

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **042212**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.01.25

(21) Номер заявки
202192927

(22) Дата подачи заявки
2020.05.13

(51) Int. Cl. **B02C 18/14** (2006.01)
B02C 18/18 (2006.01)
B02C 18/20 (2006.01)
B23D 61/02 (2006.01)

(54) **АППАРАТ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА, СОДЕРЖАЩИЙ НЕПОДВИЖНЫЙ КОРПУС**

(31) **19174372.3**

(32) **2019.05.14**

(33) **EP**

(43) **2022.04.15**

(86) **PCT/EP2020/063341**

(87) **WO 2020/229544 2020.11.19**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
КЛИНГМИЛЛ АБ (SE)

(72) Изобретатель:
Вуядинович Борислав (SE)

(74) Представитель:
Хмара М.В. (RU)

(56) **US-A-3241776**
US-A-2468337
WO-A1-2007054981

(57) Изобретение относится к аппарату (1) для измельчения материала. Аппарат содержит неподвижный корпус (3), содержащий внутреннее пространство и по меньшей мере одну внутреннюю стенку, обращенную во внутреннее пространство. По меньшей мере одно пыльное полотно (9) расположено во внутреннем пространстве и выполнено с возможностью вращения относительно неподвижного корпуса (3). Указанное по меньшей мере одно пыльное полотно (9) имеет периферию (12), снабженную множеством режущих зубьев (15) для резания материала и множеством собирающих вырезов (17) для сбора разрезанного материала. Аппарат содержит впускной проем (19) для подачи материала во внутреннее пространство и выпускной проем (21) для выпуска измельченного материала из внутреннего пространства. Внутренняя стенка (7) корпуса снабжена множеством впадин (23), обращенных к периферии (12) пыльного полотна (9), выполненных с возможностью приема разрезанного материала из собирающих вырезов (17) пыльного полотна (9), и возврата разрезанного материала на периферию (12) пыльного полотна (9), так что материал перед выпуском из аппарата подвергается многократной резке. Внутренняя стенка (7) окружает основную часть периферии (12) указанного по меньшей мере одного пыльного полотна (9), причем впускной проем (19) и выпускной проем (21) расположены во внутренней стенке (7) и непосредственно связаны с внутренним пространством (5), так что поступление материала во внутреннее пространство (5) и уход материала из внутреннего пространства (5) предусмотрены за время одного оборота указанного по меньшей мере одного пыльного полотна (9).

B1

042212

042212

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к аппарату для измельчения материала, содержащему по меньшей мере одно пыльное полотно с множеством собирающих вырезов для сбора разрезанного материала, а также неподвижный корпус, который имеет внутреннее пространство для размещения по меньшей мере одного пыльного полотна.

Настоящее изобретение также относится к способу для изготовления неподвижного корпуса указанного аппарата.

Предшествующий уровень техники

Существуют различные аппараты для измельчения материала, например дерева, гранул и пластмассы.

В документе US 2014339344A1 раскрыт аппарат для измельчения суперабсорбирующего полимера, который содержит впускной участок для загрузки суперабсорбирующего полимера, измельчающий участок для измельчения суперабсорбирующего полимера, подаваемого через впускной участок, и выпускной участок для выгрузки измельченного суперабсорбирующего полимера из измельчающего участка. Измельчающий участок содержит вращающийся барабан, к которому прикреплено множество вращающихся лезвий; по меньшей мере одно неподвижное лезвие для измельчения суперабсорбирующего полимера при взаимодействии с множеством вращающихся лезвий, и корпус для размещения вращающегося барабана и по меньшей мере одного неподвижного лезвия.

В документе WO 2007054981A1 раскрыт аппарат для резки сырого материала, который состоит из неподвижных серповидных ножей, и ножей, расположенных на оси, которые закреплены на зубцовых элементах на держателе зубцов. Держатели зубцов входят между серповидными ножами за исключением самых верхних ножей, и таким образом образуется пространство для забора материала, куда материал затягивается ножами, и разрезается между ножами, расположенными на оси и неподвижными ножами.

Во многих задачах важным является размер частиц измельченного материала. Например, тонкоизмельченный порошок дерева горит лучше и высыхает быстрее, чем порошок, содержащий более крупные частицы. Таким образом, есть потребность в управлении размером разрезанного материала.

В документе US3241776 раскрыт измельчающий аппарат, содержащий неподвижный корпус, определяющий внутреннее пространство, и содержащий внутреннюю стенку, обращенную во внутреннее пространство. Множество отнесенных друг от друга пыльных полотен расположено во внутреннем пространстве и выполнено с возможностью вращения относительно неподвижного корпуса. Периферия пыльных полотен снабжена режущими зубьями для резки материала и множеством собирающих вырезов для сбора разрезанного материала. Внутренняя стенка корпуса снабжена множеством впадин, обращенных к периферии пыльных полотен, и выполненных с возможностью отведения разрезанного материала в радиальном направлении назад в сторону режущих зубьев пыльных полотен. Аппарат дополнительно содержит сито, содержащее решетку с отверстиями заданного размера, и расположенное ниже пыльных полотен для приема разрезанного материала и определения максимального размера частиц разрезанного материала, которым позволено выходить из внутреннего пространства. Недостатком применения решетки с отверстиями, определяющими размер частиц разрезанного материала, является то, что отверстия могут забиваться разрезанным материалом. В частности, это представляет проблему, если разрезанный материал влажный. Например, таким аппаратом трудно измельчать дерево, поскольку дерево часто является влажным. Данный измельчающий аппарат предназначен для грубого измельчения материала, и не пригоден для измельчения материала в порошок, т.е. получения тонкоизмельченного материала.

