



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2008128256/28, 10.07.2008

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.07.2008

(45) Опубликовано: 20.02.2010 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1779930 A1, 07.12.1992. SU 790923 A1,
07.01.1982. SU 295976 A1, 01.01.1971.

КАЛИХМАН Д.М. Основы проектирования
управляемых оснований с инерциальными
чувствительными элементами для контроля
гироскопических приборов. - Саратов:
Изд.-во Саратов. Гос. Техн. Университета,
2001, с.336. КАЛИХМАН Д.М. Одноосное
управляемое основание с датчиком угловой
(см. прод.)

Адрес для переписки:

150042, г.Ярославль, Тутаевское ш., 58,
ЯГСХА

(72) Автор(ы):

Орлов Артем Павлович (RU),
Голдобина Любовь Александровна (RU),
Орлов Павел Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное
образовательное учреждение Высшего
профессионального образования
Ярославская государственная
сельскохозяйственная академия (RU)

(54) ОДНООСНЫЙ СИЛОВОЙ ГИРОСТАБИЛИЗАТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к области
приборостроения и может быть использовано
для подавления колебаний в системах, объекты
которых содержат одно или несколько
колебательных звеньев. Технический
результат - расширение функциональных
возможностей. Для достижения данного
результата в устройствах, использующих
стабилизирующие свойства гироскопа, ротор
которого благодаря вращению с большой
угловой скоростью создает кинетический
момент, необходимый для сохранения
неизменного положения главной оси

гироскопа в инерциальном пространстве.
Угловые скорости отклонения главной оси
гироскопа в инерциальном пространстве
определяются значением кинетического
момента гироскопа. Увеличивают число
оборотов ротора и сосредотачивают большую
часть массы гироскопа в его ободе большого
диаметра, размещая его на сравнительно
тонкой диафрагме. Для исключения
деформаций диафрагмы и вала гироскопа
опору массивного обода гироскопа выполняют
на упорном подшипнике, который
компенсирует осевые и отчасти радиальные
деформации. 2 ил.

(56) (продолжение):

скорости в качестве чувствительного элемента, находящегося в режиме самоконтроля // Изв. вузов.
Приборостроение. 2001. - №1, Т.44. - С.30-34.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2008128256/28, 10.07.2008**
 (24) Effective date for property rights:
10.07.2008
 (45) Date of publication: **20.02.2010 Bull. 5**
 Mail address:
150042, g.Jaroslavl', Tutaevskoe sh., 58, JaGSKhA

(72) Inventor(s):
**Orlov Artem Pavlovich (RU),
 Goldobina Ljubov' Aleksandrovna (RU),
 Orlov Pavel Sergeevich (RU)**
 (73) Proprietor(s):
**Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe
 uchrezhdenie Vysshego professional'nogo
 obrazovanija Jaroslavskaia gosudarstvennaja
 sel'skokhozjajstvennaja akademija (RU)**

(54) MONAXONIC POWER GYROSTABILISER

(57) Abstract:
 FIELD: measuring equipment.
 SUBSTANCE: invention is related to the field of instrument making and may be used to suppress oscillations in systems, objects of which contain one or several oscillating links. In order to achieve this result in devices, which use stabilising properties of gyroscope, rotor of which, due to rotation with high angular speed, creates kinetic torque required for preservation of invariable position of the main axis of gyroscope in inertial space. Angular speeds of main gyroscope axis

deviation in inertial space are determined by value of gyroscope kinetic torque. Number of rotor rotations is increased, and most part of gyroscope mass is concentrated in its rim of larger diameter, being placed on comparatively thin diaphragm. In order to eliminate deformations of gyroscope diaphragm and shaft, support of massive gyroscope rim is arranged on thrust bearing, which compensates axial and partially radial deformations.

EFFECT: expansion of functional resources.
 2 dwg

RU 2 3 8 2 3 3 1 C 1

RU 2 3 8 2 3 3 1 C 1

Изобретение относится к гироскопической технике, а именно к гиросtabilизаторам, и может быть использовано для подавления колебаний в системах, объекты которых содержат одно или несколько колебательных звеньев.

