



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
B02C 13/22 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018109791, 19.03.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
19.03.2018

Дата регистрации:  
28.03.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.03.2018

(45) Опубликовано: 28.03.2019 Бюл. № 10

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 1827284 A1,  
15.07.1993. WO 2011/127493 A1, 20.10.2011. US  
5904308 A, 18.05.1999. SU 237573 A1,  
12.11.1969.

## (54) ДИСМЕМБРАТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к области измельчения, диспергирования и механической активации материалов, в том числе с наноструктурой материалов, и может быть использовано в горной и строительной промышленности, в энергетике. Дезинтегратор содержит корпус с загрузочным и разгрузочным патрубками, в котором вертикально установлены неподвижный и подвижный рабочие органы. Рабочие органы выполнены в виде дисков с рядами бил, расположенными радиально на обращенных друг к другу поверхностях дисков, при этом каждое било расположено с зазором между соседними рядами ударных бил противоположного диска. К центру подвижного диска рабочего органа механически прикреплена ось электропривода. Обращенные друг к другу поверхности стационарного и вращающегося дисков выполнены в виде одинаковых радиальных гофров, которые равномерно распределены по поверхности дисков. Поверхности каждой гофры придан вид конической формы, представляющей

собой два полых усеченных конуса, имеющих общее малое основание. Один из конусов, усеченный в продольном направлении плоскостью симметрии на две одинаковые части, сужается от центра диска к его периферии под углом 60-70°, а другой усеченный в продольном направлении плоскостью симметрии конус расширяется под углом раскрытия 16-24° от малого основания к периферии. В устройство дополнительно введены вентиляционные лопасти, механически закрепленные по периферической поверхности вращающегося диска. Лопасти выполнены с изгибом, направленным в сторону вращения диска под углом 132-138° к направлению движения. Разгрузочный патрубок выполнен на корпусе в виде спиралевидной улитки, выходной канал которой направлен по касательной к направлению вращения рабочего диска. Дезинтегратор позволяет повысить производительность при уменьшении дисперсности частиц сырья. 4 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*B02C 13/22 (2018.08)*

(21)(22) Application: **2018109791, 19.03.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**19.03.2018**

Registration date:  
**28.03.2019**

Priority:

(22) Date of filing: **19.03.2018**

(45) Date of publication: **28.03.2019** Bull. № 10

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) **DISMEMBRATOR**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to the field of materials, including the materials with nanostructure, grinding, dispersing and mechanical activation, and can be used in the mining and construction industries, in the energy sector. Disintegrator includes a housing with loading and unloading branch pipes, in which the stationary and movable working bodies are vertically mounted. Working bodies are made in the form of discs with located radially on the facing each other discs surfaces rows of beaters, at that, each beater is located with a gap between the opposite disc impact beaters adjacent rows. To the working body movable disk center the electric drive axis is mechanically attached. Stationary and rotating disks facing each other surfaces are made in the form of identical radial corrugations, which are uniformly distributed over the disks surface. Each corrugations surfaces are shaped as conical, representing having the common small base two hollow

truncated cones. One of the cones, truncated in the longitudinal direction by the plane of symmetry into two equal parts, tapers from the disk center to its periphery at an angle of 60–70°, and the other cone, truncated in the longitudinal direction by the plane of symmetry, expands at an opening angle of 16–24° from the small base to the periphery. Into the device the ventilating blades are additionally introduced, mechanically fixed along the rotating disk peripheral surface. Blades are made with the bend directed in the disk rotation direction at an angle of 132–138° to the movement direction. Discharge branch pipe is made on the housing in the form of a helical volute, which output channel is directed tangentially to the working disk rotation direction.

EFFECT: disintegrator allows to increase productivity while reduction in the raw materials particles dispersion.

1 cl, 4 dwg

RU 2 683 530 C1

RU 2 683 530 C1

Изобретение относится к области измельчения, диспергирования и механической активации материалов, в том числе с наноструктурой материалов, и может быть использовано в горной и строительной промышленности, в энергетике, в технологических схемах обогатительных фабрик, в схемах подготовки твердого топлива для сжигания и в технологических линиях приготовления кормов для сельскохозяйственных животных.