Кроме того, если требуется измельчать дерево, то желательно иметь возможность измельчать бревно (чурку) целиком, чтобы не требовалось вначале разделять бревно (чурку) на более мелкие куски.

Сущность изобретения

Задачей настоящего изобретения является создание усовершенствованного аппарата для измельчения материала.

Указанная задача решается посредством аппарата, описанного в п.1 формулы изобретения.

Аппарат содержит неподвижный корпус, содержащий внутреннее пространство и по меньшей мере одну внутреннюю стенку, обращенную во внутреннее пространство; по меньшей мере одно пыльное полотно, расположенное во внутреннем пространстве и выполненное с возможностью вращения относительно неподвижного корпуса в направлении вращения; впускной проем для подачи подлежащего измельчению материала во внутреннее пространство, и выпускной проем для выпуска измельченного материала из внутреннего пространства. Пыльное полотно имеет дискообразную форму и имеет периферию, снабженную множеством режущих зубьев для резания материала и множеством собирающих вырезов для сбора разрезанного материала. Внутренняя стенка снабжена множеством впадин, обращенных к периферии пыльного полотна, выполненных с возможностью приема разрезанного материала из собирающих вырезов пыльного полотна, и возврата разрезанного материала на периферию пыльного полотна, так что материал может быть подвергнут многократной резке, прежде чем он будет выпущен из аппарата. Внутренняя стенка, снабженная множеством впадин, окружает основную часть периферии указанного по меньшей мере одного пыльного полотна, причем впускной проем и выпускной проем расположены во внутренней стенке и непосредственно связаны с внутренним пространством, так что поступление мате-

риала во внутреннее пространство и уход материала из внутреннего пространства предусмотрены за время одного оборота указанного по меньшей мере одного пыльного полотна.

Выражение, что впускной проем и выпускной проем расположены так, что они непосредственно связаны с внутренним пространством, означает, что нет никакого препятствия, такого как сито или решетка с отверстиями, расположенного между выпускным проемом и внутренним пространством.

Пыльное полотно является вращаемым с высокой скоростью. Режущие зубья пыльного полотна будут резать материал, подаваемый во внутреннее пространство через впускной проем. Собирающие вырезы будут собирать и размещать разрезанный материал. В начале вращения разрезанный материал имеет высокую крупность частиц. Поскольку пыльное полотно вращается относительно неподвижного корпуса, каждый из собирающих вырезов будет оказываться обращенным к каждой из выемок неподвижного корпуса один раз за оборот пыльного полотна.

Когда собирающий вырез оказывается напротив впадины, разрезанный материал, находящийся в собирающем вырезу, за счет центробежной силы передается во впадину. Разрезанный материал перемещается вдоль длины впадины. Когда частица разрезанного материала движется во впадине, скорость частицы увеличивается до тех пор, пока материал не дойдет до края впадины, где скорость разрезанного материала снижается, а разрезанный материал перенаправляется задней стенкой впадины в сторону периферии пыльного полотна. Когда режущий зуб достигает заднего края впадины, разрезанный материал будет подвергнут резке во второй раз, и разрезанный материал соберется в собирающем вырезу. Таким образом, размер частиц материала будет уменьшен. Всякий раз, когда во время вращения пыльного полотна режущий зуб и собирающий вырез будут проходить мимо одной из впадин, материал будет подвергаться резке еще один раз. Измельченный материал покидает внутреннее пространство корпуса через выпускной проем после одного оборота пыльного полотна.

Количество раз, когда материал подвергается резке, зависит от количества режущих зубьев и количества впадин. Например, если количество впадин равно 5, а количество режущих зубьев равно 10, то материал подвергается резке $5 \times 10 = 50$ раз. Таким образом, размером частиц материала можно управлять посредством количества впадин в неподвижном корпусе и количества режущих зубьев.

Соответствующий изобретению аппарат дает возможность получать тонкоизмельченный порошок с частицами определенного размера. Изобретение позволяет исключить из конструкции сито для управления крупностью частиц порошка. Нет необходимости в классификаторе (сортировщике) для контроля крупности частиц порошка, что будет снижать стоимость получения порошка. Изобретение позволяет измельчать сырой материал, такой как дерево, который забивал бы отверстия сита.

Согласно одному аспекту, внутренняя стенка, содержащая впадины, окружает по меньшей мере 60 и предпочтительно по меньшей мере 70% периферии по меньшей мере одного пыльного полотна. Это делает возможным увеличение количества впадин в стенке и за счет этого уменьшение размера измельченного материала.

Согласно одному аспекту, указанное по меньшей мере одно пыльное полотно расположено так, что расстояние между режущими зубьями и участками внутренней стенки, расположенными на задних краях впадин, составляет менее 8, предпочтительно менее 4, а наиболее предпочтительно менее 2 мм. Перенаправленный материал подвергается резке между режущим зубом и внутренней стенкой на заднем крае впадины. Чем меньше расстояние между режущими зубьями и внутренней стенкой на задних краях впадин, тем меньше размер частиц разрезанного материала. Кроме того, малое расстояние между режущими зубьями и внутренней стенкой гарантирует, что большая часть перенаправленного материала подвергнется резке еще один раз.

