

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B62D 57/00 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023117445, 03.07.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.07.2023Дата регистрации:
12.12.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 03.07.2023

(45) Опубликовано: 12.12.2023 Бюл. № 35

Адрес для переписки:

119234, Москва, Ломоносовский пр-кт, 27, стр.
1, МГУ им. М.В. Ломоносова, Фонд
"Национальное интеллектуальное развитие"

(72) Автор(ы):

Гарбуз Михаил Андреевич (RU),
Голуб Андрей Петрович (RU),
Досаев Марат Закирджанович (RU),
Климина Любовь Александровна (RU),
Локшин Борис Яковлевич (RU),
Меснянкин Сергей Юрьевич (RU),
Самсонов Виталий Александрович (RU),
Селюцкий Юрий Дмитриевич (RU),
Шалимова Екатерина Сергеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский государственный
университет имени М.В.Ломоносова" (МГУ)
(RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 203445 U1, 06.04.2021. RU 167129
U1, 20.12.2016. RU 123754 U1, 10.01.2013. US
6414457 B1, 02.07.2002.

(54) ВИБРОРОБОТ С ДВУМЯ МАХОВИКАМИ И ДЕБАЛАНСНЫМ ДВИЖИТЕЛЕМ В РАМКЕ

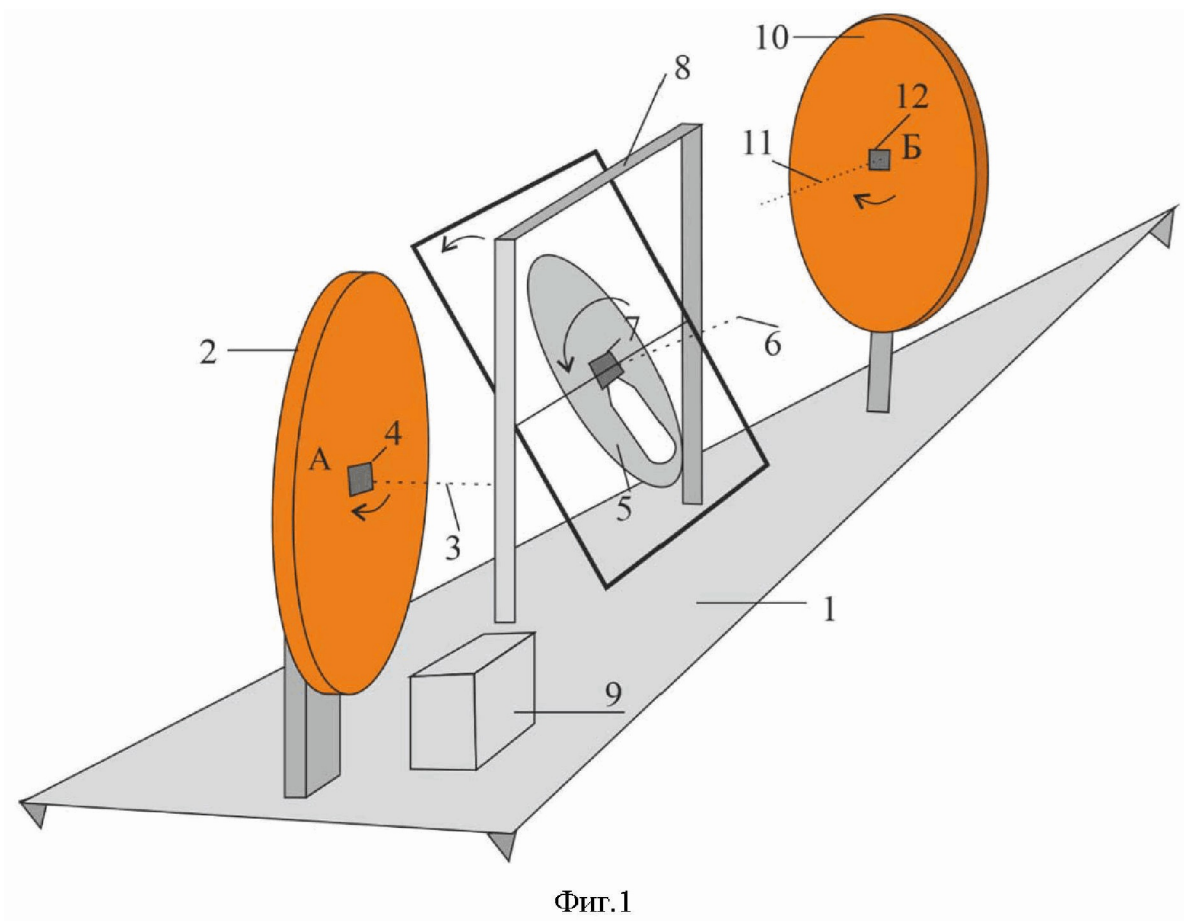
(57) Реферат:

