



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2012102251/11, 23.01.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.01.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 23.01.2012

(43) Дата публикации заявки: 27.07.2013 Бюл. № 21

(45) Опубликовано: 10.02.2014 Бюл. № 4

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Котов А.С. Разработка методик расчета упругодемпфирующих характеристик виброизоляторов из материала МР: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Самара, 2007. RU 95048 U1, 10.06.2010. DE 19626754 A1, 08.01.1998. US 2010/0327502 A1, 30.12.2010.

Адрес для переписки:

443086, г.Самара, Московское ш., 34, СГАУ,
отдел интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

**Ермаков Александр Иванович (RU),
Паровой Федор Васильевич (RU),
Эскин Изольд Давидович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева" (национальный исследовательский университет)" (СГАУ) (RU)

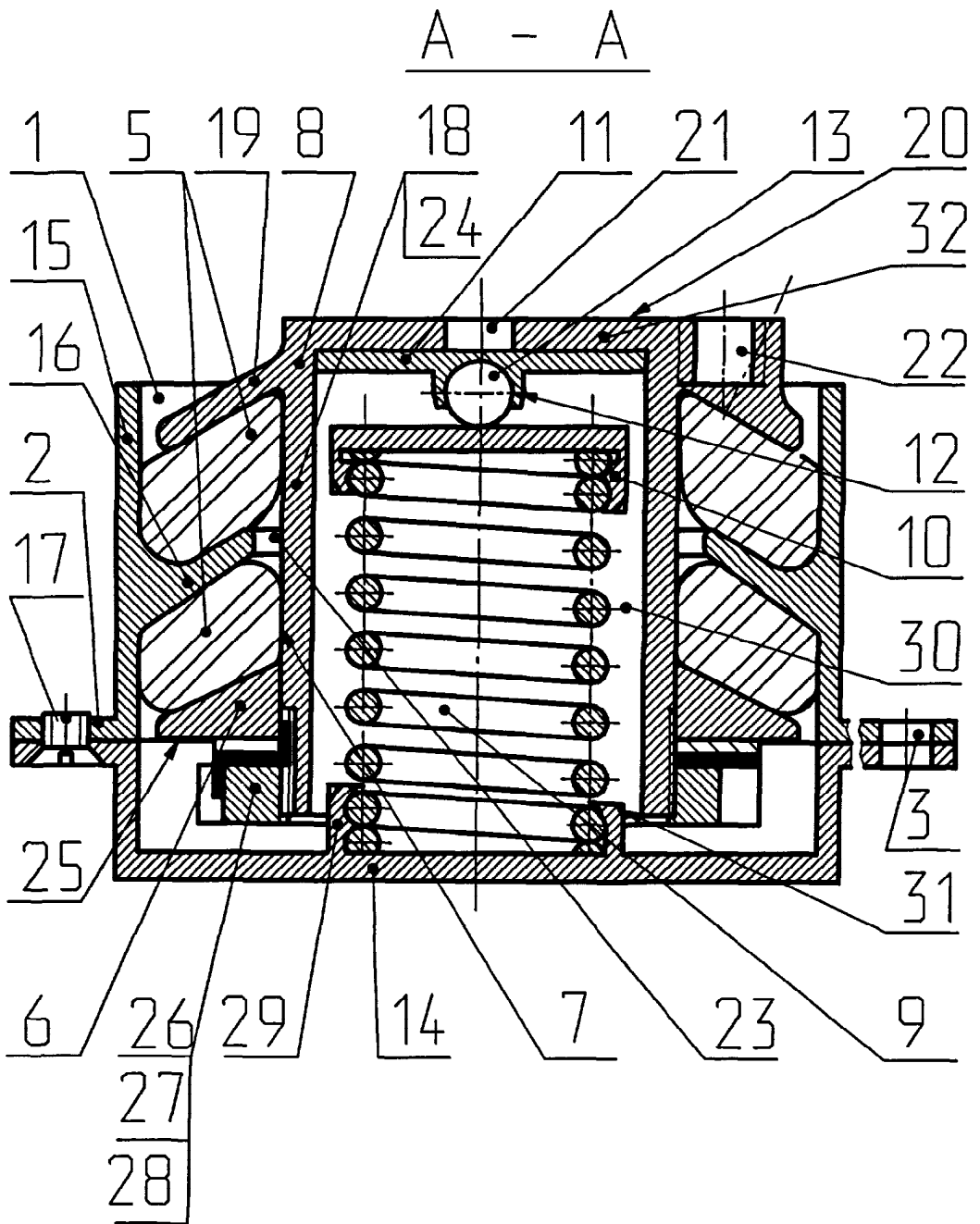
(54) ВИБРОИЗОЛЯТОР БОЛЬШОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ РАЗГРУЖЕННЫЙ (ВБГР)

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению. Виброизолятор содержит корпус с прямоугольным фланцем, размещенные в нем две упругие втулки из проволочного материала металлорезины, крышку, стяжной элемент и крепежные детали. Цилиндрическая стенка корпуса выступает с обеих сторон его основания на высоту втулки в свободном состоянии. К фланцу корпуса винтами прикреплено дно виброизолятора. Стяжной элемент выполнен в виде пустотелого цилиндра с круглым фланцем. На наружной поверхности фланца выполнена плоская опорная площадка с центральным и резьбовыми отверстиями. Стяжной элемент размещен в центральных отверстиях упругих втулок и крышки. Заданная величина осевого

натяга упругих втулок создана затяжкой круглой гайки, которая навернута на резьбовой конец стяжного элемента и под которой установлены упругие и контровочная шайбы. Внутри паза стяжного элемента размещена разгрузочная спиральная пружина сжатия с большой податливостью. Пружина по круглой резьбе закреплена в опоре, выполненной на дне виброизолятора. Сверху на пружину по круглой резьбе навинчена крышка. Между крышкой и дном цилиндра размещена опора, которая шаровым упором упирается в крышку пружины, а наружной поверхностью - в дно цилиндра стяжного элемента. Достигается увеличение грузоподъемности и срока службы виброизолятора. 7 з.п. ф-лы, 11 ил.

RU 2506475 C2



RU 2506475 C2

Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F16F 3/08 (2006.01)
F16F 1/362 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2012102251/11, 23.01.2012

(24) Effective date for property rights:
23.01.2012

Priority:

(22) Date of filing: 23.01.2012

(43) Application published: 27.07.2013 Bull. 21

(45) Date of publication: 10.02.2014 Bull. 4

Mail address:

443086, g.Samara, Moskovskoe sh., 34, SGAU,
otdel intellektual'noj sobstvennosti

(72) Inventor(s):

**Ermakov Aleksandr Ivanovich (RU),
Parovaj Fedor Vasil'evich (RU),
Ehskin Izol'd Davidovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovaniya "Samskij
gosudarstvennyj aehrokosmicheskij universitet
imeni akademika S.P. Koroleva" (natsional'nyj
issledovatel'skij universitet)" (SGAU) (RU)**

(54) **UNLOADED VIBRATION ISOLATOR OF LARGE CARRYING CAPACITY**

(57) Abstract:

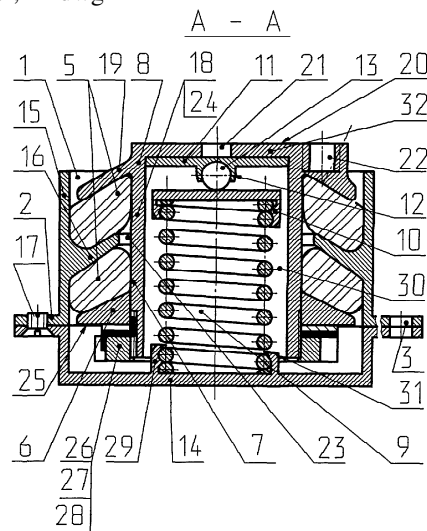
FIELD: machine building.

SUBSTANCE: invention refers to machine building industry. Vibration isolator includes a housing with a rectangular flange, two elastic sleeves from wire material of metal rubber, which are arranged in it, a cover, a tightening element and fastening parts. A cylindrical wall of the housing projects on both sides of its base to the height of the sleeve in free state. A vibration isolator bottom is attached to the housing flange by screws. The tightening element is made in the form of a hollow cylinder with a round flange. A flat supporting platform with central and threaded holes is made on outer surface of the flange. The tightening element is arranged in central holes of elastic sleeves and the cover. Specified value of axial preload of elastic sleeves is created by tightening of a round nut that is screwed on a threaded end of the tightening element and under which elastic and lock washers are installed. An unloading spiral compression spring with high flexibility is arranged inside the slot of the tightening element. The spring is fixed along the round thread in a support made at the vibration isolator bottom. The cover is screwed

from above onto the spring along round thread. Between the cover and the cylinder bottom there arranged is a support the ball stop of which is borne against the spring cover, and its outer surface is borne against the cylinder bottom of the tightening element.

EFFECT: achieving increase in carrying capacity and service life of a vibration isolator.

8 cl, 11 dwg



Фиг. 1

RU 2 506 475 C2

RU 2 506 475 C2

Изобретение относится к виброизолирующим цельнометаллическим устройствам средней и большой грузоподъемности, способным работать в агрессивной среде, в вакууме, в условиях радиации и повышенной температуры (до 450°C).

5 Известен виброизолятор (см. Котов А.С. Расчет Упругодемпфирующих характеристик виброизоляторов из материала МР.// Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Самара - 2007 г.),
содержащий корпус, две конические упругие втулки из проволочного нетканного
10 материала МР («Металлорезины»), крышку, центральную втулку, стяжной винт с буртиком и крепежные детали - шайбы, прорезные гайки и шплинты. На корпусе, крышке и центральной втулке выполнены небольшие концентрические буртики, по которым центрируются втулки из МР и в них создается радиальный натяг. Осевой
15 натяг во втулках из МР создается закручиванием нижней прорезной гайки (если ось виброизолятора вертикальна) до упора крышки в буртик стяжного винта и торца центральной втулки в крышку и в этом положении гайка шплинтуется. Корпус виброизолятора имеет фланец, которым виброизолятор крепится к основанию. Виброизолируемый объект ставится на крышку и закрепляется шайбой, второй прорезной гайкой и шплинтом.