Известен двухосный силовой гиросtabilизатор, содержащий: два гироблока, оси вращения которых параллельны, координатный преобразователь, систему разгрузки, привод корпусов гироблоков и ротора координатного преобразователя относительно платформы вокруг оси, коллинеарной осям прецессии гироблоков, отличающийся тем, что с целью повышения точности, он снабжен жестко соединенным с корпусом гироблока маховичком, собственная ось вращения которого направлена по биссектрисе угла, составленного собственными осями вращений роторов гироскопов, а привод корпусов гироблоков, маховичка и ротора координатного преобразователя выполнен червячным (А.с. СССР, G01C 19/00, №295976).

Недостатки данного двухосного силового гиросtabilизатора:

1. Использование двух гироскопов влечет за собой увеличение массы конструкции и его стоимость.
2. Возможные трудности настройки в целях обеспечения необходимой точности стабилизации из-за сложной конструкции двухгироскопного стабилизатора.
3. Использование червячных редукторов приводов корпусов гироблоков, маховичка и ротора координатного преобразователя увеличивает время подавления прецессии гироскопа.

Другим известным изобретением является одноосный силовой горизонтальный гиросtabilизатор, содержащий гироскоп с вертикальной осью ротора в кардановом подвесе, цепь коррекции, включающую последовательно соединенные датчик угла прецессии, на внутренней оси подвеса, усилитель и двигатель на наружной оси подвеса, и цепь приведения, включающую последовательно соединенные маятниковый датчик угла на внутренней оси подвеса, отличающийся тем, что с целью уменьшения ошибки на вираже объекта в него введены последовательно соединенные датчик линейной скорости объекта в горизонтальной плоскости вдоль наружной оси подвеса и суммирующее преобразующее устройство, включенное во входную цепь усилителя цепи межрамочной коррекции (А.с. СССР, С01С 19/44, №790923).

Недостатки стабилизатора:

1. Датчик линейной скорости, предназначенный для уменьшения ошибки при движении по дуге, функционирует только вдоль наружной оси подвеса, что снижает точность и увеличивает время стабилизации платформы.
2. Отсутствие в стабилизаторе устройств, исключающих влияние деформаций ротора гиросtabilизатора на процесс автоматического регулирования стабилизации объекта, что ведет к снижению точности системы стабилизации.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению относится одноосный стабилизатор, содержащий двухстепенной гироскоп с датчиком момента и датчиком угла прецессии, выход которого через усилитель стабилизации соединен с двигателем стабилизации, последовательно соединенные акселерометр и усилитель коррекции, отличающийся тем, что с целью повышения точности в него дополнительно введены переключатель и оптимальный линейный фильтр, включающий первый и второй сумматоры, второй и третий масштабирующие элементы, при этом выход датчика угла прецессии дополнительно соединен с неинвертирующим входом первого сумматора, выход первого сумматора соединен через первый масштабирующий элемент с неинвертирующим входом второго сумматора, выход которого соединен с интегратором, выход интегратора соединен через второй масштабирующий элемент с

инвертирующим входом второго сумматора, через третий масштабирующий элемент соединен с инвертирующим входом первого сумматора и соединен с первым входом переключателя, выход усилителя коррекции соединен со вторым входом переключателя, а выход переключателя соединен со входом датчика момента (А.с. СССР, 01С 21/18, №1779930).

Недостатками изобретения являются:

1. Невозможность стабилизации раскачивания объекта в обеих вертикальных плоскостях.

2. Отсутствие в стабилизаторе устройств, исключаящих влияние деформаций ротора гиросtabilизатора на процесс автоматического регулирования стабилизации объекта, что ведет к снижению точности системы стабилизации.

Задачей изобретения является повышение эффективности гашения колебаний в двух взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях за счет расширения его конструктивных особенностей.