Полезная модель относится к самоходным транспортным средствам и может быть использована в качестве платформы для различных технических устройств, снабженных функцией перемещения, в том числе эксплуатируемых в условиях агрессивных сред, например, на дне искусственных водоемов, а также в экстремальных климатических условиях Арктики, пустынь или на других планетах. Технический результат, достигаемый при использовании заявляемой полезной модели, заключается в обеспечении возможности совершения вибророботом пространственного движения, включающего в себя как смещение устройства в продольном направлении, так и поворот вокруг его вертикальной оси в результате достижения нулевой нормальной

реакции опорной поверхности. Заявленный технический результат достигается тем, что виброробот, включающий корпус, внутри которого на основании установлен дебалансный движитель, выполненный в виде однородного диска с асимметрично расположенной прорезью, а также блок управления, соединенный с источником питания виброробота, согласно заявляемому техническому решению, содержит два соединенных с приводными двигателями маховика, которые установлены в корпусе во взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях с возможностью вращения вокруг своих центров, вертикально ориентированную рамку, закрепленную к основанию корпуса с возможностью изменения ее угла наклона относительно вертикальной плоскости, при этом

в плоскости рамки расположен диск дебалансного движителя, жестко сопряженного с рамкой. 1 з.п.

ф-лы, 2 ил.



Полезная модель относится к самоходным транспортным средствам и может быть использована в качестве платформы для различных технических устройств, снабженных функцией перемещения, в том числе эксплуатируемых в условиях агрессивных сред, например, на дне искусственных водоемов, а также в экстремальных климатических условиях Арктики, пустынь или на других планетах.

Уровень техники

Мобильные роботы, использующие вибрационный способ перемещения, дополняют традиционные транспортные устройства на колёсной или гусеничной тяге. В отличие от них такие роботы не требуют наличия внешних движущихся элементов и могут быть выполнены в виде закрытых капсул. Изолированность частей позволяет сделать вибророботы устойчивыми к агрессивному воздействию внешней среды. Это позволяет расширить круг задач, стоящих перед классом роботов в целом.

Из уровня техники известны различные устройства, реализующие вибрационный способ перемещения. Известна модель вибрационного робота с одной подвижной внутренней массой RU69010U1. Корпус робота представляет собой полый цилиндр. Ускоренное перемещение массы обеспечивает качение цилиндра по шероховатой горизонтальной плоскости. Сущность данного решения заключается в том, что приведение в движение виброробота осуществляют при использовании в конструкции виброробота свободно закрепленной подвижной массы, которая представляет собой полый металлический цилиндр с возможностью свободного качения по поверхности плоской платформы-корпуса робота. Приведение в движение подвижной массы осуществляется линейным электроприводом, представляющим собой реверсивный двигатель постоянного тока с ременной передачей.

Аналогичный способ использован при реализации трёхзвенного виброробота для перемещения по трубопроводам в соответствии с патентом RU114022U1. Механизм состоит из двух электромагнитных катушек, установленных на корпусах соединительных узлов. Корпус транспортного узла содержит направляющие, вдоль которых перемещаются подвижные массы. Контакт устройства с внутренней поверхностью трубы обеспечивается посредством фрикционных элементов.

Ключевым недостатком вышеописанных роботов является их низкая манёвренность в результате возможности только продольного перемещения вдоль прямой, без возможности изменения направления движения, что, соответственно, ограничивает возможные области практического применения таких вибророботов.

Из патента RU123754U1 известен мобильный вибрационный робот с корпусом в форме куба. Робот содержит четыре реверсивных двигателя, которые приводят в движение инерционные массы внутри корпуса. Каждый из четырёх двигателей размещён в центре боковых граней корпуса, что обеспечивает симметричное распределение масс. Робот способен перемещаться в продольном и боковом направлении, а также поворачивать на некоторый угол вокруг центра масс.