20 Виброизолятор может использоваться при пространственном нагружении. Его упругие втулки работают в режиме двустороннего упругогистерезисного упора при нагружении по всем шести степеням свободы. К числу его положительных качеств следует отнести его относительно небольшие габариты и вес, простоту конструкции и технологии его изготовления.

25 По технической сущности этот виброизолятор наиболее близок к предлагаемому и принят за прототип.

Однако этот виброизолятор имеет и ряд серьезных недостатков.

30 Материал МР плохо работает на растяжение и при крутильных и сдвиговых колебаниях объекта в местах упругих втулок, где они контактируют с центрирующими буртиками, могут возникать растягивающие напряжения, приводящие к местному разрыву материала втулок.

35 В литературном источнике (см. Котов А.С. Расчет упругодемпфирующих характеристик виброизоляторов из материала МР.// Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. - Самара - 2007 г.), где описана эта конструкция виброизолятора, не освещены условия, которые необходимо
40 выполнить при создании работоспособного, тяжело нагруженного виброизолятора с упругогистерезисными элементами, изготовленными из материала МР, удовлетворяющего ТУ заказчика, и не вскрыт их физический смысл (см. ниже).

Упругие втулки виброизолятора изготовлены однонаправленным прессованием заготовки вдоль вертикальной оси втулки. Поэтому углы наклона к оси втулки
45 плоскостей основной массы витков спиралей внутри ее объема мало отличаются от прямого и при значительных радиальных динамических нагрузках будут возникать остаточные радиальные деформации, которые будут быстро нарастать при наработке.

Изделия из материала МР, изготовленные однонаправленным прессованием, лучше всего работают на сжатие в направлении прессования.

50 У прототипа верхняя упругая втулка значительно более нагружена, чем нижняя, так как при нагружении виброизолятора весом объекта она догружается по тому же процессу, которым она нагружалась при создании в ней осевого натяга, а нижняя упругая втулка при этом разгружается и в результате находится в менее нагруженном состоянии даже по сравнению с состоянием ее после создания в ней осевого натяга.

В результате при динамическом нагружении виброизолятора нагружение верхней втулки описывается петлей гистерезиса либо частично, либо целиком лежащей на «хвостах» поля ее упругогистерезисных петель, что значительно ухудшает упругогистерезисные характеристики (УФХ) виброизолятора, увеличивает перегрузки и резонансные частоты виброизолируемого объекта, что в свою очередь приводит к появлению «усадки» материала втулки и снижению осевого натяга втулок. Причем по мере наработки нарастание «усадки» и остаточной радиальной деформации увеличивает плотность материала втулок. Кроме того, за счет износа возрастает трение на контактных поверхностях витков спиралей. Все это будет приводить к тому, что рабочая петля гистерезиса виброизолятора все дальше будет «выталкиваться» на «хвост» поля, будет возрастать среднециклическая жесткость виброизолятора, а следовательно, и резонансные частоты динамической системы «объект-виброизоляторы», коэффициент рассеивания виброизолятора будет снижаться и, следовательно, будут возрастать динамические перегрузки, действующие на объект. Причем интенсивность возрастания неблагоприятного воздействия этих факторов будет непрерывно увеличиваться по мере наработки. Естественно, что интенсивность возрастания этих неблагоприятных факторов сильно зависит от удачности выбора первоначальных конструктивных параметров виброизолятора.

К числу недостатков прототипа следует также отнести отсутствие упругой компенсации потери осевого натяга при наработке, обусловленного жестким скреплением крышки с центральной втулкой. В результате, как показал опыт эксплуатации виброизолятора, за счет уменьшения осевого натяга уменьшается сила затяжки прорезных гаек, несмотря на их контровку шплинтами, и периодически приходится их подзатягивать и шплинтовать.

Поэтому ставится задача разработки виброизолятора большой грузоподъемности (с таким же диапазоном грузоподъемности или большим, чем у прототипа), у которого при крутильных и сдвиговых колебаниях объекта не происходил «закус» материала упругих втулок и местный разрыв его, осевая «усадка» и радиальные сдвиговые остаточные деформации материала МР втулок в процессе наработки не приводили к необходимости периодического перезатягивания прорезных гаек и их шплинтования, при этом предлагаемый виброизолятор по сравнению с прототипом имел бы лучшие УФХ, и, следовательно, динамическая система «виброизолируемый объект - виброизоляторы» имела бы более низкие резонансные частоты и на объект воздействовали меньшие динамические перегрузки как в резонансных зонах, так и в зарезонансных, и, следовательно, предлагаемый виброизолятор имел бы больший ресурс работы, чем прототип.

Поставленная задача решается тем, что предлагается виброизолятор ВБГР большой грузоподъемности, разгруженный, содержащий корпус с прямоугольным фланцем с отверстиями для крепления виброизолятора к опоре, размещенные в нем с радиальным и осевым натягом две конические упругие втулки из проволочного материала МР, изготовленные однонаправленным прессованием в направлении оси втулки, крышку, размещенный в центральном отверстии втулок и крышки стяжной элемент и крепежные детали, отличающийся тем, что цилиндрическая стенка корпуса выступает с обеих сторон его конического основания на высоту втулки в свободном состоянии, к фланцу корпуса винтами прикреплено дно виброизолятора, стяжной элемент выполнен в виде пустотелого цилиндра с круглым коническим фланцем с наружным диаметром, меньшим внутреннего диаметра цилиндрической стенки корпуса на два хода виброизолятора в радиальном направлении, а на наружной

поверхности фланца выполнена плоская опорная площадка с центральным отверстием и одним, двумя или более резьбовыми отверстиями, стяжной элемент с заданным радиальным натягом размещен в центральных отверстиях упругих втулок, причем диаметр внутреннего отверстия конического основания корпуса на два радиальных хода больше диаметра гладкой цилиндрической части стяжного элемента, коническая крышка центрируется на гладкой цилиндрической части стяжного элемента, и ее наружная опорная поверхность выполнена плоской, а ее наружный диаметр равен наружному диаметру конического фланца стяжного элемента, заданная величина осевого натяга упругих втулок создана затяжкой круглой гайки, которая накручена на резьбовой конец стяжного элемента, и под которой установлены одна, две или более упругие шайбы, и контрольная шайба, один ус которой отогнут в паз гайки, а другой в паз стяжного элемента, внутри которого с небольшим осевым натягом размещена разгрузочная спиральная пружина сжатия с большой податливостью - например, ее деформация под действием силы веса G виброизолируемого объекта, приходящейся на виброизолятор, в 5-10 раз и более может превышать деформацию сжатия упругих втулок при воздействии на них этой силы, пружина по круглой резьбе закреплена в опоре, выполненной на дне, а сверху на пружину также по круглой резьбе навинчена крышка, наружный диаметр которой на два хода виброизолятора в радиальном направлении меньше диаметра внутреннего отверстия цилиндра стяжного элемента, в котором размещена пружина, пружина и крышка от отворачивания законтрены вмятиями на стенке опоры и юбке крышки, между крышкой и дном цилиндра с центрированием по его внутренней стенке и с возможностью смещения без перекосов вдоль оси виброизолятора размещена опора, которая шаровым упором-шариком, завальцованным в стержень с возможностью свободного вращения, опирается в крышку пружины, а наружной поверхностью в дно цилиндра стяжного элемента с небольшой силой, созданной небольшим осевым натягом пружины, острые кромки упругих втулок, цилиндрической стенки корпуса, крышки, конического фланца стяжного элемента, а также места соединения стенки корпуса с его основанием и конического фланца с стяжным элементом скруглены радиусами, в лапки объекта, которыми он ставится на виброизоляторы, на заданную длину ввинчены пальцы, законтренные контрольной гайкой, которые при установке объекта на виброизоляторы входят в центральные отверстия опорных площадок фланцев стяжных элементов и отжимают опоры с шаровым упором и пружины так, что лапки прижимаются к опорной площадке фланца стяжного элемента, и виброизолируемый объект в этом положении закрепляется винтами, под каждую головку которых установлены упругая шайба и контрольная шайба с отгибными усами, и длина пальца и его резьбовой части подобраны такими, что подбором длины ввинчивания пальца можно было бы обеспечить, чтобы разгрузочная пружина каждого виброизолятора воспринимала всю силу веса объекта, приходящуюся на этот виброизолятор, либо только заданную ее долю.

По сравнению с прототипом нагрузка, обусловленная осевым и радиальным натягами, более равномерно распределена на всех граничных поверхностях втулок, что существенно улучшает УФХ предлагаемого виброизолятора. У прототипа при нагружении виброизолятора постоянной силой G и динамической циклической силой с максимальной амплитудой, заданным техническим заданием деформация втулок под действием постоянной силы будет в разы больше деформации этих втулок при действии только одной постоянной силы, так как центр петли гистерезиса под

действием постоянной силы сместится в точку с ординатой G процессом с жесткостью, равной наименьшей жесткости из жесткостей процессов, ограничивающих эту петлю, и упругие втулки, работающие в режиме двустороннего упругогистерезисного упора, будут загружаться по петле гистерезиса, либо целиком лежащей на «хвосте» поля
5 упругогистерезисных петель, либо частично захватывающей «хвост», что сильно ухудшает УФХ виброизолятора и приводит к вышеописанным последствиям.

У предлагаемого виброизолятора упругие втулки полностью или частично разгружены от действия постоянной силы G .

10 В результате его упругие втулки во всем рабочем диапазоне загружаются по петлям без «хвостов», что существенно улучшает УФХ виброизолятора - в разы снижает среднециклическую жесткость двустороннего упругогистерезисного упора (втулок) и повышает его коэффициент рассеивания. Причем среднециклическая жесткость всего виброизолятора с учетом жесткости разгрузочной пружины может оказаться
15 существенно меньшей, чем у прототипа, так как в этом случае можно использовать упругие втулки, изготовленные из материала МР меньшей плотности.

