



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015135887, 17.09.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.09.2015Дата регистрации:
29.03.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.09.2015

(43) Дата публикации заявки: 22.03.2017 Бюл. № 9

(45) Опубликовано: 29.03.2017 Бюл. № 10

Адрес для переписки:

170039, г. Тверь, ул. П. Савельевой, 54, кв. 545,
Шишелову В.Н.

(72) Автор(ы):

Мизитов Александр Юрьевич (RU),
Шишелов Василий Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью
"ГрандМилз" (ООО "ГрандМилз") (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2255809 C2, 10.07.2005. SU
1028366 A, 15.07.1983. SU 727224 A, 25.04.1980.
US 4274360 A, 23.06.1981. SU 1729581 A1,
30.04.1992. US 2108793 A, 22.02.1938.

(54) Способ и устройство для измельчения сыпучих материалов

(57) Реферат:

Группа изобретений, относящаяся к способу измельчения сыпучих материалов и устройству для его осуществления, может быть использована, в частности, для получения мелкодисперсных порошков. Способ измельчения заключается в том, что сначала частицы сыпучего материала разрушают посредством кинетической энергии мелющих тел вращающегося ротора 5, после чего разрушенные частицы, попадающие в зазор между внешней поверхностью мелющих тел и внутренней рабочей поверхностью вращающейся помольной камеры 1, растирают в порошок. При помол сыпучего материала ротор 5 и помольную камеру 1 вращают однонаправленно. Ротор 5 вращают со скоростью, обеспечивающей прижатие слоя измельчаемого сыпучего материала к рабочей поверхности помольной камеры 1 под действием центробежной силы вращения ротора 5, а помольную камеру 1

– со скоростью, обеспечивающей снижение температуры в камере до допустимых значений температуры помола сыпучего материала и мелющих органов. Устройство для измельчения содержит помольную цилиндрическую камеру 1, внутри которой установлены роторы с мелющими телами, электромеханический привод 9 вращения камеры 1 и ротора 5. Привод 9 вращения выполнен с возможностью однонаправленного вращения помольной камеры 1 и ее ротора 5 с разностью скоростей от 50 до 500 оборотов в минуту. Ротор 5 содержит вал 4 с радиальными штангами, на свободных концах которых закреплены мелющие тела. Способ и устройство позволяют повысить надежность работы рабочих органов мельницы, а также уменьшить перегрев и деструкцию результатов помола за счет снижения рабочей температуры в помольной камере мельницы. 2 н. и 3 з.п. ф-лы, 4 ил., 1 табл.

RU 2 614 794 C2

RU 2 614 794 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2015135887, 17.09.2015**

(24) Effective date for property rights:
17.09.2015

Registration date:
29.03.2017

Priority:

(22) Date of filing: **17.09.2015**

(43) Application published: **22.03.2017** Bull. № 9

(45) Date of publication: **29.03.2017** Bull. № 10

Mail address:

**170039, g. Tver, ul. P. Savelevoj, 54, kv. 545,
Shishelovu V.N.**

(72) Inventor(s):

**Mizitov Aleksandr Yurevich (RU),
Shishelov Vasilij Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu
"GrandMilz" (OOO "GrandMilz") (RU)**

(54) **LOOSE MATERIAL GRINDER AND METHOD THEREOF**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: at first loose material particles are destroyed with kinetic energy of the grinding bodies of the rotating rotor 5, and then the destroyed particles falling into a gap between the outer surface of the grinding bodies and the inner working surface of the rotating grinding chamber 1 are triturated. When grinding loose material rotor 5 and grinding chamber 1 are rotated unidirectionally. Rotor 5 is rotated at a speed so that the grinded loose material layer is pressed against the working surface of the grinding chamber 1 under the centripetal force of rotor 5 rotation and grinding chamber 1 - at a speed providing decrease of the temperature in the chamber up to the accepted values

of the grinding loose material temperature and grinding bodies. The device for grinding comprises a grinding cylindrical chamber 1, within which there are grinding bodies rotors with electromechanical rotation drive 9 of the chamber 1 and rotor 5 rotation. Rotation drive 9 is made with possibility to unidirectionally rotate grinding chamber 1 and rotor 5 at different speed of 50 to 500 rpm. Rotor 5 comprises shaft 4 with radial rods, the free ends of which are secured with grinding bodies.

