



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
B02C 13/22 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017138699, 07.11.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.11.2017

Дата регистрации:  
02.10.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.11.2017

(45) Опубликовано: 02.10.2018 Бюл. № 28

Адрес для переписки:  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 40, ТУСУР,  
патентно-информационный отдел

(72) Автор(ы):

Смирнов Геннадий Васильевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Томский государственный  
университет систем управления и  
радиоэлектроники" (ТУСУР) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 1704821 A1, 15.01.1992. SU  
1565509 A1, 23.05.1990. SU 237573 A1,  
12.02.1969. US 2014/0231555 A1, 21.08.2014. SU  
1827284 A1, 15.07.1993. US 2009/0261187 A1,  
22.10.2009.

## (54) СПОСОБ ДЕЗИНТЕГРИРОВАНИЯ КУСКОВОГО СЫРЬЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу тонкого измельчения и может быть использовано для переработки твердого кускового сырья в химической, строительной и других отраслях промышленности. Способ заключается в том, что в ограниченное пространство камеры помола, внутри которой вертикально расположено два параллельных диска, подают кусковое сырьё, которое разрушают путём придания его частицам центробежного ускорения за счет вращения одного из дисков и столкновения кусков сырья с боковой стенкой рабочей камеры и разрушающими элементами - билами, радиально закрепленными на дисках, и извлекают дезинтегрированное сырьё. При этом в зазорах между рядами бил дополнительно создают градиент давления, для чего обращенные друг к другу поверхности подвижного и неподвижного дисков гофрируют, а гофры выполняют в виде

рассеченных в продольном направлении сопел Лавая, которые равномерно располагают в радиальном направлении по поверхности дисков, причем сужающиеся части сопел располагают в направлении от загрузочного отверстия к средним радиальным рядам бил, а расширяющиеся части сопел располагают от средних радиальных рядов бил к выгрузочному отверстию, расположенному в периферийной части дисков. Также для усиления возникающего в зазорах вентиляционного эффекта на торце подвижного диска закрепляют вентиляционные лопасти, которые выполняют в виде плоских лопаток, повернутых под углом 45 градусов по отношению к направлению движения диска. Затем дезинтегрированный материал из разгрузочного отверстия по трубопроводу направляют на циклонную батарею. Способ обеспечивает уменьшение дисперсности частиц сырья более чем в 2 раза. 3 ил.

RU 2 668 675 C1

RU 2 668 675 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*B02C 13/22* (2006.01)

(21)(22) Application: **2017138699, 07.11.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**07.11.2017**

Registration date:  
**02.10.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **07.11.2017**

(45) Date of publication: **02.10.2018** Bull. № 28

Mail address:

**634050, g. Tomsk, pr. Lenina, 40, TUSUR,  
patentno-informatsionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Smirnov Gennadij Vasilevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Tomskij gosudarstvennyj  
universitet sistem upravleniya i radioelektroniki"  
(TUSUR) (RU)**

(54) **METHOD FOR DISINTEGRATION OF LUMPY RAW MATERIAL**

(57) Abstract:

FIELD: disintegrators and crushing devices.

SUBSTANCE: invention relates to a method for fine grinding and can be used for the processing of solid lumpy raw materials in the chemical, construction and other industries. Method consists in that, in the confined space of the grinding chamber, inside which two parallel disks are vertically disposed, a lumpy raw material is fed, which is destroyed by imparting to its particles a centrifugal acceleration due to the rotation of one of the disks and the collision of pieces of raw material with the side wall of the working chamber and destructive beater - elements radially fixed on the disks, and the disintegrated raw material is recovered. In this case, a pressure gradient is added in the gaps between the rows of beams, the surfaces of the movable and fixed discs facing each other are corrugated for this purpose, and the corrugations are performed in the form of Laval nozzles cut in the longitudinal direction, that

are uniformly positioned radially along the surface of the discs, the tapered portions of the nozzles being positioned in the direction from the loading opening to the middle radial rows of beats, and the expanding parts of the nozzles are positioned from the middle radial rows to the discharge port located in the peripheral part of the discs. Also, to reinforce the venting effect that appears in the gaps on the end face of the movable disk, fix the ventilation blades, that are performed in the form of flat blades, rotated at an angle of 45 degrees with respect to the direction of movement of the disk. Then the disintegrated material from the discharge port is piped to the cyclone battery.