В результате применение предлагаемого виброизолятора позволит снизить динамические перегрузки, действующие на систему «виброизолируемый объект - виброизоляторы», расширить диапазон допустимых динамических нагрузок, снизить резонансные частоты системы, существенно снизить интенсивность нарастания «усадки» втулок и ухудшения УФХ виброизолятора при наработке, и, следовательно, увеличить ресурс его эксплуатации.

Отсутствие у предлагаемого виброизолятора буртиков у корпуса, крышки и фланца
25 стяжного элемента, по которым в прототипе центрируются упругие втулки и создаются в них натяги, наличие скруглений острых кромок у стенки корпуса, фланца стяжного элемента и крышки, контактирующих с материалом упругих втулок, и округление острых кромок самих упругих втулок исключает возможность
30 «закусывания» материала втулок и появление местных разрывов в материале.

Установка упругих шайб под круглую гайку и головки крепежных винтов исключает недопустимое ослабление их затяжки при наработке и, следовательно, отпадает надобность их перезатяжки и контролки в процессе эксплуатации.

35 Наименьшая остаточная деформация и скорость ее накопления при наработке при прочих равных условиях получаются у изделий из проволочного материала МР, работающих на циклическое сжатие. Временем накопления остаточной деформации до недопустимого размера определяется ресурс этих изделий.

Поэтому с целью увеличения ресурса виброизолятора предлагается виброизолятор
40 ВБГР большой грузоподъемности, разгруженный, отличающийся тем, что упругие втулки изготавливаются последовательным прессованием заготовки в радиальных и осевом направлениях, причем степень деформирования заготовки на каждой из этих операций - фаз прессования подобрана таким образом, что плоскости витков спиралей основной массы витков в объеме втулки наклонены к вертикальной оси вибратора
45 под углами φ , лежащими в пределах $45^\circ \leq \varphi \leq \alpha$, где α - угол, равный половине угла конуса втулки.

В этом случае доля деформаций сдвига упругих втулок при их радиальном динамическом нагружении уменьшается и уменьшается скорость нарастания
50 остаточной деформации сдвига втулок, за счет чего возрастает ресурс работы виброизолятора.

С целью повышения упругогистерезисных свойств виброизолятора предлагается виброизолятор ВБГР, отличающийся тем, что его разгрузочная пружина выполнена

сплетенной из трех жил.

В виду сложности изготовления трехжильной пружины большой грузоподъемности грузоподъемность этого виброизолятора должна быть меньше, чем у предыдущей конструкции, а упругогистерезисный элемент виброизолятора разгружен только частично от действия силы G .

С целью улучшения противоударных свойств виброизолятора предлагается виброизолятор ВБГР, отличающийся тем, что в его дне закреплена противоударная подушка, изготовленная осевым прессованием из материала МР большой плотности.

Кроме того, предлагается виброизолятор ВБГР, отличающийся тем, что он выполнен с цилиндрическими упругими втулками, причем углы наклона плоскостей витков к вертикальной оси втулки у основной массы витков материала втулки мало отличаются от 45° , и основание корпуса, крышка и фланец стяжного элемента выполнены с плоскими опорными поверхностями.

С целью улучшения УФХ виброизолятора и предохранения его от попадания пыли и грязи предлагается виброизолятор ВБГР, отличающийся тем, что между фланцем стяжного элемента и упругой втулкой и между крышкой и другой упругой втулкой установлены дистанционные проставки, центрирующиеся по стенке корпуса, с центральным отверстием с диаметром, равным диаметру отверстия основания корпуса, и острые кромки проставок скруглены радиусами.

Использование дистанционных проставок улучшает эпюру распределения сжимающей осевой нагрузки по опорным поверхностям упругих втулок, и, следовательно, улучшает УФХ виброизолятора, и предохраняет от попадания пыли и грязи в упругие втулки.

У рассмотренных конструкций виброизоляторов ВБГР жесткость разгрузочной пружины на сдвиг практически не включена в жесткость виброизолятора на сдвиг вследствие малости сил трения качения между шариком шарового упора и крышкой пружины.

Если резонансные частоты сдвиговых колебаний объекта, получаемые при включении сдвиговой жесткости разгрузочной пружины в радиальных направлениях, допустимы, то конструкция предлагаемого виброизолятора может быть упрощена за счет отсутствия в его конструкции опоры с шаровым упором.

Предлагается виброизолятор ВБГР, отличающийся тем, что крышка пружины в ненагруженном состоянии виброизолятора усилием, созданным осевым натягом разгрузочной пружины, прижата непосредственно к дну цилиндра стяжного элемента, а между крышкой и стенкой цилиндра имеется концентричный зазор, немного меньший или равный ходу виброизолятора в радиальных направлениях.

В этом случае при небольших сдвиговых радиальных смещениях пружины, при которых не происходит взаимное проскальзывание пальца относительно крышки, сдвиговая жесткость пружины полностью включается в сдвиговую жесткость виброизолятора, а при сдвиговых смещениях, при которых происходит взаимное проскальзывание этих элементов, приближенно можно принять, что в сдвиговую жесткость виброизолятора включается среднециклическая жесткость петли гистерезиса, по которой загружаются эти элементы при сдвиговой деформации виброизолятора, а эта жесткость меньше сдвиговой жесткости пружины в радиальных направлениях.

Кроме того, предлагается виброизолятор ВБГР, отличающийся от предыдущего только тем, что крышка пружины сцентрирована по стенке цилиндра стяжного элемента и имеет возможность без заклинивания смещаться вдоль оси цилиндра, а

между пружиной и стенкой цилиндра имеется концентричный зазор, немного меньший или равный ходу виброизолятора в радиальных направлениях.

В этом случае при любых допустимых смещениях виброизолятора вся сдвиговая жесткость разгрузочной пружины включается в сдвиговую жесткость виброизолятора.

Конструкции предлагаемых виброизоляторов поясняются фигурами, на которых крепление виброизолятора к объекту и основанию показано, как «обстановка» на сборочном чертеже тонкой сплошной линией.

На фиг.1 изображен разрез по А-А на фиг.2 виброизолятора ВБГР с коническими втулками.

На фиг.2 изображен вид сверху этого виброизолятора.

На фиг.3 изображен разрез по А-А на фиг.2 виброизолятора ВБГР с коническими втулками, после закрепления на нем виброизолируемого объекта.

На фиг.4 изображен разрез по А-А на фиг.2 виброизолятора ВБГР с коническими втулками с противоударной подушкой.

На фиг.5 изображен разрез по А-А на фиг.2 виброизолятора ВБГР с коническими втулками, трехжильной разгрузочной пружиной и противоударной подушкой.

На фиг.6 изображен возможный вариант исполнения виброизолятора ВБГР с коническими втулками.

На фиг.7 изображен виброизолятор ВБГР с цилиндрическими втулками.

На фиг.8 изображен виброизолятор ВБГР с цилиндрическими втулками, дистанционными проставками и противоударной подушкой.

На фиг.9 изображен фрагмент виброизолятора ВБГР с цилиндрическими втулками, с дистанционными проставками, в состоянии поставки, с крышкой разгрузочной пружины, непосредственно упирающейся в дно цилиндра стяжного элемента, с концентричным зазором между крышкой и стенкой цилиндра.

На фиг.10 изображен фрагмент того же виброизолятора, но с крышкой разгрузочной пружины, центрирующейся по стенке цилиндра стяжного элемента.

На фиг.11 изображен качественный вид поля упругогистерезисных петель упругих втулок при циклическом нагружении виброизолятора различными видами нагрузок.

Предлагаемый виброизолятор ВБГР большой грузоподъемности, разгруженный (см. фиг.1 и 2) содержит корпус 1 с прямоугольным фланцем 2 с отверстиями 3 для крепления виброизолятора к основанию 4 (см. фиг.3), размещенные в нем с радиальным и осевым натягом две конические упругие втулки 5 (см. фиг.1) из проволочного материала МР, изготовленные однонаправленным прессованием в направлении оси втулки, коническую крышку 6, размещенный в центральном отверстии 7 втулок 5 и крышки 6 стяжной элемент 8, разгрузочную спиральную пружину сжатия 9, крышку пружины 10, опору 11 с шаровым упором 12 с завальцованным в нем со свободой вращения шариком 13, дно 14 и крепежные детали.

Цилиндрическая стенка 15 корпуса 1 выступает с обеих сторон его конического основания 16 на высоту втулки 5 в свободном состоянии. Дно 14 винтами 17 прикреплено к фланцу 2 корпуса 1. Стяжной элемент 8 выполнен в виде пустотелого цилиндра 18 с круглым коническим фланцем 19 с наружным диаметром, меньшим внутреннего диаметра цилиндрической стенки 15 корпуса 1 на два хода виброизолятора в радиальном направлении, а на наружной поверхности фланца 19 выполнена плоская опорная площадка 20 с центральным отверстием 21 и одним, двумя или более резьбовыми отверстиями 22 (см. фиг.1 и 2). Стяжной элемент 8 (см. фиг.1) с заданным радиальным натягом размещен в центральных отверстиях 7 упругих втулок 5, Диаметр внутреннего отверстия 23 конического основания 16