EFFECT: method and device increase reliability of the mill working elements and also reduce overheating and destruction of the grinding results by reducing the operating temperature in the grinding mill chamber.

5 cl, 4 dwg, 1 tbl

RU 2 614 794 C2

RU 2 614 794 C2

Область применения заявляемого изобретения

Заявляемое изобретение относится к оборудованию для тонкого измельчения сыпучего материала и предназначено преимущественно для получения пресс-порошка или других мелких дисперсных порошков в промышленности строительных материалов, но вместе с тем может быть использовано в химической, пищевой промышленности и в других отраслях, где необходим тонкий помол сырья.

Уровень техники

Широко известны способы и устройства /1-7/, предназначенные для измельчения сыпучего материала кинетической энергией мелющих тел, приводимых в движение ротором помольной камеры.

В основу принципа действия указанных технических решений положено воздействие на измельчаемый материал мелющими телами, стенками помольной камеры и частицами самого обрабатываемого материала при вращении ротора помольной камеры внутри неподвижной или встречно вращающейся помольной камеры.

К наиболее близким из известных по назначению и технической сущности к заявляемому изобретению относятся способ и устройство для измельчения сыпучих материалов, описанные в публикации /7/.

Известный способ измельчения сыпучего материала /7/ включает ударное разрушение частиц сыпучего материала кинетической энергией мелющих тел ротора и растирание в порошок разрушенных частиц, попадающих в зазор между внешней поверхностью мелющих тел и внутренней рабочей поверхностью помольной камеры.

При этом измельчение проводят мелющими телами - шарами, свободно перемещающимися в выемках ротора, открытых в сторону рабочей поверхности помольной камеры, вращающейся встречно направлению вращения ротора.

Устройство измельчения сыпучего материала /6/ содержит помольную цилиндрическую камеру, внутри которой и на ее оси установлен ротор с мелющими телами, и электромеханические приводы для встречного вращения камеры и ротора. При этом ротор выполнен в виде барабана с диаметром, близкими к диаметру полости помольной камеры. На кольцевой поверхности барабана, обращенной к рабочей поверхности помольной камеры, выполнены выемки для засыпки мелющих тел. Мелющие тела выполнены в форме шаров. Мелющие шары и рабочая поверхность помольной камеры выполнены износостойчивыми из сплавов твердотельных металлов.

Вращение ротора измельчителя осуществляют со скоростями, обуславливающими прижатие центробежными силами мелющих шаров к внутренней поверхности помольной камеры. Встречным вращением помольной камеры относительно вращения ротора обеспечивают принудительный циркулирующий отрыв мелющих шаров от упомянутой поверхности под действием сил инерции по криволинейной траектории, направленной к центру вращения, обеспечивая одновременно ввод сыпучего материала, примыкающего к поверхности рабочей камеры, и его помол между поверхностью мелющих шаров, циркулирующих в выемках вращающегося ротора, и внутренней поверхностью рабочей камеры.

Основным недостатком измельчения известного способа и устройства, в данном случае относящегося к шаровым мельницам, является низкая их эффективность, обусловленная в первую очередь тем, что обрабатываемый материал и мелющие шары под действием центробежных нагрузок образуют плотную массу и при высоких скоростях вращения барабана ротора, несущего мелющие шары, измельчение как таковое прекращается. А низкая скорость вращения предопределяет невысокую производительность устройства и недостаточную тонину помола.

Высокие скорости вращения ротора, а также встречное вращение корпуса помольной камеры вызывают усиленный нагрев мелющих органов за счет сложения кинетических энергий встречно вращающихся элементов мельницы. При этом снижается прочность рабочих поверхностей мелющих элементов и рабочей поверхности рабочей камеры. В целом указанные недостатки снижают надежность работы мельницы, ресурс ее работы и, как следствие, производительность и качество помола сыпучих материалов. При этом качество помола снижается не только за счет увеличения крупности помола за счет износа рабочих элементов мельницы, но и за счет возможности превышения допустимой температуры помола и оплавления частиц измельченной продукции.

10 Сущность заявляемого решения

Задачей изобретения является повышение производительности и качества помола сыпучих материалов.

Техническим результатом, обеспечивающим решение поставленной задачи, является повышение надежности работы рабочих органов мельницы за счет снижения рабочей температуры в помольной камере измельчителя.