Известен дезинтегратор (RU 2047364 C1, МПК В02С 13/22, опубл. 10.11.1995), содержащий корпус, в котором установлены друг напротив друга рабочие органы в виде дисков, с возможностью вращения в противоположных направлениях, с закрепленными на них цилиндрическими измельчающими элементами в виде бил.

Использование данного устройства для измельчения твердых материалов неэффективно, так как необходима частая замена измельчающих элементов на двух дисках из-за больших ударных нагрузок, также данное устройство не предназначено для быстрой разборки.

Известен дисмембратор (UA 104485 C1, МПК В02С 13/00, опубл. 10.02.2016), состоящий из цилиндрического корпуса с соосно смонтированными в нем верхним неподвижным и нижним подвижным дисками с измельчающими элементами, расположенными на обращенных друг к другу поверхностях дисков. Измельчители горизонтального типа имеют недостаток, заключающийся в том, боковая поверхность вращающегося диска заполняется продуктами измельчения, что требует принятия специальных мер по их удалению. Также у данного измельчителя затруднен ремонт и замена ударных элементов - бил, которые запрессованы непосредственно в верхнюю часть корпуса с загрузочной воронкой.

Известен дисмембратор (аналог) (SU 1768285 A2, МПК В02С 13/22, опубл. 15.10.1992), состоящий из цилиндрического корпуса, состоящего из двух камер: камеры осаждения и измельчения. В камере измельчения соосно размещены вертикальные неподвижный и подвижный диски с измельчающими элементами - билами. В периферии неподвижного диска, между билами имеется отверстие для вывода измельченного материала в камеру осаждения. При подаче через загрузочное приспособление сырья на измельчение в камеру помола попадает воздух и создается давление превышающее давление, чем в камере осаждения. Данный измельчитель имеет недостаток, заключающийся в том, что рядов измельчающих элементов на каждом диске всего два, а между рядами бил много свободного пространства, поэтому количество соударений частиц между собой и с билами невелико. На степень помола частиц влияют количество соударений частиц между собой, количество рядов бил, линейная скорость бил и многое другое. Поэтому не будет обеспечиваться необходимая тонина загружаемого в дезинтегратор минерального сырья.

Известен дисмембратор (SU 1734834 A1, МПК В02С 13/22, опубл. 23.05.1992). Исходный материал через загрузочные патрубки падает на ускоряющие лопасти, при помощи которых материал равномерно направляется на первый ряд измельчающих элементов и ротора. В результате удара об эти элементы частицы материала разрушаются и отбрасываются к следующим к измельчающим элементам статора и так далее до полного выхода измельченного материала через выгрузочный патрубок. Недостатком этого устройства является низкая производительность и низкая износостойкость, так как при выходе из строя одной лопасти лопатки ротора необходим восстановительный ремонт всей лопасти, по сравнению с измельчающими элементами в виде лопатки являются менее предпочтительными.

Наиболее близким техническим решением, выбранным в качестве прототипа, является

дисмембратор, описанный в патенте (SU 1704821 A1, МПК В02С 13/22, опубл. 15.01.1991). Дисмембратор-прототип содержит корпус, внутри которого вертикально расположены ротор и неподвижный диск с концентрично установленными 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 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, 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 устройстве-прототипе осуществляется следующим образом. Исходный материал через загрузочный патрубок поступает в рабочую камеру, где последовательно измельчается на концентрично установленных рядах штифтов ротора 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 скорость 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 устройства 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 дисмембраторе, содержащем корпус с загрузочным и разгрузочным патрубками, в котором вертикально установлены неподвижный и подвижный рабочие органы, выполненные в виде дисков с рядами бил, расположенными радиально на обращенных друг к другу поверхностях дисков, при этом каждый бил расположен с зазором между соседними рядами ударных бил противоположного диска, к центру подвижного диска рабочего органа механически закреплена ось электропривода, обращенные друг к другу поверхности стационарного и вращающегося дисков выполняют в виде одинаковых радиальных гофр, которые равномерно распределены по поверхности дисков, причем поверхности каждой гофры придают вид конической формы, представляющую собой два полых усеченных конуса, имеющих общее малое основание, причем один из конусов усеченный в продольном направлении плоскостью симметрии на две одинаковые части сужается от центра диска к его периферии под углом  $60^{\circ}$ - $70^{\circ}$ , а другой усеченный в продольном направлении плоскостью симметрии конус расширяется под углом раскрытия  $16^{\circ}$ - $24^{\circ}$  от малого основания к периферии, при этом в устройство дополнительно введены вентиляционные лопасти, механически закрепленные по периферической поверхности вращающегося диска, в упомянутых лопастях выполнен изгиб, направленный в сторону вращения диска под углом  $132$ - $138$  градусов к направлению движения, а разгрузочный патрубок выполнен на корпусе в виде спиралевидной улитки, выходной канал которой направлен по касательной к направлению вращения рабочего диска.