Поставленная задача достигается одноосным силовым гиросtabilизатором, содержащим двухстепенной гироскоп с датчиком угла прецессии, выход которого через усилитель стабилизации соединен с двигателем стабилизации, последовательно соединенные акселерометр и усилитель коррекции, с целью повышения точности в него дополнительно введен оптимальный линейный фильтр, причем для обеспечения стабилизации в двух вертикальных плоскостях ось гироскопа расположена вертикально, а массивный обод ротора гироскопа помещен в упорный горизонтальный подшипниковый узел, расположенный в вертикальной раме симметрично относительно центральной поперечной горизонтальной оси устройства, воспринимающий вертикальные нагрузки и исключаящий деформации ротора и оси гироскопа и возникающие вследствие этого прецессии, влияющие на точность и скорость стабилизации объекта, а сигнал с выхода оптимального линейного фильтра и сигнал коррекции суммируются и подаются на прецессионный двигатель вертикальной рамы гироскопа, парирующий, совместно с двигателем стабилизации горизонтальной рамы, вынужденной прецессией возможные значительные отклонения стабилизированной платформы от горизонтального положения под действием внешних сил.

Новые существенные признаки:

1. Для обеспечения стабилизации объекта в двух вертикальных плоскостях ось гироскопа расположена вертикально.

2. Массивный обод ротора помещен в упорный подшипниковый узел, исключаящий деформации ротора и оси гироскопа и возможные прецессии, вызванные деформациями и влияющие на точность стабилизации объекта.

3. Подшипниковый узел расположен на вертикальной раме симметрично относительно центральной поперечной горизонтальной оси устройства.

4. Горизонтальный подшипниковый узел воспринимает вертикальные нагрузки от ротора гироскопа.

5. Значительные отклонения от горизонтального положения стабилизируемой платформы парируются прецессионным двигателем вертикальной рамы совместно с двигателем стабилизации горизонтальной рамы.

Перечисленная совокупность признаков обеспечивает получение технического результата во всех случаях, на которые распространяется испрашиваемый объем правовой охраны.

Технический результат обеспечивается наличием в устройстве упорного

подшипникового узла - опоры массивного обода ротора, исключая деформации оси и ротора гироскопа и возможные прецессии, вызванные деформациями, влияющие на точность стабилизации объекта, а значительные отклонения от горизонтального положения стабилизируемой платформы парируются прецессионным двигателем

горизонтальной рамы, совместно с двигателем стабилизации горизонтальной рамы. В устройствах, использующих стабилизирующие свойства гироскопа, ротор которого благодаря вращению с большой угловой скоростью создает кинетический момент, необходимый для сохранения неизменного положения главной оси гироскопа в инерциальном пространстве, угловые скорости отклонения главной оси гироскопа в инерциальном пространстве определяются значением кинетического момента гироскопа: чем больше кинетический момент $J \cdot \Omega$, тем меньше угловые скорости дрейфа оси гироскопа, тем выше точность работы устройства. Но одновременно с увеличением кинетического момента, растут моменты внешних возмущающих сил. Для определения требований к конструкции ротора необходимо выяснить силы, создающие возмущающие моменты относительно осей подвеса гироскопа. Для этого рассмотрим ротор, состоящий из массивного обода и гибкого вала, соединенных между собой тонкой диафрагмой. Будем полагать этот ротор идеально сбалансированным (Фиг.1А).

При равномерном движения объекта со скоростью V его ускорение равно нулю; $V' = 0$, а центр O_p массы m_p ротора совмещен с точкой O подвеса гироскопа (Фиг.1А). При ускорениях совмещение точек O_p и O будет нарушаться, в связи с чем на гироскоп начнут воздействовать моменты возмущающих сил, вызывающие отклонения его от первоначального направления. В результате ускорений вдоль осей X и Z (Фиг.1Б и 1В) возникнут силы инерции:

$$R_x = m_p \cdot V_x'; \quad R_z = m_p \cdot V_z'; \quad (1)$$

которые вызовут деформации диафрагмы и вала ротора. В результате центр O_p массы m_p ротора сместится относительно точки подвеса O на расстояния X и Z .

