



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**(21), (22) Заявка: **2007147858/03**, 17.12.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**17.12.2007**(45) Опубликовано: **27.04.2009** Бюл. № 12(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2222381 C1**, 27.01.2004. **SU 1043385 A**, 23.09.1983. **SU 1414451 A1**, 07.08.1988. **SU 1761262 A1**, 15.09.1992. **RU 2183136 C1**, 10.06.2002. **US 5544824 A**, 13.08.1996. **US 3690571 A**, 12.09.1972.Адрес для переписки:  
**197022, Санкт-Петербург, Аптекарская наб.,  
20, лит.А, ООО "Новые Технологии"**

(72) Автор(ы):

**Артюхов Евгений Алексеевич (RU)**

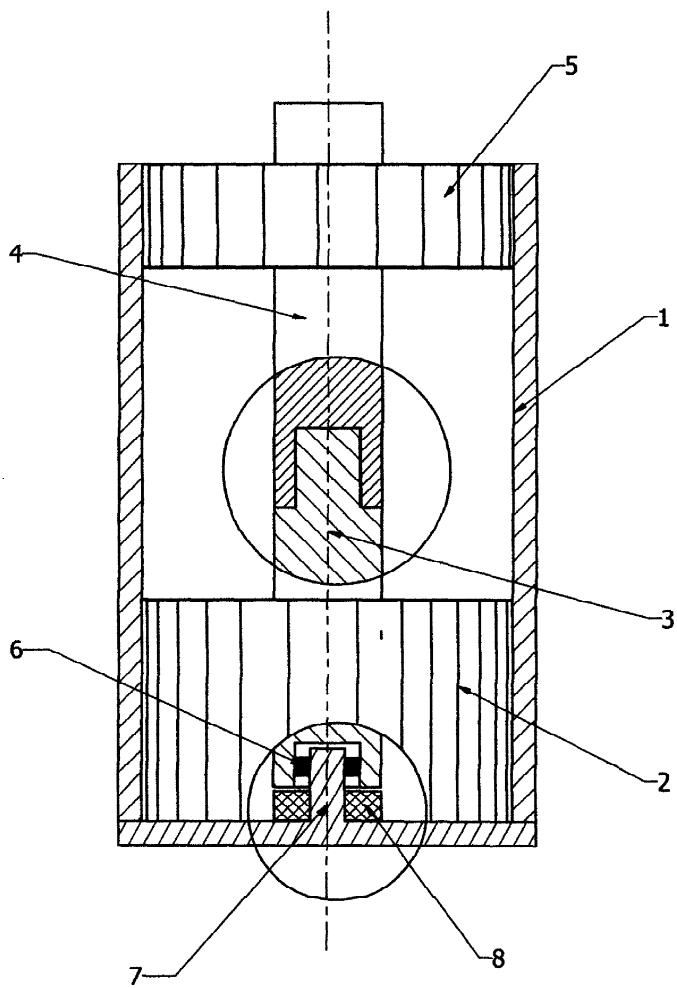
(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной  
ответственностью "Новые Технологии" (RU)****(54) ЦЕНТРОБЕЖНАЯ УСТАНОВКА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению, а именно к центробежным установкам с ускорителем обрабатываемого материала (дробилки, мельницы, центрифуги различного назначения, испытательные стенды), и может быть использовано для осуществления центробежных технологических процессов, вызывающих значительную динамическую неуравновешенность ротора. Центробежная установка включает корпус, привод, рабочий вал с ускорителем и магнитным подшипником. Внешняя часть вала привода жестко сопряжена с рабочим валом, а в торце внутренней части

вала привода выполнено цилиндрическое углубление, которое связано, по крайней мере, через один подшипник с упругим амортизированным стержнем на корпусе. Изобретение позволяет существенно повысить угловую скорость вала с ускорителем, упростить конструкцию, уменьшить вес и габариты установки, создать условия для ее герметизации, что обуславливает благодаря вакуумированию снижение энергозатрат, повысить качество получаемого продукта и оборудование экологически чистого производства. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
**B02C 13/14** (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007147858/03, 17.12.2007**

(24) Effective date for property rights:  
**17.12.2007**

(45) Date of publication: **27.04.2009 Bull. 12**

Mail address:

**197022, Sankt-Peterburg, Aptekarskaja nab., 20,  
lit.A, OOO "Novye Tekhnologii"**

(72) Inventor(s):

