

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 579

(13) U

(51)<sup>7</sup> F 16H 9/00

## (54) ИНЕРЦИОННЫЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ ВАРИАТОР КРУТЯЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

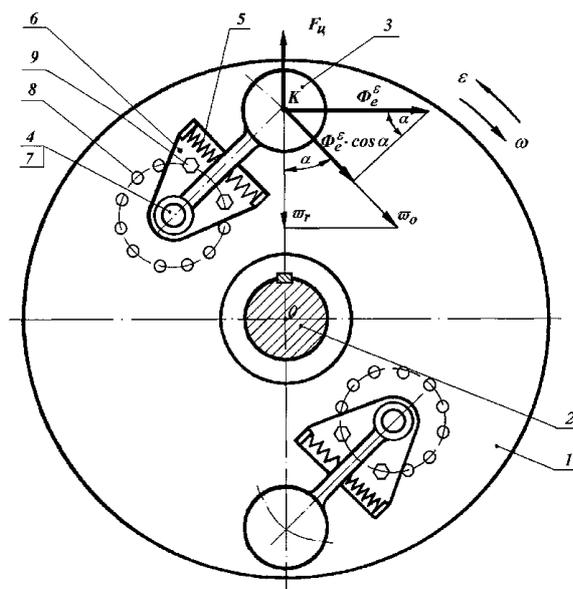
(21) Номер заявки: u 20010266  
(22) Дата поступления: 2001.11.12  
(46) Дата публикации: 2002.06.30

(71) Заявитель: Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого (ВУ)  
(72) Авторы: Петровский В.П., Россол А.И. (ВУ)  
(73) Патентообладатель: Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого (ВУ)

(57)

1. Инерционный динамический вариатор крутящих воздействий, содержащий вал, закрепленный на валу с возможностью вращения совместно с валом относительно оси вала диск и, по меньшей мере, один маятник, установленный на диске с возможностью изменения полярных координат центра масс относительно лежащего на оси вала полюса и проходящей через любую точку диска полярной оси, **отличающийся** тем, что маятник на диске установлен с возможностью движения его центра масс относительно диска по траектории, касательная к которой в положении равновесия маятника наклонена к полярному радиусу центра масс маятника под углом  $45 \pm 15^\circ$ .

2. Вариатор по п. 1, **отличающийся** тем, что он снабжен устройством изменения угла наклона траектории движения центра масс маятника.



Фиг. 1

(56)

1. Фролов К.В., Попов С.А., Мусатов А.К. и др. Теория механизмов и машин. Учебник для вузов / Под ред. К.В. Фролова - М.: Высшая шк., 1987. - С. 287.

Полезная модель относится к области машиностроения, а более конкретно - к устройствам для изменения силовых динамических воздействий, возникающих в связях источника динамической нагруженности с другими объектами, и может быть использована как в качестве гасителя, для защиты объекта от динамических воздействий источника крутильных колебаний, так и для усиления динамических воздействий в машинах, где крутильные колебания играют положительную роль. Предлагаемое устройство может быть установлено, например, на измельчающем барабане кормоуборочного комбайна для уменьшения динамических нагрузок в приводе измельчающего барабана, на испытательных стендах для воссоздания эксплуатационной нагруженности испытуемых узлов, на вращающихся деталях инерционных трансформаторов крутящего момента для усиления импульсов крутящего момента.

Известен инерционный динамический вариатор крутящих воздействий, содержащий диск, вал диска и связанный с диском маятник [1]. Координаты центра масс маятника при работе вариатора не изменяются. Недостатком этого вариатора является его изохронность, т.е. неспособность устройства подстраивать свою собственную частоту к частоте возбуждения.

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому техническому решению является инерционный динамический вариатор крутящих воздействий, содержащий диск, вал диска и по меньшей мере один маятник, установленный на диске с возможностью изменения полярных координат центра масс маятника относительно лежащего на оси вращения вала (диска) полюса и проходящей через любую точку плоскости диска полярной оси [2].

