РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 246526

ВИБРОИЗОЛИРУЮЩАЯ ОПОРА С ОГРАНИЧИТЕЛЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

Патентообладатель: ***Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)***

Авторы: ***Будилов Игорь Николаевич (RU), Тюляндин Сергей Николаевич (RU)***

Заявка № **2026115458**

Приоритет полезной модели **20 мая 2026 г.**

Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **14 октября 2026 г.**

Срок действия исключительного права на полезную модель истекает **20 мая 2036 г.**

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **246 526**(13) **U1**

(51) МПК
F16F 3/093 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F16F 3/093 (2026.08)

(21)(22) Заявка: **2026115458, 20.05.2026**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.05.2026

Дата регистрации:
14.10.2026

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **20.05.2026**

(45) Опубликовано: **14.10.2026** Бюл. № **29**

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, Санкт-Петербургский Горный Университет, Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):
Будилов Игорь Николаевич (RU),
Тюляндин Сергей Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2802264 C1, 24.08.2023. RU 2604911 C2, 20.12.2016. RU 2550583 C1, 10.05.2015. RU 2443918 C1, 27.02.2012. JP 2020185957 A, 19.11.2020.**

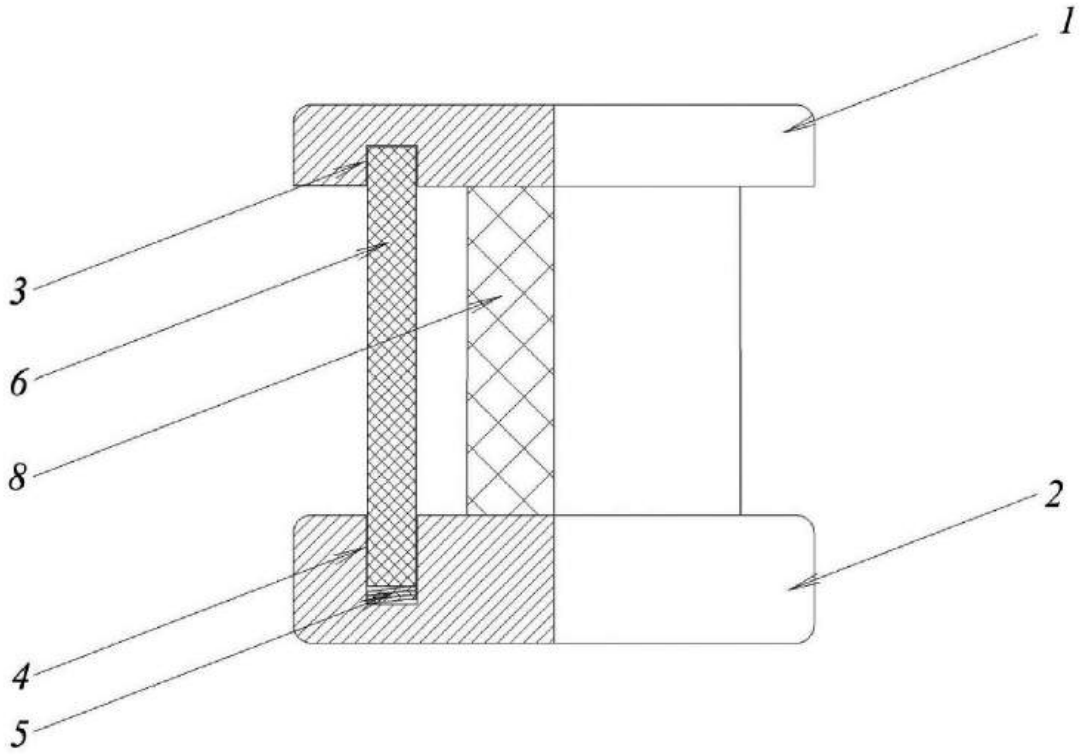
(54) ВИБРОИЗОЛИРУЮЩАЯ ОПОРА С ОГРАНИЧИТЕЛЕМ НЕЛИНЕЙНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области виброзащиты технологического оборудования и может быть использована для виброизоляции магистральных насосных агрегатов и компрессоров на нефтеперекачивающих и энергонасосных станциях. Техническим результатом является повышение надежности и долговечность работы магистрального насосного агрегата. Повышение надежности и долговечности магистрального насосного агрегата и трубопроводов достигается за счет введения в конструкцию виброизолирующей опоры композитного ограничителя хода с продольным разрезом, композитных соединительных вставок и пакета тарельчатых пружин, которые совместно обеспечивают адаптивную нелинейную характеристику жесткости и демпфирования, предотвращая резкий рост напряжений в корпусе и его разрушение при экстремальных нагрузках.