На фиг. 1 схематически показано поперечное сечение дезинтегратора, реализующего заявляемый способ.

На фиг. 2. Схематически показан радиальный вид гофр на неподвижном диске, выполненных в виде усеченного сопла Лавалья.

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

На фиг. 4 схематически изображен внешний вид корпуса дисмембратора, с разгрузочным патрубком, выполненным в виде улитки.

На фиг. 1. введены следующие обозначения: 1 - корпус камеры помола; 2 - загрузочный патрубок; 3 - разгрузочное отверстие; 4 - подвижный диск; 5 - неподвижный диск; 6 - рабочие элементы (билы) на неподвижном диске; 7 - рабочие элементы (билы) на подвижном диске; 8 - вентиляционные лопасти; 9 - ось вала привода; 10, 11 - шарикоподшипник; 12 - разгрузочный патрубок, 13 - боковые стенки дисмембратора.

На фиг. 2. Введены следующие обозначения 2 - загрузочный патрубок; 5 - неподвижный диск; 14 - гофры, выполненные в виде усеченного в продольном направлении сопла Лавалья. Аналогичные гофры 14 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 разгрузочной части гофры; О - диаметр критического

сечения сопла Лавалля, равный диаметру  $d$  малого основания полого усеченного сужающегося конуса.

На фиг. 4 изображен внешний вид корпуса дисмембратора, выполненный в виде улитки. На фиг. 4 введены следующие обозначения 1 - корпус камеры помола, 9 ось привода, 12 - разгрузочный патрубок

Фиг. 1, фиг. 2, фиг. 3, фиг. 4. служат для пояснения сущности изобретения.

Сущность изобретения заключается в следующем. Исходный материал через отверстие загрузочного патрубка 2 поступает в рабочую камеру 1, где последовательно измельчается на концентрично установленных рядах штифтов (биллов) 7 ротора 4 и штифтов (биллов) 6 неподвижного диска (статора) 5 и через отверстие 3 разгрузочного патрубка 12 выводится наружу. Ротор 4 приводится во вращение приводом, ось которого 9 через шарикоподшипник 10, 11 механически соединена с центром ротора 4. Исходный материал через отверстие загрузочного патрубка 2 падает на первый ряд измельчающих элементов (биллов) 7, 6 статора 5 и ротора 4. В результате удара об эти элементы и поверхности подвижного и неподвижного дисков частицы материала разрушаются и отбрасываются к следующим измельчающим элементам статора и так далее, до полного выхода измельченного материала через отверстие 3 разгрузочного патрубка 12. В заявляемом устройстве перемещение дезинтегрированных частиц от отверстия загрузочного патрубка 2 к отверстию 3 разгрузочного патрубка 12 происходит не только под действием центробежной и гравитационной сил, как это реализуется в устройстве - прототипе, но и под действием градиента давления, возникающего между указанными отверстиями. Это происходит следующим образом. Высокая скорость вращения ротора, с установленным и на нем биллами, при помощи вентиляционных лопаток 8 создает поток воздуха, движущейся от отверстия загрузочного патрубка 2 к отверстию 3 разгрузочного патрубка 12. Для усиления вентиляционного эффекта, возникающего в зазорах, вентиляционные лопасти 8 механически закрепляют на торце подвижного диска. Лопасти 8 выполняют в виде плоских лопаток, повернутых под углом 132-138 градусов к направлению вращения подвижного диска. Для усиления вентиляционного эффекта разгрузочный патрубок 12 выполнен в виде улитки (фиг. 4). Вентилятор улитка - это одно из наиболее эффективных устройств, которые применяются с целью создать воздушный поток с высокими показателями плотности. У данной вытяжки есть свои особенности, нюансы конструкции и принцип работы, который отличает улитку от других систем. Лопасти, изогнутые под углом 132-138 градусов к направлению движения подвижного диска, и разгрузочный патрубок, выполненный в виде улитки (фиг. 4) служат для существенного усиления вентиляционного эффекта и способствуют усилению градиента давления между загрузочным и разгрузочным патрубками. Экспериментально показано, что наиболее оптимальный угол изгиба вентиляционных лопастей составляет  $135^\circ$ , и незначительно изменяется в указанном выше диапазоне. Созданный поток воздуха, проходит через радиальные гофры 14 (фиг. 2), выполненные на поверхностях стационарного и вращающегося дисков. Гофры равномерно распределяют по поверхности дисков. Поверхность каждой из гофр имеет коническую форму, составленную в виде двух полых усеченных конусов, имеющих общее малое основание. При этом один из конусов, усеченный в продольном направлении плоскостью симметрии на две одинаковые части, сужается от центра диска к его периферии под углом  $60^\circ-70^\circ$ , а другой, усеченный в продольном направлении плоскостью симметрии конус, расширяется под углом раскрытия  $16^\circ-24^\circ$  от малого основания к периферии. Диапазоны углов сужения и углов расширения упомянутых выше конических тел обусловлены стремлением максимального увеличения скорости