15 Поставленная задача решена тем, что в способе измельчения сыпучего материала проводят ударное разрушение частиц сыпучего материала кинетической энергией мелющих тел вращающегося ротора с последующим растиранием в порошок разрушенных частиц, попадающих в зазор между внешней поверхностью мелющих тел и внутренней рабочей поверхностью вращающейся помольной камеры. Согласно изобретению при помоле сыпучего материала ротор и помольную камеру вращают 20 однонаправленно, при этом ротор вращают со скоростью, обеспечивающей прижатие слоя измельчаемого сыпучего материала к рабочей поверхности помольной камеры под действием центробежной силы вращения ротора, а помольную камеру вращают со скоростью, обеспечивающей снижение температуры в камере до допустимых значений температуры помола сыпучего материала и мелющих органов. При этом помольную камеру вращают со скоростью, меньшей скорости вращения ее ротора на величину от 50 до 500 оборотов в минуту.

25 Устройство, реализующее предложенный способ измельчения сыпучих материалов, содержит помольную цилиндрическую камеру, внутри которой и на ее оси установлено не менее одного ротора с мелющими телами, а также содержит электромеханический привод вращения камеры и ротора.

30 Согласно изобретению привод вращения выполнен с возможностью однонаправленного вращения помольной камеры и ее ротора с разностью скоростей от 50 до 500 оборотов в минуту. Каждый ротор содержит вал, установленный на оси помольной камеры. По окружности вала и перпендикулярно его оси установлены радиальные штанги, на свободных концах которых закреплены мелющие элементы. При этом привод вращения содержит не менее одного электродвигателя, снабженного редуктором. Редуктор выполнен в виде планетарной или червячной передачи, 40 разноскоростные выходы которой кинематически соединены с корпусом помольной камеры и валом ее ротора.

Обоснование достижения технического результата и решения поставленной задачи.

Выполнение ротора в виде вала с радиальными штангами и выбор скорости его вращения из условия прижатия сыпучего материала к рабочей поверхности помольной камеры под действием центробежной силы вращения ротора позволяет 45 обеспечить равномерное распределение и удержание сыпучего материала на рабочей поверхности помольной камеры. Помол сыпучего материала при однонаправленном вращении помольной камеры и ее ротора с разностью скоростей от 50 до 500 оборотов

в минуту позволяет одновременно снизить температуру в помольной камере до допустимой температуры помола сыпучего материала как за счет снижения энергии трения мелющих органов, так и за счет охлаждения внешним воздухом вращающейся камеры.

5 В целом указанные технические преимущества позволяют повысить надежность работы рабочих органов мельницы, уменьшить перегрев и деструкцию результатов помола за счет снижения рабочей температуры в помольной камере мельницы, сократить межремонтные простои и, как следствие, повысить производительность и качество помола сыпучих материалов.

10 Сущность изобретения поясняется чертежами, представленными на фиг. 1-4. На фиг. 1 представлена функциональная схема устройства (мельницы) для измельчения сыпучих материалов; на фиг. 2 - поперечное сечение мельницы; на фиг. 3 и фиг. 4 - мельница с однорядным и многорядным ротором соответственно.

На фиг. 1-4 позициями обозначены:

- 15 1 - помольная камера;
- 2 - питатель для подачи исходного материала;
- 3 - приемник измельченного материала;
- 4 - вал ротора;
- 5 - ротор;
- 20 6 - штанга;
- 7 - мелющие тела;
- 8 - редуктор;
- 9 - привод;
- 10 - шестерня привода вала с мелющими телами;
- 25 11 - шестерня привода цилиндрической камеры измельчения;
- 12 - блок подшипников;
- 13 - съемная крышка помольной камеры;
- 14 - отсекающий диск;
- 15 - продольное соосное отверстие;
- 30 16 - радиальное отверстие;
- 17 - отверстия для выхода измельченного материала.

Изобретение поясняется конструктивными примерами его осуществления.