RU 246526 U1

RU 246526 U1



Фиг. 1

RU 246526 U1

RU 246526 U1

Полезная модель относится к области виброзащиты технологического оборудования и может быть использована для виброизоляции магистральных насосных агрегатов и компрессоров на нефтеперекачивающих и энергонасосных станциях.

Известна регулируемая виброопора со сферическими упругими демпферами (патент RU № 209523, опубл. 16.03.2021), состоящая из регулируемой виброопоры со сферическими упругими демпферами, содержащая верхнее и нижнее основания, связывающий их центральный стержень, между основаниями на стержне установлен стакан со сферическими упругими демпферами, на нижнем основании установлен цилиндрический упругий элемент, а на нижнем конце стержня установлена регулирующая гайка.

Недостатком является выполнение основного демпфирующего узла в виде не связанных между собой свободно лежащих сферических демпферов, которые обеспечивают непредсказуемый и нестабильный характер демпфирования, что не позволяет надежно гасить вибрации.

Известен виброизолятор для виброударозащиты приборов, агрегатов, силовых установок (патент RU № 95375, опубл. 27.06.2010), который состоит из корпуса, упругодемпфирующего элемента колоколообразной формы, выполненного из опрессованного проволочного материала, крепежных элементов и противоударных устройств, упругодемпфирующий элемент установлен и защемлен по внешнему диаметру в разъемном корпусе с предварительным осевым натягом, ликвидирующим колоколообразность формы, соосно с упругодемпфирующим элементом между ним и корпусом установлена коническая пружина, предварительно сжатая в процессе сборки разъемного корпуса.

Недостатком является конструкция узла с колоколообразным элементом, который защемлен в корпусе совместно с конической пружиной и деформирован за точку потери устойчивости, которая при изменении свойств любого из элементов во время работы не сохраняет заданное соотношение их жесткостей, что не позволяет сохранять близкую к нулю жесткость виброизолятора.

Известен виброизолятор, относящийся к конструкциям виброизоляторов общего назначения (патент RU № 100159, опубл. 10.12.2010), который содержит две опоры с параллельно размещенными между ними упругими элементами, установленный с возможностью перемещения и фиксации в одной из опор регулировочный элемент 3, упругий элемент, воспринимающий осевые нагрузки, включает в себя обладающие нелинейной упругой характеристикой и повышенной демпфирующей способностью последовательно установленные кольцевой блок из эластомера и конический пакет тарельчатых пружин, толщина и диаметр которых увеличиваются от вершины конуса к основанию, а упругий элемент, воспринимающий боковые нагрузки, включает в себя обладающие нелинейной упругой характеристикой и повышенной демпфирующей способностью последовательно установленные комплект размещенных наклонно в пазах опор эластомер-металлических блоков и пакет тарельчатых пружин.

Недостатком является применение пакетов тарельчатых пружин с рабочими поверхностями, контактирующими с фрикционными покрытиями, что приводит к нестабильности демпфирующей способности из-за износа и изменения коэффициента трения в процессе эксплуатации.

Известен амортизатор (патент RU № 104267, опубл. 10.05.2011), содержащий размещенный в полости цилиндрического корпуса с двумя крышками поршень со штоком и установленный между поршнем и крышками упругими элементами, контактирующими с каждым упругим элементом поверхности поршня и крышек,

установленными вокруг штока торообразными резинокордными оболочками, давление внутри которых установлено в зависимости от массы кабины транспортного средства, с целью получения нелинейной упругой характеристики, резинокордные оболочки установлены на сферические упоры.

