

Изобретение относится к измерителям линейного ускорения и может быть использовано в гироскопических и навигационных системах стабилизации и управления в качестве чувствительного элемента системы, с помощью которого определяются параметры движения объекта, например, в инерциальной навигационной системе полуаналитического типа - в качестве ньютонометра.

Известны акселерометры [1], у которых чувствительным элементом, воспринимающим действие ускорения, является инерционная масса, имеющая линейное перемещение относительно корпуса или физический маятник.

Однако такие акселерометры обладают ограниченной чувствительностью, так как ее повышение связано с необходимостью увеличивать вес или габариты прибора.

В качестве прототипа заявляемого устройства выбран двухстепенной датчик угловых скоростей и линейных ускорений [2], состоящий из корпуса с закрепленным в нем двигателем, на валу которого установлен ротор, выполненный в виде четырех секций, каждая из которых соединена с валом упругими торсионами с жестко закрепленными концами так, что ее центр масс смещен относительно продольной оси упругих торсионов вдоль оси вращения ротора. При действии на датчик возмущающих моментов, обусловленных переносными угловыми скоростями и линейными ускорениями, секции ротора совершают колебательные движения относительно продольной оси торсионов. Измерительные устройства, установленные в корпусе датчика, регистрируют колебания секций ротора и разделяют сигналы, зависящие от угловых скоростей и линейных ускорений. Чувствительность двухстепенного универсального датчика угловых скоростей и линейных ускорений повышается за счет использования резонансной настройки, которая создается путем настройки датчика на частоту колебаний полезного момента.

Однако при смещении центра масс секций ротора вдоль оси вращения, резонансная настройка повышает чувствительность датчика одновременно к переносным угловым скоростям и линейным ускорениям, лежащим в перпендикулярной к оси вращения плоскости. А это уменьшает диапазон линейности датчика, так как вследствие его одноканальности диапазон используется одновременно для измерения двух величин (угловой скорости и линейного ускорения), а также приводит к его усложнению из-за увеличения количества измерительных устройств, необходимых для регистрации и разделения угловой скорости и линейного ускорения. Кроме того, в датчике отсутствует устройство для выполнения точной резонансной настройки, а это не позволяет получить максимальную чувствительность датчика.

В основу изобретения поставлена задача создания двухстепенного акселерометра, в котором обеспечивается исключение влияния переносной угловой скорости и за счет этого расширяется диапазон линейности по линейным ускорениям и упрощается конструкция, а также обеспечивается точная резонансная настройка акселерометра и за счет этого достигается максимальная его чувствительность.

Поставленная задача достигается тем, что в

известном двухстепенном акселерометре, содержащем корпус с размещенным в нем двигателем, на валу которого, посредством упругих торсионов с жестко закрепленными концами, установлен ротор со смещенным, относительно продольной оси упругих торсионов, центром масс и закрепленное в корпусе измерительное устройство, согласно изобретению, центр масс ротора смещен по линии, перпендикулярной одновременно продольной оси упругих торсионов и оси вращения ротора, при этом последний содержит устройство регулирования величины смещения его центра масс.

Смещение центра масс ротора можно получить выполнением, например, паза в случае симметричного ротора, или закреплением упругих торсионов на заданном расстоянии от центра масс ротора.

Для упрощения реализации акселерометра, продольная ось упругих торсионов, закрепленных на валу, пересекает ось вращения ротора.

Для упрощения балансировки акселерометра продольная ось упругих торсионов, закрепленных на валу, не пересекает оси вращения ротора, а центр масс последнего расположен на оси его вращения.

Устройство регулирования величины смещения центра масс ротора может быть выполнено в виде винта, установленного в выполненном в роторе резьбовом отверстии, продольная ось которого расположена на линии смещения центра масс ротора.

Смещение центра масс ротора по линии перпендикулярной одновременно продольной оси упругих торсионов и оси вращения ротора дает возможность выполнить резонансную настройку акселерометра только по линейным ускорениям, направленным вдоль оси вращения ротора и тем самым исключить влияние переносной угловой скорости. Вследствие этого расширяется диапазон линейности акселерометра, так как весь он будет использован для измерения одной величины - линейного ускорения. Это дает возможность также упростить конструкцию акселерометра, так как в этом случае достаточно иметь один цельный ротор и одно измерительное устройство.

Закрепление упругих торсионов на валу двигателя так, что их продольная ось пересекает ось вращения ротора позволяет, путем несложной доработки (например, выполнения паза), использовать для реализации заявляемого акселерометра серийно выпускаемые динамически настраиваемые гироскопы.