корпуса 1 на два радиальных хода больше диаметра гладкой цилиндрической части 24
 стяжного элемента 8. Коническая крышка 6 центрируется на гладкой цилиндрической
 части 24 стяжного элемента 8, и ее наружная опорная поверхность 25 выполнена
 5 плоской. Наружный диаметр крышки 6 равен наружному диаметру конического
 фланца 19 стяжного элемента 8. Заданная величина осевого натяга упругих втулок 5
 создана затяжкой круглой гайки 26, которая накручена на резьбовой конец стяжного
 элемента 8, и под которой установлены одна, две или более упругие шайбы 27, и
 10 контрольная шайба 28, один ус которой отогнут в паз гайки 26, а другой в паз
 стяжного элемента 8. Внутри стяжного элемента 8 с небольшим осевым натягом
 размещена разгрузочная спиральная пружина сжатия 9 с большой податливостью -
 например, ее деформация под действием силы веса G виброизолируемого объекта,
 приходящейся на виброизолятор, в 5-10 раз и более может превышать деформацию
 15 сжатия упругих втулок 5 при воздействии на них этой силы. Пружина 9 по круглой
 резьбе закреплена в опоре 29, выполненной на дне 14. Сверху на пружину 9 также по
 круглой резьбе навинчена крышка 10, наружный диаметр которой на два хода
 виброизолятора в радиальном направлении меньше диаметра внутреннего
 отверстия 30 цилиндра 18 стяжного элемента 8, в котором размещена пружина.
 20 Пружина 9 и крышка 10 от отворачивания законтрены вмятиями 31 на стенке
 опоры 29 и юбке крышки 10. Между крышкой 10 и дном 32 цилиндра 18 с
 центрированием по его внутренней стенке и с возможностью смещения без перекосов
 вдоль оси виброизолятора размещена опора 11, которая шаровым упором 12,
 шариком 13, завальцованным в него с возможностью свободного вращения,
 25 упирается в крышку 10 пружины 9, а наружной поверхностью в дно 32 цилиндра 18
 стяжного элемента 8 с небольшой силой, созданной небольшим осевым натягом
 пружины. Острые кромки упругих втулок 5, цилиндрической стенки 16 корпуса 1,
 крышки 6, конического фланца 19 стяжного элемента 8, а также места соединения
 30 стенки 15 корпуса 1 с его основанием 16 и конического фланца 19 с стяжным
 элементом 8 скруглены радиусами. В лапки 33 объекта 34 (см. фиг.3), которыми он
 ставится на виброизоляторы, на заданную длину ввинчены пальцы 35, законтренные
 контрольной гайкой 36, которые при установке объекта 34 на виброизоляторы
 входят в центральные отверстия 21 опорных площадок 20 фланцев 19 стяжных
 35 элементов 8 и отжимают опоры 11 с шаровым упором 12 и пружины 9 так, что
 лапки 33 прижимаются к опорной площадке 20 фланца 19 стяжного элемента 8, и
 виброизолируемый объект в этом положении закрепляется винтами 37. Под каждую
 головку винтов 37 установлены упругая шайба 38 и контрольная шайба 39 с
 40 отгибными усами. Длина пальца 35 и его резьбовой части подобраны такими, что
 подбором длины ввинчивания пальца можно установить, чтобы разгрузочная
 пружина 9 каждого виброизолятора воспринимала всю силу веса объекта 34,
 приходящуюся на этот виброизолятор, либо только заданную ее долю. Виброизолятор
 винтами 37, под головки которых также установлены упругие шайбы 38 и
 45 контрольные шайбы 39, закреплен на основании 4.

Упругие втулки 5 могут быть изготовлены последовательным прессованием
 заготовки в радиальных и осевом направлениях (на фигуре не показано), причем
 степень деформирования заготовки на каждой из этих операций - фаз прессования
 50 подобрана таким образом, что плоскости витков спиралей основной массы витков в
 объеме втулки наклонены к вертикальной оси вибратора под углами φ , лежащими в
 пределах $45^\circ \leq \varphi \leq \alpha$, где α - угол, равный половине угла конуса втулки.

Предложены также следующие конструкции виброизолятора ВБГР большой

грузоподъемности, разгруженного, с коническими и цилиндрическими упругими втулками (конструкции этих виброизоляторов хорошо видны на фигурах и подробно не описываются):

5 виброизолятор ВБГР (см. фиг.4) с закрепленной в его дне 40 противоударной подушкой 41, изготовленной осевым прессованием из материала МР большой плотности

виброизолятор ВБГР (см. фиг.5) с разгрузочной пружиной 42, сплетенной из трех жил;

10 виброизолятор ВБГР, выполненный в исполнении, показанном на фиг.6, которое в основном отличается конструкцией дна 43 виброизолятора;

15 виброизолятор ВБГР (см. фиг.7), выполненный с цилиндрическими упругими втулками 44, у которых углы наклона плоскостей витков к вертикальной оси втулки у основной массы витков материала втулки мало отличаются от 45° (на фиг. не показано), и основание 45 корпуса 46, крышка 47 и фланец 48 стяжного элемента 49 выполнены с плоскими опорными поверхностями;

20 виброизолятор ВБГР (см. фиг.8), у которого между фланцем 48 стяжного элемента 49 и упругой втулкой 44 и между крышкой 47 и другой упругой втулкой 44 установлены дистанционные проставки 50, центрирующиеся по стенке корпуса 46, с центральным отверстием 51 с диаметром, равным диаметру отверстия 52 основания 45 корпуса 46, и острые кромки проставок 50 скруглены радиусами;

25 виброизолятор ВБГР (см. фиг.9), у которого крышка 53 пружины 54 в ненагруженном состоянии виброизолятора усилием, созданным осевым натягом разгрузочной пружины 54, прижата непосредственно к дну 55 цилиндра 56 стяжного элемента 49, а между крышкой и стенкой цилиндра 56 имеется концентричный зазор 57, немного меньший или равный ходу виброизолятора в радиальных направлениях;

30 виброизолятор ВБГР (см. фиг.10), которого крышка 53 пружины 54 сцентрирована по стенке цилиндра 56 стяжного элемента 49 и имеет возможность без заклинивания смещаться вдоль оси цилиндра, а между пружиной 54 и стенкой цилиндра 56 имеется концентричный зазор 58, немного меньший или равный ходу виброизолятора в радиальных направлениях..

35 Сборка различных вариантов предлагаемых виброизоляторов ВБГР мало отличается друг от друга. Поэтому рассмотрим только сборку виброизолятора ВБГР (фиг.1 и 2).

40 В корпус 1 устанавливаются упругие втулки 5. Для установки стяжного элемента 8 и создания радиального натяга во втулках 5 используется технологический заборный конус. В зависимости от высоты втулки 5 и конструкции стяжного элемента 8 он может навинчиваться на резьбовой конец стяжного элемента до упора в гладкую часть его цилиндра 18, либо по внутренней резьбе завинчиваться в этот цилиндр до упора в его торец, либо не соединяться со стяжным элементом 8 (технологический заборный конус и возможные варианты его использования на фигуре не показаны).

45 Меньший диаметр заборного конуса меньше диаметра центрального отверстия втулки 5 в свободном состоянии, а больший равен или немного больше диаметра гладкой части цилиндра 18 стяжного элемента 8. С заданным радиальным натягом вставляют стяжной элемент 8 (с заборным конусом) в центральные отверстия 7 упругих втулок 5 до упора фланцем 19 в упругую втулку 5 и убирают технологический заборный конус. Последовательно одевают на стяжной элемент 8 крышку 6, одну, две или более упругие шайбы 27 и контрольную шайбу 28, навинчивают круглую

гайку 26, затягивают ее пока не будет создан заданный осевой натяг в упругих втулках 5, который контролируют по размеру между наружным торцом круглой гайки 26 и плоской опорной площадкой 20 фланца 19. Затем контрят круглую гайку 26. Пружину 9 ввинчивают в опору 29 дна 14 и на нее навинчивают крышку 10. Пружину 9 и крышку 10 контрят вмятиями 31 стенки опоры 29 и юбки крышки 10. Устанавливают опору 11 с шаровым упором 12 и дно 14 с смонтированными на нем пружиной 9 и крышкой 10 и крепят дно 14 к корпусу 1 винтами 17, которые от отворачивания контрят краской таким образом, чтобы краска не мешала точной установке виброизолятора на рабочем месте.

На рабочем месте виброизоляторы ВБГР (см. фиг.3) крепят к основанию 4 винтами 37 с помощью упругих шайб 38 и контрольных шайб 39. В лапки 33 виброизолируемого объекта 34 на заданную длину ввинчивают пальцы 35 и контрят их гайками 36. Устанавливают объект 34 на виброизоляторы, при этом лапки 33 установятся на опорные площадки 20 виброизоляторов. Закрепляют объект 34 на виброизоляторах винтами 37, упругими шайбами 38 и контрольными шайбами 39.

При любой загрузке виброизолятора ВБГР его упругие втулки работают в режиме двустороннего упругогистерезисного упора - либо одна втулка нагружается, другая разгружается, либо одна половина каждой втулки нагружается, а другая ее половина разгружается. При полной разгрузке упругих втулок от действия постоянной силы G - веса виброизолируемого объекта, действующего на виброизолятор, его упругие втулки при действии на него периодической динамической нагрузки загружаются по процессам поля упругогистерезисных петель, изображенным на фиг.11 утолщенной сплошной линией. Параметры предлагаемых виброизоляторов ВБГР подбираются таким образом, что при действии динамических нагрузок, меньших или равных допустимым, «рабочие» петли 59 (см. фиг.11) были без «хвостов» 60 или при необходимости с небольшими «хвостами». При ударной нагрузке допускается загрузка виброизолятора по процессу с «хвостом».

Центр поля «рабочих» петель лежит в точке $O(0,0)$ - ненагруженном состоянии упругих втулок. В этом случае у предлагаемых виброизоляторов ВБГР будут лучшие из возможных УФХ и, следовательно, диапазон рабочих настроек виброизолятора будет более широким, резонансные частоты системы «виброизолируемый объект - виброизоляторы» будут ниже и ниже будут динамические перегрузки, действующие на объект, как на резонансах, так и в зарезонансных рабочих областях. Следовательно большим будет ресурс работы виброизоляторов.

Предлагаемые виброизоляторы ВБГР работают при всех видах динамической нагрузки, действующей по всем шести степеням свободы. Они обладают демпфированием в 2,5-3 раза большим и допускают удельную динамическую нагрузку (в пересчете на единичный объем упругогистерезисного элемента), раз в пять большую, чем у виброизоляторов с резиновыми упругогистерезисными элементами. При большой грузоподъемности их габариты будут существенно меньше габаритов виброизоляторов такой же грузоподъемности с резиновыми упругогистерезисными элементами. Они расчетны и могут эксплуатироваться в агрессивной среде, в условиях радиации, вакуума и повышенной температуры. Их преимущества по сравнению с прототипом описаны выше.