В указанной конструкции вариатора компоновка маятника по отношению к диску такова, что дополнительное динамическое воздействие вариатора

$$M_d = \frac{d(J\omega)}{dt}$$

достигает своего максимума тогда, когда маятник уже отклонился от своего положения равновесия на некоторый угол, т.е. через некоторый промежуток времени после момента удара, поэтому дополнительное динамическое воздействие вариатора существенно отстает от ударного динамического воздействия источника и практически не изменяет его. Таким образом, недостатком указанной конструкции вариатора крутящих воздействий является сравнительно низкая эффективность реагирования вариатора на ударные воздействия источника.

Задачей, на решение которой направлена заявляемая полезная модель, является повышение эффективности реагирования вариатора на ударные воздействия источника путем рациональной компоновки маятника на диске вариатора крутящих воздействий.

Поставленная задача решается за счет того, что в известном инерционном динамическом вариаторе крутящих воздействий, содержащем вал, закрепленный на валу с возможностью вращения совместно с валом относительно оси вала диск и, по меньшей мере, один маятник, установленный на диске с возможностью изменения полярных координат центра масс относительно лежащего на оси вала полюса и проходящей через любую точку диска полярной оси, согласно полезной модели, маятник установлен с возможностью движения центра масс маятника относительно диска по траектории, касательная к которой в положении равновесия маятника наклонена к полярному радиусу центра масс маятника под углом  $45 \pm 15^\circ$ .

При этом наибольшая эффективность реагирования вариатора на ударные воздействия источника достигается за счет установки маятника на диске с возможностью движения центра масс маятника по траектории, касательная к которой в положении равновесия маятника составляет угол  $45^\circ$ . При таком угле дополнительное динамическое воздействие, формируемое устройством в момент удара, будет максимальным.

В случаях же, когда предлагаемый вариатор применяется в конструкциях испытательных стендов, наибольшая эффективность реагирования определяется задаваемым режимом испытания, который во многих случаях является переменным, поэтому в этом случае для достижения наибольшей эффективности реагирования вариатор снабжен устройством изменения угла наклона траектории движения маятника.

На фиг. 1 изображен пример выполнения инерционного динамического вариатора крутящих воздействий с маятником качающегося типа.

На фиг. 2 изображен пример выполнения инерционного динамического вариатора крутящих воздействий с маятником ползункового типа.

Вариатор крутящих воздействий содержит диск 1, который установлен на валу 2, и маятники 3. Вал 2 включен в кинематическую цепь, связывающую источник динамических воздействий и объект. Маятники 3 кинематически связаны с диском 1 таким образом, что в условиях равномерного вращения диска каждый

# BY 579 U

маятник занимает положение равновесия, когда касательная к траектории возможного перемещения центра масс маятника (точка К) относительно диска наклонена к полярному радиусу ОК (О - полюс, находящийся на оси вращения) и образует с ним угол  $\alpha$ . Маятник кинематически связан с диском с помощью шарнира 4 (см. фиг. 1), либо выполнен в виде ползунковой пары (см. фиг. 2) и подпружинен упругими элементами 5. Для обеспечения возможности изменения угла наклона траектории маятника вариатор крутящих воздействий снабжен устройством изменения угла наклона маятника. Устройство изменения угла наклона маятника в приведенных примерах выполнено в форме серьги 6, которая соединена с диском с помощью шарнира 7, находящегося на одной оси с шарниром 4. Вокруг оси шарнира 7 на диске по окружности выполнены отверстия 8. На серьге также выполнена пара отверстий, которые совмещаются с отверстиями на диске и серьга болтами 9 соединяется с диском в одном из фиксированных положений. Для обеспечения балансировки вариатора целесообразно устанавливать два маятника.

Работает вариатор следующим образом. При равномерном вращении диска 1 на маятники 3 действует центробежная сила  $F_c$ , которая сжимает упругий элемент 5 и маятник устанавливается в положении равновесия. В случае, когда со стороны источника возникает динамическое крутящее воздействие на вал 2, например, ударный момент сопротивления в сторону обратную направлению вращения, диск двигается с замедлением. Маятник же перемещается по инерции, полярные координаты центра масс маятника изменяются. При этом в соответствии с основным законом динамики вращательного движения диск вариатора воздействует на вал динамическим крутящим моментом:

$$M_d = \frac{d(J\omega)}{dt},$$

где  $J$  - момент инерции вариатора относительно оси вращения;

$\omega$  - угловая скорость вращения диска.