Вышеприведенные решения характеризуются следующими недостатками: низкая степень манёвренности в результате возможности движения без изменения направления, а также отсутствие возможности отрыва корпуса от опорной поверхности для преодоления неровностей и последующего безударного приземления.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемой полезной модели является виброробот с дебалансным движителем и сбалансированным маховиком RU 203445 U1. Дебалансный движитель и маховик расположены в вертикальной плоскости. Управление элементами механизма позволяет вибророботу совершать прямолинейное движение в продольном направлении.

Ключевым недостатком данного устройства является его низкая маневренность в результате невозможности поворота корпуса вокруг вертикальной оси и, как следствие, возможности только прямолинейного движения.

Таким образом, техническая проблема, решаемая посредством заявляемой полезной модели, заключается в необходимости преодоления недостатков, присущих аналогам и прототипу, за счет создания более маневренного виброробота.

Краткое раскрытие сущности полезной модели

Технический результат, достигаемый при использовании заявляемой полезной модели, заключается в обеспечении возможности совершения вибророботом пространственного движения, включающего в себя как смещение устройства в продольном направлении, так и поворот вокруг его вертикальной оси в результате достижения нулевой нормальной реакции опорной поверхности.

Преимуществом полезной модели также является возможность управления ориентацией корпуса во время его отрыва от опорной поверхности. Известные устройства способны двигаться по плоскости с трением. Заявляемое устройство за счёт оптимального управления может совершать подскок на некоторую высоту и преодолевать препятствия, сохраняя горизонтальную ориентацию корпуса.

Заявленный технический результат достигается тем, что виброробот, включающий корпус, внутри которого на основании установлен дебалансный движитель, выполненный в виде однородного диска с асимметрично расположенной прорезью, а также блок управления, соединенный с источником питания виброробота, согласно заявляемому техническому решению, содержит два соединенных с приводными двигателями маховика, которые установлены в корпусе во взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях с возможностью вращения вокруг своих центров, вертикально ориентированную рамку, закрепленную к основанию корпуса с возможностью изменения ее угла наклона относительно вертикальной плоскости, при этом в плоскости рамки расположен диск дебалансного движителя, жестко сопряженного с рамкой. Двигатели, приводящие в движение маховики, снабжены датчиками угловой скорости, а двигатель, приводящий в движение дебалансный движитель, снабжен датчиком угловой скорости и положения дебалансного движителя. Внешняя поверхность основания корпуса выполнена плоской. Маховики имеют одинаковую массу, размеры и моменты инерции. При этом соотношение массы маховика и массы дебалансного движителя, а также момента инерции маховика и момента инерции дебалансного движителя может быть выбрано в диапазоне 0,5 - 2. Масса маховика и масса дебалансного движителя может составлять от 0,1 до 0,5 от массы корпуса каждая.

Сбалансированные маховики предназначены для стабилизации горизонтального положения корпуса. Их двигатели оснащены датчиками угловой скорости, что позволяет организовать такое управление, которое компенсирует опрокидывающий момент, создаваемый дебалансным движителем. Оснащение двигателя, приводящего в движение дебалансный движитель, датчиком угловой скорости и положения дебалансного движителя позволяет с помощью блока управления выбирать режим его работы, необходимый для реализации движения корпуса робота с возможностью отрыва от поверхности, то есть такой режим, при котором угловая скорость дебалансного движителя обеспечивает нулевое значение нормальной реакции опоры.

Максимальная эффективность устройства достигается при таком управлении двигателями дебалансного движителя и сбалансированных маховиков, при котором реализуется возможность движения корпуса виброробота с отрывом от поверхности с управлением ориентацией корпуса, а именно обеспечивается нулевая нормальная

реакция опоры и нулевой суммарный кинетический момент всей системы.

Краткое описание чертежей

Сущность заявляемой полезной модели поясняется следующими изображениями, где

на фиг. 1 схематично изображен общий вид заявляемого устройства, на фиг.2 схематично представлен вид сверху на узлы устройства.

Позициями на чертежах обозначены:

- 1) корпус виброробота,
- 2) сбалансированный маховик А,
- 3) ось вращения маховика А,
- 4) датчик угловой скорости маховика А,
- 5) дебалансный движитель,
- 6) ось вращения дебалансного движителя,
- 7) датчик угловой скорости и положения дебалансного движителя,
- 8) наклонная рамка,
- 9) блок управления,
- 10) сбалансированный маховик Б,
- 11) ось вращения маховика Б,
- 12) датчик угловой скорости маховика Б.