EFFECT: method provides a reduction in the dispersion of the raw material particles by more than 2 times.

1 cl, 3 dwg

Изобретение относится к способам и устройствам для тонкого измельчения, смешивания, горизонтального и вертикального транспортирования, и механической активации материалов, в том числе с наноструктурой, и может быть использовано в химической, строительной и других отраслях промышленности, для переработке  
5 твердого кускового сырья, в частности отходов химических производств, например фторангидрита, к дезинтеграции кусковой горной массы, которая содержит частицы полезного компонента в обособленном виде, или в породных сростках.

Известен способ обогащения сырья с металлическими включениями. Способ включает подачу исходного сырья в пространство рабочей камеры, которая имеет донную часть  
10 и крышку, воздействие разрушающими элементами, распределение на компоненты, которые содержат и не содержат металл (И.М. Келина "Обогащение руд", М.: Недра, 1979 г., с. 93).

Недостатком известного способа является его низкая производительность из-за цикличности технологического цикла дезинтеграции. Способ имеет ограниченное  
15 применение, так как он позволяет разделять исходное сырье, которое характеризуется низкой прочностью, или сырье, которое представлено сростками из крепких и малокрепких компонентов.

Способ требует предварительной подготовки исходного сырья, что отрицательно сказывается на себестоимости конечного товарного продукта.

Известен способ дезинтеграции кускового сырья, который реализуется в способе  
20 обогащения сырья с металлическими включениями.

Известный способ включает подачу кускового сырья в ограниченное пространство рабочей камеры, воздействие на сырье в донной части разрушающими элементами, дезинтеграцию сырья и придание его частицам центробежного ускорения до  
25 столкновения их с боковой стенкой рабочей камеры и ее крышкой, извлечение дезинтегрированного сырья из бокового проема в рабочей камере и из ее донной части (Патент Украины на изобретение №64672).

Недостатком известного способа является то, при дезинтеграции сырья, которое состоит из высокопрочных частиц, процесс их разрушения занимает продолжительный  
30 период времени.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является способ, описанный в патенте (SU 1704821 A1, МПК В02С 13/22, опубл. 15.01.1991). Дискмембратор, реализующий способ-прототип содержит корпус, внутри которого вертикально расположены ротор и неподвижный диск с концентрично установленными  
35 рядами штифтов, загрузочный и выгрузной патрубки. При этом штифты, распределены на подвижном диске по окружности, расположенной ближе к центру диска, и выполнены в поперечном сечении в виде прямоугольной формы. Остальные штифты, установленные на подвижном диске распределены равномерно по концентрическим окружностям, удаленным от центральной части диска выполнены в виде трапецевидной формы с  
40 углом наклона рабочих плоскостей к радиальной плоскости 4-6°. Штифты, расположенные на концентрических окружностях неподвижного диска выполнены в форме равнобокой трапеции с вогнутыми боковыми сторонами  $\theta$ , центр кривизны которых расположен над меньшим основанием на расстоянии, равном 0,6-0,8 высоты трапеции, а радиус составляет 2,5-3,0 ее высоты.

Дезинтегрирование сырья в способе-прототипе осуществляется следующим образом. Исходный материал через загрузочный патрубок поступает в рабочую камеру, где последовательно измельчается на концентрично установленных рядах штифтов ротора  
45 и штифтов неподвижного диска и через выгрузной патрубок выводится наружу. При

износе рабочих поверхностей штифтов вращения ротора дисмембратора меняют на противоположное. Выполнение штифтов указанной формы и параметров обеспечивает прямое центральное соударение с частицами измельчаемого материала без скольжения и истирания, что способствует повышению однородности продукта помола и срока службы штифтов. Возможность работы дисмембратора в реверсивном режиме также существенно увеличивает срок службы. Прямое соударение приводит к равномерному износу рабочих поверхностей штифтов, что оставляет неизменными качество помола в течение всего срока службы штифтов.