перемещения частиц дезинтегрируемого сырья. Известно, что наибольшую скорость струя потока воздуха или жидкости достигает в том случае, если ее пропускают через так называемое сопло Лавалья. Оптимальными размерами сопло Лавалья обладает при углах сужения и расширения упомянутых выше конусов, указанных выше.

5 В процессе вращения подвижного диска при полном взаимном перекрытии гофр подвижного и неподвижного диска их полость образует сопло Лавалья. Сопло Лавалья, (сужающееся-расширяющееся сопло) представляет собой канал, суженный в середине. Сопло Лавалья служит для ускорения газового потока, проходящего через него, при определенных условиях до скоростей выше скорости звука. Поскольку гофры 14 (фиг. 10 2) 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 Лавалья. Скоростной поток воздуха в гофрах создает внутри камеры сильнейшее разрежение, засасывая дезинтегрированные частицы и придавая им высокие скорости, что существенно повышает интенсивность дезинтегрирования и степень измельчения (дезинтегрирования) частиц сырья. Скоростной поток существенно возрастает за счет того, что корпус дисмембратора выполнен в виде улитки (фиг. 4) и разгрузочный патрубков направлен по касательной к направлению движения подвижного диска. Измельченный материал, доходя до последнего ряда биллов, выбрасывается на высокой скорости через разгрузочное отверстие, и направляется по трубопроводу на циклонную 20 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 25 осуществляется тарировкой и поддержанием требуемой частоты вращения электроприводом шнека-дозатора). После молотковой мельницы фторангидрит поступал в дезинтегратор (фиг. 1) через отверстие загрузочного патрубка 2.

Дисмембратор был выполнен в виде подвижного (ротора) 4 и неподвижного 5 (статора) дисков. Диаметр обоих дисков был одинаков (фиг. 2) и составлял (фиг. 3) 2 30  $R = 513$  мм. Каждый из дисков имел 6 гофр 14 (фиг. 2) равномерно выполненных в дисках в радиальном направлении. Каждая из гофр представляла собой усеченное в продольном направлении сопло Лавалья. Диаметр  $D$  большого и малого  $d$  основания сужающегося полуконуса были равны соответственно 72,5 мм и 25 мм (фиг. 3). Размеры поперечных сечений гофр и углы скосов сужающейся и расширяющейся частей сопла 35 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 (биллов) 7 и 6 соответственно. При этом между рядами биллов подвижного и неподвижного дисков был образован зазор, равномерно изменяющийся от 26 мм ближе к центру до 40 14 мм на самых удаленных радиусах. Угол схождения первого усеченного конуса был равен  $66^\circ$ , а угол расширения второго конуса был равен  $20^\circ$ .