Осуществление полезной модели

Заявляемый виброробот относится к классу роботов, передвигающихся за счет механических колебаний движущего узла. Устройство включает корпус с плоским основанием 1. Корпус устройства может быть выполнен из любого доступного материала, например, из пластика. Внутри корпуса на основании установлены сбалансированные маховики 2 и 10, которые могут вращаться вокруг осей 3 и 11, соответственно. На маховиках 2 и 10 расположены датчики 4 и 12 угловой скорости маховиков 2, 10, соответственно. К основанию также закреплен дебалансный движитель 5, установленный с возможностью вращения в плоскости наклонной рамки 8 вокруг оси 6, и снабженный датчиком 7 угловой скорости и положения дебалансного движителя 5. Наклонная рамка представляет собой оправу, в плоскости которой расположен и вращается дебалансный движитель. Рамка установлена с возможностью изменения ее угла наклона относительно основания корпуса. Рамка обеспечивает отклонение плоскости дебалансного движителя от вертикального положения и, тем самым, обеспечивает возможность поворота устройства относительно вертикальной оси. Так, если дебалансный движитель вращается в вертикальной плоскости, то возможно только прямолинейное движение устройства, а в случае изменения угла наклона плоскости расположения дебалансного движителя в результате наклона рамки, сопряженной с движителем, удастся достичь поворота устройства относительно вертикальной оси. Зависимость угла поворота устройства от угла наклона рамки нелинейная, она определяется посредством численных расчётов, где входными данными являются данные о габаритах, массе устройства, параметрах дебалансного движителя (размеры диска, величина и положение прорези) и маховиков и т.д. Сбалансированные маховики 2, 10 представляют собой однородные диски, установленные с возможностью вращения вокруг своих центров. В общем случае, маховики представляют собой твердые тела, оси вращения которых совпадают с одной из главных осей инерции и проходят через центр масс. Маховик 2 расположен внутри корпуса 1 таким образом, что плоскость его вращения совпадает с вертикальной плоскостью, проходящей через продольную ось корпуса. Дебалансный движитель 5 представляет собой диск с асимметричной

прорезью, установленный в плоскости рамки 8 с возможностью вращения вокруг своего центра. В общем случае, движитель 5 представляет собой твердое тело, ось вращения которого не проходит через его центр масс. Прорезь в дебалансном движителе выполнена таким образом, что его центр масс смещен от оси вращения диска на расстояние от 0,2 до 0,8 радиуса диска дебалансного движителя. Чем больше смещение центра масс (т.е. чем большую площадь занимает прорезь), тем сильнее будет влияние движителя на перемещение и поворот корпуса устройства, обеспечиваемого влиянием управляющего момента, который создает двигатель. Слишком сильное смещение центра масс приведет к тому, что незначительные погрешности в формируемом моменте будут заметно влиять на смещение, что нежелательно. Рамка обеспечивает отклонение плоскости дебалансного движителя от вертикального положения и, тем самым, обеспечивает возможность поворота устройства относительно вертикальной оси. В заявляемом устройстве рамка 8 может быть отклонена от вертикальной плоскости на некоторый фиксированный угол до 90°. Это позволяет сформировать вертикальный кинетический момент, который используется для поворота корпуса 1. Чем больше угол наклона рамки относительно вертикальной плоскости, тем больше угол поворота виброробота. Фиксация рамки в определенном наклонном положении осуществляется при помощи стопорных винтов на оси рамки либо сервомотора. Маховик 10 установлен внутри корпуса 1, так что плоскость его вращения вертикальна. При этом ось вращения 11 перпендикулярна оси 3. То есть, маховики 2 и 12 расположены в перпендикулярных вертикальных плоскостях. Они могут быть выполнены, например, из металла или пластика. Двигатели (не показаны), приводящие в движение маховики 2, 10, жестко закреплены на внутренней поверхности основания корпуса 1, при этом маховики 2, 10 насажены на подвижные валы указанных двигателей. Двигатель (не показан), приводящий в движение дебалансный движитель 5, закреплён в плоскости наклонной рамки 8. Дуговыми стрелками (фиг.1) обозначены направления вращения маховиков 2, 10 и дебалансного движителя 5. Указанные элементы 2, 5, 12 снабжены, соответственно, датчиками угловой скорости 4, 12 и датчиком 7 угловой скорости и положения дебалансного движителя. Устройство также снабжено блоком управления 9, установленным на корпусе 1. Блок 9 регистрирует сигналы от датчиков 4, 7, 12 и с помощью встроенного контроллера обрабатывает регистрируемые данные и задает управляющий сигнал, который подается на двигатели, приводящие в движение сбалансированные маховики 2, 10 и дебалансный движитель 5. Передача сигнала от блока управления двигателям может быть выполнена проводным или беспроводным способом. Блок управления 9 в качестве источника питания содержит батарею, обеспечивающую автономность работы устройства. Предполагаемый расход энергии составляет 0,5 - 2 Дж на метр перемещения устройства.

