

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **15406**

(13) **С1**

(46) **2012.02.28**

(51) МПК

G 01M 1/12 (2006.01)

(54)

**СПОСОБ БАЛАНСИРОВКИ ФИЗИЧЕСКОГО
МАЯТНИКА, ОПИРАЮЩЕГОСЯ ДВУМЯ ШАРИКАМИ
НА ВНЕШНЕЕ ОСНОВАНИЕ**

(21) Номер заявки: а 20090535

(22) 2009.04.15

(43) 2010.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Джилавдари Игорь Захарович; Ризноокая Наталия Николаевна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(56) ВУ 11588 С1, 2009.

ВУ 11224 С1, 2008.

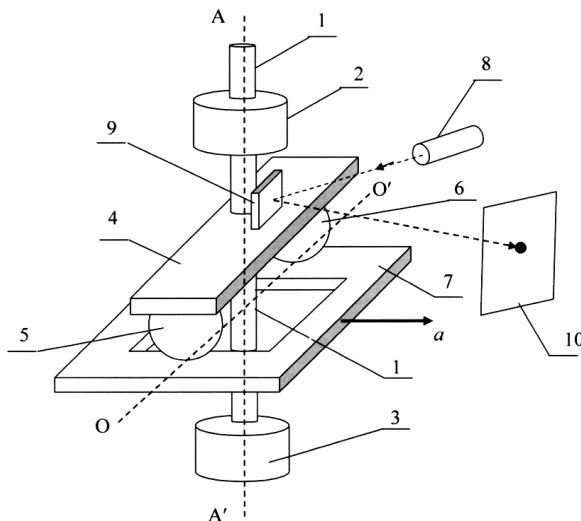
ВУ 6790 С1, 2005.

SU 1065807 А, 1984.

US 3769840, 1973.

(57)

Способ балансировки физического маятника с опорой на два шарика, при котором устанавливают маятник опорой на внешнее основание вертикально, направляют луч лазера на зеркало, установленное на планке маятника, жестко прикрепленной к стержню, по которому перемещают и фиксируют грузы, отмечают положение светового пятна, оставленного отраженным лучом на экране, перемещают внешнее основание вместе с маятником с ускорением, направленным горизонтально и перпендикулярно мгновенной оси вращения маятника, регистрируют наличие или отсутствие смещения светового пятна на экране, при наличии смещения светового пятна перемещают грузы вдоль стержня, устраняя смещение светового пятна на экране, причем перемещения внешнего основания вместе с маятником с ускорением и грузов вдоль стержня осуществляют до тех пор, пока световое пятно на экране не будет оставаться неподвижным.



Фиг. 3

ВУ 15406 С1 2012.02.28

Изобретение относится к области измерительной техники и может быть использовано для обеспечения нечувствительности маятниковых приборов, содержащих физический маятник, опирающийся двумя шариками на внешнее основание, в частности маятниковых гравиметров и маятниковых трибометров, к горизонтальным вибрациям.

Известен способ статической балансировки роторов [1], в котором добиваются безразличного равновесия ротора или диска, вращающегося вокруг горизонтальной неподвижной оси, по отношению к действию силы тяжести. В этом способе ротор своими цапфами устанавливается на две параллельные горизонтальные призмы. При наличии дисбаланса ротор поворачивается так, что его центр масс занимает самое низкое положение. Безразличного равновесия ротора здесь добиваются перемещая груз, закрепленный на роторе, или прикрепляя к ротору дополнительные грузы.

Недостатком этого способа является то, что его нельзя применить к физическому маятнику с опорой качения, опирающемуся двумя шариками на внешнее основание, причем маятник должен совершать свободные колебания с определенным периодом. В таком маятнике состояние безразличного равновесия по отношению к действию силы тяжести недопустимо.

Наиболее близким к предлагаемому является способ [2] балансировки физического маятника, опирающегося двумя шариками на внешнее основание, по отношению к горизонтальным вибрациям в маятниковом трибометре.