Недостатком является конструкция узла упругого демпфирования, в котором резинокордная оболочка установлена на сферический упор, формирующий в ее материале под нагрузкой зону высокой концентрации напряжений с переменной геометрией контакта, которая при циклическом нагружении инициирует ускоренное развитие усталостных микротрещин в каркасе оболочки, что не позволяет обеспечить стабильную нелинейную упругую характеристику амортизатора в течение заявленного ресурса.

Известна рессора с нелинейной характеристикой (патент RU № 2234012, опубл. 10.08.2004), содержащая цилиндрическую пружину, размещенную между верхней и нижней опорными поверхностями, и цилиндрический упругий элемент, установленный соосно с пружиной на нижней опорной поверхности, отличающаяся тем, что на нижней опорной поверхности соосно с пружиной установлен аксиально намагниченный цилиндрический постоянный магнит с осевым отверстием и возможностью регулировочного смещения по резьбе вдоль оси пружины, а цилиндрический упругий элемент выполнен из упругого пористого материала, пропитанного ферромагнитной жидкостью, герметично изолирован по наружной поверхности и размещен концентрично с радиальным зазором в осевом отверстии постоянного магнита непосредственно под цилиндрической пружиной с опорой нижнего торца последней на верхнюю поверхность упругого элемента.

Недостатком является конструкция узла с обоймой и протяженным штоком, который проходит через соосные отверстия в полках и перегородке и защемлен по концам цилиндром и шайбой, которая при динамических нагрузках от предварительно натянутых пружин упруго деформируется и изгибается, что не позволяет реализовать заявленное ступенчатое изменение восстанавливающей силы без ее нелинейного искажения.

Известен виброизолятор с постоянной частотной характеристикой (патент RU № 2452882, опубл. 10.06.2012), состоящий из массива резины с отверстиями, в которых установлены верхний и нижний металлические стаканы с коническими пружинами внутри. Конические пружины выполнены из пружинной стали. Сверху и снизу на резиновый массив привулканизированы металлические армирующие пластины. Верхний и нижний металлические стаканы закреплены на армирующих пластинах при помощи контактной сварки. На верхних стаканах выполнены канавки, в которые наклеены керамические сухари, представляющие собой трубчатые цилиндры. На армирующих пластинах выполнено по одному резьбовому отверстию для крепления агрегата в верхней пластине и для крепления самого виброизолятора к раме в нижней пластине.

Недостатком является конструкция демпфирующего узла с керамическими сухарями, наклеенными в канавки верхних стаканов, которая из-за износа и загрязнения трущихся поверхностей изменяет силу сухого трения и нарушает расчетный баланс между упругими и диссипативными характеристиками системы, что не позволяет поддерживать постоянный уровень гашения высокочастотных колебаний.

Известно устройство опоры упругой (патент RU № 99561, опубл. 20.11.2010), принятое за прототип, состоящего из корпуса, выполненного из упругого материала, закрепленного на множестве параллельных дисков с центральным отверстием и закрепленного между опорными пластинами, выполненными, по меньшей мере, с одним

отверстием и с элементами, предназначенными для крепления к раме или оси транспортного средства, и механического соединения, предназначенного для ограничения взаимного разделения опорных пластин, отличающаяся тем, что, по меньшей мере, одна из опорных пластин выполнена с углублением с внутренней поверхностью второго порядка, а механическое соединение выполнено в виде жесткого элемента.

Недостатком является конструкция упругого корпуса из резины, армированного жесткими параллельными дисками, которые зажаты в резиновой матрице по всей площади и разделяют ее на множество отдельных слоев. Эта конструкция обуславливает работу каждого слоя на чистый сдвиг без возможности свободного объемного деформирования, что не позволяет предотвратить разогрев и быстрое усталостное старение резины, приводящие к потере формы и жесткости опоры при эксплуатации.

Техническим результатом является повышение надежности и долговечность работы магистрального насосного агрегата.