Амплитуды деформаций зависят от осевой c_x и радиальной c_z жесткостей диафрагмы и вала гироскопа и определяются из условий равенства упругих и инерциальных сил по координатным осям:

$$X \cdot c_x = m_p \cdot V_x'; \quad Z \cdot c_z = m_p \cdot V_z'. \quad (2)$$

В общем случае (Фиг.1Г) силы инерции R_x и R_z создадут относительно оси O_y , проходящей через точку O подвеса, возмущающий момент:

$$M_{и} = R_x \cdot Z - R_z \cdot X, \quad (3)$$

который вызовет прецессию гироскопа относительно осей подвеса ротора. Угловая скорость прецессии вокруг вертикальной оси подвеса Z равна:

$$\Psi'_{и} = \frac{M_{и}}{J \cdot \Omega} = \frac{m_p^2 \cdot V_x' \cdot V_z'}{J \cdot \Omega} \left(\frac{1}{c_z} - \frac{1}{c_x} \right). \quad (4)$$

Равнодействующая сил инерции R_x и R_z , направленная по оси $O-O_p$, будет создавать на опоры, установленные на оси Y , силовое воздействие:

$$F = \sqrt{R_x^2 + R_z^2}, \quad (5)$$

создавая в подшипниках момент сил трения:

$$M_{т} = \lambda \cdot \sqrt{R_x^2 + R_z^2}, \quad (6)$$

под влиянием которого у гироскопа тоже начнется прецессионное движение, угловая скорость которого определяется равенством:

$$\Psi'_T = \frac{M_T}{J \cdot \Omega} = \frac{m_p \cdot \lambda}{J \cdot \Omega} \sqrt{V_x'^2 + V_z'^2}, \quad (7)$$

где λ - коэффициент момента сил трения.

5 Отсюда: для повышения характеристик гироскопического успокоителя необходимо уменьшить угловые скорости прецессионного движения.

Для выяснения влияния конструктивных параметров гироскопа на произведение угловых скоростей прецессии обратимся к произведению (4) и (7):

$$10 \Psi'_и \cdot \Psi'_T = \lambda \frac{m_p^3 \cdot V_x' \cdot V_x}{J \cdot \Omega} \left(\frac{1}{c_z} - \frac{1}{c_x} \right) \sqrt{V_x'^2 + V_z'^2} \quad (8)$$

Заменив массу ротора его весом получим:

$$15 \Psi'_и \cdot \Psi'_T = \lambda \frac{V_x' \cdot V_x}{g^3} \cdot \frac{G^3}{J^2 \cdot \Omega^2} \cdot \frac{c_x - c_z}{c_z \cdot c_x} \sqrt{V_x'^2 + V_z'^2} \quad (9)$$

Анализ полученного равенства показывает, что ускорения стабилизируемого объекта, ускорение силы тяжести и коэффициент момента сил трения в опорах подвеса не зависят от параметров ротора гироскопа. Для оценки рациональности конструктивного исполнения ротора гироскопа рассмотрим произведение второго и
20 третьего сомножителей выражения (9), обозначив его как коэффициент К, характеризующий работоспособность конструкции:

$$25 K = G \cdot \left(\frac{G}{J \cdot \Omega} \right)^2 \cdot \frac{c_x - c_z}{c_x \cdot c_z}, \quad (10)$$

который должен стремиться к нулю

Исходя из значения коэффициента работоспособности гироскопического успокоителя (10) для получения рациональной конструкции необходимо, чтобы кинетический момент гироскопа $J \cdot \Omega$ принимал как можно большие значения, а разность жесткостей ротора в осевом c_x и радиальном c_z направлениях стремилась к
30 нулю. Повышения кинематического момента гироскопа можно добиться, увеличив число оборотов ротора и сосредоточив большую часть массы гироскопа в его обод большого диаметра (позиция 1, Фиг.2), разместив его на сравнительно тонкой диафрагме (16), а для исключения деформаций диафрагмы (16) и оси (10) гироскопа опереть массивный обод гироскопа (1) на упорный подшипник (11), размещенный в
35 вертикальной раме (12) и парирующий осевые и отчасти радиальные деформации, в результате чего жесткость опор ротора в осевом c_x и радиальном c_z направлениях будет примерно одинаковой, а их разность будет стремиться к 0. Система стабилизации гироскопической платформы представляет собой последовательно