В этом способе маятник (фиг. 1-2) располагают горизонтально в плоскости рисунка и устанавливают на ребро призмы, расположенное горизонтально и перпендикулярно плоскости рисунка. Идеальная балансировка будет достигнута тогда, когда центр тяжести маятника C будет находиться на мгновенной оси вращения OO' , которая, в свою очередь, будет проходить через точки контактов шариков и опорной поверхности. В этом случае при движении основания в горизонтальном направлении с ускорением a момент силы трения или силы инерции, действующий на маятник относительно мгновенной оси вращения, будет равен нулю. И при наличии горизонтальных вибраций основания маятник будет находиться в состоянии покоя по отношению к опорной поверхности.

В данном способе балансировку маятника осуществляют из безразличного положения маятника, занимающего горизонтальное положение, обеспечивают путем перемещения подвижных грузов 2 и 3 или путем добавления к маятнику дополнительного груза.

Основным недостатком данного способа балансировки является низкая точность. Этот недостаток обусловлен следующими причинами:

1. Трудно обеспечить горизонтальное положение маятника, поскольку маятник имеет сложную форму. Также трудно обеспечить перпендикулярность направления оси AA' маятника направлению ребра призмы, которое направлено перпендикулярно плоскости рисунка.

2. Балансировка проводится в условиях, отличных от условий использования маятника по прямому назначению, в котором маятник занимает вертикальное положение. В этом случае даже в идеально сбалансированном по данному способу маятнике положение центра масс маятника будет смещаться по отношению к мгновенной оси вращения OO' (фиг. 1), и балансировка будет нарушена. Это объясняется деформацией самого маятника под действием собственного веса, деформациями шариков под действием веса маятника и деформацией основания, на которое опираются шарики.

Низкая точность балансировки маятника приводит к наличию его чувствительности по отношению к горизонтальным вибрациям основания, на которое опирается маятник.

Задачей изобретения является повышение устойчивости маятника по отношению к горизонтальным вибрациям основания.

Решение этой задачи обеспечивается тем, что в известном способе балансировки физического маятника с опорой на два шарика, который осуществляют путем перемещения на маятнике подвижных грузов или путем добавления к нему дополнительных грузов,

ВУ 15406 С1 2012.02.28

устанавливают маятник опорой на внешнее основание вертикально, направляют луч лазера на зеркало, установленное на планке маятника, жестко прикрепленной к стержню, по которому перемещают и фиксируют грузы, отмечают положение светового пятна, оставленного отраженным лучом на экране, перемещают внешнее основание вместе с маятником с ускорением, направленным горизонтально и перпендикулярно мгновенной оси вращения маятника, регистрируют наличие или отсутствие смещения светового пятна на экране, при наличии смещения светового пятна перемещают грузы вдоль стержня, устраняя смещение светового пятна на экране, причем перемещения внешнего основания вместе с маятником с ускорением и грузов вдоль стержня осуществляют до тех пор, пока световое пятно на экране не будет оставаться неподвижным.

Расположение маятника таким образом, чтобы он находился в положении, совпадающем с положением равновесия в условиях его применения, позволяет осуществлять его балансировку с максимально достижимой точностью, поскольку влияние деформации маятника под действием собственного веса, а также влияние деформации шариков и поверхности, на которую они опираются, на точность балансировки будут устранены автоматически.

Перемещение опорной поверхности с ускорением, направленным горизонтально, позволяет имитировать нежелательные горизонтальные вибрации, действующие на маятник в процессе его использования по назначению. Это ускорение может иметь любые желательные значения и знак.

Наличие или отсутствие изменения ориентации маятника относительно вертикали в процессе перемещения с ускорением свидетельствует об отсутствии или наличии точной балансировки маятника, поскольку изменение ориентации маятника под действием сил инерции, действующих на его центр масс в горизонтальном положении, возможно только при условии, что центр масс не находится на мгновенной оси вращения. Балансировка маятника будет достигнута тогда, когда центр тяжести будет расположен на мгновенной оси вращения.

Балансировка маятника до состояния, в котором отклонение оси маятника в процессе его перемещения с ускорением отсутствует, позволяет обеспечить отсутствие влияния горизонтальных вибраций поверхности, на которую он установлен, в реальных условиях его использования по прямому назначению.

На фиг. 1 и 2 представлены схематические изображения в фас и профиль физического маятника, опирающегося двумя шариками на внешнюю опору.