Закрепление упругих торсионов на валу двигателя так, что их продольная ось не пересекает оси вращения ротора, а центр масс последнего расположен на оси его вращения, позволяет значительно, по сравнению с вышеописанным вариантом, упростить балансировку акселерометра, возникающую вследствие несовпадения центра масс ротора и оси его вращения.

Выполнение устройства регулирования в виде винта, установленного в роторе в резьбовом отверстии, ось которого расположена на линии смещения центра масс ротора, позволяет, путем перемещения винта по отверстию, точно устанавливать заданную величину смещения центра масс ротора и, тем самым, выполнить

точно резонансную настройку акселерометра, а значит получить максимальную его чувствительность.

Из анализа научно-технической и патентной литературы, оценки существующего мирового уровня техники можно заключить, что заявляемое изобретение отличается высокой чувствительностью при малых габаритах, простотой конструкции, имеет широкий диапазон измерений и отвечает критерию "изобретательский уровень".

На фиг.1 изображен общий вид акселерометра с продольной осью упругих торсионов, пересекающей ось вращения ротора; на фиг.2 - разрез по А - А; на фиг.3 - общий вид акселерометра с продольной осью упругих торсионов, не пересекающей ось вращения ротора; на фиг.4 - разрез по Б - Б.

Двухступенный акселерометр состоит из корпуса 1 с размещенным в нем двигателем 2 и измерительным устройством 3. На валу 4 двигателя 2 посредством упругих торсионов 5 установлен ротор 6 с расположенным в нем винтом 7. Упругие торсионы 5 жестко закреплены (например, вклеены) одним концом на валу 4, а другим - на роторе 6 и дают возможность последнему отклоняться только вокруг их продольной оси. Кроме того, они служат для передачи вращения ротору 6 с вала 4 двигателя 2. Ротор 6 выполнен так, что центр масс его смещен относительно продольной оси упругих торсионов 5 на заданную величину Δ по линии 8 перпендикулярной одновременно продольной оси упругих торсионов 5 и оси 9 вращения ротора 6. Винт 7 установлен в выполненном в роторе 6 отверстии, ось которого расположена на линии 8 смещения центра масс ротора, что дает возможность, перемещая винт 7 по отверстию, точно устанавливать заданное расстояние l от центра масс винта 7 до оси 9 вращения ротора. Измерительное устройство 3 служит для регистрации отклонений ротора 6 вокруг продольной оси упругих торсионов 5. На фиг.1, 2 показан вариант получения смещения центра масс, в случае использования симметричного ротора 6, путем установки упругих торсионов 5 по оси симметрии ротора 6 и выполнения в нем паза 10 в зависимости от заданного смещения Δ . При этом упругие торсионы 5 закреплены на валу 4 так, что их продольная ось пересекает ось 9 вращения ротора 6. Этот вариант конструкции позволяет путем несложной доработки (выполнение в роторе 6 фрезеровкой паза 10) использовать для реализации предлагаемого устройства серийные образцы динамически настраиваемых гироскопов. На фиг.3, 4 показан вариант получения смещения центра масс ротора 6, в котором упругие торсионы 5 закреплены в роторе 6 на заданном расстоянии Δ от оси его симметрии, а следовательно, и от центра его масс. При этом на валу 4 упругие торсионы 5 закреплены так, что центр масс ротора 6 расположен на оси 9 его вращения. Такой вариант упрощает выполнение балансировки акселерометра, проводимой при несовпадении центра масс ротора и оси вращения, которое возникает при выполнении акселерометра по первому варианту (фиг.1, 2).

Устройство работает следующим образом: под воздействием линейного ускорения,

направленного вдоль оси 9 вращения ротора 6, последний, быстро вращаясь под действием двигателя 2, вследствие смещенного центра масс, получает отклонение вокруг продольной оси упругих торсионов 5, пропорциональное измеряемому ускорению, которое регистрируется измерительным устройством 3.

