

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2492931

### ВИБРАЦИОННАЯ ЩЕКОВАЯ ДРОБИЛКА

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2012117551

Приоритет изобретения **27 апреля 2012 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **20 сентября 2013 г.**

Срок действия патента истекает **27 апреля 2032 г.**

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'B.P. Simonov', is written over the printed name.







**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21)(22) Заявка: **2012117551/13, 27.04.2012**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**27.04.2012**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **27.04.2012**(45) Опубликовано: **20.09.2013** Бюл. № 26(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2344878 C1, 27.01.2009. SU 354884 A, 03.11.1972. EP 0157647 A2, 09.10.1985. SU 886986 A, 07.12.1981. WO 91/08832 A1, 27.06.1991.**

Адрес для переписки:

**199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВПО "Санкт-Петербургский  
государственный горный университет", отдел  
ИС и ТТ**

(72) Автор(ы):

**Загривный Эдуард Анатольевич (RU),  
Поддубный Дмитрий Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования "Санкт-  
Петербургский государственный горный  
университет" (RU)**

**(54) ВИБРАЦИОННАЯ ЩЕКОВАЯ ДРОБИЛКА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к вибрационным щекovým дробилкам, которые могут быть использованы в горной, горно-обогатительной или строительной отраслях промышленности. Дробилка содержит корпус, размещенные в нем две подвижные щеки с ползунами, связанные с корпусом параллельно установленными пружинами, электродвигатели с упругими элементами и дебалансы, каждый из которых выполнен в виде маятника, жестко закрепленного на валу с лепестковой муфтой. Маятники снабжены упругими элементами, выполненными в виде двух пружин кручения, каждая из которых одним концом соединена с маятником, а другим концом закреплена в

ползуне, который жестко соединен со щекой. Упругие элементы электродвигателей установлены на промежуточных валах и выполнены в виде пружин кручения, каждая из которых одним концом соединена с крепежным кольцом, закрепленным на промежуточном валу, а другим концом закреплена в корпусе дробилки. При этом промежуточный вал одним концом соединен с лепестковой муфтой, а другим концом через муфту - с электродвигателем, который имеет фиксированный угол колебаний ротора. В дробилке, в частности, обеспечивается увеличение ресурса работы узлов дробилки. 7 ил.

RU 2 4 9 2 9 3 1 C 1

RU 2 4 9 2 9 3 1 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2012117551/13, 27.04.2012**

(24) Effective date for property rights:  
**27.04.2012**

Priority:

(22) Date of filing: **27.04.2012**

(45) Date of publication: **20.09.2013 Bull. 26**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 linija, 2,  
FGBOU VPO "Sankt-Peterburgskij  
gosudarstvennyj gornyj universitet", otdel IS i TT**

(72) Inventor(s):

**Zagrivnyj Ehduard Anatol'evich (RU),  
Podubnyj Dmitrij Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego  
professional'nogo obrazovanija "Sankt-  
Peterburgskij gosudarstvennyj gornyj  
universitet" (RU)**

**(54) VIBRATING JAW CRUSHER**

(57) Abstract:

FIELD: process engineering.

SUBSTANCE: invention relates to vibrating jaw grinders to be used in mining, dressing and construction. Proposed grinder comprises housing accommodating two moving jaws with sliders coupled with said housing by parallel springs, motors with elastic elements and unbalanced weights each being made of pendulum rigidly secured at the shaft with lug coupling. Pendulums are equipped with elastic elements composed of two torsion springs each being connected by its one end with pendulum

and by opposite end coupled with slider rigidly connected with jaw. Elastic elements of the motors are fitted on countershafts and composed of torsion springs each being connected by one end with fastening ring secured at countershaft and by opposite end coupled with grinder housing. Note here that said countershaft is connected by one end with lug coupling and by opposite end with motor via coupling. Note here that motor features fixed angle of rotor vibration.

EFFECT: longer life.

7 dwg

RU 2 4 9 2 9 3 1 C 1

RU 2 4 9 2 9 3 1 C 1

Изобретение относится к щековым дробилкам, в частности - к вибрационным щековым дробилкам. Оно может быть использовано для дробления руд и нерудных материалов в горной, горно-обогатительной, строительной и других отраслях промышленности.

5 Известна вибрационная щековая дробилка для дробления руды (Ревнивцев В.И. и др. Вибрационная дезинтеграция твердых материалов, - М.: Недра, 1992, с.302-303, рис.7.1.). Дробилка содержит упруго опертый на опору корпус со смонтированными на нем с помощью торсионов двумя подвижными щеками, каждая из которых  
10 снабжена приводным вибратором. Вибраторы не имеют между собой кинематической связи и каждый из них соединен непосредственно со своим электродвигателем. Вибраторы размещены на отдельных рычагах, подвешенных к корпусу, а рычаги соединены со щеками через упругие элементы. Через упругие элементы, соединяющие  
15 рычаги со щеками, волна колебаний заставляет вибраторы вращаться синхронно и противофазно.