Недостатком данного измельчителя является то, что согласно рабочей гипотезе, разработанной И.А. Хинтом [Хинт И.А. Об основных проблемах механической активации. Галлин, 1977. Препринт 1.], активация определяется тремя параметрами: скоростью соударения, числом ударов и интервалом времени между последующими ударами. Мелющие элементы с круглым поперечным сечением дают материалу наиболее широкую гамму видов соударения от прямого удара до скользящего со всевозможными углами наклона, активизация материала происходит в широких пределах силовых воздействий от сил чистого сжатия до сдвиговых усилий, в зоне прямого удара материал активируется силами сжатия, и продукт получается преимущественно крупной фракции, в зоне скользящего удара материал активируется усилиями сдвига, и продукт получается преимущественно мелкой фракции. В дисмембраторе, реализующим способ-прототип отсутствует скольжение и истирание частиц измельчаемого сырья, поэтому невозможно добиться максимальной тонины помола.

Эти недостатки обусловлены тем, что в рабочей камере отсутствуют циркуляционные потоки, которые влияют на перемещения скорости внутри камеры помола частицы сырья.

Значительная продолжительность переработки сырья происходит из-за того, что на процесс дезинтеграции существенно влияет скорость соударения частиц сырья с разрушающими элементами. В способе - прототипе эта скорость мала, так как частицы перемещаются по зазорам между билами только под воздействием гравитационных и центробежных сил, которые создают незначительные динамические усилия и придают отдельным частицам относительно низкое ускорение в направлении от загрузочного отверстия к выгрузному отверстию, расположенному в периферийной части камеры помола. Потеря скорости частиц при перемещении требует многоциклового динамического воздействия для их измельчения до заданных размеров.

При реализации известного способа в устройстве для дезинтеграции минерального сырья тяжело создать избыточное давление внутри рабочей камеры, чем усложняются условия выноса измельченных частиц и создаются условия для осаждения этих частиц внутри рабочей камеры.

Техническая задача, на которую направлено изобретение, заключается в повышении скорости перемещения частиц дезинтегрированного сырья внутри дезинтегратора и интенсификации процесса помола.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в способе дезинтегрирования кускового сырья, включающего в себя подачу кускового сырья в ограниченное пространство камеры помола, внутри которой расположено вертикально два параллельных диска, на обращенных друг к другу плоскостях которых радиально закреплены с зазорами относительно друг друга разрушающие элементы (билы), разрушение кусков сырья, путем придания его частицам центробежного ускорения за счет вращения одного из дисков, и столкновения их с боковой стенкой рабочей камеры и разрушающими элементами (билами), и извлечение дезинтегрированного сырья из

бокового проема в рабочей камере и из ее донной части, дополнительно создают градиент давления в зазорах между рядами разрушающих элементов (билы) подвижного и неподвижного дисков, путем создания в упомянутых зазорах скоростного потока воздуха, создающего разрежение на выходе загрузочного отверстия и избыточного давления в выгрузочном патрубке рабочих органов, для этого обращенные друг к другу поверхности подвижного и неподвижного дисков гофрируют, причем гофры выполняют в виде рассеченных в продольном направлении сопел Ловаля, которые равномерно располагают в радиальном направлении по поверхности дисков, при этом сужающаяся часть сопел располагают в направлении от загрузочного отверстия к средним радиальным рядам билы, а расширяющиеся части сопел располагают от средних радиальных рядов билы к выгрузочному отверстию, расположенному в периферийной части дисков, причем для усиления вентиляционного эффекта, возникающего в зазорах, на торце подвижного диска закрепляют вентиляционные лопасти, которые выполняют в виде плоских лопаток, повернутых под углом 45 градусов по отношению к направлению движения диска, дезинтегрированный материал из разгрузочного отверстия по трубопроводу направляют на циклонную батарею.