Кроме того, в большинстве практических случаев на виброизоляторы будут действовать различные по величине составляющие веса объекта и на рабочем месте ввинчиванием пальца 35 на различную длину в лапки 33 упругие втулки виброизоляторов ВБГР можно будет полностью разгрузить от действия этих

составляющих.

Формула изобретения

5 1. Виброизолятор большой грузоподъемности разгруженный, содержащий корпус с
прямоугольным фланцем с отверстиями для крепления виброизолятора к опоре,
размещенные в нем с радиальным и осевым натягом две конические или
цилиндрические упругие втулки из проволочного материала металлорезины,
изготовленные однонаправленным прессованием в направлении оси втулки, крышку,
10 размещенный в центральном отверстии втулок и крышки стяжной элемент и
крепежные детали, отличающийся тем, что цилиндрическая стенка корпуса выступает
с обеих сторон его основания на высоту втулки в свободном состоянии, к фланцу
корпуса винтами прикреплено дно виброизолятора, стяжной элемент выполнен в виде
15 пустотелого цилиндра с круглым фланцем с наружным диаметром, меньшим
внутреннего диаметра цилиндрической стенки корпуса на два хода виброизолятора в
радиальном направлении, выполняемым коническим для конических упругих втулок
или цилиндрическим для цилиндрических упругих втулок, а на наружной поверхности
фланца выполнена плоская опорная площадка с центральным отверстием и одним,
20 двумя или более резьбовыми отверстиями, стяжной элемент с заданным радиальным
натягом размещен в центральных отверстиях упругих втулок, причем диаметр
внутреннего отверстия основания корпуса, конического для конических упругих
втулок и плоского для цилиндрических упругих втулок, на два радиальных хода
25 больше диаметра гладкой цилиндрической части стяжного элемента, крышка
выполнена конической для конических упругих втулок и плоской для цилиндрических
упругих втулок и центрируется по гладкой цилиндрической части стяжного элемента,
и ее наружная опорная поверхность выполнена плоской, а ее наружный диаметр
равен наружному диаметру фланца стяжного элемента, заданная величина осевого
30 натяга упругих втулок создана затяжкой круглой гайки, которая накручена на
резьбовой конец стяжного элемента и под которой установлены одна, две или более
упругие шайбы и контрольная шайба, один ус которой отогнут в паз гайки, а
другой - в паз стяжного элемента, внутри которого с небольшим осевым натягом
размещена разгрузочная спиральная пружина сжатия с большой податливостью,
35 например, ее деформация под действием силы веса G виброизолируемого объекта,
приходящейся на виброизолятор, в 5-10 раз и более может превышать деформацию
сжатия упругих втулок при воздействии на них этой силы, пружина по круглой резьбе
закреплена в опоре, выполненной на дне, а сверху на пружину также по круглой
40 резьбе навинчена крышка, наружный диаметр которой на два хода виброизолятора в
радиальном направлении меньше диаметра внутреннего отверстия цилиндра стяжного
элемента, в котором размещена пружина, пружина и крышка от отворачивания
законтрены вмятиями на стенке опоры и юбке крышки, между крышкой и дном
цилиндра с центрированием по его внутренней стенке и с возможностью смещения без
45 перекосов вдоль оси виброизолятора размещена опора, которая шаровым упором -
шариком, завальцованным в стержень с возможностью свободного вращения,
упирается в крышку пружины, а наружной поверхностью - в дно цилиндра стяжного
элемента с небольшой силой, созданной небольшим осевым натягом пружины, острые
50 кромки упругих втулок, цилиндрической стенки корпуса, крышки, фланца стяжного
элемента, а также места соединения стенки корпуса с его основанием и фланца со
стяжным элементом скруглены радиусами, в лапки объекта, которыми он ставится на
виброизолятор, на заданную длину ввинчены пальцы, законтренные контрольной

гайкой, которые при установке объекта на виброизоляторы входят в центральные отверстия опорных площадок фланцев стяжных элементов и отжимают опоры с шаровым упором и пружины так, что лапки прижимаются к опорной площадке фланца стяжного элемента, и виброизолируемый объект в этом положении
5 закрепляется винтами, под каждую головку которых установлены упругая шайба и контровочная шайба с отгибными усами, и длина пальца и его резьбовой части подобраны такими, что подбором длины ввинчивания пальца можно было бы
10 обеспечить, чтобы разгрузочная пружина каждого виброизолятора воспринимала всю силу веса объекта, приходящуюся на этот виброизолятор, либо только заданную ее долю.

2. Виброизолятор большой грузоподъемности разгруженный по п.1, отличающийся тем, что упругие втулки изготавливаются последовательным прессованием заготовки в радиальных и осевом направлениях, причем степень деформирования заготовки на
15 каждой из этих операций - фаз прессования подобрана таким образом, что плоскости витков спиралей основной массы витков в объеме втулки наклонены к вертикальной оси вибратора под углами φ , лежащими в пределах $45^\circ \leq \varphi \leq \alpha$, где α - угол, равный половине угла конуса втулки.

3. Виброизолятор большой грузоподъемности разгруженный по п.1 или 2, отличающийся тем, что его разгрузочная пружина выполнена сплетенной из трех жил.
20

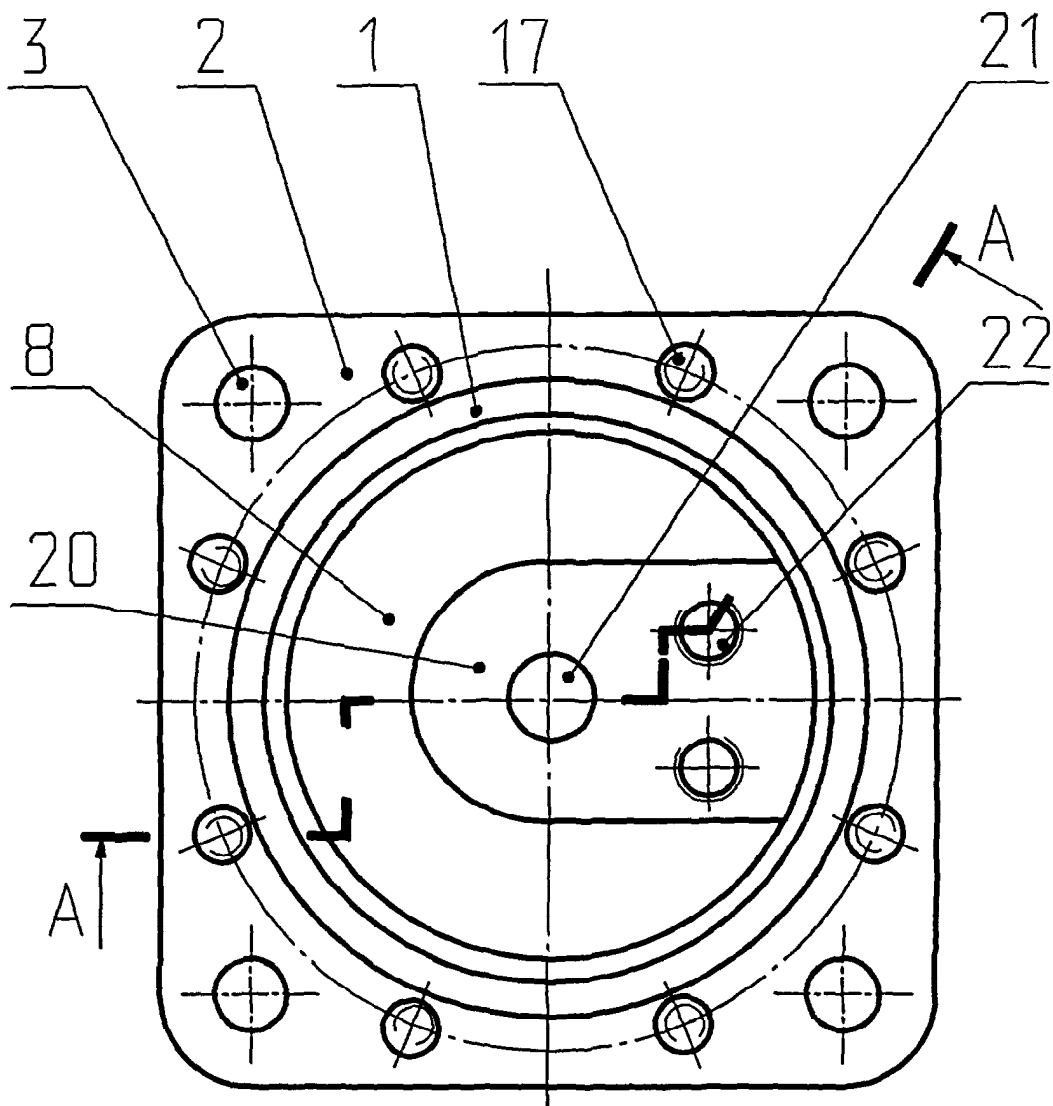
4. Виброизолятор большой грузоподъемности разгруженный по п.3, отличающийся тем, что в его дне закреплена противоударная подушка, изготовленная осевым прессованием из материала металлорезины большой плотности
25

5. Виброизолятор большой грузоподъемности разгруженный по п.4, отличающийся тем, что он выполнен с цилиндрическими упругими втулками, причем углы наклона плоскостей витков к вертикальной оси втулки у основной массы витков материала втулки мало отличаются от 45° .