Недостатками являются сложность конструкции, нестабильность самосинхронизации вибраторов из-за невозможности обеспечить точное совпадение жесткостей упругих элементов, соединяющих рычаги вибраторов со щеками, работа в  
20 зарезонансной зоне, в которой вибрационные режимы малоэффективны, что приводит к снижению производительности и степени дробления. Дебалансные вибраторы приводятся во вращение электродвигателями, которые выбираются на прямой пуск, что влечет за собой увеличение установленной мощности электродвигателей, низкий КПД дробилки.

25 Известна вибрационная щековая дробилка для переработки и производства строительных и специальных материалов (пат. RU №2228221, опубл. 10.05.2004). Дробилка содержит опертый на опору с помощью пружин и плиты корпус, который с помощью скобы закреплен в своей центральной части к плите. Корпус выполнен в  
30 виде монолитной рессоры и к нему закреплены торсионы, две подвижные дробящие щеки и маятниковые рычаги, в нижней части которых смонтированы с возможностью вращения дебалансные вибраторы. Плита является основанием рессорного корпуса и служит лишь для закрепления к ней пружины, не выполняя роли рессоры. Рычаги сопряжены с дробящими щеками с помощью пружин. Торсионы в своей средней части  
35 прикреплены к корпусу, а свободными концами к щекам и рычагам. Торсионы дробящих щек размещены на корпусе симметрично оси дробилки.

Известна вибрационная щековая дробилка (патент RU №2344878, опубл. 27.01.2009), принятая за прототип. Дробилка содержит корпус, размещенные в нем две  
40 подвижные щеки, подвешенные на торсионах дебалансы с электродвигателями и пружинные подвески. Дебалансы выполнены в виде маятников, каждый из которых жестко закрепленного на одной оси с лепестковой муфтой, электродвигателем, муфтой, соединенной с одним концом торсиона, другой конец которого защемлен в корпусе вибрационной щековой дробилки. Ось установлена с возможностью поворота  
45 в ползуне, жестко закрепленном одним концом на щеке. Каждая дробящая щека сопряжена с корпусом параллельно установленными пружинами.

Недостатками являются то, что инерционный момент вращения, создаваемый дебалансами, действует на лепестковую муфту во всех режимах работы и не зависит от  
50 значения технологической нагрузки. Максимальный момент вращения, действующий на лепестковую муфту, формируется в моменты времени перехода кривой скорости ротора через нулевое значение, когда ускорение максимально, и определяется произведением ускорения на суммарный момент инерции маятника и ротора

двигателя.

Техническим результатом изобретения является уменьшение действия на лепестковую муфту инерционного момента вращения, создаваемого дебалансами, а также обеспечение расширенной полосы резонансных частот и увеличения ресурса работы узлов дробилки.

Технический результат достигается тем, что в вибрационной щековой дробилке, содержащей корпус, размещенные в нем две подвижные щеки с ползунами, связанные с корпусом параллельно установленными пружинами, электродвигатели с упругими элементами и дебалансы, каждый из которых выполнен в виде маятника, жестко закрепленного на валу с лепестковой муфтой, маятники снабжены упругими элементами, выполненными в виде двух пружин кручения, каждая из которых одним концом соединена с маятником, а другим концом закреплена в ползуне, а упругие элементы электродвигателей установлены на промежуточных валах и выполнены в виде пружин кручения, каждая из которых одним концом соединена с крепежным кольцом, закрепленным на промежуточном валу, а другим концом закреплена в корпусе дробилки, при этом промежуточный вал одним концом соединен с лепестковой муфтой, а другим концом через муфту с электродвигателем, который имеет фиксированный угол колебаний ротора.

Расширение полосы резонансных частот достигается использованием связанных трех колебательных систем с незначительной расстройкой резонансных частот этих систем.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг.1 и фиг.2 приведена схема вибрационной щековой дробилки, на фиг.3-7 - положения элементов вибрационной щековой дробилки за один цикл работы на резонансной частоте. Вибрационная щековая дробилка (фиг.1 и фиг.2) содержит две подвижные щеки 1, которые жестко соединены с ползунами 2, перемещающимися возвратно-поступательно по направляющим 3 корпуса 4 дробилки, дебалансы 5 жестко закреплены на валах 9 с возможностью поворота в ползунах 2 на подшипниках 6, которые жестко соединены с ползуном. Каждый дебаланс жестко соединен с упругим элементом маятника, представленным в виде двух пружин кручения (7 и 8), которые другими своими концами жестко закреплена в ползуне 2. Валы 9 с помощью лепестковых муфт 10 связаны с промежуточными валами 16, вращающихся на подшипниках 12. На каждом промежуточном валу 16 закреплено крепежное кольцо 15, в котором в свою очередь закреплен один конец третьей пружины кручения 17 (упругий элемент электродвигателя), а второй заземлен в корпусе 4. Этот упругий элемент 17 с промежуточным валом 16 через муфту 13 соединяется с электродвигателем 14. Пружины 11 связывают щеки 1 с корпусом 4 дробилки, при этом пружины 11 установлены параллельно друг другу.