На фиг. 1 схематически показано поперечное сечение дезинтегратора, реализующего заявляемый способ. На фиг. 2. Схематически показан радиальный вид гофр на подвижном и неподвижном диске, выполненных в виде усеченного сопла Ловаля.

На фиг. 3 показан вид и размеры отдельной гофры, выполненной в виде усеченного в продольном направлении сопла Ловаля.

На фиг. 1. введены следующие обозначения: 1 - корпус камеры помола; 2 - загрузочное отверстие; 3 - выгрузочное отверстие; 4 - подвижный диск; 5 - неподвижный диск; 6 - рабочие элементы (билы) на неподвижном диске; 7 рабочие элементы (билы) на подвижном диске; 8 - вентиляционные лопатки; 9 - ось вала привода; 10, 11 - шарикоподшипник; 12 - загрузочный патрубок.

На фиг. 2. Введены следующие обозначения 2 - загрузочное отверстие; 5 - неподвижный диск; 13 - гофры, выполненные в виде усеченного в продольном направлении сопла Ловаля. Аналогичные гофры 13 выполнены и на подвижном диске (роторе).

На фиг. 3 введены следующие обозначения: 31, 32, 33 - сечения в загрузочной части гофры; в1, в2, в3 - сечения в выгрузочной части гофры; О - диаметр критического сечения сопла Ловаля. Фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3 служат для пояснения сущности изобретения.

Сущность изобретения заключается в следующем. Исходный материал через загрузочный патрубок 12 поступает через загрузочное отверстие 2 в рабочую камеру 1, где последовательно измельчается на концентрично установленных рядах штифтов 7 ротора 4 и штифтов 6 неподвижного диска (статора) 5 и через выгрузочной патрубок 3 выводится наружу. Ротор 4 приводится во вращение приводом, ось которого 9 через шарикоподшипник 10, 11 механически соединена с центром ротора 4. Исходный материал через загрузочный патрубок 12 и загрузочное отверстие 2 падает на первый ряд измельчающих элементов (штифтов) 7, 6 статора 5 и ротора 4. В результате удара об эти элементы частицы материала разрушаются и отбрасываются к следующим измельчающим элементам статора и так далее, до полного выхода измельченного материала через выгрузочный патрубок 3. В заявляемом способе перемещение дезинтегрированных частиц от загрузочного отверстия 2 в разгрузочному отверстию 3 происходит не только под действием центробежной и гравитационной сил, как это реализуется в способе-прототипе, но и под действием градиента давления, возникающего между указанными отверстиями. Это происходит следующим образом. Высокая скорость

вращения ротора, с установленным и на нем билами, при помощи вентиляционных лопаток 8 создает поток воздуха, движущегося от загрузочного отверстия 2 к разгрузочному отверстию 3. Созданный поток воздуха, проходит через гофры 13 (фиг. 2), выполненные в виде усеченного в продольном направлении сопла Ловаля, (сужающееся-расширяющееся сопло) представляющего собой канал, суженный в середине. Сопло Ловаля служит для ускорения газового потока, проходящего через него, при определенных условиях до скоростей выше скорости звука. Поскольку гофры 13 выполнены аналогичными по форме и размерам не только в статоре, но и в роторе, то при вращении ротора они, при перекрытии гофр, образуют полное сопло Ловаля. Скоростной поток воздуха в гофрах создает внутри камеры сильнейшее разрежение, засасывая дезинтегрированные частицы и придавая им высокие скорости, что существенно повышает интенсивность дезинтгирования и степень измельчения (дезинтгирования) частиц сырья. Измельченный материал, доходя до последнего ряда билов выбрасывается на высокой скорости через разгрузочное отверстие, и направляется по трубопроводу на циклонную батарею. Одновременно с этим, свежий материал непрерывно засасывается в патрубок 12, поддерживая постоянный цикл смешивания, помола и накачки.