Очевидно, что в случае, когда вариатор используется в качестве гасителя колебаний, то величина динамического гасящего момента тем больше, чем больше скорость уменьшения момента инерции вариатора, т.е. чем с большим ускорением и большей скоростью центр масс маятника станет приближаться к оси вращения диска.

И, наоборот, в случае, когда вариатор используется в качестве усилителя колебаний, то величина дополнительного динамического момента тем больше, чем с большим ускорением и большей скоростью центр масс маятника станет удаляться от оси вращения диска.

В момент удара на маятник действует вращательная сила инерции

$$\Phi_e^e = m r \epsilon,$$

где  $m$  - масса маятника,

$r$  - радиус вращения центра масс маятника,

$\epsilon$  - угловое ускорение (замедление) диска.

Под воздействием этой силы центр масс маятника перемещается по траектории с ускорением:

$$\omega_0 = \frac{\Phi_e^e \sin \alpha}{m} = r \epsilon \sin \alpha,$$

где  $\alpha$  - угол между полярным радиусом центра масс и касательной к траектории.

При этом центр масс приближается к оси вращения диска, либо удаляется от нее с ускорением:

$$\omega_r = \omega_0 \cdot \cos \alpha = r \epsilon \sin \alpha \cdot \cos \alpha = r \epsilon \frac{\sin 2\alpha}{2}.$$

Не сложно видеть, что величина ускорения  $\omega_r$ , а следовательно, и величины скорости изменения момента инерции и динамического крутящего момента вариатора будут максимальны тогда, когда величина  $\sin 2\alpha = 1$ , т.е. при  $\alpha = 45^\circ$ .

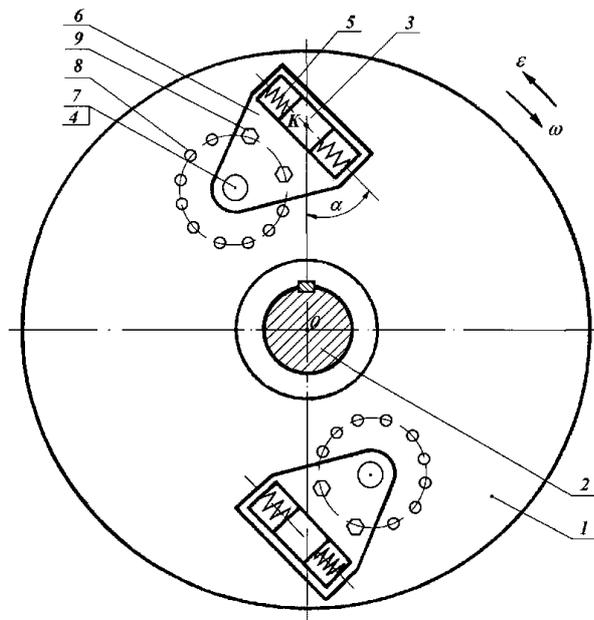
При этом в случае, когда маятник на диске вариатора установлен с возможностью приближения его центра масс к оси вращения при относительном угловом перемещении центра масс маятника в сторону вращения диска, формируемый вариатором дополнительный динамический крутящий момент направлен в сторону противоположную ударному крутящему воздействию от источника, т.е. вариатор играет роль гасителя. При изменении направления вращения, либо направления наклона траектории движения маятника, вариатор будет играть роль усилителя динамических воздействий от источника.

После того как динамический момент от источника исчезает, маятник возвращается в исходное положение, либо продолжает колебаться с уменьшающейся амплитудой в зависимости от диссипативных свойств упругого элемента 5 маятника.

Таким образом, установка маятника на диске с возможностью движения его центра масс относительно диска по траектории, касательная к которой в положении равновесия маятника наклонена к полярному радиусу центра масс маятника под углом  $45 \pm 15^\circ$  повышает эффективность реагирования вариатора на ударные воздействия источника за счет повышения скорости реагирования.

# BY 579 U

А в случаях, когда вариатор используется в конструкциях испытательных стендов повышение эффективности реагирования достигается за счет возможности настройки вариатора на расчетную величину динамического воздействия, т.е. за счет наличия устройства изменения угла наклона траектории движения центра масс маятника.



Фиг. 2