Технический результат достигается тем, что на обращенных друг к другу торцевых поверхностях верхней и нижней опорных пластин выполнены кольцевые верхний и нижний посадочные пазы, при этом глубина нижнего посадочного паза превышает глубину верхнего посадочного паза, в нижнем посадочном пазу установлен пакет тарельчатых пружин, композитный ограничитель хода, выполнен в форме цилиндра с продольным разрезом, своими торцевыми частями установлен с возможностью съема в верхний и нижний посадочные пазы, а снизу поджат пакетом тарельчатых пружин, в торцевых частях композитного ограничителя хода, в зоне, прилегающей к продольному разрезу, выполнены ответные продольные пазы, в которых закреплены композитные соединительные вставки посредством соединения типа ласточкин хвост, при этом вставки выполнены в форме продольных планок с трапециевидными выступами.

Устройство виброизолирующей опоры с ограничителем нелинейных деформаций поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - общий вид устройства;

фиг. 2 - 3D модель устройства;

фиг. 3 - композитная соединительная вставка, где:

1 - верхняя опорная пластина;

2 - нижняя опорная пластина;

3 - верхний посадочный паз;

4 - нижний посадочный паз;

5 - пакет тарельчатых пружин;

6 - композитный ограничитель хода;

7 - композитная соединительная вставка;

8 - корпус;

9 - трапециевидный выступ;

10 - ответный паз.

Виброизолирующая опора содержит верхнюю опорную пластину 1 и нижнюю опорную пластину 2 (фиг. 1, 2), которые выполнены в форме диска с фасками по периметру, из конструкционной стали с антикоррозионным покрытием. На обращенных друг к другу торцевых поверхностях верхней опорной пластины 1 и нижней опорной пластины 2 выполнены кольцевые верхний посадочный паз 3 и нижний посадочный паз 4 прямоугольного поперечного сечения, глубина нижнего посадочного паза 4 больше глубины верхнего посадочного паза 3. В нижнем посадочном пазу 4 установлен

пакет тарельчатых пружин 5, выполненных из пружинной стали. В верхний посадочный паз 3 и нижний посадочный паз 4 своими торцевыми частями установлен съемный композитный ограничитель хода 6, выполненный в форме цилиндра с продольным разрезом. Композитный ограничитель хода 6 поджат снизу пакетом тарельчатых пружин 5. В торцевых частях композитного ограничителя хода 6, в зоне, прилегающей к продольному разрезу, выполнены продольные ответные пазы 10, в которых закреплены композитные соединительные вставки 7 (фиг. 3) посредством соединения типа «ласточкин хвост», в форме продольных планок с трапециевидными выступами 9. Внутри полости композитного ограничителя хода 6 установлен корпус 8 (фиг. 1, 2), выполненный из упругого материала в форме втулки, который жестко закреплен к верхней опорной пластине 1 и нижней опорной пластине 2.

Виброизолирующая опора с ограничителем нелинейных деформаций работает следующим образом. Виброизолирующую опору с ограничителем нелинейных деформаций устанавливают под опорные лапы насосного или турбинного агрегата, либо под опорные поверхности общей рамы, на которой установлены приводной двигатель и силовое оборудование или устанавливают под опорные конструкции трубопроводов, связанных с силовым оборудованием. Установку опор осуществляют между несущими элементами, например, лапами, рамой, элементами трубопроводных опор и фундаментом либо опорным основанием, что обеспечивает эффективную виброизоляцию и ограничение критических перемещений указанных объектов в процессе эксплуатации.

При эксплуатации силового агрегата вибрационные нагрузки воспринимает корпус 8, работающий в линейной области деформаций. Композитный ограничитель хода 6 при этом неподвижен.

При экстремальных динамических нагрузках, например, гидроудар, резонанс, деформация корпуса 8 переходит в нелинейную область. Корпус 8 расширяется и контактирует с внутренней поверхностью композитного ограничителя хода 6. Благодаря низкому коэффициенту трения материала композитного ограничителя хода 6 контакт происходит плавно.