Согласно одному аспекту, аппарат содержит по меньшей мере три пыльных полотна, собранных вместе с образованием режущего блока, причем каждое из пыльных полотен в режущем блоке соприкасается с соседним пыльным полотном. Таким образом исключается образование зазоров между пыльными полотнами, и гарантируется, что весь материал, вступающий в контакт с режущим блоком, будет измельчен.

Согласно одному аспекту, впадины в поперечном сечении, перпендикулярном оси вращения, по форме сужаются в направлении противоположном направлению вращения указанного по меньшей мере одного пыльного полотна. Таким образом, высота впадины в радиальном направлении увеличивается к заднему краю впадины. Это позволяет легче освобождать собирающие вырезы, чтобы уменьшить скорость потока разрезанного материала, и перенаправлять разрезанный материал.

Согласно одному аспекту, длина впадин в поперечном сечении, перпендикулярном оси вращения, больше длины собирающих вырезов. Согласно одному аспекту, длина впадин в поперечном сечении, перпендикулярном оси вращения, по меньшей мере в три раза превышает длину собирающих вырезов. Это дает время для переноса разрезанного материала во впадину на одном крае впадины, и для перенаправления разрезанного материала к зубу на другом крае впадины.

Согласно одному аспекту, каждая впадина содержит узкий первый край и широкий второй край, при этом широкий второй край впадины содержит направляющую поверхность, выполненную с возможностью направления потока разрезанного материала в сторону периферии указанного по меньшей мере одного пыльного полотна. Второй край впадины содержит стенку, предназначенную для формирования

направляющей поверхности для передачи потока материала к пыльному полотну. Данная стенка может быть выполнена различным образом; например, стенка может быть изогнута так, чтобы направляющая поверхность была вогнутой, или же стенка может быть прямой и расположена так, чтобы направляющая поверхность была приблизительно перпендикулярна периферии пыльного полотна.

Согласно одному аспекту, направляющая поверхность является вогнутой, а длина впадин в поперечном сечении, перпендикулярном оси вращения, равна по меньшей мере двум радиусам кривизны направляющей поверхности. В предпочтительном варианте направляющая поверхность является вогнутой, а длина впадин в поперечном сечении, перпендикулярном оси вращения, равна по меньшей мере 2,5 радиусам кривизны направляющей поверхности. Наиболее предпочтительно, чтобы длина по меньшей мере в три раза превышала радиус кривизны направляющей поверхности. Благодаря тому, что длина впадин значительно превышает радиус кривизны второго края впадин, частицы разрезанного материала получают возможность разогнаться до высокой скорости, прежде чем они достигнут вогнутой направляющей поверхности второго края, и будут перенаправлены к режущему зубу пыльного полотна. Таким образом, гарантируется, что разрезанный материал доходит до режущих зубьев и подвергается многократной резке.

Согласно одному аспекту, количество впадин более трех, а предпочтительно - более пяти. Количество раз, когда материал подвергается резке, зависит от количества впадин. Если количество впадин увеличивается, то увеличивается и количество раз, когда материал подвергается резке, и соответственно уменьшается размер частиц разрезанного материала.

Согласно одному аспекту, указанное по меньшей мере одно пыльное полотно содержит дискообразное тело, а режущие зубья выступают от наружного края тела в радиальном направлении. Расстояние, на которое режущие зубья выступают от наружного края тела, определяет глубину резания материала.

Согласно одному аспекту, собирающие вырезы по отношению к направлению вращения имеют передний край и задний край, при этом режущие зубья расположены на задних краях собирающих вырезов.

Согласно одному аспекту, ширина режущих зубьев превышает ширину тела в осевом направлении. Это позволяет разрезать более широкую часть материала. Термин "в осевом направлении" означает в направлении параллельном оси вращения.

Собирающие вырезы равномерно распределены по периферии указанного по меньшей мере одного пыльного полотна, причем периферия указанного по меньшей мере одного пыльного полотна снабжена множеством пустых вырезов, которые не содержат режущих зубьев и расположены между собирающими вырезами, при этом указанное по меньшей мере одно пыльное полотно включает в себя первое пыльное полотно и второе пыльное полотно, повернутое относительно первого пыльного полотна, так что пустые вырезы одного из пыльных полотен совмещены с собирающими вырезами другого пыльного полотна в осевом направлении. Это позволяет резать бревно (чурку) целиком, и не требуется разделять бревно (чурку) на более мелкие куски.

Согласно одному аспекту, внутреннее пространство неподвижного корпуса проходит вдоль оси вращения вала, при этом корпус содержит множество пластинчатых элементов, которые содержат две параллельные основные стороны, причем пластинчатые элементы скреплены друг с другом так, чтобы основные стороны были обращены друг к другу, и при этом элементы вместе образуют корпус с указанным внутренним пространством. Данный принцип облегчает изготовление неподвижного корпуса.

Согласно одному аспекту, аппарат содержит по меньшей мере один вращающийся вал, определяющий ось вращения, при этом к вращающемуся валу прикреплено по меньшей мере одно режущее полотно, выполненное с возможностью вращения в направлении вращения вокруг указанной оси вращения.

Неподвижный корпус может быть изготовлен, например, путем формовки и последующей механической обработки, например фрезеровки внутреннего пространства, чтобы получить во внутреннем пространстве впадины. Однако делать посредством механической обработки впадины на внутренней поверхности внутреннего пространства может оказаться сложно и затратно по времени, поскольку внутреннее пространство протяженное и узкое, и трудно доставать до внутренней поверхности обрабатываемым инструментом. Важно, что неподвижный корпус имеет высокую механическую прочность, так что он может противостоять высоким механическим напряжениям. В соответствии с требованиями корпус изготавливают из твердого материала, например цементированного карбида. В отношении таких твердых материалов трудно осуществлять механическую обработку.