Пример конкретного выполнения. При помощи заявляемого способа осуществлялся помол фторангидрита, который из накопительного бункера, шнеком-дозатором направляется дозированно на измельчение гранул в молотковую мельницу (дозирование осуществляется тарировкой и поддержанием требуемой частоты вращения электроприводом шнека-дозатора). После молотковой мельницы фторангидрит поступал в дезинтегратор (фиг. 1) через загрузочный патрубок 12 и загрузочное отверстие 2.

Дезинтегратор был выполнен в виде подвижного (ротора) 4 и неподвижного 5 (статора) дисков. Диаметр обоих дисков был одинаков (фиг. 2) и составлял 513 мм. Каждый из дисков имел 6 гофр 13 (фиг. 2) равномерно выполненных в дисках в радиальном направлении. Каждая из гофр представляла собой усеченное в продольном направлении сопло Ловаля. Размеры поперечных сечений гофр и углы скосов сужающейся и расширяющейся частей сопла указаны на фиг. 3.

На подвижном и неподвижном дисках на обращенных друг к другу поверхностях были концентрически расположены соответственно 6 и 5 ряды ударных элементов (бил) 7 и 6 соответственно. При этом между рядами бил подвижного и неподвижного дисков был образован зазор, равномерно изменяющийся от 26 мм ближе к центру до 14 мм на самых удаленных радиусах. На торце подвижного диска (роторе) были выполнены вентиляционные лопасти, в виде пластин 8 повернутых на 45° к направлению вращения диска. При помощи упомянутых пластин внутри камеры помола создавался поток воздуха, который, проходя через гофры, выполненные в виде сопел Ловаля ускорялся до высоких скоростей, захватывая дезинтегрированные частицы сырья и интенсивно измельчая разрушая их до малых размеров.

При использовании заявляемого способа была достигнута производительность 2000 кг/час. Средняя дисперсность измельченного фторангидрита составляла 15 мкм. При дезинтегрировании фторангидрита способом-прототипом, производительность не превышала 1200 кг/час, а средняя дисперсность измельченного фторангидрита не снижалась ниже 4 мкм.

Таким образом, заявляемый способ по сравнению со способом - прототипом позволил повысить в 1,65 раза, а дисперсность частиц сырья уменьшить более чем в 2 раза.

## (57) Формула изобретения

Способ дезинтегрирования кускового сырья, включающий в себя подачу кускового сырья в ограниченное пространство камеры помола, внутри которой расположено вертикально два параллельных диска, на обращенных друг к другу плоскостях которых радиально закреплены с зазорами относительно друг друга разрушающие элементы - билы, разрушение кусков сырья путем придания его частицам центробежного ускорения за счет вращения одного из дисков и столкновения их с боковой стенкой рабочей камеры и разрушающими элементами - билами, и извлечение дезинтегрированного сырья из бокового проема в рабочей камере и из ее донной части, отличающийся тем, что дополнительно создают градиент давления в зазорах между рядами разрушающих элементов - бил подвижного и неподвижного дисков - путем создания в упомянутых зазорах скоростного потока воздуха, создающего разрежение на выходе загрузочного отверстия, и избыточного давления в выгрузочном патрубке рабочих органов, для этого обращенные друг к другу поверхности подвижного и неподвижного дисков гофрируют, причем гофры выполняют в виде рассеченных в продольном направлении сопел Лавая, которые равномерно располагают в радиальном направлении по поверхности дисков, при этом сужающиеся части сопел располагают в направлении от загрузочного отверстия к средним радиальным рядам бил, а расширяющиеся части сопел располагают от средних радиальных рядов бил к выгрузочному отверстию, расположенному в периферийной части дисков, причем для усиления вентиляционного эффекта, возникающего в зазорах, на торце подвижного диска закрепляют вентиляционные лопасти, которые выполняют в виде плоских лопаток, повернутых под углом 45 градусов по отношению к направлению движения диска, дезинтегрированный материал из разгрузочного отверстия по трубопроводу направляют на циклонную батарею.

