1) состоит  
35 из основания 12, на котором установлена аппаратура летательных аппаратов, например два одинаковых бортовых компрессора 1 и 2 для получения сжатого воздуха на борту летательного аппарата. При этом один компрессор 1 (фиг. 2) установлен на штатных резиновых виброизоляторах 7, а другой компрессор 2 установлен на исследуемой двухмассовой системе виброизоляции, включающей в себя резиновые виброизоляторы  
40 5 и упругодемпфирующую промежуточную плиту 4 с виброизоляторами 6, например в виде пластин из полиуретана, которые так же, как и штатные резиновые виброизоляторы 7 компрессора 1, установлены на жесткой переборке 8, которая через вибродемпфирующую прокладку 11 установлена на основании 12. На фиг. 3 показана математическая модель двухмассовой системы «компрессор 2 на промежуточной плите  
45 4 с виброизоляторами 5 и 6»,

где  $c_1$  и  $m_1$  - соответственно жесткость упругих элементов плиты 4 и ее масса,

где  $c_2$  и  $m_2$  - соответственно жесткость виброизоляторов 5 и масса компрессора 2,

$h_1$  - абсолютная величина вязкого демпфирования в системе, которая связана с логарифмическим коэффициентом затухания  $\delta_1$  колебательной системы следующей зависимостью (1):

$$\delta_1 = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{m_1 c_1}{h_1^2} - \frac{1}{4}}}; \quad (1)$$

На жесткой переборке 8, между компрессорами 1 и 2, закреплен вибродатчик 3, сигнал с которого поступает на усилитель 10 и затем на регистрирующую колебания аппаратуру 9, например октавный спектрометр, работающий в полосе частот (Гц): 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000.

Стенд для исследования ударных нагрузок систем виброизоляции работает следующим образом.

Сначала включают компрессор 1, который установлен на штатных резиновых виброизоляторах 7, и снимают амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) с помощью датчика 3, усилителя 10 и спектрометра 9. Затем выключают компрессор 1, и включают компрессор 2, который установлен на исследуемой двухмассовой системе виброизоляции, включающей в себя резиновые виброизоляторы 5 и упругодемпфирующую промежуточную плиту 4 с виброизоляторами 6, и также снимают амплитудно-частотные характеристики с помощью датчика 3, усилителя 10 и спектрометра 9. После чего сравнивают полученные АЧХ от работы каждого из компрессоров 1 и 2, и делают выводы об эффективности виброизоляции каждой системы, на которой они установлены. Для того чтобы определить собственные частоты каждой из исследуемых систем виброизоляции, производят имитацию ударных импульсных нагрузок на каждую из систем и записывают осциллограммы свободных колебаний (не показано), при расшифровке которых судят о собственных частотах систем (см. фиг. 4 и формулу (1)).

Диагностическое ударное устройство (фиг. 5) содержит быстросменный ударный элемент 40, расположенный соосно корпусу 15 и выполненный из эластомера, который посредством втулки 30 крепится к мембранному передающему элементу 14, закрепленному на цилиндрическом корпусе 15 посредством фланца 28, расположенному перпендикулярно оси корпуса 15, с помощью винтов 29. Внутри корпуса 15 и соосно ему расположен мембранный передающий элемент 14, который имеет цилиндроконическую часть, установленную в корпусе с тороидальным зазором 27 в нижней части, имеющим лепестковую форму в сечении торообразующей поверхности. Мембранный передающий элемент 14 соединен резьбовой частью 26 шпильки 25, расположенной по оси корпуса, с основной массой 17 ударного устройства, контактирующей с пьезоэлектрическим динамометром 16, помещенным в диэлектрическую защитную оболочку 34. Напряжение, возникающее при ударном или случайном воздействиях, отводится от пьезоэлектрического динамометра 16 через контактный элемент 33, закрепленный в корпусе 15 и связанный проводом 36 с контактным элементом 31, закрепленным в полый цилиндрической рукоятке 21 ударного устройства, при этом провод 36 закреплен в хомуте 32, жестко связанном с внешней поверхностью рукоятки 21, ось которой расположена перпендикулярно оси корпуса 15 и которая посредством резьбовой части 22 жестко фиксируется в резьбовом отверстии 23 основной массы 17. Над основной массой 17 расположена дополнительная масса 18 ударного устройства, выполненная в виде цилиндра и в которой выполнено осесимметричное резьбовое отверстие 19, в которое входит резьбовая часть выступа

20, составляющая одно целое с основной массой 17, которая в свою очередь посредством винтов 24 крепится к корпусу 15, а в торцевую поверхность резьбовой части выступа 20 упирается головка шпильки 25, связывающей основную массу 17 ударного устройства с мембранным передающим элементом 14 через пьезоэлектрический динамометр 16, в котором выполнено центральное осесимметричное отверстие 35, через которое проходит гладкая цилиндрическая часть шпильки 25.