На торце подвижного диска (роторе) были выполнены вентиляционные лопасти 8, в виде пластин, повернутых на  $135^\circ$  к направлению вращения диска. Корпус дисмембратора с разгрузочным патрубком был выполнен в виде улитки (фиг. 4). При 45 помощи упомянутых пластин внутри камеры помола создавался поток воздуха, который, проходя через гофры, выполненные в виде сопел Лавалья ускорялся до высоких скоростей, захватывая дезинтегрированные частицы сырья, интенсивно измельчая и разрушая их до малых размеров.

При использовании заявляемого устройства была достигнута производительность 2000 кг/час. Средняя дисперсность измельченного фторангидрита составляла 4 мкм. При дезинтегрировании фторангидрита устройством - прототипом, производительность не превышала 1200 кг/час, а средняя дисперсность измельченного фторангидрита не снижалась ниже 10 мкм.

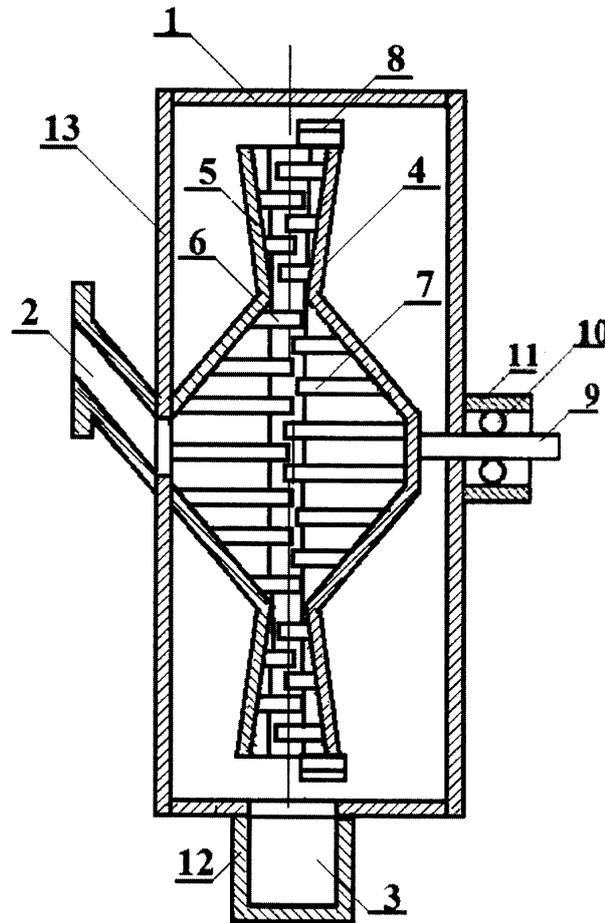
Таким образом, заявляемый дисмембратор, по сравнению с устройством - прототипом, позволил повысить в 1,65 раза, а дисперсность частиц сырья уменьшить более чем в 2 раза.

(57) Формула изобретения

Дезинтегратор, содержащий корпус с загрузочным и разгрузочным патрубками, в котором вертикально установлены неподвижный и подвижный рабочие органы, выполненные в виде дисков с рядами бил, расположенными радиально на обращенных друг к другу поверхностях дисков, при этом каждое било расположено с зазором между соседними рядами ударных бил противоположащего диска, к центру подвижного диска рабочего органа механически закреплена ось электропривода, отличающийся тем, что обращенные друг к другу поверхности стационарного и вращающегося дисков выполнены в виде одинаковых радиальных гофров, которые равномерно распределены по поверхности дисков, причем поверхности каждой гофры придан вид конической формы, представляющей собой два полых усеченных конуса, имеющих общее малое основание, причем один из конусов, усеченный в продольном направлении плоскостью симметрии на две одинаковые части, сужается от центра диска к его периферии под углом 60-70°, а другой усеченный в продольном направлении плоскостью симметрии конус расширяется под углом раскрытия 16-24° от малого основания к периферии, при этом в устройство дополнительно введены вентиляционные лопасти, механически закрепленные по периферической поверхности вращающегося диска, в упомянутых лопастях выполнен изгиб, направленный в сторону вращения диска под углом 132-138° к направлению движения, а разгрузочный патрубок выполнен на корпусе в виде спиралевидной улитки, выходной канал которой направлен по касательной к направлению вращения рабочего диска.