Пример 1. Устройство для измельчения (фиг. 1-2) в общем случае содержит помольную камеру 1 с внутренней полостью цилиндрической формы, соединенную по
 35 входу с питателем 2 для подачи сыпучего материала, а по выходу - с приемником 3 измельченного материала. Камера 1 выполнена с возможностью вращения вокруг своей оси. Внутри камеры 1 на ее оси установлен вал 4, на котором установлено не менее одного ротора 5. Каждый ротор 5 выполнен с возможностью его вращения в полости камеры 1 и содержит установленные равномерно по окружности вала 4 и
 40 перпендикулярно его оси радиальные штанги 6. На свободных концах штанг 6 установлены подвижно мелющие тела 7. Мелющие тела 7 выполнены из твердых материалов, например из карбида кремния, в форме сегмента, шара, капли, ролика. Для подвижного крепления на штангах 6 в них выполнены соответствующие выемки и/или отверстия. Вал 4 ротора 5 и корпус помольной камеры 1 соединены через редуктор
 45 8 с приводом 9 вращения. Привод 9 вращения содержит не менее одного электродвигателя. Редуктор 8 выполнен в виде планетарной или червячной передачи, разноскоростные выходы которой кинематически соединены с корпусом помольной камеры 1 и валом 4 ее ротора 5 с возможностью их однонаправленного вращения с

разностью угловых скоростей вращения от 50 до 500 оборотов в минуту.

Пример 2. Устройство для измельчения (фиг. 3) - в отличие от примера 1 помольная камера 1 содержит чашеобразное днище для удобства очистки и автоматического перемешивания измельчаемого материала. Кроме того, редуктор 8 выполнен в виде шестеренчатой передачи, содержащей шестерню 10 и 11 для вращения вала 4 в блоке подшипников 12 и для вращения помольной камеры 1 соответственно. С верхней стороны помольной камеры 1 установлена съемная крышка 13.

Пример 3. Устройство для измельчения (фиг. 4) - в отличие от вышеприведенных вариантов конструкции содержит блок роторов 5 в количестве от двух до десятков, установленных на общем валу 4. Конкретное значение количества роторов 5 зависит от вида сыпучего материала, его твердости и требуемой тонины его помола. Кроме того, с верхней стороны блока роторов 5 на валу 4 установлен отсекающий диск 14. При этом питатель 2 дополнительно содержит продольное соосное отверстие 15 в верхней части вала 4, соединенного с его выходными радиальными отверстиями 16 над верхней поверхностью диска 14. Верхняя поверхность диска 14 выполнена выпуклой в сторону приема сыпучего материала. В днище камеры 1 выполнены отверстия 17 для выхода измельченного материала в приемник 3.

Указанные устройства по предлагаемому способу измельчения работают следующим образом.

Перед началом помола включают электромеханический привод 1. При этом вращение вала привода через редуктор 2 передается одновременно и однонаправлено на камеру 3 и вал 4 ротора 5. При этом вал 4 ротора 5 вращают с угловой скоростью $\omega_1 \in \{1000 \dots 10000\}$ оборотов в минуту, а камеру 3 с угловой скоростью ω_2 , меньшей ω_1 на 50...500 оборотов в минуту, в одном угловом направлении с ротором 5. Конкретное значение ω_1 и ω_2 выбирают из плотности сыпучего материала и крупности его частиц. После набора рабочих оборотов мельницы в полость помольной камеры 1 через питатель 2 засыпают сыпучий материал. Под действием центробежной силы вращения ротора 1 с угловой скоростью $\omega_1 \in \{1000 \dots 10000\}$ оборотов в минуту сыпучий материал прижимается к внутренней поверхности помольной камеры 1. Далее прижатый материал перемалывается мелющими телами 7 за счет кинетической энергии $W_K = \{m \cdot (\omega_1 - \omega_2)^2 \cdot R^2\} / 2$, где m - масса мелющих тел 7; $(\omega_1 - \omega_2) = \Delta\omega$ - разность угловых скоростей ротора и помольной камеры; R - длина штанги 6 от центра ротора 5 до центра мелющих тел 7. Дальнейшее измельчение материала производится за счет его истирания между внешней поверхностью мелющих тел 7 и внутренней поверхностью помольной камеры 1.

При этом за счет вращения помольной камеры 1 в направлении вращения ее ротора 5 происходит снижение рабочей температуры в помольной камере измельчителя и, как следствие, повышение износостойчивости и надежности работы рабочих органов мельницы.