30

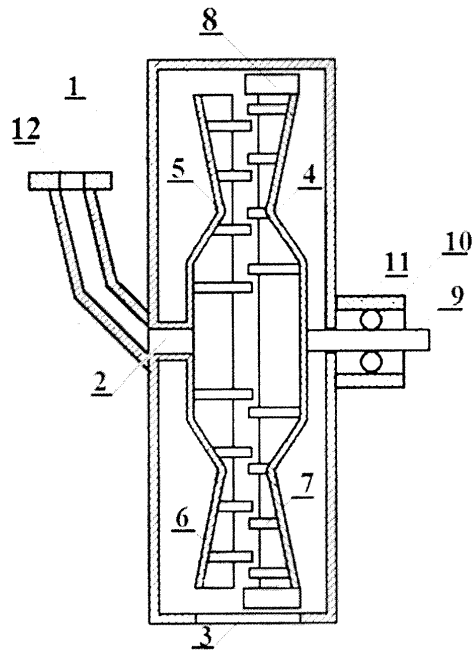
35

40

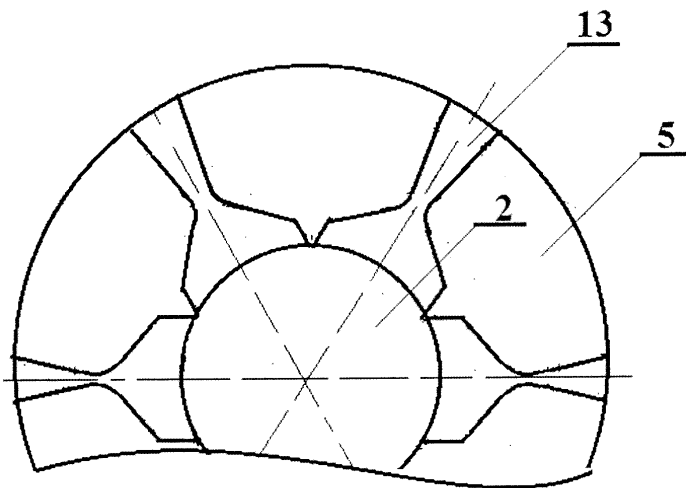
45

1

СПОСОБ ДЕЗИНТЕГРИРОВАНИЯ КУСКОВОГО СЫРЬЯ



Фиг. 1

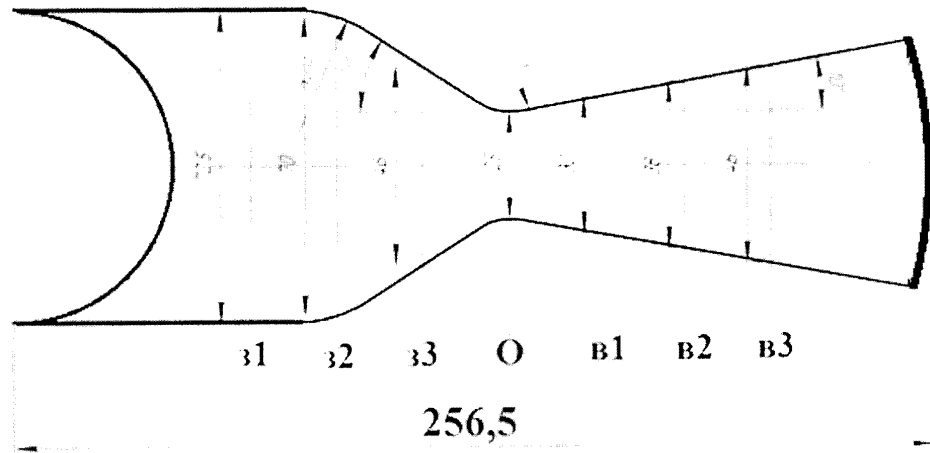


Фиг. 2

2



**СПОСОБ ДЕЗИНТЕГРИРОВАНИЯ КУСКОВОГО СЫРЬЯ**



**Фиг. 3**

**Автор: Смирнов Г.В.**