**Artjukhov Evgenij Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
"Novye Tekhnologii" (RU)**

**(54) CENTRIFUGAL PLANT**

(57) Abstract:

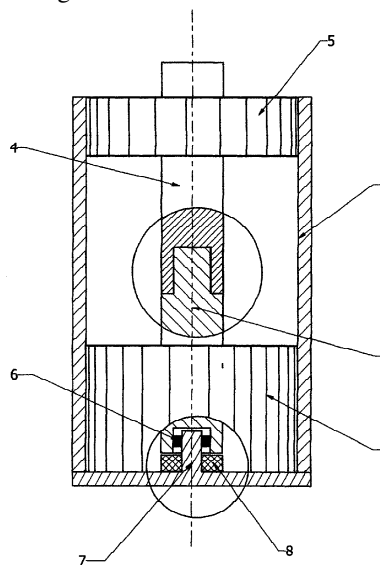
FIELD: engineering industry.

SUBSTANCE: invention refers to engineering industry, and namely to centrifugal plants with treated material accelerators (crushes, mills, centrifuges of various purpose, and test rigs), and can be used for carrying out centrifugal processes causing considerable dynamic rotor unbalance. Centrifugal plant includes a housing, a drive, and a working shaft with accelerator and magnetic bearing. Outer part of the drive shaft is rigidly connected to working shaft, and on end surface of drive shaft inner part there made is cylindrical cavity that is attached at least through one bearing to elastic shock-resistant pin located on the housing.

EFFECT: invention provides considerable increase of angular speed of shaft with accelerator, design simplification, decrease of the plant weight and overall dimensions, creates conditions required for pressurisation thereof, which

causes energy consumption reduction thanks to vacuum processing, and improves quality of obtained clean product and equipment.

3 cl, 3 dwg



Фиг. 1

RU 2 3 5 3 4 3 0 C 1

RU 2 3 5 3 4 3 0 C 1

## Область техники

Изобретение относится к области машиностроения, а именно к центробежным установкам с ускорителем обрабатываемого материала (дробилки, мельницы, центрифуги различного назначения, испытательные стенды), и может быть  
5 использовано для осуществления центробежных технологических процессов, вызывающих значительную динамическую неуравновешенность ротора.

## Предшествующий уровень техники

Эффективность работы центробежных установок определяется величиной  
10 центростремительного ускорения на периферии рабочего органа, например ускорителя измельчаемого материала (в дробилках и мельницах), т.е. значением угловой скорости вала и диаметром ускорителя. При этом диаметр рабочего вала, на котором помещен ускоритель, определяется величиной мощности, подводимой от  
15 привода и равной произведению вращающего момента и угловой скорости. Угловая скорость ограничивается допустимой (в условиях значительного дебаланса ускорителя с материалом) скоростью вращения подшипников при заданном диаметре рабочего вала (вала привода). В этих условиях применяют технические решения, использующие бесконтактные подшипники, например, по патенту РФ №2183136,  
20 кл.В02С 13/14, В04В 9/12, 7/08, 2002 г., где центробежная установка содержит рабочий орган - ускоритель на азостатическом вертикальном опорном узле с ротором в виде части сферы и сферическим подпятником с отверстием для подвода воздуха от вентилятора и приводом, выходной вал которого сочленен с рабочим валом через гибкое соединение.

25 Однако данная установка является сложной, дорогой, металлоемкой при изготовлении и высокоэнергозатратной из-за использования газостатической опоры с мощным вентилятором.

В связи с этим была предложена центробежная установка (заявка на полезную  
30 модель №20030339, 2003, Республика Беларусь), принятая за прототип, в которой для увеличения радиальной жесткости газостатической опоры на рабочем валу установлен бесконтактный радиальный магнитный подшипник.

Однако данная установка является сложной, дорогой, металлоемкой в  
35 изготовлении и высокоэнергозатратной из-за использования газостатической опоры с вентилятором. Кроме этого, работа мощного вентилятора создает значительное акустическое давление в зоне обслуживания установки и повышенную запыленность (конструкция прототипа, использующая связь с атмосферным воздухом, затрудняет герметизацию технологических процессов). Также недостатком прототипа является то,  
40 что рабочий орган может располагаться только сверху установки, нижнее положение его невозможно.

## Сущность изобретения

Задача изобретения заключается в повышении угловой скорости рабочего вала с ускорителем до значения, которое ограничивается только конструкцией и прочностью  
45 материалов ускорителя, упрощении конструкции установки, уменьшении ее веса и габаритов и создании условий для герметизации (вакуумирования) технологической полости.