В силу симметрии конструкции вибрационной щековой дробилки сущность изобретения достаточно пояснить принципом работы одной половины вибрационной щековой дробилки. Конструкция вибровозбудительной системы дробилки представляет собой три колебательные системы с равными собственными частотами, получающих возбуждение от одного источника. Одна колебательная механическая система (фиг.2) образована подвижной щекой 1 дробилки с ползуном 2, дебалансом 5 с валом 9, пружинами кручения 7-8 и корпусом 4 дробилки. Масса щеки с ползуном и дебалансом  $m_1$  и упругим элементом маятника с коэффициентом жесткости  $C_1$ , обеспечивают заданную собственную частоту колебаний:

$$\omega_{рез1} = \sqrt{\frac{C_1}{m_1}}$$

5 Вторая или возбуждающая механическая колебательная система (фиг.2) образована ротором электродвигателя 14 с промежуточным валом 16, лепестковой полумуфтой 10, соединительной муфтой 13, упругим элементом электродвигателя 17. Собственная частота колебаний этой системы:

$$10 \omega_{рез2} = \sqrt{\frac{C_2}{J_2}}$$

где  $C_2$  - коэффициент жесткости пружины кручения, Н·м/рад;  $J_2$  - суммарный момент инерции вращающихся элементов системы, кг·м<sup>2</sup>.

15 Третья колебательная система (фиг.2) образована дебалансом 5, валом маятника 9 и лепестковой полумуфтой 10 и упругим элементом маятника в виде двух пружин кручения 7 и 8. Собственная частота колебаний этой системы:

$$20 \omega_{рез3} = \sqrt{\frac{C_3}{J_3}}$$

где  $C_3$  - коэффициент жесткости пружин кручения, Н·м/рад;  $J_3$  - суммарный момент инерции вращающихся элементов системы, кг·м<sup>2</sup>.

При этом все собственные частоты всех трех систем приблизительно равны:

$$25 \omega_{рез1} \approx \omega_{рез2} \approx \omega_{рез3}$$

30 Такие устройство и настройка колебательных систем обеспечивает сильную инерционную связь между колебательными системами, минимальные затраты энергии, потребляемой из сети, на выполнение полезной работы, и высокий КПД, потребляя энергию для выполнения полезной работы и для покрытия потерь в колебательной системе. Энергия для поддержания резонансных колебаний не требуется.

35 Вибрационная щековая дробилка работает следующим образом. В качестве примера рассмотрен один цикл работы (рабочий и холостой ход), представленный пятью промежуточными положениями. При совпадении резонансных частот колебательных механических систем работа дробилки происходит в зоне резонансных частот. При подаче управляющего воздействия на электродвигатели 14 формируются знакопеременные электромагнитные моменты. Роторы электродвигателей 14 с заданной частотой совершают возвратно-поворотные движения, которые передаются через муфты 13 пружинам кручения 17 упругих элементов электродвигателя. Происходит закручивание пружины 17. Через промежуточные валы 16 и лепестковые муфты 10 на валы 9, дебалансы 5 и пружины кручения 7 и 8 упругих элементов маятника передается возвратно-поворотное движение. Возвратно-поворотные и возвратно-поступательные движения валов 9, дебалансов 5, а также возвратно-поступательные движения щек 1 с ползунами 2 возможны благодаря радиальным смещениям лепестковых муфт 10. При возвратно-поворотных движениях дебалансов 5 создается инерционная сила, которая передается через ползуны 2 дробящим щекам 1. Дробящие щеки 1 с ползунами 2 и пружинами 11 совершают возвратно-поступательные движения.

50 В начале рабочего хода положение элементов дробилки такое, как это показано на фиг.3. Дробимый материал загружается в дробилку. При повороте дебалансов 5 (фиг.4) щеки 1 с ползунами 2 начинают двигаться навстречу друг другу. Пружины 11 растягиваются. В конце рабочего хода (фиг.5) щеки 1 сближаются на минимальное

расстояние, пружины 11 оказываются максимально растянутыми. Материал дробится. Это же положение является началом холостого хода. При повороте дебалансов из положения фиг.5 в положение фиг.6 они воздействуют через ползуны 2 на щеки 1. Щеки 1 расходятся, а пружины 11 сжимаются. Происходит разгрузка дробленого материала. В конце холостого хода (начало рабочего хода) дебалансы 5 занимают положение, показанное на фиг.7. Пружины 7 оказываются максимально сжатыми, а дробящие щеки разошлись на максимальное расстояние. Происходит снова загрузка дробилки материалом. Далее циклы работы повторяются.