Испытания предложенного способа измельчения проводились на опытном образце (фиг. 3) мельницы с футеровкой из карбида кремния. При этом объем «V» помольной камеры 1 составлял $V=500$ мл, а мощность «P» электропривода 9 составляла $P=0,45$ кВт. При этом в качестве сыпучего материала использовался твердый материал: кварцевый песок и электрокорунд белый марки 25А.

Режимы и результаты измельчения данным способом приведены в таблице 1.

Таблица 1

Исходный материал	Твёрдость по Моосу [ступени] Max= 10	Диаметр исходного материала, [мм]	Вес исходного материала, [грамм]	Время измельчения / сек./	Скорость вращения цилиндрической камеры 1 [об./мин]	Скорость вращения ротора 5 (вала 4 с мелющими телами 7) [об./мин]	Диаметр измельченного материала (не менее 50% от общего объёма) [мм]
Кварцевый песок	7	0,5-1	100	45	1520	1600	0,063мм.
Электрокорунд белый 25А	9	0,5	100	60	1520	1600	0,063мм.

Из таблицы 1 видно, что вращение камеры и ротора в одном направлении с указанными в таблице скоростями вращения камеры 1 и ротора 5 позволило измельчить в порошок твердый сыпучий материал за время не более 1 минуты.

Измерение температуры мелющих тел 7 после каждого цикла помола показало, что их температура не превысила допустимых значений (300°С) снижения их твердости. Испытания опытной мельницы в течение месяца ее работы не потребовали замены ее мелющих элементов.

Испытания указанной мельницы: при вращении только ротора ($\omega_2=0$) время помола сократилось наполовину. Однако при этом температура в камере 1 превысила 500°С и произошел 50% износ мелющих тел 7 за один цикл помола. Это привело к необходимости полной замены мелющих тел в опытной мельнице.

Таким образом, предлагаемые способ и устройства измельчения позволяют разрешить противоречие между скоростью вращения ротора, необходимой для подачи сыпучего материала в зону его измельчения и недопустимой температурой в зоне измельчения за счет трения между собой рабочих органов (внутренней поверхности камеры 1 и мелющих тел 7). Результатом этого является резкое увеличение надежности работы мельницы, повышение ресурса ее работы. При этом за счет увеличения износостойкости мелющих элементов и качества помола при уменьшении рабочей температуры в мельнице одновременно удлиняются межремонтные сроки эксплуатации и профилактических замен мельниц, использующих предлагаемый способ измельчения.

Данное изобретение не ограничивается вышеприведенными примерами его осуществления. В рамках данного изобретения возможны и другие варианты его осуществления. В частности, при описанном способе измельчения стенка цилиндрической камеры 1 при вращении охлаждается естественным воздушным способом. Для дополнительного охлаждения возможна установка на внешнюю сторону цилиндрической камеры лопаток для забора воздуха и/или механизма воздушного охлаждения вне камеры. Это гораздо дешевле и проще используемых в настоящее время в прочих мельницах сложных систем охлаждения наружной футеровки. Для уменьшения истирания и увеличения срока службы мелющих тел 7 последние могут быть изготовлены из твердых износостойчивых материалов и с возможностью автоматического их приближения к внутренней поверхности помольной камеры 1 по мере износа их

трущихся частей. В данном случае мелющие тела 7 могут быть изготовлены, например, в виде шара с центральной выемкой для подвижной насадки на штанги ротора 5 или в виде объемной капли с отверстием на узком ее конце для подвижного болтового крепления капли на верхнем конце штанги 6.

5 Промышленная применимость

Данное изобретение может быть использовано для измельчения сыпучих материалов в горнодобывающей отрасли, химической промышленности, производстве строительных материалов, для переработки продуктов питания, отходов и других материалов в промышленных и исследовательских масштабах.

10 Источники информации

1. Г.С. Ходаков. Физика измельчения. М.: Наука, 1972, 308 стр. с илл.

2. Хинт Й.А. Основы производства силикальцитных изделий. М.: Госстройиздат, 1962. - 642 с.

3. SU №1313502, МПК: В02С 17/08.

15 4. RU №2097135, МПК: В02С 19/00, опубл. 27.11.97.