Эта задача решена благодаря введению следующих конструктивных решений.

50 Внешняя часть вала привода жестко сопряжена (или выполнена заодно) с рабочим валом, а в торце внутренней части этого вала выполнено цилиндрическое углубление, которое связано, по крайней мере, через один подшипник с упругим амортизированным стержнем на корпусе.

При верхнем расположении вертикального привода корпус его связан с технологической камерой-корпусом с ускорителем через бункер питания, имеющий сужающуюся книзу полость. Магнитный подшипник установлен на рабочем валу под ускорителем.

5 На корпусе установки напротив кольцеобразного торца внутренней части вала привода помещен кольцевой постоянный магнит.

Перечень фигур и чертежей

Изобретение поясняется чертежами.

10 На фиг.1 представлена конструкция предложенной центробежной установки универсального (в отношении привода рабочего вала) применения.

На фиг.2 показана конструкция центробежной установки с верхним расположением вертикального привода, бункером питания и разгрузочным бункером, предназначенной для герметизации (вакуумирования) процесса измельчения материала, и с дополнительным кольцевым магнитом для компенсации веса вращающихся частей.

15 Фиг.3 поясняет конструкцию корпуса, в который помещен магнитный подшипник при установке его под ускорителем.

20 Предложенная центробежная установка (фиг.1) содержит корпус 1, привод 2 с внешней частью 3 его вала, рабочий вал 4 с ускорителем (не показан) и магнитный подшипник 5. В торце внутренней части вала привода выполнено цилиндрическое углубление, которое связано через обычный подшипник 6 с упругим стержнем 7, который амортизирован, например, с помощью кольца 8 из пористого эластомера.

25 Внешняя часть 3 вала привода жестко сопряжена (или выполнена заодно) с рабочим валом 4. При таком нижнем расположении привода установки ускоритель (или другой рабочий орган) устанавливается на рабочем валу сверху (над магнитным подшипником 5). Приемный бункер (в случае использования установки в качестве дробилки или мельницы) выполняется в виде облегающих корпус 1 карманов (не показан).

30 При верхнем расположении привода (фиг.2) установка содержит общий корпус, составленный из корпуса 9 привода, крышки 10, корпуса 11 бункера питания с сужающейся книзу (на чертеже - конической) полостью, крышки 12 рабочей камеры 13 с ускорителем 14, внешнего корпуса 15 магнитного подшипника и приемного бункера 16. Привод 2 выполнен в виде встроенного электродвигателя со статором 17, ротором 18, установленным на внутренней части вала привода, имеющей на торце цилиндрическое углубление, связанное через подшипник 6 с гибким стержнем 7 с амортизатором 8. В зоне сужения полости бункера питания 11 на валу 4 установлен защитный цилиндр 19 (который может быть выполнен в виде фрезы - шнека), на бункере 11 установлено кольцо 20 из твердого материала с амортизатором 21. Крышка 10 бункера питания снабжена вводами 22 и 23 соответственно для подачи материала и откачки воздуха. Крышка 12 рабочей камеры снабжена вводами 24 и 25

45 для дополнительной подачи материала. Приемный бункер 16 имеет ввод 26 для выгрузки измельченного материала. Вводы 22-26 оснащены вакуум-плотными заслонками, изображенными на чертеже условно. Магнитный подшипник 5 (фиг.3) установлен во внешнем корпусе 15 на ребрах 27 и состоит из внутреннего корпуса 28, ферромагнитного ротора 29 (с кольцевыми выступами) и двух статоров 30 и 31 с кольцевыми постоянными магнитами (показаны зачерненными). Ротор 29 установлен на валу 32, жестко связанном с рабочим валом. Для дополнительной осевой разгрузки вала 3-4 (фиг.2) на корпусе установки напротив кольцеобразного торца 33 внутренней

части вала привода помещен кольцевой постоянный магнит 34 (на чертеже зачернен).

Предложенная центробежная установка работает следующим образом. Вал 3 (фиг.1) привода 2 приводит во вращение со скоростью  $\omega$  рабочий вал 4 (вместо жесткого соединения этих валов они могут быть выполнены как единый вал, если это экономически целесообразно) с ускорителем, например, измельчаемого материала для дробилок или мельниц. При этом диаметр  $d_1$  вала должен удовлетворять соотношению

$$d_1 > 0,005(N / \omega)^{1/3} \quad (1)$$

где  $N$  - мощность установки.