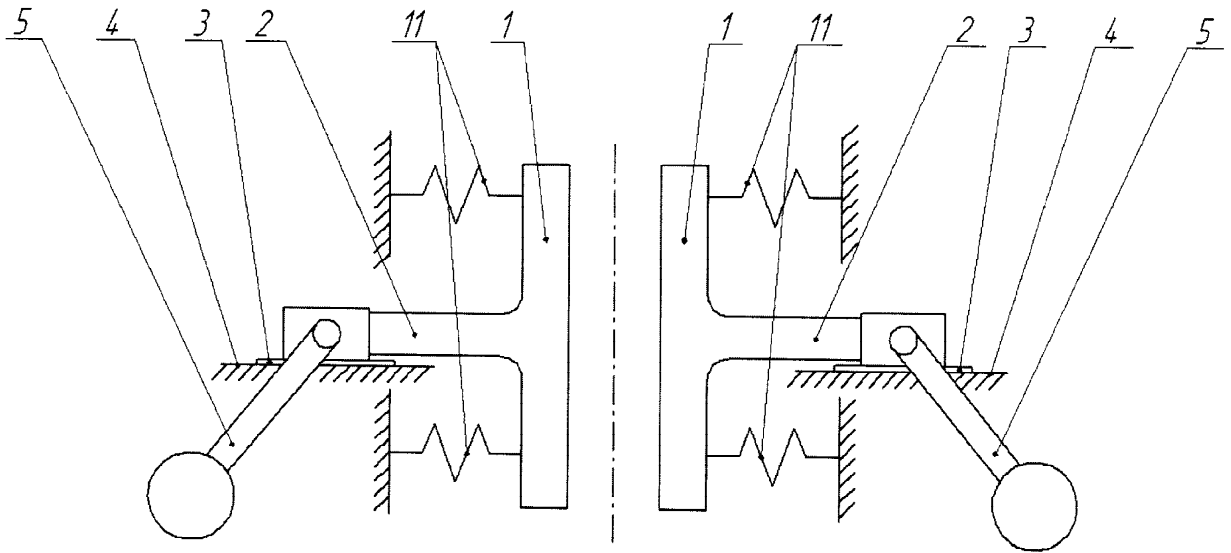
Таким образом, использование упругой системы из упругих элементов маятника и электродвигателя позволяет значительно уменьшить на лепестковой муфты инерционный момент вращения, создаваемый дебалансом, а так же за счет наличия трех колебательных систем расширить полосу резонансных частот. Инерционная сила, которая используется для дробления материала, создается в процессе маятниковых колебаний дебалансов. Это позволяет осуществить режимы работы вибрационной щековой дробилки на резонансной частоте и избежать проявления эффекта Зоммерфельда, который проявляется в вибрационных щековых дробилках с вращающимися дебалансами, и осуществить режимы работы вибрационной щековой дробилки на резонансной частоте.

Для обеспечения резонансных колебаний подвижных щек и дебалансов используется такой способ возбуждения и регулирования авторезонансных колебаний, согласно которому в каждом полупериоде колебаний измеряют скорость, и при переходе кривой скорости ротора относительно статора через нулевое значение на обмотки статора подается напряжение, формирующее электромагнитный момент, изменяющийся синфазно со скоростью колебаний ротора, а заданное значение амплитуды колебаний регулируют изменением напряжения с помощью отрицательной обратной связи по амплитудному значению скорости колебаний на каждом полупериоде колебаний.