Перечень чертежей

Далее изобретение будет раскрыто более подробно путем описания различных вариантов его осуществления со ссылками на прилагаемые чертежи.

Фиг. 1 изображает пример аппарата для измельчения материала, содержащего неподвижный корпус и пыльные полотна.

Фиг. 1а иллюстрирует как разрезанный материал перемещается из собирающего выреза пыльного полотна к впадине корпуса.

Фиг. 1b иллюстрирует как разрезанный материал направляется от края впадины корпуса к периферии пыльного полотна, так что материал подвергается резке во второй раз.

Фиг. 2 в аксонометрии изображает аппарат, представленный на фиг. 1.

Фиг. 3 изображает пример пыльного полотна (вид сбоку).

Фиг. 4 изображает пример множества пыльных полотен.

Фиг. 5 изображает пыльные полотна с фиг. 4, прикрепленные к вращающемуся валу.

Фиг. 6 в аксонометрии изображает пример аппарата для измельчения материала.

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

На фиг. 1 показан пример соответствующего изобретению аппарата 1 для измельчения материала, изображенного в разрезе, перпендикулярном оси 11 вращения. Фиг. 2 изображает аппарат 1 в аксонометрии. Аппарат 1 может быть использован для измельчения различных типов материала, например дерева или пластмассы. Аппарат 1 содержит неподвижный корпус 3, который имеет внутреннее пространство 5 и по меньшей мере одну внутреннюю стенку 7, обращенную во внутреннее пространство 5, как показано на фиг. 2. Форма внутреннего пространства 5 по существу цилиндрическая, с центральной осью, которая совпадает с осью 11 вращения. Аппарат 1 дополнительно содержит один или более пыльных полотен 9, расположенных во внутреннем пространстве 5 с возможностью вращения относительно неподвижного корпуса 3 вокруг оси 11 вращения. Указанные одно или более пыльных полотен 9 имеют дискообразную форму и периферию по существу в форме окружности. Аппарат предпочтительно содержит два или более пыльных полотен 9. Необходимое количество пыльных полотен 9 зависит от ширины материала, подлежащего измельчению. Ось 11 вращения одного или более пыльных полотен 9 совпадает с центральной осью внутреннего пространства 5. Направление R вращения одного или более пыльных полотен 9 на фиг. 1 показано стрелкой. Периферия 12 пыльного полотна 9 снабжена множеством режущих зубьев 15 для резания материала и множеством собирающих вырезов 17 для сбора разрезанного материала. Режущие зубья 15 содержат режущие кромки для резания материала.

Форма собирающих вырезов 17 может варьироваться. В данном примере собирающие вырезы 17 имеют U-образную форму. Как вариант, собирающие вырезы 17 могут иметь V-образную форму. Собирающие вырезы 17 относительно направления R вращения расположены спереди от режущих зубьев 15, так чтобы можно было собирать материал, разрезаемый зубьями 15. Режущие зубья 15 расположены на задних краях 33 собирающих вырезов 17, как показано на фиг. 3. Если зуб 15 разрезал материал, разрезанный материал накапливается в собирающем вырезе 17.

Внутреннее пространство 5 рассчитано на размещение одного или более пыльных полотен 9. Указанное по меньшей мере одно пыльное полотно 9 расположено во внутреннем пространстве 5 на расстоянии от внутренней стенки 7 неподвижного корпуса 3, так что между периферией 12 пыльного полотна 9 и внутренней стенкой 7 корпуса 3 образован зазор 18, где может помещаться разрезанный материал, как показано на фиг. 2. Ширина зазора 18 изменяется в зависимости от положения пыльного полотна 9 относительно внутренней стенки 7 корпуса 3. Ширина указанного зазора предпочтительно составляет более 0,2 мм.

Аппарат дополнительно содержит вход в виде проема 19 для подачи подлежащего измельчению материала во внутреннее пространство 5, и выход в виде проема 21 для выпуска измельченного материала из внутреннего пространства 5. Материал, подлежащий измельчению, поступает во внутреннее пространство 5 корпуса 3 через впускной проем 19. Измельченный материал покидает внутреннее пространство 5 корпуса 3 через выпускной проем 21 после одного оборота пыльного полотна 9. Впускной проем 19 и выпускной проем 21 расположены во внутренней стенке 7. Как впускной проем 19, так и выпускной проем 21 расположены так, что непосредственно связаны с внутренним пространством 5. Разрезанный материал подается прямо к выходу, и не проходит ни через сито или иное устройство, определяющее размер частиц выпускаемого материала. Таким образом, аппарат не содержит ни сита, ни иного устройства, определяющего максимальный размер частиц разрезанного материала, которому позволено выходить из внутреннего пространства.

Внутренняя стенка 7 снабжена множеством впадин 23, обращенных к периферии 12 пыльного полотна 9, и соответственно обращенных к зубьям 15 и собирающим вырезам 17. Впадины 23 рассчитаны так, что они способствуют течению разрезанного материала в направлении вращения режущих полотен. Впадины 23 рассчитаны на прием разрезанного материала из собирающих вырезов 17 пыльного полотна 9 и возврат разрезанного материала к периферии 12 пыльного полотна 9, так что материал будет подвергнут многократной резке, прежде чем будет выпущен из аппарата. Количество впадин 23 может быть разным. Количество актов резки материала зависит от количества режущих зубьев 15 и количества впадин 23. Таким образом, количество впадин выбирают в зависимости от требуемого размера частиц. Впадины 23 вытянуты в направлении касательной к периферии 12 пыльного полотна 9, как показано на фиг. 1. Чем больше количество впадин, тем большее количество раз будет происходить резка материала во время вращения пыльного полотна 9. Соответственно размер частиц измельченного материала зависит от количества впадин. Количество впадин предпочтительно должно быть более 3, а оптимально - более 10.