Радиус ускорителя  $R_{yc}$  определяется заданной при проектировании периферийной скоростью  $V$

$$R_{yc} = V / \omega \quad (2)$$

Магнитный подшипник 5, не ограничивая диаметр  $d_1$  вала в зоне установки ускорителя, позволяет передавать к нему значительную мощность  $N$  при угловой скорости  $\omega$ , ограничиваемой только конструкцией и прочностью примененного материала. При этом, создавая бесконтактно радиальную жесткость, магнитный подшипник допускает значительный дебаланс ускорителя, ограничиваемый только углом отклонения вала 3-4, допускаемым воздушным зазором между вращающимися элементами и корпусом. Ввиду того что магнитный подшипник создает осевую разгрузочную силу тяги, внутренняя часть вала привода сопряжена с корпусом через подшипник, средний диаметр  $d_2$  которого намного меньше диаметра  $d_1$  рабочего вала и, следовательно, допускает значительную скорость вращения  $\omega$ . Таким образом, разгруженный в осевом направлении подшипник 6 воспринимает только незначительные радиальные нагрузки, обусловленные дебалансом ускорителя, помещенного на противоположном конце протяженного вала. При этом если эти радиальные нагрузки превышают допустимые, например, для миниатюрного высокоскоростного подшипника, то в торцевом углублении вала может быть установлено несколько таких подшипников. Помещение внутреннего кольца подшипника на упругом амортизированном стержне 7 позволяет дополнительно уменьшить динамические нагрузки на подшипник, особенно от остаточного дебаланса подвижного элемента привода (например, ротора электродвигателя).

Необходимо отметить, что приводом 2 установки может быть, помимо встроенного электродвигателя, и любой другой, например на валу привода 3 устанавливается шкив, связанный повышающей скоростью клиноременной передачей со стандартным двигателем.

Работа центробежной установки с верхним расположением привода (фиг.2) имеет следующие особенности. В ней применен встроенный электродвигатель со статором 17 и ротором 18. Использование кольцевого магнита 34, взаимодействующего с выступающей торцевой частью 33 вала, позволяет частично или полностью разгрузить в осевом направлении вращающиеся части установки. Благодаря этому можно либо увеличить радиальную жесткость магнитного подшипника 5 уменьшением зазора между нижним статором 31 (фиг.3) и ротором 29, либо упростить его конструкцию, устранив верхний (разгрузочный) статор 30. Роль демпфера магнитного подшипника при данном выполнении установки выполняет материал, подлежащий измельчению, который из бункера питания 11 поступает на ускоритель 14 через зазор между защитным цилиндром 19 и амортизированным кольцом 20. При этом радиальная составляющая колебаний цилиндра 19, обусловленная дебалансом ускорителя, способствует предварительному измельчению

(калибровке) исходного материала. Осевая составляющая колебаний способствует проталкиванию материала к ускорителю. Эти эффекты могут быть значительно усилены, если цилиндр 19 выполнить в виде фрезы - шнека. Ускоритель 14 представлен на чертеже упрощенно. С целью уменьшения износа материала, из которого он  
5 изготовлен, конфигурация его должна способствовать самофутеровке (например, благодаря кольцевым впадинам, заполняемым материалом). При этом отбойная поверхность рабочей камеры 13 также снабжается самофутерующимся коробом. Описываемая конструкция предполагает также дополнительное питание через  
10 вводы 24 и 25 (их может быть больше двух - для равномерности подачи материала). В этом случае происходит дополнительное самоизмельчение материала благодаря соударениям ускоренных частиц с частицами, поступающими дополнительно, что также уменьшает износ рабочих поверхностей. Измельченный материал собирается в приемном бункере 16.

15 Установка на фиг.2 выполнена с возможностью герметизации ее бункера питания, технологической рабочей полости с ускорителем и приемного бункера. Это связано с тем, что ускорение частиц в воздушной среде обусловлено значительной затратой мощности, которая пропорциональна кубу скорости этих частиц (ускорение мелких  
20 частиц до сверхзвуковых скоростей в плотной газовой среде становится практически невозможным). Использование вакуум-плотных затворов для вводов 22 - 26 позволяет осуществить процесс в разреженной среде, т.е. достичь сверхзвуковой скорости соударения частиц при значительной экономии энергии, исключить реакцию материала с кислородом воздуха.