Дополнительная масса 18 ударного устройства (фиг. 5), выполненная в виде цилиндра и расположенная над основной массой 17, содержит полость 38, заполненную жесткими шариками 39, которые при исследовании выполняют функцию случайного стохастического воздействия, накладываемого на ударную нагрузку, что позволяет расширить возможности испытаний объектов, имеющих несколько упругих связей с корпусными деталями.

Диагностическое ударное устройство работает следующим образом.

При ударе об испытательную поверхность исследуемого объекта (не показан) посредством быстросменного ударного элемента 13 имитируется импульсное или случайное возбуждение. Подаваемое на исследуемый объект усилие измеряется с помощью пьезоэлектрического динамометра 16. Дополнительной массой 6 и материалом ударной части 13 можно менять продолжительность импульса, а значит, и частотный диапазон спектра возбуждения. Напряжение, возникающее при ударном или случайном воздействиях, отводится от пьезоэлектрического динамометра 16 через контактный элемент 33, закрепленный в корпусе 15 и связанный проводом 36 с контактным элементом 31, закрепленным в полый цилиндрической рукоятке 21 ударного устройства. Сигналы от пьезоэлектрического динамометра 16 передаются в блок обработки данных (не показан), в котором частотные характеристики получают с помощью спектрального анализа сложных сигналов, основу которого составляет быстрое преобразование Фурье, например с помощью двухканального анализатора (не показан), выполняющего быстрое преобразование Фурье и измеряющего сигналы возбуждения от ударного устройства, и реакции их на испытательной поверхности 37 исследуемого объекта, затем определяют частотные характеристики на основе этих измерений.

Возможен вариант, когда на основании 12 стэнда дополнительно закреплен вибродатчик 13, сигнал с которого поступает на усилитель 10 и затем на регистрирующую колебания аппаратуру 9, например октавный спектрометр, работающий в полосе частот (Гц): 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000. Это позволяет оценить качество системы виброизоляции при ударных нагрузках с учетом входного воздействия от вибродатчика 13, закрепленного на основании 12, и отклика ее от вибродатчика 3, который закреплен на жесткой переборке 8, между компрессорами 1 и 2.

#### (57) Формула изобретения

Стенд для исследования ударных нагрузок систем виброизоляции, содержащий основание, на котором расположены дополнительные плиты с закрепленными на них виброизолируемыми аппаратами и регистрирующая аппаратура, на основании установлена аппаратура летательных аппаратов, например два одинаковых бортовых компрессора для получения сжатого воздуха на борту летательного аппарата, при этом один компрессор установлен на штатных резиновых виброизоляторах, а другой компрессор установлен на исследуемой двухмассовой системе виброизоляции, включающей в себя резиновые виброизоляторы и упругодемпфирующую промежуточную плиту с виброизоляторами, например в виде пластин из полиуретана,

которые так же, как и штатные резиновые виброизоляторы компрессора, установлены на жесткой переборке, которая через вибродемпфирующую прокладку установлена на основании, а на жесткой переборке, между компрессорами, закреплен вибродатчик, сигнал с которого поступает на усилитель и регистрирующую аппаратуру, например

5 октавный спектрометр, работающий в полосе частот (Гц): 2; 4; 8; 16; 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000, а затем сравнивают полученные амплитудно-частотные характеристики от работы каждого из компрессоров и делают выводы об эффективности виброизоляции каждой системы, на которой они установлены, при этом для определения собственных частот каждой из исследуемых систем виброизоляции производится

10 имитация ударных импульсных нагрузок на каждую из систем с помощью диагностического ударного устройства, содержащего корпус, пьезоэлектрический динамометр и ударный элемент, ударный элемент выполнен быстросменным, расположенным соосно корпусу, выполнен из эластомера и посредством втулки крепится к мембранному передающему элементу, закрепленному на цилиндрическом корпусе