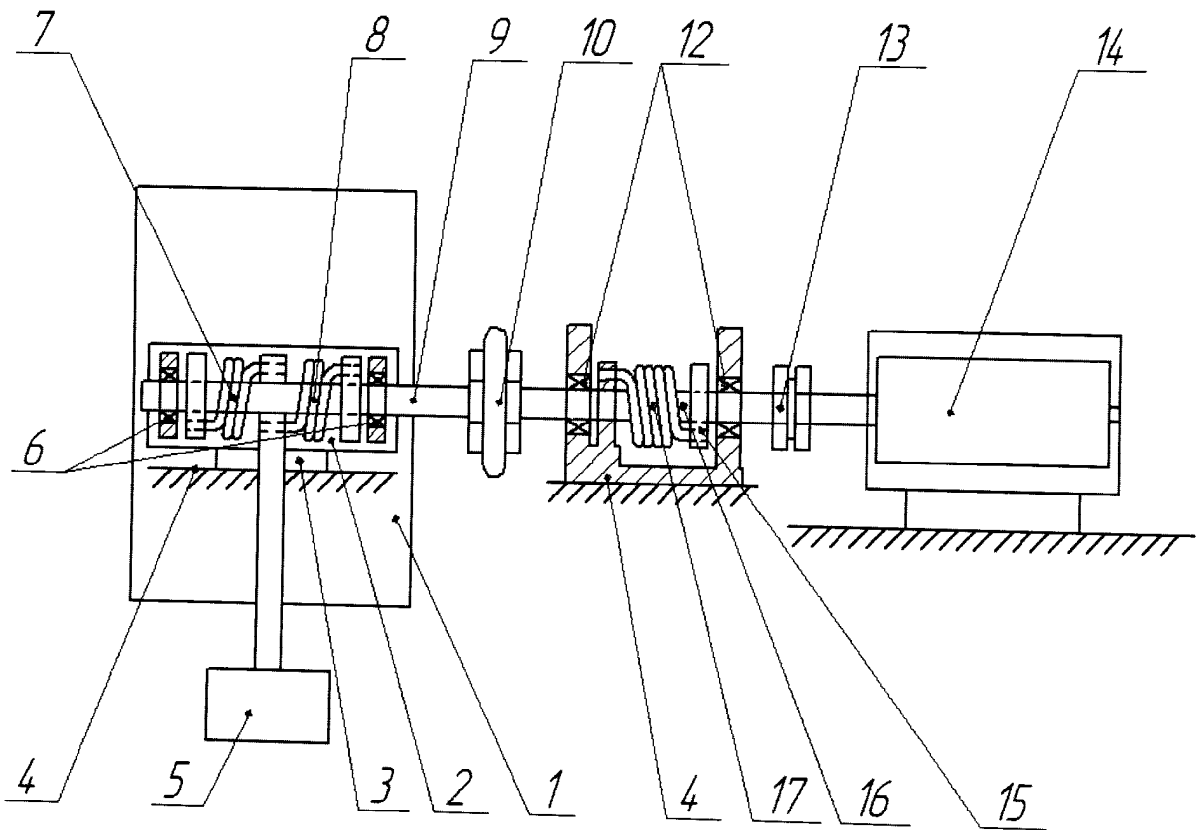
Для реализации этих условий используют электропривод возвратно-вращательного действия. Это может быть, например, электродвигатель с трехфазным статором от штатного асинхронного электродвигателя, укомплектованный магнитным ротором с одной парой полюсов. Этот электропривод позволяет получить фиксированный угол колебаний ротора, величина которого зависит от схемы соединения обмоток.

#### Формула изобретения

Вибрационная щековая дробилка, содержащая корпус, размещенные в нем две подвижные щеки с ползунами, связанные с корпусом параллельно установленными пружинами, электродвигатели с упругими элементами и дебалансы, каждый из которых выполнен в виде маятника, жестко закрепленного на валу с лепестковой муфтой, отличающаяся тем, что маятники снабжены упругими элементами, выполненными в виде двух пружин кручения, каждая из которых одним концом соединена с маятником, а другим концом закреплена в ползуне, а упругие элементы электродвигателей установлены на промежуточных валах и выполнены в виде пружин кручения, каждая из которых одним концом соединена с крепежным кольцом, закрепленным на промежуточном валу, а другим концом закреплена в корпусе дробилки, при этом промежуточный вал одним концом соединен с лепестковой муфтой, а другим концом через муфту с электродвигателем, который имеет фиксированный угол колебаний ротора.