40 соединенные датчик угла прецессии (2) вертикальной рамы гироскопа (12), усилитель-преобразователь (3) и стабилизирующий двигатель (4) горизонтальной рамы гироскопа (15), закрепленной на центральной продольной горизонтальной оси (13), покоящейся в подшипниках (14) гиросtabilизированной платформы.
45 Система коррекции состоит из двух цепей: последовательно соединенных акселерометра (5) и усилителя коррекции (6) и последовательно соединенных датчика угла прецессии (2) и оптимального линейного фильтра. Сигналы с выхода усилителя коррекции (6) и оптимального линейного фильтра (8) суммируются сумматором (9) и
50 поступают на прецессионный электродвигатель (7) вертикальной рамы гироскопа (12) на центральную поперечную горизонтальную ось (17), парируя, совместно с двигателем стабилизации (4), значительные отклонения от горизонтального положения стабилизируемой платформы.

Перечень позиций на чертеже Фиг.1 к заявке
ОДНООСНЫЙ СИЛОВОЙ ГИРОСТАБИЛИЗАТОР

V_X' ; V_Z' - осевое и радиальное ускорения;

R_X ; R_Z - осевая и радиальная силы инерции;

X ; Z - осевое и радиальное перемещения центра массы O_p гироскопа от точки подвеса O .

Перечень позиций на чертеже Фиг.2 к заявке
ОДНООСНЫЙ СИЛОВОЙ ГИРОСТАБИЛИЗАТОР

1. Гироскоп.

2. Датчик угла прецессии вертикальной рамы гироскопа.

3. Усилитель стабилизации.

4. Двигатель стабилизации.

5. Акселерометр горизонтальной рамы гироскопа.

6. Усилитель коррекции.

7. Двигатель стабилизации горизонтальной рамы.

8. Оптимальный линейный фильтр.

9. Сумматор.

10. Вертикальная ось гироскопа.

11. Упорный горизонтальный подшипниковый узел.

12. Вертикальная рама.

13. Центральная продольная горизонтальная ось.

14. Стойки стабилизированной платформы объекта.

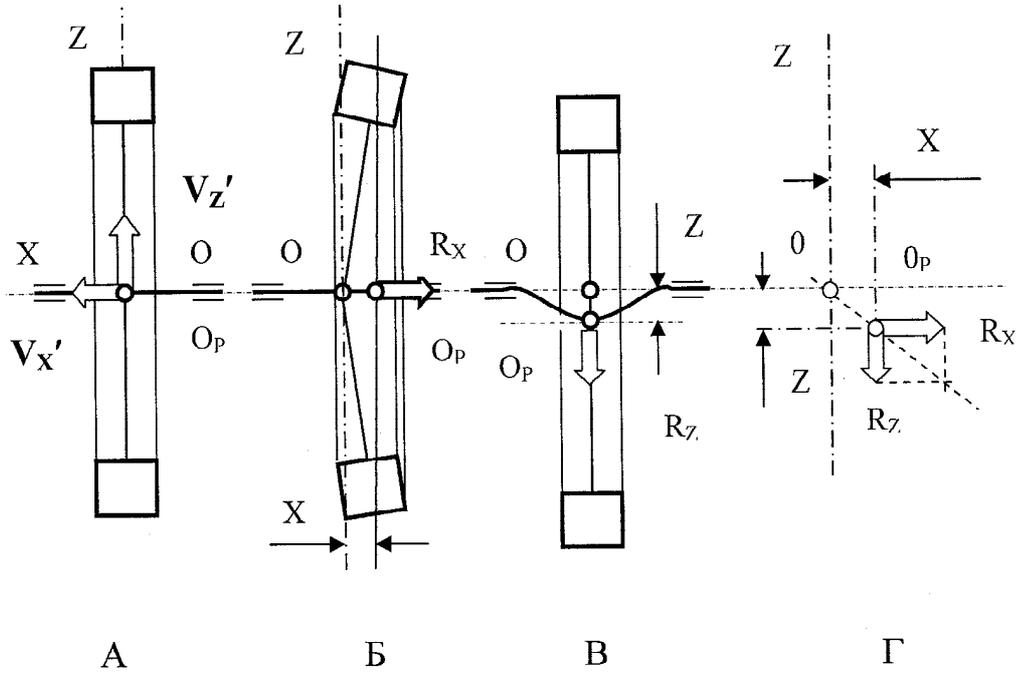
15. Горизонтальная рама.