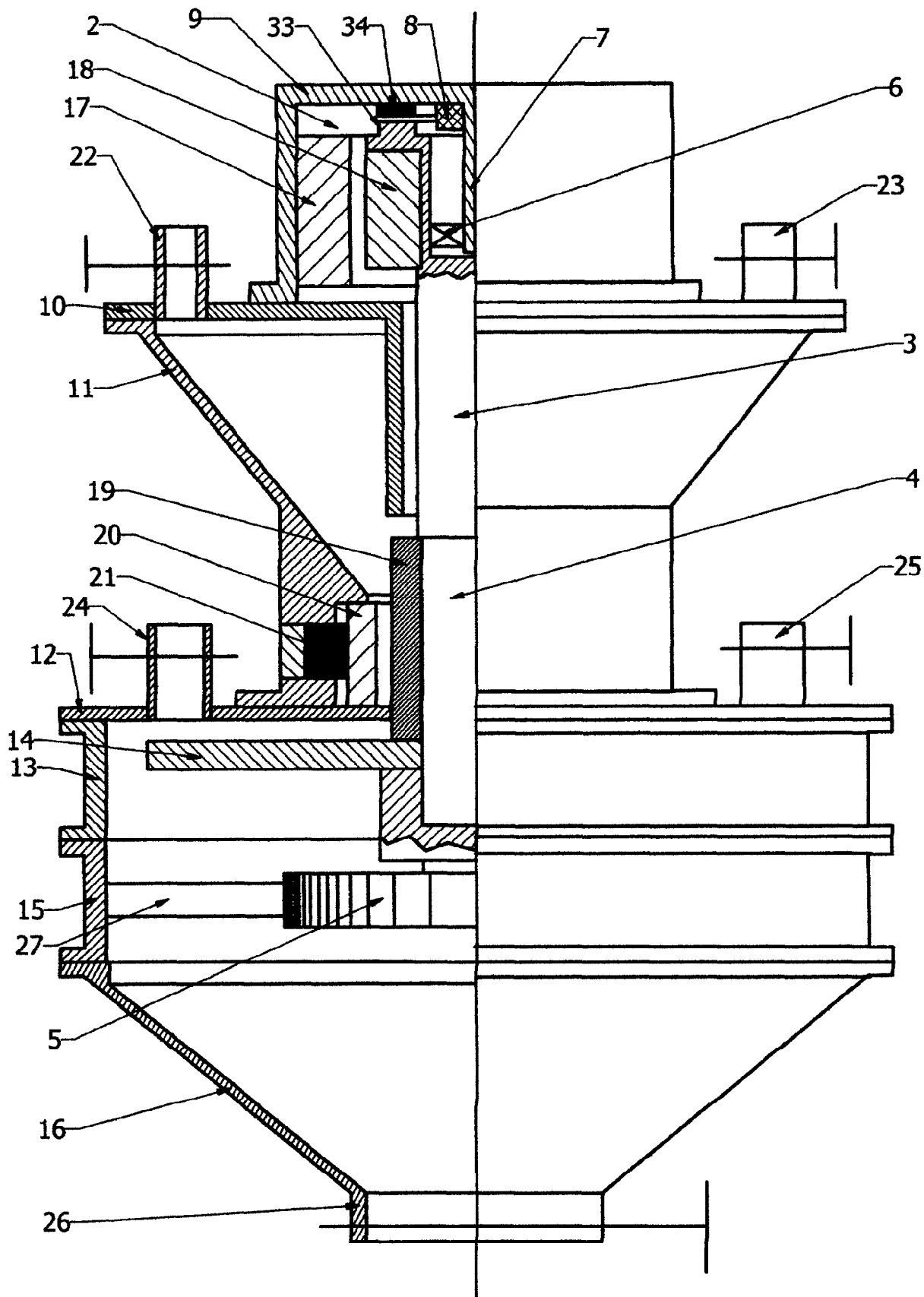
25 Все введенные отличительные особенности предложенной центробежной установки позволяют по сравнению с прототипом значительно повысить угловую скорость вала с ускорителем, упростить конструкцию, уменьшить вес и габариты установки, создать условия для ее герметизации, что обуславливает благодаря вакуумированию снижение  
30 энергозатрат, повышение качества получаемого продукта и оборудование экологически чистого производства.

#### Формула изобретения

35 1. Центробежная установка, содержащая корпус, привод, рабочий вал с ускорителем и магнитным подшипником, отличающаяся тем, что внешняя часть вала привода жестко сопряжена с рабочим валом, а в торце внутренней части вала привода выполнено цилиндрическое углубление, которое связано, по крайней мере, через один подшипник с упругим амортизированным стержнем на корпусе.