Внутренняя стенка 7, снабженная впадинами 23, окружает основную часть периферии 12 одного или более пыльных полотен 9. Чтобы обеспечить большое количество впадин, внутренняя стенка 7, снабженная впадинами 23, предпочтительно должна окружать по меньшей мере 60% периферии пыльного полотна 9. Более предпочтительно, чтобы по меньшей мере 70% периферии пыльного полотна 9 были

окружены внутренней стенкой 7, снабженной впадинами 23. Большое количество впадин дает возможность измельчать материал до требуемого размера частиц за один оборот пильного полотна.

У впадин 23 имеется первый край 24 и второй край 25, как показано на фиг. 1. Впадины расположены друг за другом так, что первый край 24 впадины 23 примыкает ко второму краю 25 следующей впадины 23.

Согласно одному аспекту, длина L впадин 23 в поперечном сечении, перпендикулярном оси 11 вращения, больше длины L₂ собирающих вырезов 17. Предпочтительно, чтобы длина L впадин 23 была по меньшей мере в два раза больше длины L₂ собирающих вырезов 17 в поперечном сечении, перпендикулярном оси 11 вращения, а более предпочтительно, чтобы длина L впадин 23 была по меньшей мере в три раза больше длины L₂ собирающих вырезов 17. Форма впадин 23 может быть разной. Согласно одному аспекту, впадины 23 по форме в поперечном сечении, перпендикулярном оси вращения, сужаются в направлении противоположном направлению R вращения по меньшей мере одного пильного полотна 9. Таким образом, первый край 24 узкий, в второй край 25 широкий.

Второй край 25 впадины содержит направляющую поверхность 27, рассчитанную так, чтобы направить поток разрезанного материала, находящегося во впадине, в направлении периферии 12 указанного по меньшей мере одного пильного полотна 9. Профиль направляющей поверхности 27 может быть разным. Предпочтительно направляющая поверхность 27 является вогнутой. Однако направляющая поверхность 27 может также быть прямой, и проходить в радиальном направлении пильного полотна 9. Вторым краем 25 впадины содержит стенку, рассчитанную так, чтобы сформировать направляющую поверхность 27, которая вынуждает материал двигаться в направлении режущих зубьев 15. Стенка второго края 25 изогнута так, что направляющая поверхность 27 является вогнутой. Вогнутая направляющая поверхность 27 имеет определенный радиус кривизны. Согласно одному аспекту, длина L впадин в поперечном сечении, перпендикулярном оси 11 вращения, равна по меньшей мере двум радиусам кривизны направляющей поверхности 27. Длина L впадин в поперечном сечении, перпендикулярном оси 11 вращения, предпочтительно равна по меньшей мере 2,5 радиусам кривизны направляющей поверхности 27. Наиболее предпочтительно, если длина L впадин в поперечном сечении, перпендикулярном оси 11 вращения, по меньшей мере в 3 раза превышает радиус кривизны направляющей поверхности 27. Благодаря тому, что длина L впадин 23 значительно превышает радиус кривизны второго края 25 впадин, частицы разрезанного материала получают возможность разогнаться до высокой скорости, прежде чем они достигают вогнутой направляющей поверхности второго края 25, и перенаправляются в сторону режущего зуба 15 пильного полотна. Таким образом обеспечивается, что разрезанный материал достигает режущих зубьев 15 и перерезается множество раз.

Размер частиц разрезанного материала зависит от расстояния между зубьями 15 и участками 26 внутренней стенки, расположенными на вторых краях 25 впадин в радиальном направлении. В данном примере, положение участка 26 внутренней стенки на втором крае 25 впадины то же самое, что и положение участка 26 внутренней стенки на первом крае 24 следующей впадины. Чтобы гарантировать, что материал измельчается, а не просто режется, расстояние между режущими зубьями 15 и участками 26 внутренней стенки на втором крае впадины составляет менее 8, предпочтительно менее 4, а наиболее предпочтительно менее 2 мм. Например, расстояние между режущими зубьями 15 и участком 26 стенки составляет менее 1 мм. Большое количество впадин и малое расстояние между режущими зубьями 15 и участками 26 гарантирует, что материал может быть измельчен до требуемого размера частиц за один оборот пильных полотен.

Пильное полотно 9 расположено так, что расстояние между режущими зубьями 15 и участками 26 внутренней стенки на вторых краях 25 впадин составляет менее 8, предпочтительно менее 4, а наиболее предпочтительно менее 2 мм.

Согласно одному аспекту, впадины 23 продлены в направлении параллельном оси 11 вращения, как показано на фиг. 2. В данном примере впадины 23 проходят параллельно оси 11 вращения. Как вариант, впадины 23 могут проходить под углом относительно оси 11 вращения. Например, впадины 23 могут на внутренней стенке 7 располагаться "елочкой".

Согласно одному аспекту, корпус 3 содержит множество пластинчатых элементов 28, которые имеют две параллельные основные стороны 29, как показано на фиг. 2. Пластинчатые элементы 28 скреплены друг с другом посредством обращенных друг к другу основных сторон 29, так что вместе элементы 28 образуют корпус 3 с внутренним пространством 5. Такой принцип облегчает изготовление корпуса 3.