5. RU №2024309, МПК: В02С 15/08, опубл. 15.12.1994.

6. RU №2024309, МПК: В02С 15/08, опубл. 15.12.1994.

7. RU №2255809, МПК: В02С 15/08, опубл. 17.04.2003.

20 (57) Формула изобретения

1. Способ измельчения сыпучего материала, заключающийся в ударном разрушении частиц сыпучего материала кинетической энергией мелющих тел вращающегося ротора с последующим растиранием в порошок разрушенных частиц, попадающих в зазор между внешней поверхностью мелющих тел и внутренней рабочей поверхностью
25 вращающейся помольной камеры, отличающийся тем, что при помол сыпучего материала ротор и помольную камеру вращают однонаправленно, при этом ротор вращают со скоростью, обеспечивающей прижатие слоя измельчаемого сыпучего материала к рабочей поверхности помольной камеры под действием
центростремительной силы вращения ротора, а помольную камеру вращают со
30 скоростью, обеспечивающей снижение температуры в камере до допустимых значений температуры помола сыпучего материала и мелющих органов, при этом помольную камеру вращают со скоростью, меньшей скорости вращения ее ротора на величину от 50 до 500 оборотов в минуту.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что ротор вращают с угловой скоростью от
35 1000 до 10000 оборотов в минуту.

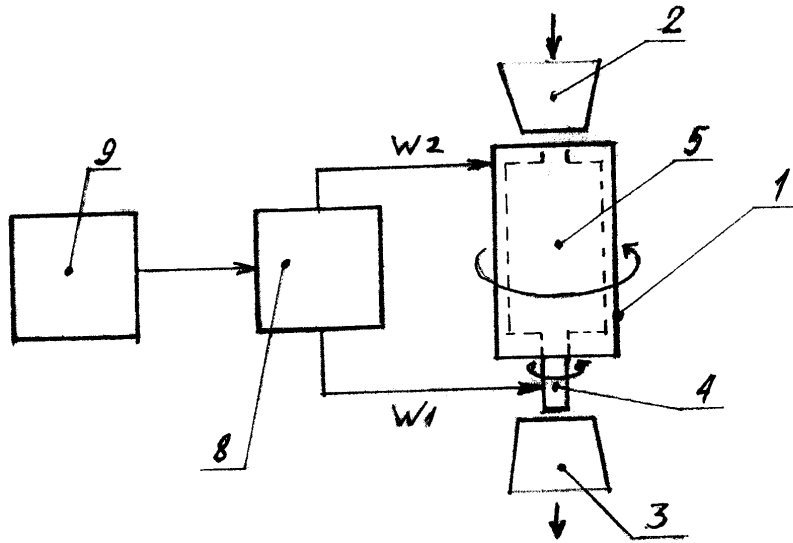
3. Устройство измельчения сыпучих материалов, содержащее помольную цилиндрическую камеру, внутри которой на ее оси установлено не менее одного ротора с мелющими телами, и электромеханический привод вращения камеры и ротора, отличающееся тем, что привод вращения выполнен с возможностью однонаправленного
40 вращения помольной камеры и ее ротора с разностью скоростей от 50 до 500 оборотов в минуту, при этом ротор содержит вал, установленный на оси помольной камеры, на окружности которого перпендикулярно оси вала установлены радиальные штанги, на свободных концах которых закреплены мелющие тела.

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что привод вращения содержит не менее
45 одного электродвигателя, снабженного редуктором.

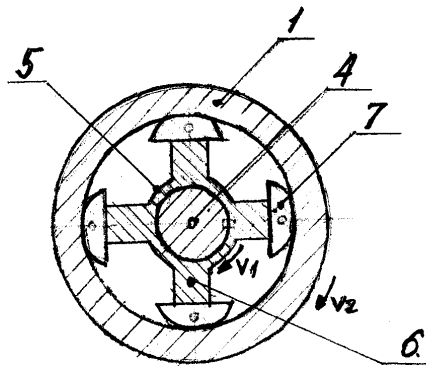
5. Устройство по п. 4, отличающееся тем, что редуктор выполнен в виде планетарной или червячной передачи, разноскоростные выходы которой кинематически соединены с корпусом помольной камеры и валом ее ротора.

1

Способ и устройство для измельчения .