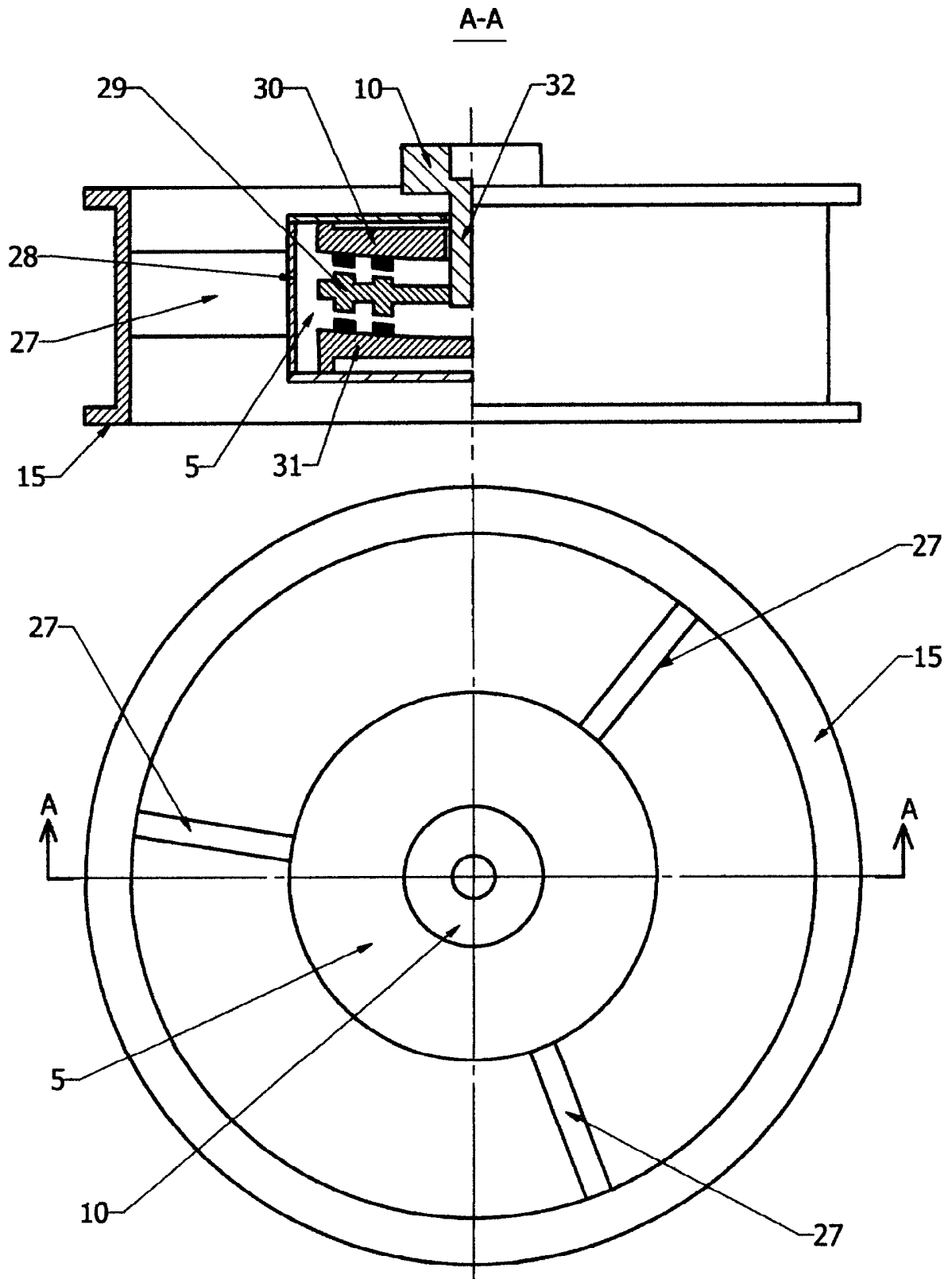
40 2. Центробежная установка по п.1, отличающаяся тем, что корпус привода расположен сверху установки и связан с камерой-корпусом ускорителя через бункер питания с сужающейся книзу полостью, а магнитный подшипник установлен на рабочем валу под ускорителем.

45 3. Центробежная установка по п.1 или 2, отличающаяся тем, что на корпусе установки напротив кольцеобразного торца внутренней части вала привода помещен кольцевой постоянный магнит.



Фиг. 2





Фиг. 3