6. Виброизолятор большой грузоподъемности разгруженный по п.5, отличающийся тем, что между фланцем стяжного элемента и упругой втулкой и между крышкой и другой упругой втулкой установлены дистанционные проставки, центрирующиеся по стенке корпуса, с центральным отверстием с диаметром, равным диаметру отверстия основания корпуса, и острые кромки проставок скруглены радиусами.
30

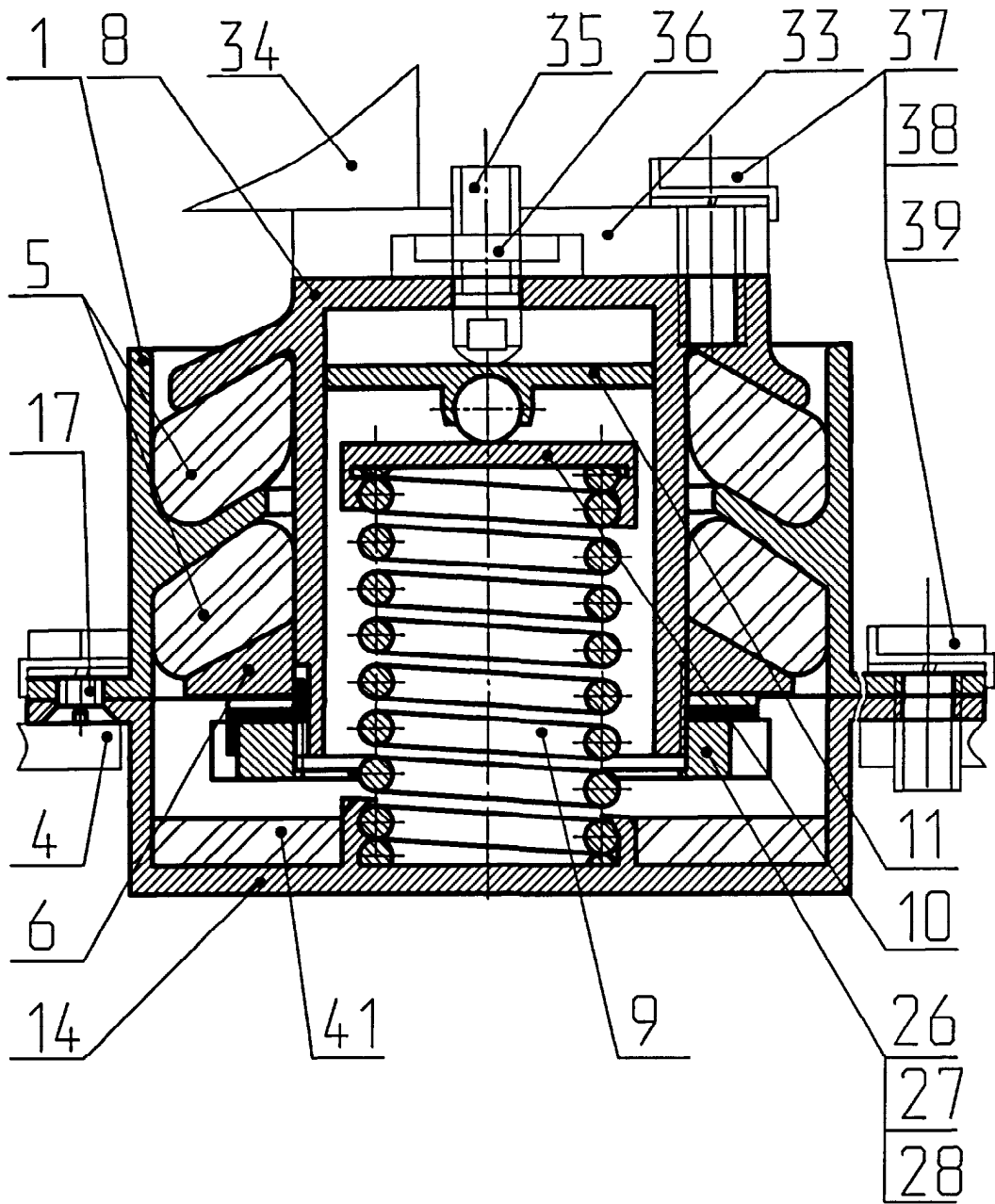
7. Виброизолятор большой грузоподъемности разгруженный по п.6, отличающийся тем, что крышка пружины в ненагруженном состоянии виброизолятора усилием, созданным осевым натягом разгрузочной пружины, прижата непосредственно к дну цилиндра стяжного элемента, а между крышкой и стенкой цилиндра имеется
40 концентричный зазор, немного меньший или равный ходу виброизолятора в радиальных направлениях.

8. Виброизолятор большой грузоподъемности разгруженный по п.7, отличающийся тем, что крышка пружины сцентрирована по стенке цилиндра стяжного элемента и имеет возможность без заклинивания смещаться вдоль оси цилиндра, а между
45 пружиной и стенкой цилиндра имеется концентричный зазор, немного меньший или равный ходу виброизолятора в радиальных направлениях.