Предпочтительно такое расположение маховиков 2, 12, дебалансного движителя 5 и блока управления 9 в корпусе 1, при котором их центры масс расположены как можно ближе к основанию с целью снижения риска опрокидывания корпуса 1 в процессе движения. Для достижения максимальной эффективности предпочтительно, чтобы отношение массы маховиков 2, 10 к массе дебалансного движителя 5, а также моментов инерции маховиков 2, 10 к моменту инерции дебалансного движителя 5 находились в диапазоне 0,5 - 2. Кроме того, предпочтительно, чтобы массы маховиков 2, 10 и дебалансного движителя 5 составляли каждая от 0,1 до 0,5 от массы корпуса. Суммарный вес устройства влияет на его маневренность. Более тяжелое устройство имеет лучшие характеристики рабочего режима, однако выход на этот режим займет больший период времени и, соответственно, большие энергетические затраты.

Заявляемое устройство работает следующим образом. В исходном положении корпус 1 покоится на опорной поверхности. Рамку 8 отклоняют от вертикали на определенный угол и фиксируют в этом положении. Включают двигатель, приводящий в движение дебалансный движитель 5. Диск движителя начинает вращаться. При этом блок управления регистрирует показания датчика 7. Когда угловое ускорение дебалансного движителя 5, зарегистрированное датчиком, достигает значения, достаточного для преодоления трения между основанием корпуса 1 и неподвижной поверхностью перемещения, корпус виброробота начинает поворачиваться вокруг вертикали и одновременно скользить в направлении, противоположном проекции вектора скорости центра масс дебалансного движителя 5 на опорную поверхность. Таким образом, возможность смещения корпуса 1 достигается за счет смещения центра масс дебалансного движителя 5 в результате изменения наклона плоскости его расположения. При ненулевой угловой скорости дебалансного движителя 5 блок управления 9 посредством включения соответствующего двигателя задает вращение сбалансированных маховиков 2, 10, ускоряя их до тех пор, пока контроллер блока управления не зафиксирует на основании показаний датчиков угловых скоростей дебалансного движителя 5 и маховиков 2, 10 компенсацию вращательного момента, создаваемого дебалансным движителем 5, что препятствует отклонению корпуса от горизонтальной плоскости. Таким образом, корпус 1 перемещается вдоль опорной поверхности. Устройство в процессе движения сохраняет горизонтальное положение корпуса за счёт вращения двух маховиков, а результирующее движение устройства представляет собой комбинацию поворота устройства вокруг его вертикальной оси и его линейного смещения. В процессе движения возможно изменение угла наклона рамки, за счет чего обеспечивается регулировка величины угла поворота корпуса виброробота. Так, например, при отклонении рамки на 30 градусов угол поворота корпуса виброробота составит 90 градусов. При отклонении рамки на 10 градусов корпус осуществит поворот на 45 градусов.

Пример конкретного выполнения

Заявляемая полезная модель воплощена в опытном образце виброробота, имеющего корпус в форме треугольной призмы с основанием 15 см, высотой 35 см и шириной 15 см. В боковой стенке корпуса закреплены три идентичных двигателя (мощностью 5 Вт каждый), на валы которых насажены два однородных диска – маховики и один диск со смещённым распределением масс - дебалансный движитель. Диски имеют равный диаметр 10 см и массу около 0,2 кг. Дебалансный движитель установлен в прямоугольной наклонной рамке, которая может быть зафиксирована в неподвижном положении, будучи отклонённой от вертикали на некоторый установочный угол. При реализации опытного образца были зафиксированы углы наклона рамки относительно вертикальной плоскости в 10°, 30° и 45°. При этом, соответственно, зафиксирован поворот устройства на 45°, 90°, 130°. Датчики, закрепленные на двигателях, соединены с блоком управления посредством проводной связи. В качестве источника питания использована батарея (три батарейки типа ААА). При инициировании вращения дебалансного движителя удалось достичь режима, при котором корпус совершал плавное перемещение в продольном направлении со средней скоростью примерно 1,2 см/с без рывков и опрокидываний корпуса. Угловая скорость корпуса составляла порядка 15°/сек при отклонении рамки на угол 5°.