Фиг. 1а иллюстрирует, как разрезанный материал перемещается из собирающего выреза 17 пильного полотна 9 во впадину 23 корпуса 3, когда собирающий вырез 17 обращен к первому краю 24 впадины. Фиг. 1б иллюстрирует, как разрезанный материал направляется от второго края 25 впадины 23 корпуса 3 в сторону периферии 12 пильного полотна 9.

Указанное по меньшей мере одно пильное полотно 9 является вращаемым с высокой скоростью. Режущий зубья 15 пильного полотна 9 будут разрезать материал, подаваемый через впускной проем 19 во внутреннее пространство 5. Собирающие вырезы 17 будут собирать и размещать разрезанный материал. В начале вращения разрезанный материал является крупнозернистым. Поскольку пильное полотно 9

вращается относительно неподвижного корпуса 3, каждый из собирающих вырезов 17 будет занимать положение напротив каждой из впадин 23 неподвижного корпуса 3 один раз за оборот пильного полотна 9. Разрезание материала происходит всякий раз, когда участки 26 внутренней стенки противостоят одному из режущих зубьев 15. Когда собирающий вырез 17 обращен к впадине 23 неподвижного корпуса 3, разрезанный материал, находящийся в собирающем вырезе, за счет центробежной силы передается к первому краю 24 впадины, как показано на фиг. 1а. Когда разрезанный материал движется во впадине, скорость материала увеличивается, пока материал не дойдет до второго края 25 выреза, где скорость разрезанного материала снижается, и разрезанный материал перенаправляется направляющей поверхностью 27 впадины в сторону периферии 12 пильного полотна 9, как показано на фиг. 1б. Когда в силу вращения пильного полотна 9 режущий зуб 15 достигает второго края 25 следующей впадины, разрезанный материал будет подвергнут резке во второй раз, и будет накапливаться в собирающем вырезе 17. Таким образом, размер материала будет уменьшен. Всякий раз, когда режущий зуб и собирающий вырез проходят мимо одной из впадин 23, материал подвергается резке еще один раз. Разрезанный материал перемещается в промежутке 18, пока не достигнет выпускного проема 21, где происходит выпуск материала. Количество раз, когда материал подвергается резке, зависит от количества режущих зубьев 15 и количества впадин 23. Например, если количество впадин 23 равно 5, а количество режущих зубьев равно 10, то резка материала совершается $5 \cdot 10 = 50$ раз. Таким образом, размером частиц материала можно управлять посредством количества впадин в неподвижном корпусе 3, и количества режущих зубьев 15. Рассматриваемый аппарат позволяет измельчать материал, и получать частицы очень малого размера.

На фиг. 3 изображен пример пильного полотна 9 на виде сбоку. Пильное полотно 9 включает в себя дискообразное тело 30, которое имеет наружный край 13. Периферия 12 пильного полотна снабжена множеством вырезов 17, 35, которые равномерно распределены по его периферии. Некоторые из вырезов являются собирающими вырезами 17. Пильное полотно 9 дополнительно содержит множество режущих зубьев 15, прикрепленных к телу 30. Режущие зубья 15 выполнены из более твердого материала, чем тело 30. Собирающий вырез 17 содержит передний край 32 и задний край 33 по отношению к направлению вращения пильного полотна 9. Режущие зубья 15 прикреплены к заднему краю 33 собирающих вырезов. Режущие зубья 15 выступают от наружного края 13 тела 30 в радиальном направлении. Расстояние между осью 11 вращения и передним краем 32 меньше расстояния между осью вращения 11 и верхней частью режущих зубьев 15. Это достигается, например, за счет того, что на наружном крае 13 тела 30 имеется наклонный участок 34, как показано на фиг. 3. Наклонный участок 34 наклонен в направлении режущих зубьев 15. Кроме того, расстояние между осью 11 вращения и задним краем 33 собирающих вырезов меньше, чем расстояние между осью вращения 11 и верхним краем режущих зубьев 15. Расстояние, на которое режущие зубья 15 выступают от наружного края 13 тела 30, определяет глубину резания материала. Периферия 12 пильного полотна 9 снабжена множеством пустых вырезов 35, не содержащих никаких режущих зубьев 15. Пустые вырезы 35 расположены между собирающими вырезами 17. Таким образом, за собирающим вырезом 17 всегда следует пустой вырез 35. Пустые вырезы 35 крупнее, чем собирающие вырезы 17. Расстояние между пустыми вырезами 35 и собирающими вырезами 17 одинаково. Согласно одному аспекту, ширина режущих зубьев 15 превышает ширину тела 30 в осевом направлении, т.е. в направлении параллельном оси 11 вращения пильных полотен.

Во многих задачах применения есть пожелание подавать измельчаемый, широкий предмет, например деревянную доску или бревно (чурку), непосредственно в измельчающий аппарат, не разрезая предмет на более мелкие куски. В таком случае аппарат содержит множество пильных полотен, собранных вместе в виде режущего блока.