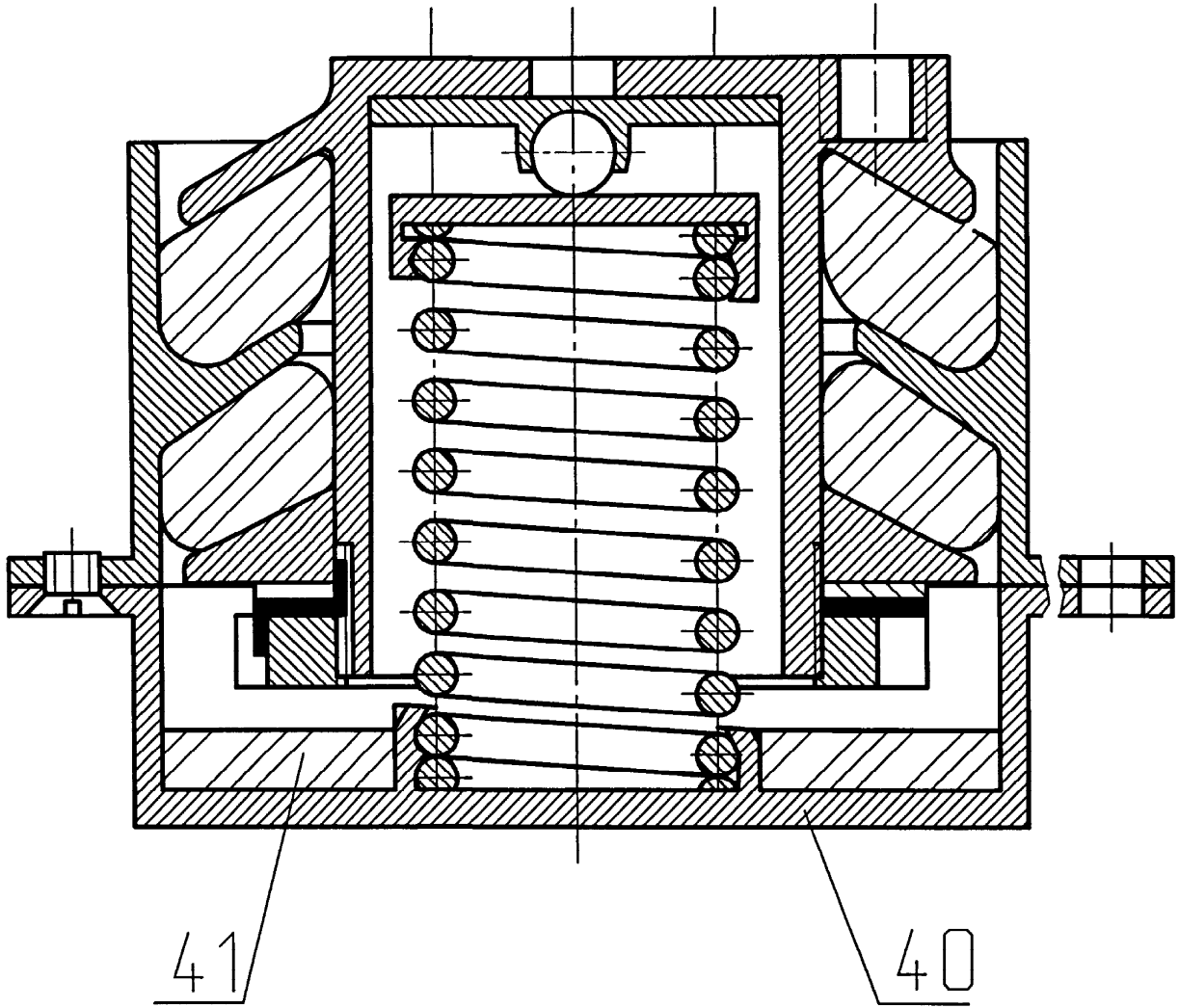
Фиг. 2

A - A



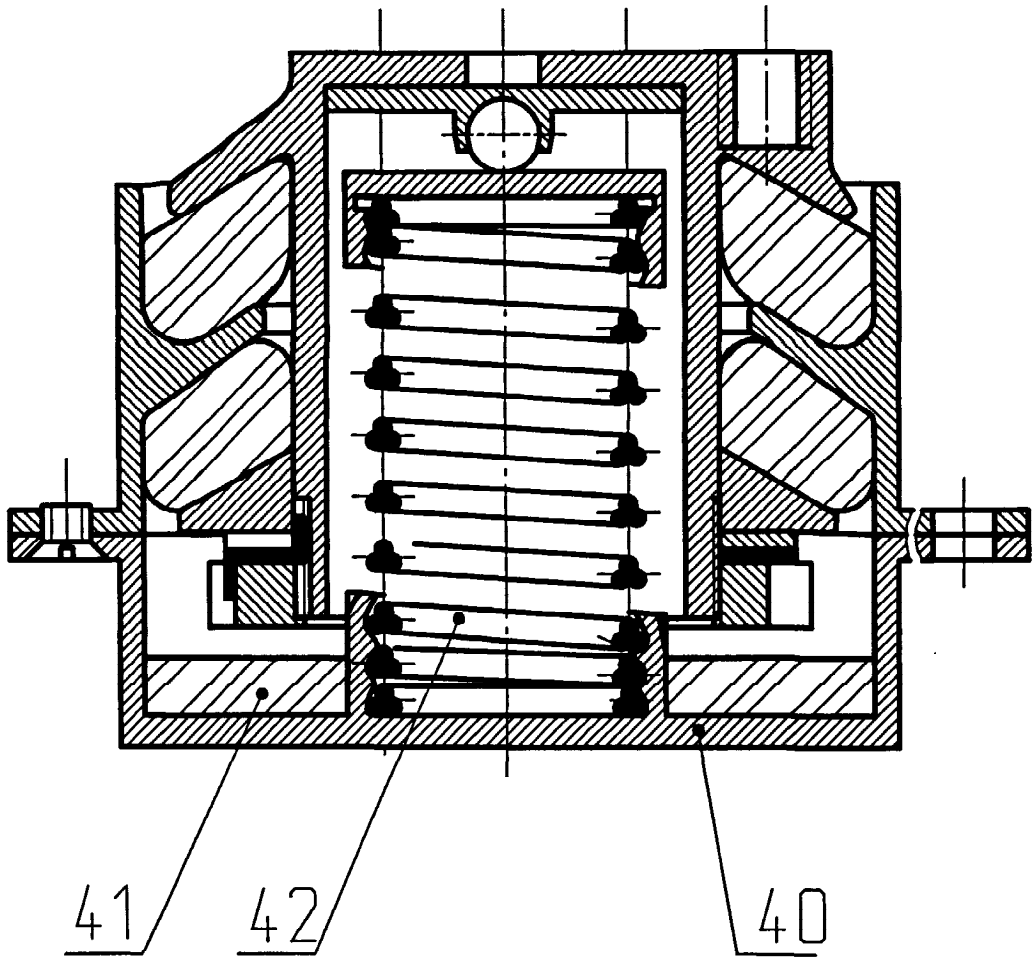
Фиг. 3

A — A

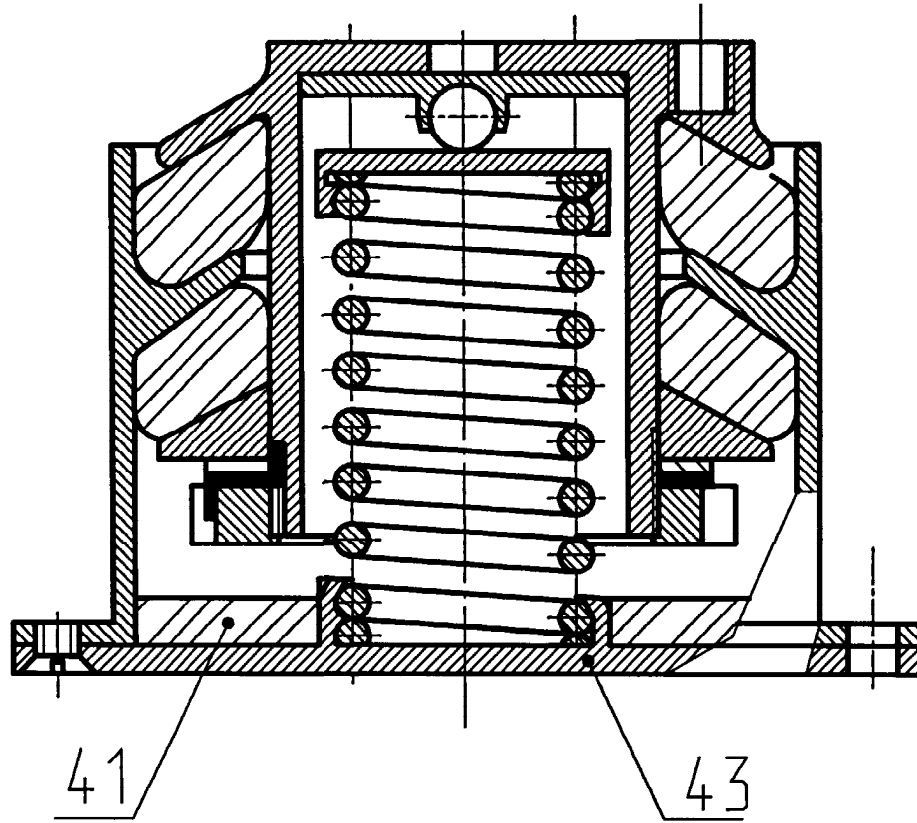


Фиг. 4

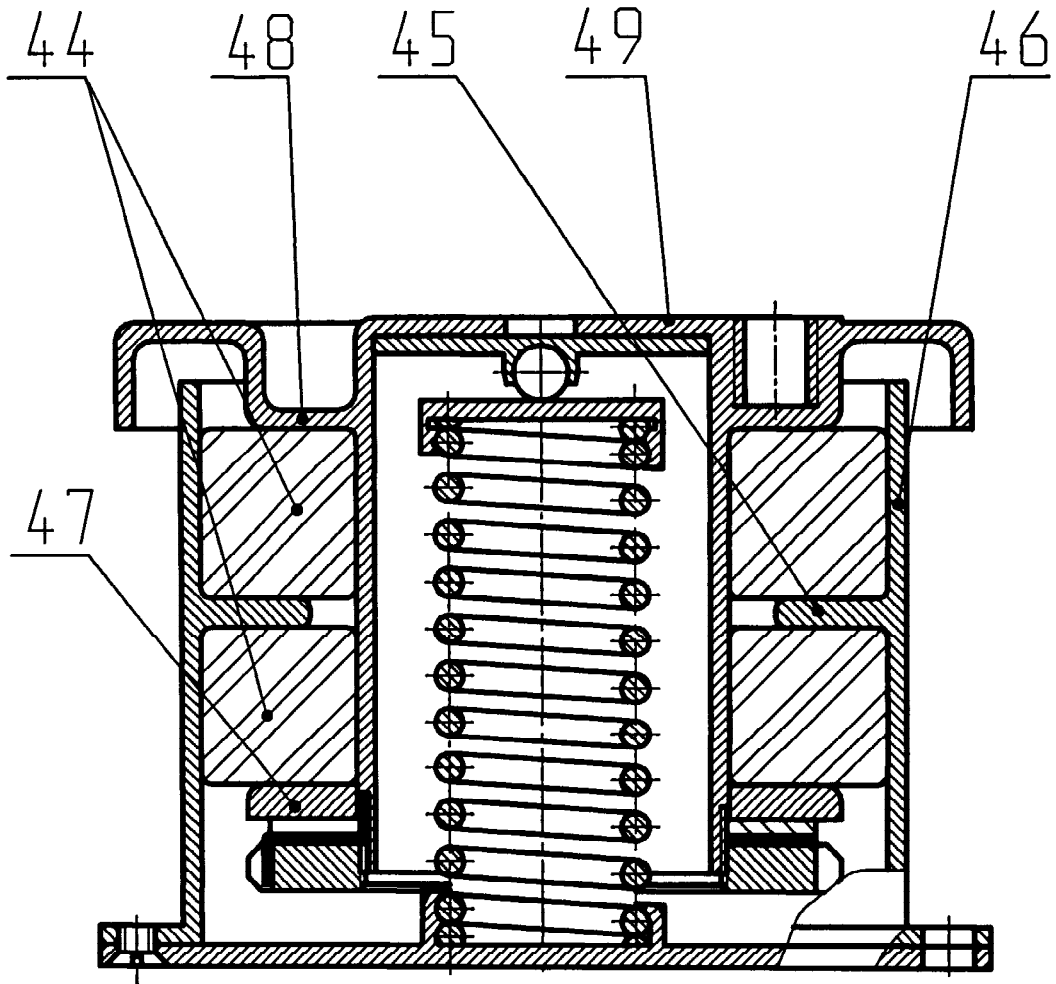
A - A