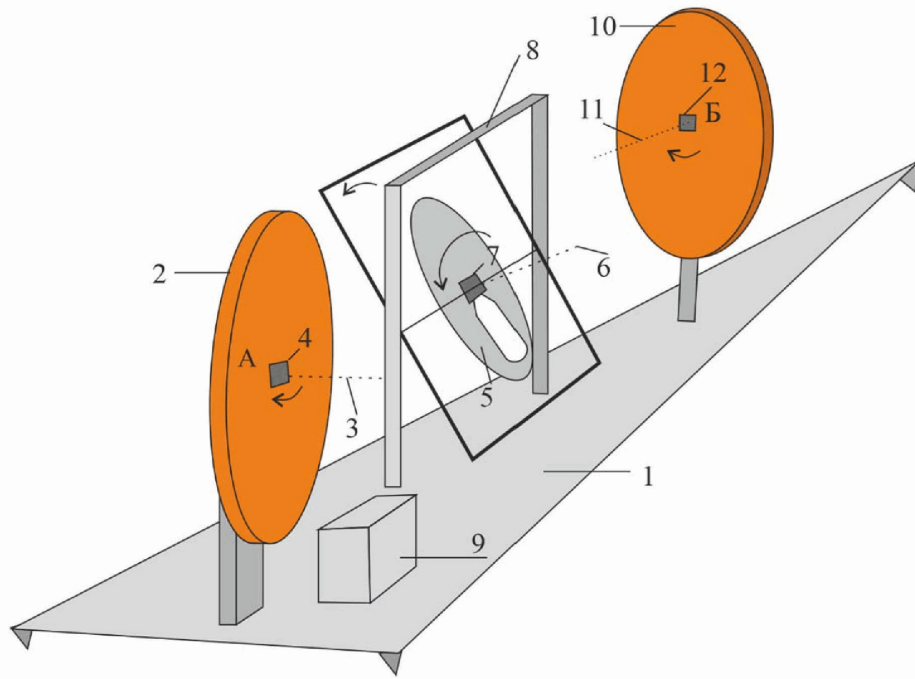
Полезная модель направлена на обеспечение возможности осуществления поворота корпуса вокруг вертикали.

(57) Формула полезной модели

1. Виброробот, включающий корпус, внутри которого на основании установлен дебалансный движитель, выполненный в виде однородного диска с асимметрично расположенной прорезью, а также блок управления, соединенный с источником питания виброробота, отличающийся тем, что он содержит два соединенных с приводными двигателями маховика, которые установлены в корпусе во взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях с возможностью вращения вокруг своих центров, вертикально ориентированную рамку, закрепленную к основанию корпуса с возможностью изменения ее угла наклона относительно вертикальной плоскости, при этом в плоскости рамки расположен диск дебалансного движителя, жестко сопряженного с рамкой.

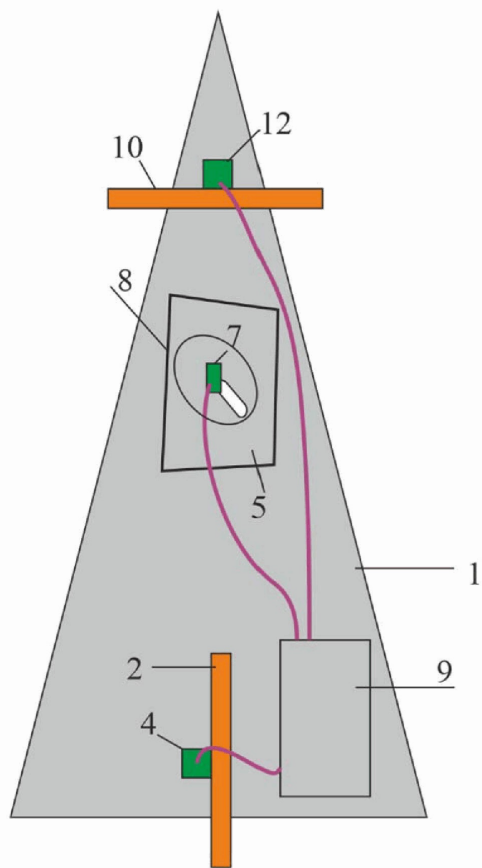
2. Виброробот по п.1, отличающийся тем, что приводные двигатели маховиков снабжены датчиками угловой скорости, а приводной двигатель дебалансного движителя снабжен датчиком угловой скорости и положения дебалансного движителя.

1



Фиг. 1

2



Фиг.2