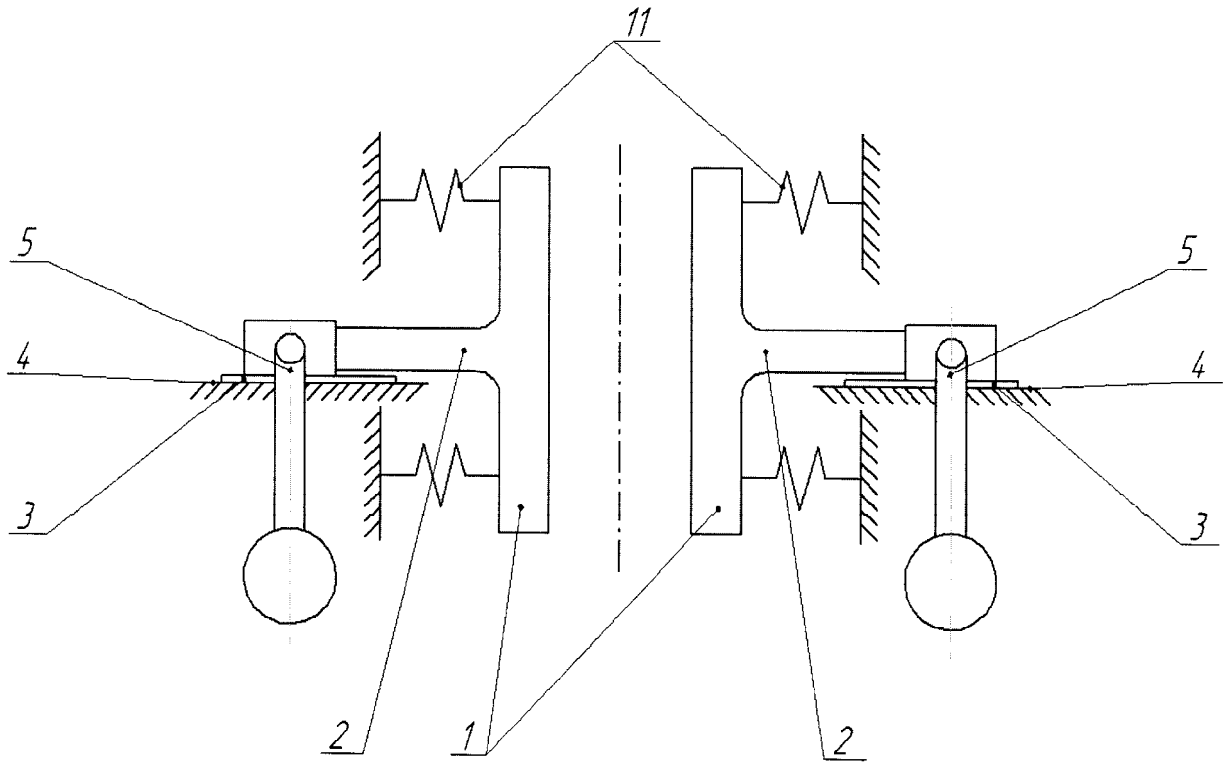


Фиг. 1

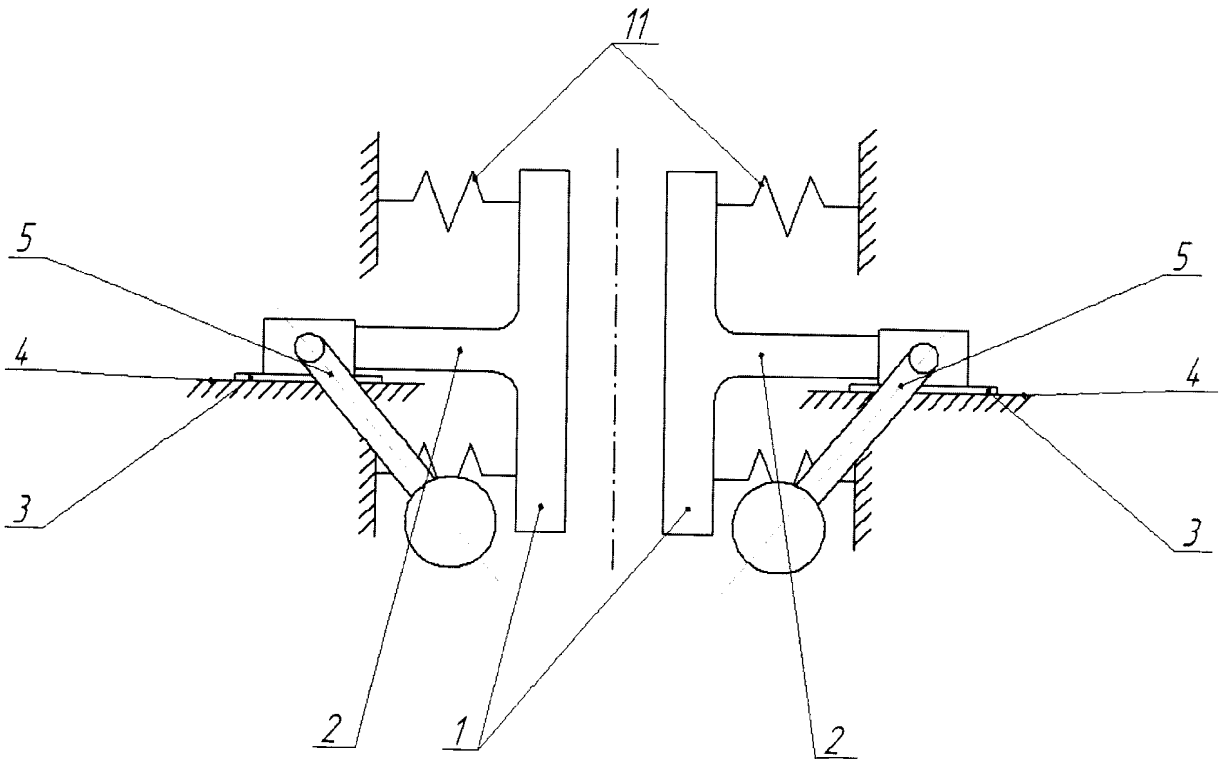


Фиг. 2