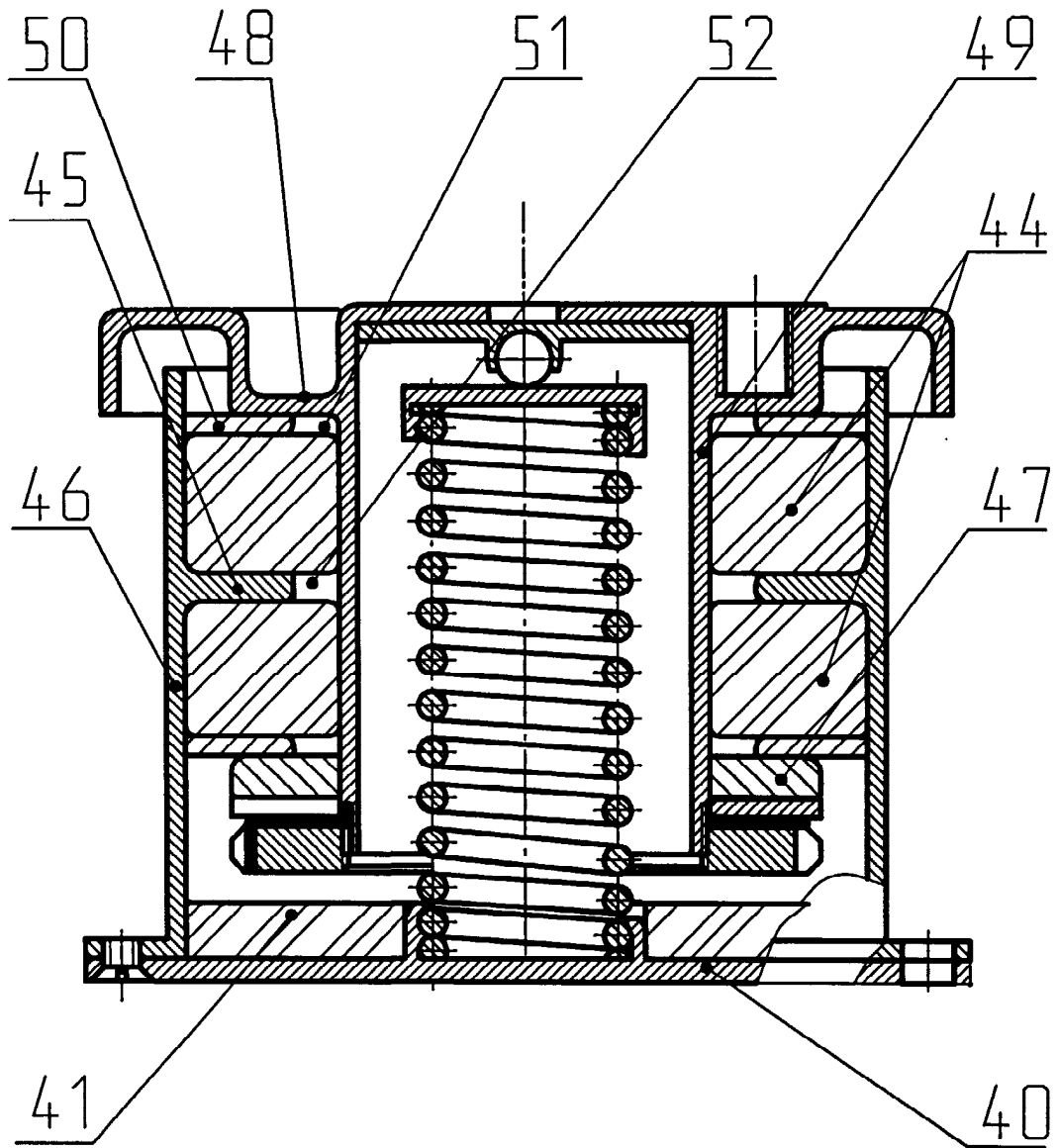
Фиг. 5



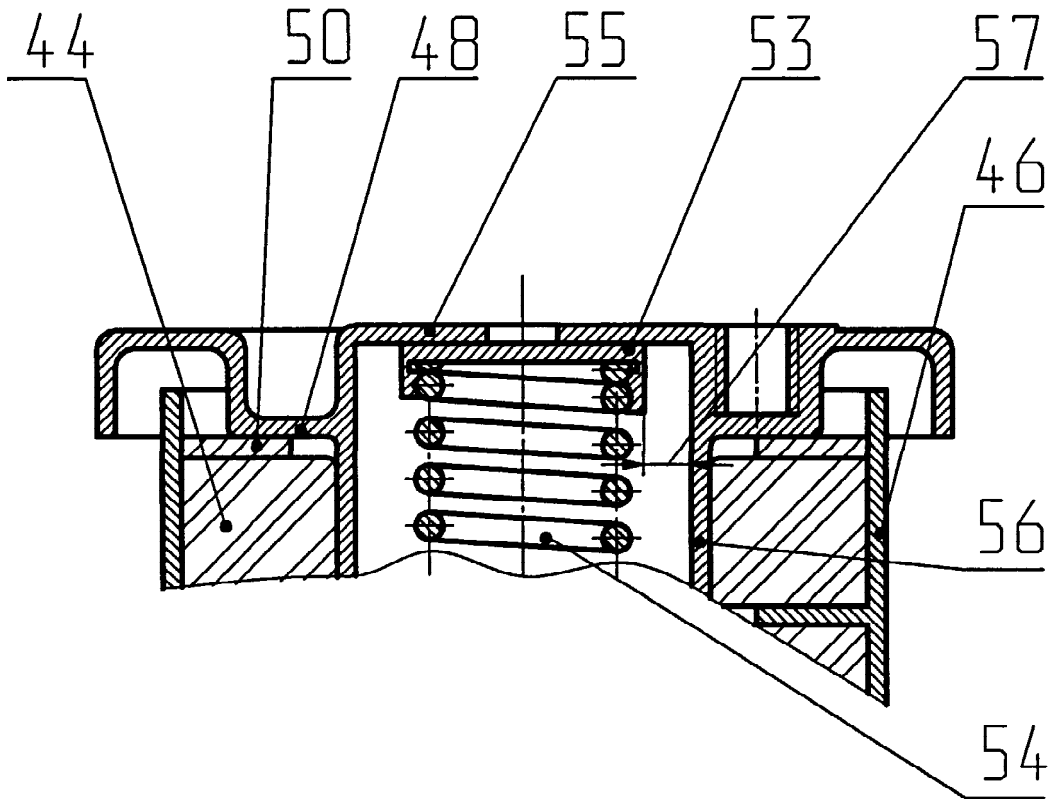
ФУ2. 6



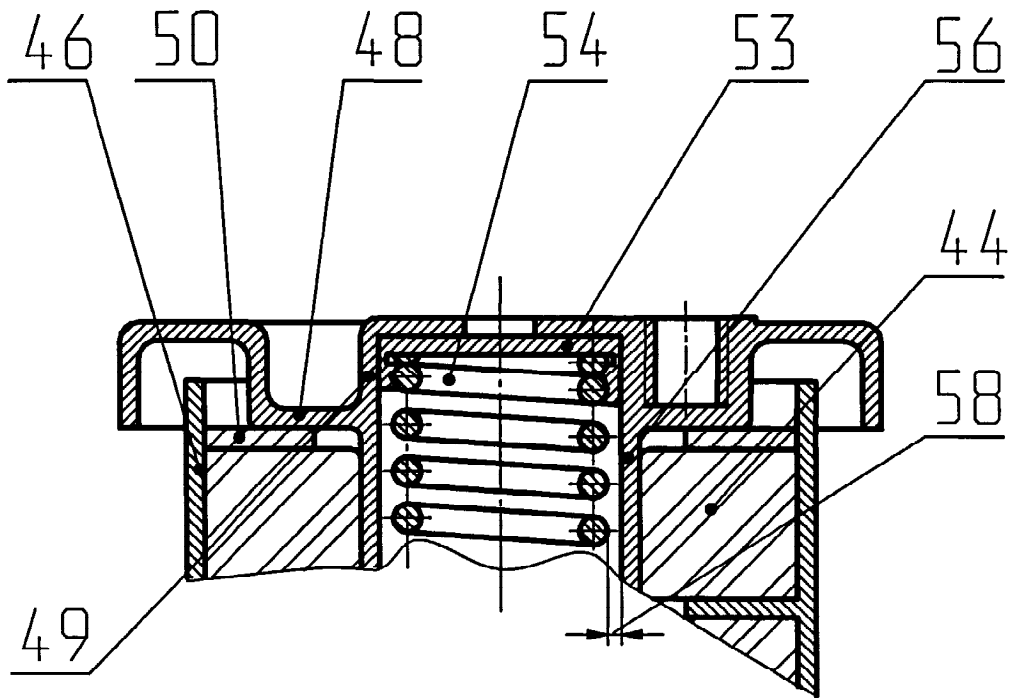
Фиг. 7



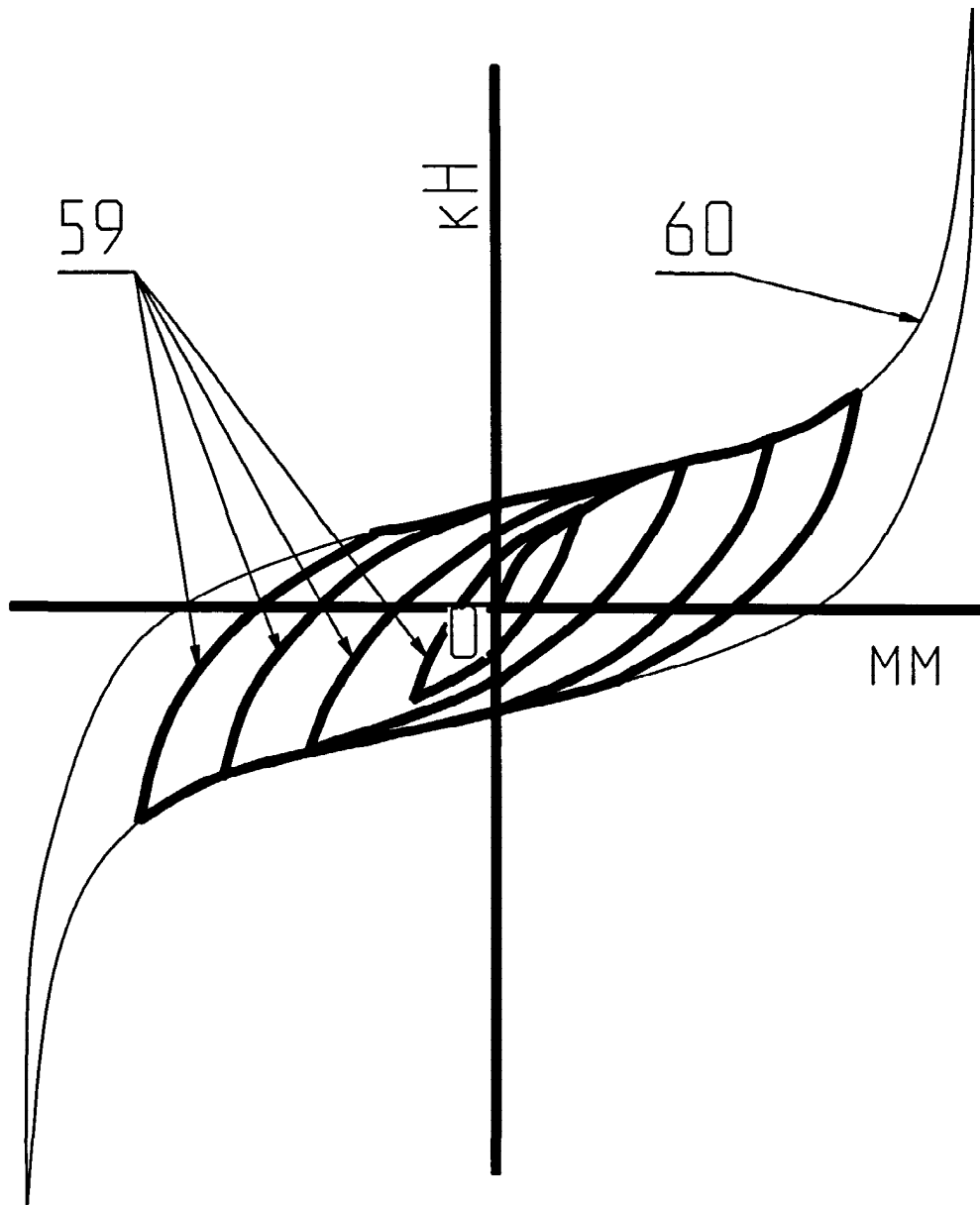
Фиг. 8



Фиг. 9



Фиг. 10



Фиг. 11