Фиг. 3 иллюстрирует предлагаемый способ балансировки маятника.

На этих фигурах показаны: 1 - стержень маятника, 2 и 3 - грузы, которые можно перемещать и фиксировать в нужном положении, 4 - планка, жестко прикрепленная к стержню 1, 5 и 6 - шарики, представляющие опору маятника, жестко прикрепленные к планке 4, 7 - внешняя опора, на которую установлен маятник шариками 5 и 6, 8 - лазер, 9 - зеркало, прикрепленное к планке 4, 10 - экран, линия AA' - геометрическая ось маятника, линия OO' - мгновенная ось вращения маятника, вектор a - горизонтальное ускорение, с которым перемещают поверхность, на которую установлен маятник, точка C - центр тяжести маятника.

Балансировка маятника будет достигнута тогда, когда центр тяжести C будет находиться на мгновенной оси вращения OO' .

Балансировку маятника по предлагаемому способу осуществляют следующим образом. Маятник 1-4 устанавливают шариками 5 и 6 вертикально на опору 7. Направляют луч лазера 8 на зеркало 9 и следят за положением светового пятна, оставленного отраженным лучом на экране 10 (фиг. 3). Приводят опору 7 в движение с произвольным ускорением a , направленным горизонтально. Для этого достаточно просто сместить эту поверхность из состояния покоя, поскольку любое смещение из состояния покоя обязательно происходит с ускорением. Фиксируют смещение светового пятна на экране 10 и направление этого

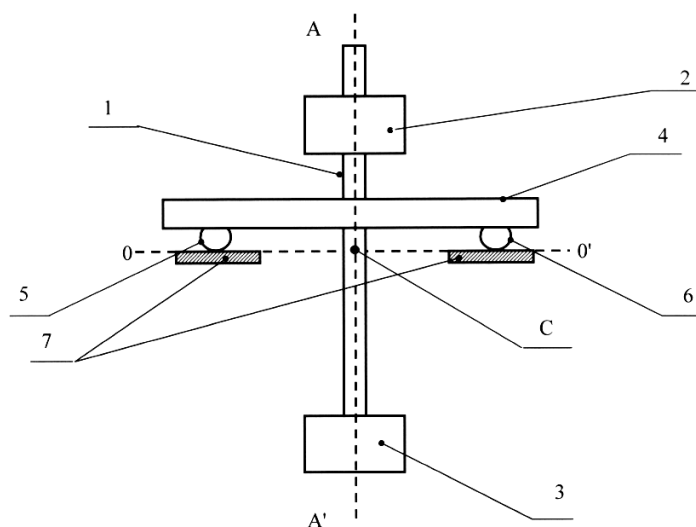
ВУ 15406 С1 2012.02.28

смещения. Перемещают грузы 2 и 3 вдоль стержня 1 с учетом направления смещения пятна. Снова смещают опору 7 и при наличии смещения светового пятна повторяют операцию с грузами 2 и 3. Балансировка маятника будет достигнута тогда, когда при смещении опоры 7 световое пятно на экране 10 будет оставаться неподвижным.

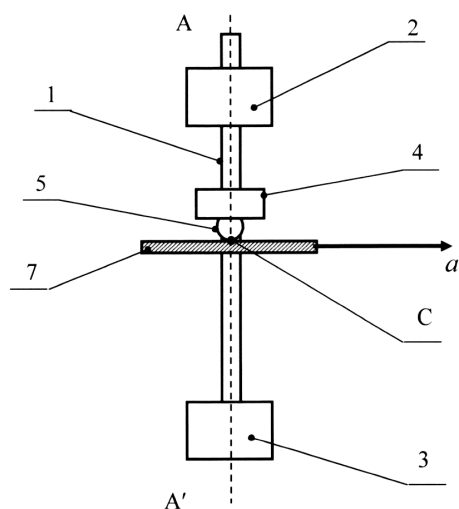
Источники информации:

1. Вибрации в технике. Защита от вибраций и ударов: справочник в 6 томах / Под ред. К.В.Фролова. - М.: Машиностроение, 1981. - Т. 6. - С. 43-48.

2. Заявка на изобретение РБ, МПК G 01N 13/00, 19/02, 2007.



Фиг. 1



Фиг. 2