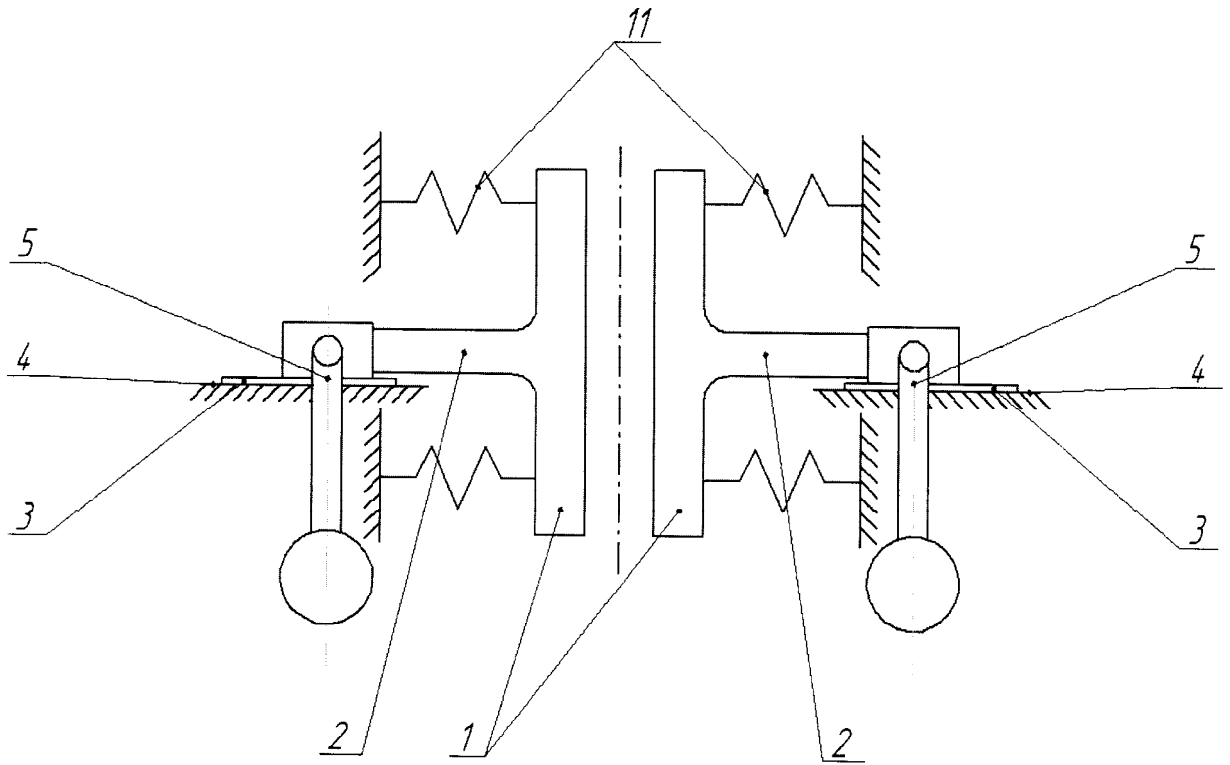




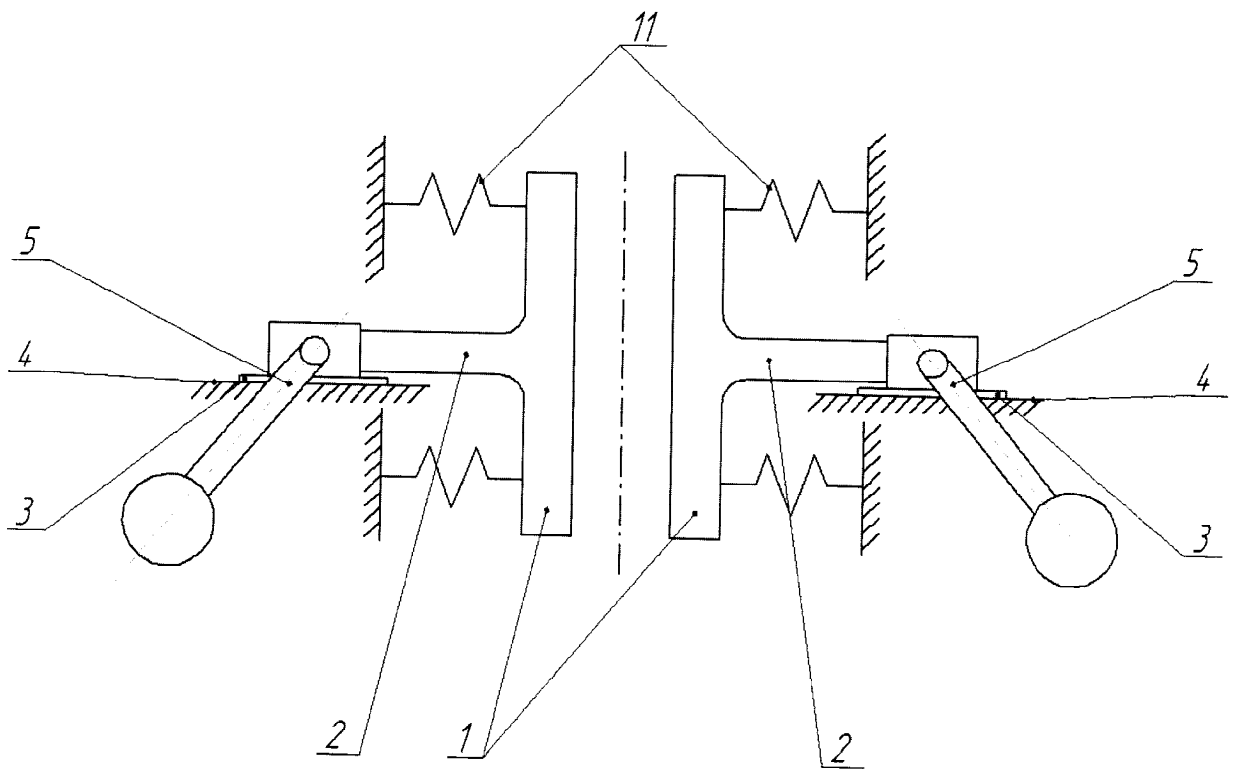
Фиг. 3