16. Диафрагма.

17. Центральная поперечная горизонтальная ось.

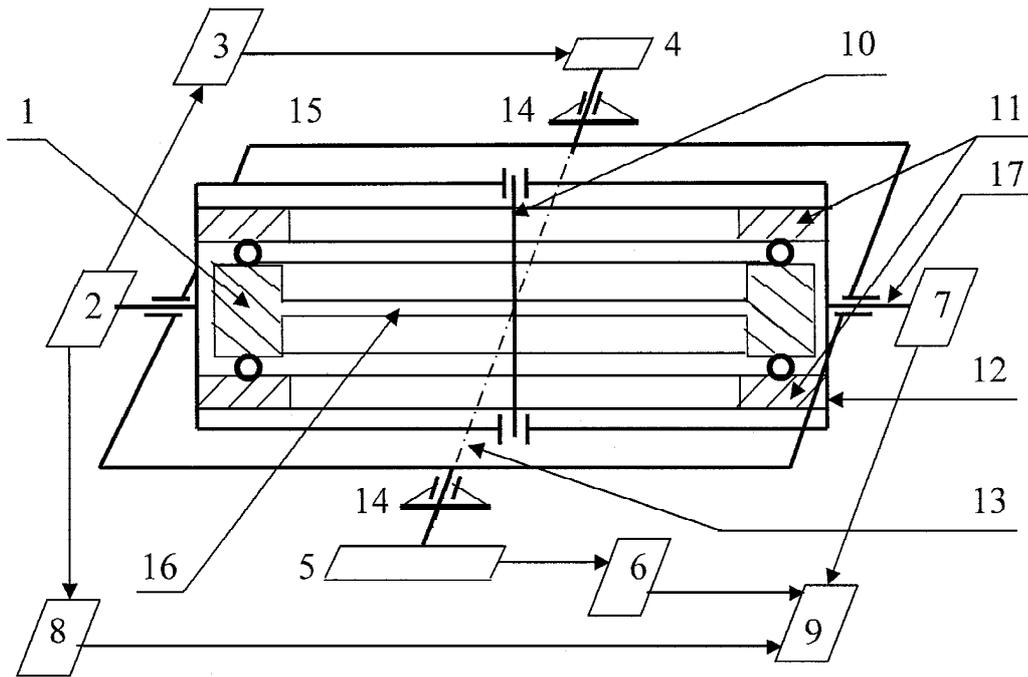
Формула изобретения

Одноосный силовой гиростабилизатор, содержащий двухстепенной гироскоп с датчиком угла прецессии, выход которого через усилитель стабилизации соединен с двигателем стабилизации, последовательно соединенные акселерометр и усилитель коррекции, с целью повышения точности в него дополнительно введен оптимальный линейный фильтр, отличающийся тем, что для обеспечения стабилизации в двух вертикальных плоскостях ось гироскопа расположена вертикально, а массивный обод ротора гироскопа помещен в упорный горизонтальный подшипниковый узел, расположенный в вертикальной раме симметрично относительно центральной поперечной горизонтальной оси устройства, воспринимающий вертикальные нагрузки и исключаящий деформации ротора и оси гироскопа и возникающие вследствие этого прецессии, влияющие на точность и скорость стабилизации объекта, а сигнал с выхода оптимального линейного фильтра и сигнал коррекции суммируются и подаются на прецессионный двигатель вертикальной рамы гироскопа, парирующий совместно с двигателем стабилизации горизонтальной рамы вынужденной прецессией возможные значительные отклонения стабилизированной платформы от горизонтального положения под действием внешних сил.



Ротор гироскопа (А) и смещение его центра масс (Г),
вследствие упругих деформаций диафрагмы (Б) и вала (В)

Фиг. 1



Фиг. 2