15 посредством фланца, расположенному перпендикулярно оси корпуса, с помощью винтов, а внутри корпуса и соосно ему расположен мембранный передающий элемент, который имеет цилиндроконическую часть, установленную в корпусе с тороидальным зазором в нижней части, имеющим лепестковую форму в сечении торообразующей поверхности, при этом мембранный передающий элемент соединен резьбовой частью

20 шпильки, расположенной по оси корпуса, с основной массой ударного устройства, контактирующей с пьезоэлектрическим динамометром, помещенным в диэлектрическую защитную оболочку, при этом напряжение, возникающее при ударном или случайном воздействиях, отводится от пьезоэлектрического динамометра через контактный элемент, закрепленный в корпусе и связанный проводом с контактным элементом,

25 закрепленным в полой цилиндрической рукоятке ударного устройства, при этом провод закреплен в хомуте, жестко связанном с внешней поверхностью рукоятки, ось которой расположена перпендикулярно оси корпуса и которая посредством резьбовой части жестко фиксируется в резьбовом отверстии основной массы, над которой расположена дополнительная масса ударного устройства, выполненная в виде цилиндра и в которой

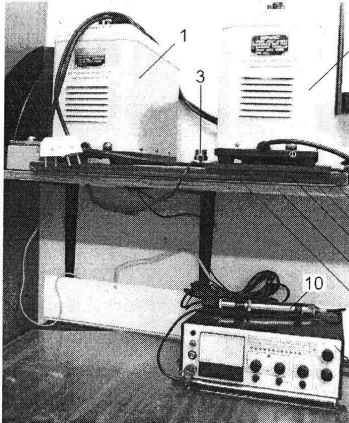
30 выполнено осесимметричное резьбовое отверстие, в которое входит резьбовая часть выступа, составляющая одно целое с основной массой, которая в свою очередь посредством винтов крепится к корпусу, а в торцевую поверхность резьбовой части выступа упирается головка шпильки, связывающей основную массу ударного устройства с мембранным передающим элементом через пьезоэлектрический динамометр, в котором

35 выполнено центральное осесимметричное отверстие, через которое проходит гладкая цилиндрическая часть шпильки, отличающийся тем, что дополнительная масса диагностического ударного устройства, выполненная в виде цилиндра и расположенная над основной массой, содержит полость, заполненную жесткими шариками, которые при определении собственных частот каждой из исследуемых систем виброизоляции

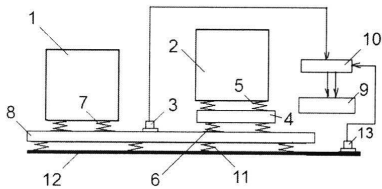
40 выполняют функцию случайного стохастического воздействия, накладываемого на ударную нагрузку, что позволяет расширить возможности имитации ударных импульсных нагрузок на каждую из исследуемых систем, а на основании стенда дополнительно закреплен вибродатчик, сигнал с которого поступает на усилитель и затем на регистрирующую колебания аппаратуру.



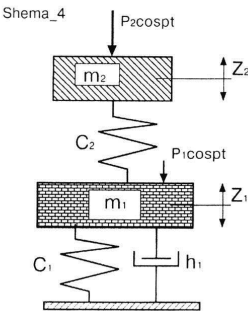
СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ УДАРНЫХ НАГРУЗОК СИСТЕМ ВИБРОИЗОЛЯЦИИ



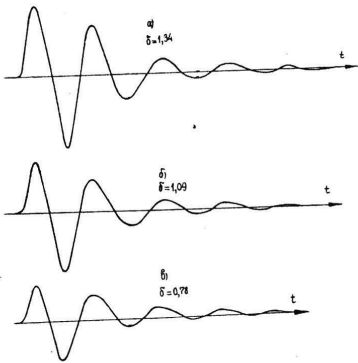
Фиг.1



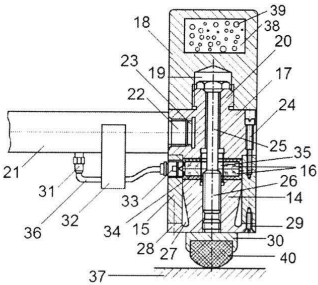
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5