При дальнейшем росте нагрузки стенки композитного ограничителя хода 6 упруго прогибаются наружу, увеличивая площадь контакта с корпусом 8. Одновременно пакет тарельчатых пружин 5, поджимающий композитный ограничитель хода 6 снизу, дополнительно демпфирует колебания, работая на сжатие. Таким образом, в работу включены все элементы виброизолирующей опоры, формируя адаптивную нелинейную характеристику жесткости и демпфирования. Это предотвращает резкое возрастание напряжений в корпусе 8 и его разрушение, а также ограничивает передачу пиковых нагрузок на фундамент и сам силовой агрегат.

Благодаря разъемной конструкции композитного ограничителя хода 6, соединенных композитной соединительной вставкой 7, обеспечивается возможность быстрой замены композитного ограничителя хода 6 в процессе эксплуатации без необходимости разборки верхней опорной пластины 1 и нижней опорной пластины 2 и демонтажа корпуса 8. При этом пакет тарельчатых пружин 5, поджимающий композитный ограничитель хода 6 снизу, остается в нижнем посадочном пазе 4 нижней опорной пластины 2, что сохраняет предварительный натяг и упрощает монтаж нового композитного ограничителя хода 6.

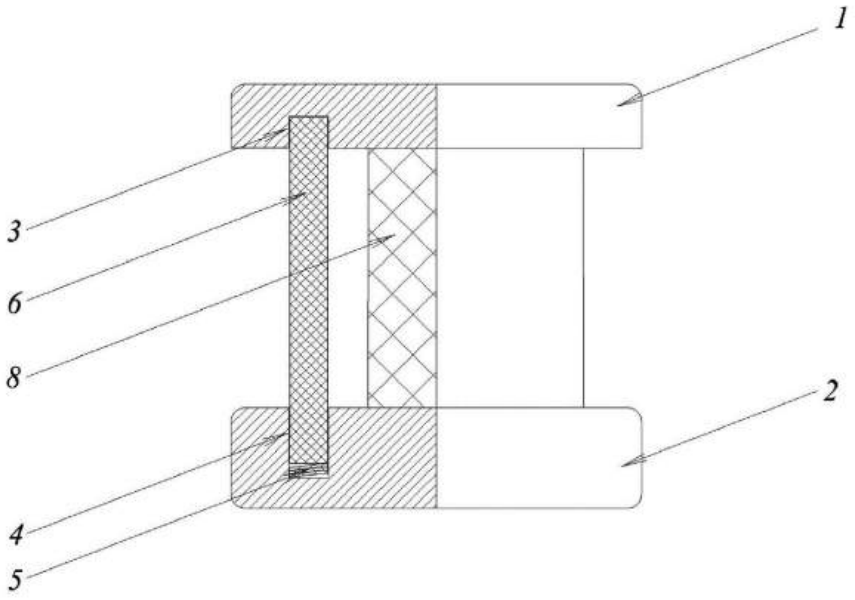
Повышение надежности и долговечности магистрального насосного агрегата и трубопроводов достигается за счет введения в конструкцию виброизолирующей опоры композитного ограничителя хода с продольным разрезом, композитных соединительных

вставок и пакета тарельчатых пружин, которые совместно обеспечивают адаптивную нелинейную характеристику жесткости и демпфирования, предотвращая резкий рост напряжений в корпусе и его разрушение при экстремальных нагрузках.