На фиг. 4 изображен пример множества пильных полотен 9, собранных вместе с образованием режущего блока 40. В предпочтительном варианте режущий блок содержит по меньшей мере три пильных полотна, например пять или более пильных полотен. Чтобы обеспечить измельчение материала, пильные полотна 9 расположены как можно ближе друг к другу. Если между пильными полотнами имеется зазор, то часть материала может попадать в зазор и не поддаваться измельчению. Предпочтительно, чтобы каждое из пильных полотен 9 находилось в механическом контакте с соседними пильными полотнами режущего блока. Это означает, что каждое пильное полотно соприкасается с соседним пильным полотном в режущем блоке 40. Таким образом, это не позволяет, чтобы между пильными полотнами образовались зазоры, и гарантирует, что будет измельчен весь материал, который вступит в контакт с режущим блоком.

Пильные полотна 9 повернуты относительно друг друга так, что передние части пустых вырезов 35 совмещены с собирающими вырезами 17 пильного полотна 9 в направлении параллельном оси 11 вращения пильных полотен. Пустые вырезы 35 и собирающие вырезы 17 вместе образуют параллельный оси вращения паз 36 для сбора разрезанного материала. Как видно из фиг. 4, ширина режущих зубьев 15 превышает ширину тела 30 в осевом направлении, а также в радиальном направлении. В силу того, что вдоль периферии пильного полотна 9 пустые вырезы 35 длиннее собирающих вырезов 17, между пильными полотнами 9 и между режущими зубьями 15 образованы канавки 37а, б. Указанные канавки дают возможность режущим зубьям 15 быть шире тела 30 пильного полотна 9 в осевом направлении. Как видно из фиг. 4, пильные полотна расположены так, что режущие зубья 15 и канавки 37а, б вдоль периферии

режущего блока образуют множество групп. Режущие зубья 15 внутри одной и той же группы совмещены в осевом направлении. Каждая вторая группа имеет одинаковую конфигурацию режущих зубьев 15 и канавок 37а, б. Однако у двух соседних групп режущие зубья 15 и канавки 37а, б расположены так, что вдоль периферии пильного полотна 9 за каждой канавкой первой группы следует зуб следующей группы. За счет этого кусок материала можно резать по всей его ширине. Режущие зубья 15 в двух соседних группах взаимодействуют, чтобы резать материал по всей его ширине.

Фиг. 5 изображает пильные полотна 9 с фиг. 4, прикрепленные к вращающемуся валу 38. Аппарат 1 содержит по меньшей мере один вращающийся вал 38, который определяет ось вращения. К вращающемуся валу 38 прикреплены одно или более режущих полотен 9, которые имеют возможность вращения в направлении вращения вокруг оси R вращения. Часть вала 38 и пильных полотен 9 расположена во внутреннем пространстве 5 корпуса 3.

На фиг. 6 в аксонометрии изображен пример аппарата 1 для измельчения материала. Аппарат содержит неподвижный корпус 3, какой был рассмотрен согласно фиг. 1 и 2, вал 38, снабженный одним или более пильными полотнами 9 и мотор 42 для приведения вала 38 во вращение. Аппарат дополнительно содержит питающий узел 44 для подачи в аппарат материала, подлежащего измельчению.

Далее будет рассмотрен способ изготовления неподвижного корпуса 3. Неподвижный корпус 3 изготавливают, используя один или более листов, например металлических листов. Например, указанные один или более листов изготовлены из цементированного карбида. Соответственно толщина одного или более листов составляет 0,5-100 мм, предпочтительно 1-50 мм, а наиболее предпочтительно 5-30 мм.

Способ содержит этапы, на которых:

1) определяют множество пластинчатых деталей путем разбиения корпуса 3 вдоль центральной оси на ряд последовательных пластинчатых деталей, имеющих одинаковую толщину, как металлические листы. Данный этап выполняют, например, при помощи программы CAD (программы компьютерного проектирования). Конструкция корпуса, включая внутреннее пространство, может быть определена в программе CAD. Модель корпуса требуемой формы может быть определена в программе CAD. Модель корпуса, полученную программой CAD, при помощи программы CAD разбивают вдоль центральной оси на ряд последовательных пластинчатых деталей установленной толщины. Толщина пластинчатых деталей определяется толщиной листов, которые используются для изготовления корпуса;

2) определяют наружные и внутренние контуры 4а, 4б для каждой из пластинчатых деталей в поперечном сечении, перпендикулярном центральной оси 11 корпуса, при этом внутренний контур 4б является контуром внутреннего пространства 5. Это может быть выполнено, например, в программе CAD;

3) разрезают один или более листов, имеющих толщину, соответствующую толщине пластинчатых деталей, на множество элементов 28, при этом каждый элемент 28 имеет форму, соответствующую наружному и внутреннему контурам 4а, 4б одной из указанных пластинчатых деталей, и содержит две параллельные плоские основные стороны 29, как показано на фиг. 1 и 2. Резку выполняют, например, водоструйным способом, лазерной резкой или газопламенной огневой резкой. Указанные способы подходят для резки твердых материалов;

4) скрепляют пластинчатые элементы 28 друг с другом, так чтобы стороны 29 были обращены друг к другу, в порядке, который соответствует установленному ряду последовательных пластинчатых деталей, так чтобы указанные элементы вместе образовали неподвижный корпус 3 с внутренним пространством 5. При этом элементы 28 скрепляют друг с другом, например, склеиванием, сваркой, болтами или винтами.

В способе для получения выемок 23 используется резка тонких листов вместо механической обработки формованного объекта. Таким образом, в корпусе можно использовать твердый материал, такой как цементированный карбид. Кроме этого, никакая механическая обработка не требуется. Способ дает возможность изготавливать корпус с длинным и узким внутренним пространством, снабженным впадинами 23 на внутренней стенке. Способ отличается простотой, рентабельностью и быстротой осуществления.