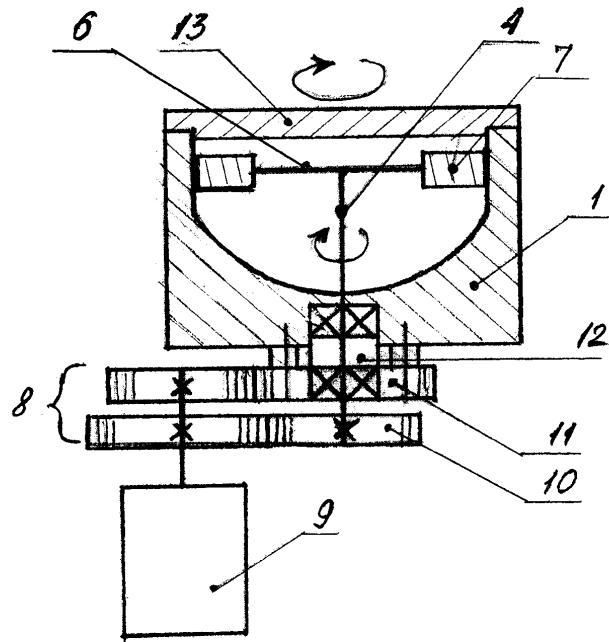
Фиг. 1



Фиг. 2

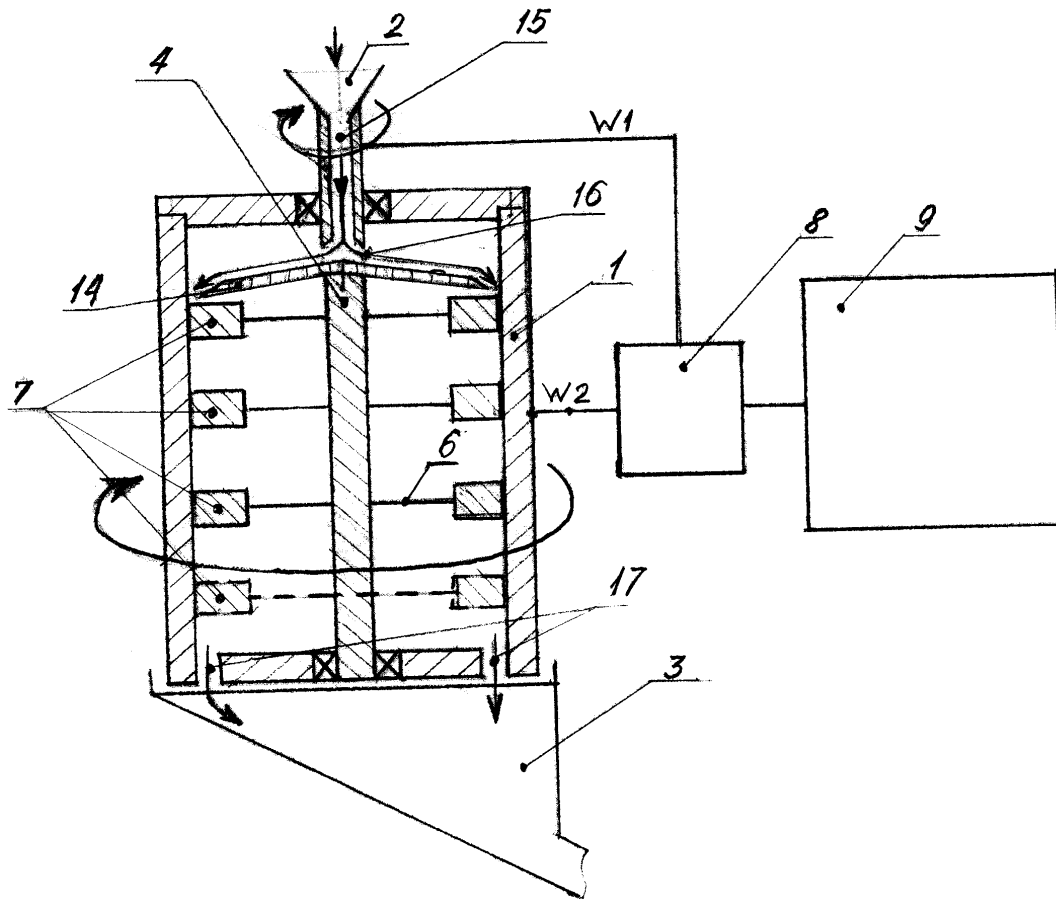
2

Способ и устройство для измельчения.



Фиг. 3

Способ и устройство для измельчения



Фиг. 4