(57) Формула полезной модели

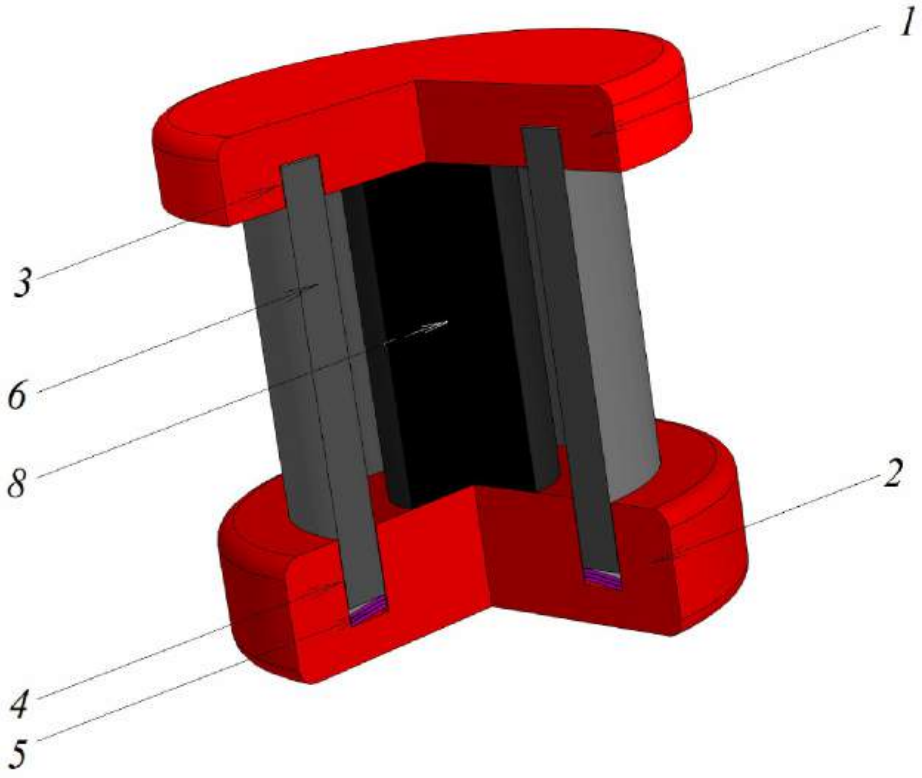
Виброизолирующая опора с ограничителем нелинейных деформаций, включающая корпус, выполненный из упругого материала, и расположенный между опорными пластинами, отличающаяся тем, что на обращенных друг к другу торцевых поверхностях верхней и нижней опорных пластин выполнены кольцевые верхний и нижний посадочные пазы, при этом глубина нижнего посадочного паза превышает глубину верхнего посадочного паза, в нижнем посадочном пазу установлен пакет тарельчатых пружин, композитный ограничитель хода, выполнен в форме цилиндра с продольным разрезом, своими торцевыми частями установлен с возможностью съема в верхний и нижний посадочные пазы, а снизу поджат пакетом тарельчатых пружин, в торцевых частях композитного ограничителя хода, в зоне, прилегающей к продольному разрезу, выполнены ответные продольные пазы, в которых закреплены композитные соединительные вставки посредством соединения типа ласточкин хвост, при этом вставки выполнены в форме продольных планок с трапециевидными выступами.

1



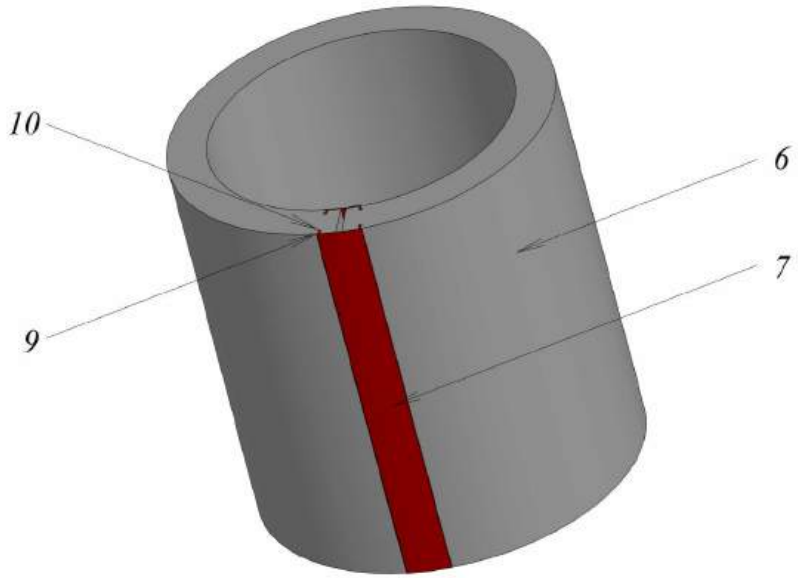
Фиг. 1

2



Фиг. 2

3



Фиг. 3