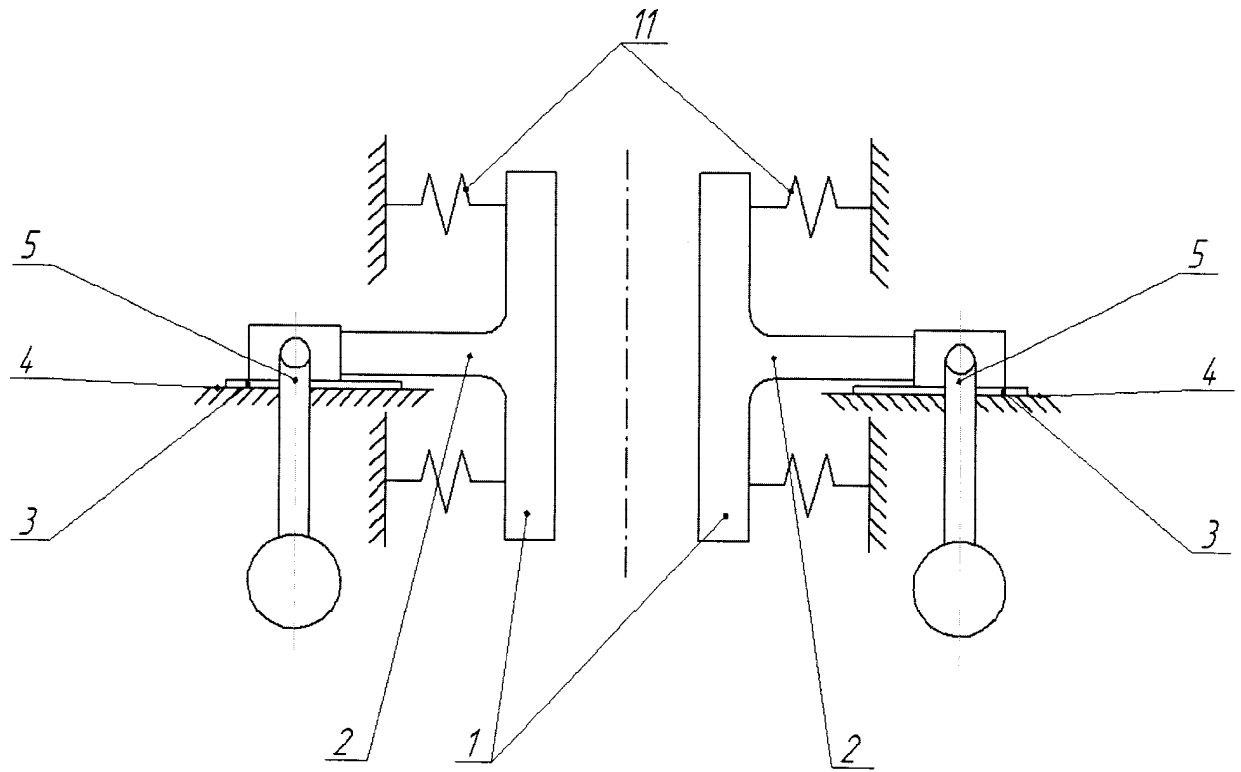
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг.7