Выполненная в акселерометре резонансная настройка имеет вид

$$\Omega^2 = - \frac{K}{A - B + m l^2},$$

где Ω - угловая скорость собственного вращения ротора;

K - коэффициент угловой жесткости упругих торсионов;

A, B - соответственно осевой и экваториальный моменты инерции ротора;

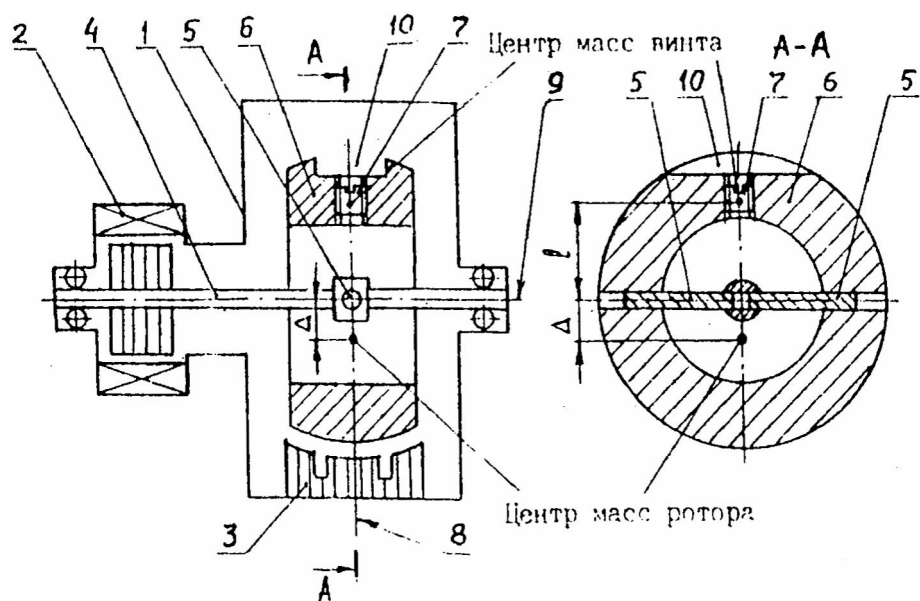
m - масса винта;

l - расстояние от центра масс винта до оси вращения ротора,

и увеличивает чувствительность заявляемого устройства только к линейным ускорениям, направленным вдоль оси вращения ротора 6, чем исключается влияние переносной угловой скорости и за счет этого расширяется диапазон линейности по линейным ускорениям. Кроме того, зависимость резонансной настройки от массы m винта 7 и расстояния l от центра его масс до оси 9 вращения ротора 6 позволяет путем изменения этих параметров выполнить точную резонансную настройку и тем самым получить максимальную чувствительность акселерометра.

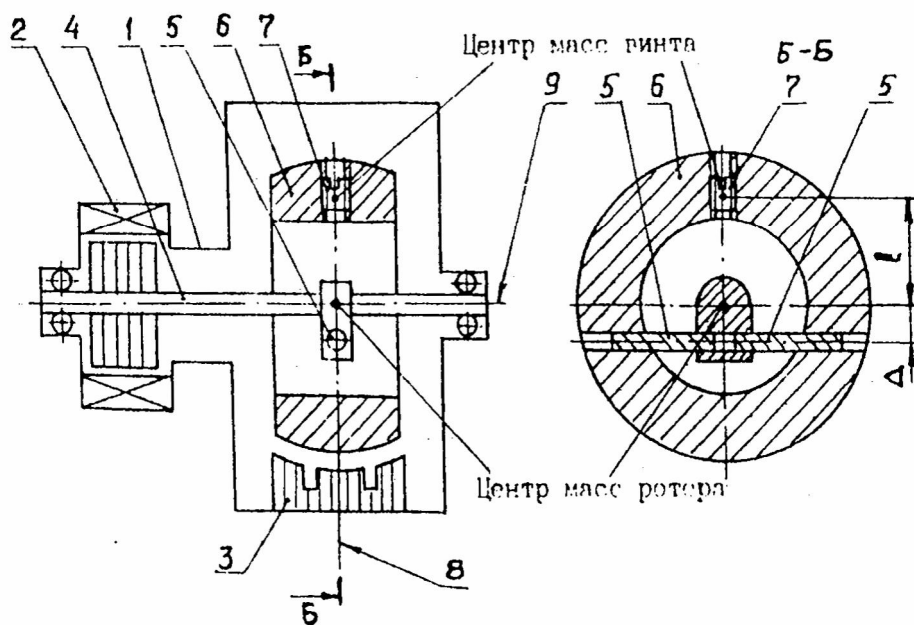
По расчетам заявителей двухступенной акселерометр, в отличие от прототипа, имеет более чем в два раза шире диапазон линейности по линейным ускорениям. Заявляемое устройство можно реализовать путем доработки ротора (выполнить паз и резьбовое отверстие в роторе, в которое установить винт согласно описанию) динамически настраиваемых гироскопов типа ГВК-3, ГВК-4 и т.п.

Таким образом, заявляемое изобретение соответствует критерию "промышленная применимость" за счет расширений диапазона линейности, упрощения конструкции, высокой чувствительности.



Фиг. 1

Фиг. 2



Фиг. 3

Фиг. 4