1

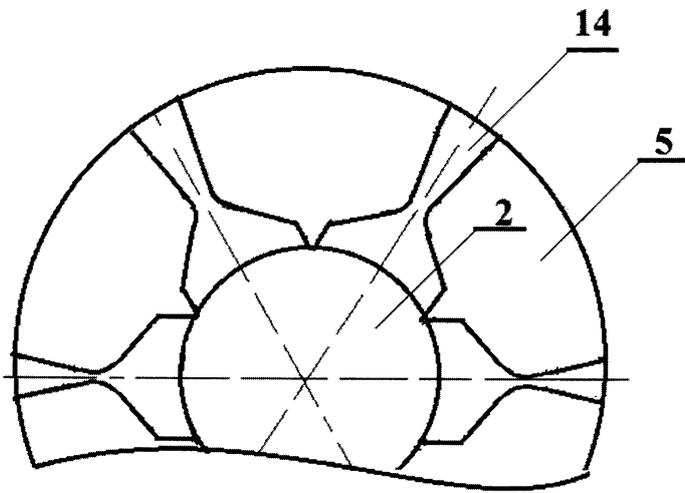
ДИСМЕМБРАТОР



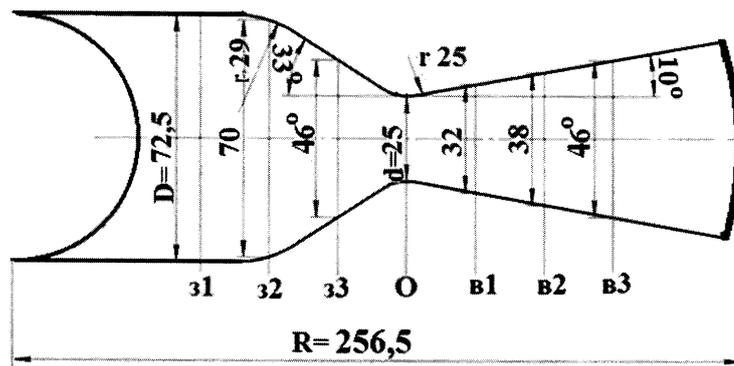
Фиг. 1

Автор: Смирнов Г.В.

2



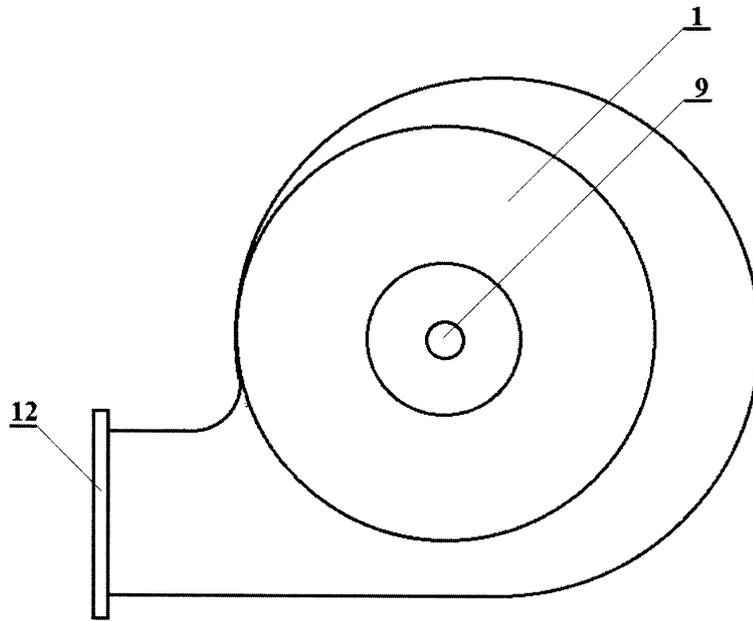
Фиг. 2



Фиг. 3

Автор: Смирнов Г.В.

ДИСМЕМБРАТОР



Фиг. 4

Автор: Смирнов Г.В.