Настоящее изобретение не ограничено раскрытыми вариантами осуществления, и в него могут быть внесены изменения и модификации в границах объема, определяемых формулой изобретения. Например, может быть изменена форма выемок и собирающих вырезов.

Перечень ссылочных обозначений:

- 1 - аппарат для измельчения материала;
- 3 - неподвижный корпус;
- 4а - наружный контур;
- 4б - внутренний контур;
- 5 - внутреннее пространство;
- 7 - внутренняя стенка;
- 9 - пильное полотно;
- 11 - ось вращения;
- 12 - периферия пильного полотна;
- 13 - наружный край пильного полотна;
- 15 - зубья;

- 17 - собирающие вырезы;
- 18 - зазор;
- 19 - впускной проем;
- 21 - выпускной проем;
- 23 - впадины;
- 24 - первый край впадины/узкий край;
- 25 - второй край впадины/широкий край;
- 26 - участок внутренней стенки;
- 27 - направляющая поверхность;
- 28 - пластинчатые элементы;
- 29 - основные стороны;
- 30 - тело;
- 32 - передний край собирающего выреза;
- 33 - задний край собирающего выреза;
- 34 - наклонный участок;
- 35 - пустые вырезы;
- 36 - паз;
- 37a, b - канавки;
- 38 - вращающийся вал;
- 40 - режущий блок;
- 42 - мотор;
- 44 - питающий узел.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Аппарат (1) для измельчения материала, содержащий неподвижный корпус (3), содержащий внутреннее пространство (5) и по меньшей мере одну внутреннюю стенку (7), обращенную во внутреннее пространство (5), по меньшей мере одно пыльное полотно (9), расположенное во внутреннем пространстве (5) и выполненное с возможностью вращения относительно неподвижного корпуса (3) в направлении (R) вращения, при этом указанное по меньшей мере одно пыльное полотно (9) имеет дискообразную форму, а его периферия (12) снабжена множеством режущих зубьев (15) для резания материала и множеством собирающих вырезов (17) для сбора разрезанного материала, впускной проем (19) для подачи подлежащего измельчению материала во внутреннее пространство (5) и выпускной проем (21) для выпуска измельченного материала из внутреннего пространства (5), при этом внутренняя стенка (7) снабжена множеством впадин (23), обращенных к периферии (12) пыльного полотна (9), выполненных с возможностью приема разрезанного материала из собирающих вырезов (17) пыльного полотна (9), и возврата разрезанного материала на периферию (12) пыльного полотна (9), причем внутренняя стенка (7), снабженная множеством впадин (23), окружает основную часть периферии (12) указанного по меньшей мере одного пыльного полотна (9), отличающийся тем, что впускной проем (19) и выпускной проем (21) расположены во внутренней стенке (7) и непосредственно связаны с внутренним пространством (5), так что обеспечивается возможность поступления материала во внутреннее пространство (5) и уход материала из внутреннего пространства (5) за время одного оборота указанного по меньшей мере одного пыльного полотна (9).
2. Аппарат по п.1, в котором внутренняя стенка (7), содержащая впадины (23), окружает по меньшей мере 60, а предпочтительно по меньшей мере 70% периферии (12) указанного по меньшей мере одного пыльного полотна (9).
3. Аппарат по любому из предшествующих пунктов, в котором длина (L) впадин (23) по меньшей мере в три раза превышает длину (L2) собирающих вырезов (17) в поперечном сечении, перпендикулярном оси (11) вращения.
4. Аппарат по любому из предшествующих пунктов, в котором указанное по меньшей мере одно пыльное полотно (9) расположено так, что расстояние между режущими зубьями (15) и участками (26) внутренней стенки, расположенными на задних краях (25) впадин, составляет менее 8, предпочтительно менее 4, а наиболее предпочтительно менее 2 мм.
5. Аппарат по любому из предшествующих пунктов, содержащий по меньшей мере три пыльных полотна (9), собранных вместе с образованием режущего блока (40), причем каждое из пыльных полотен (9) в режущем блоке (40) соприкасается с соседним пыльным полотном.
6. Аппарат по любому из предшествующих пунктов, в котором впадина (23) содержит узкий край (24) и широкий край (25), при этом широкий край (25) впадины содержит направляющую поверхность (27), выполненную с возможностью направления потока разрезанного материала в сторону периферии (12) указанного по меньшей мере одного пыльного полотна (9).

7. Аппарат по п.6, в котором направляющая поверхность (27) является вогнутой, а длина (L) впадин (23) в поперечном сечении, перпендикулярном оси (11) вращения, равна по меньшей мере двум радиусам кривизны направляющей поверхности (27).

8. Аппарат по п.6, в котором направляющая поверхность (27) является вогнутой, а длина (L) впадин (23) в поперечном сечении, перпендикулярном оси (11) вращения, равна по меньшей мере 2,5 радиусам кривизны направляющей поверхности (27).

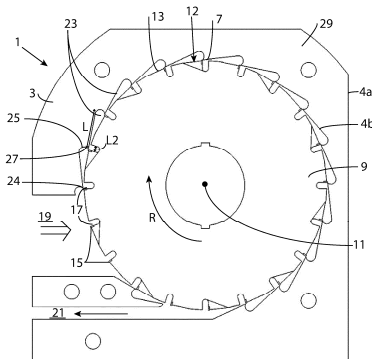
9. Аппарат по любому из предшествующих пунктов, в котором указанное по меньшей мере одно пильное полотно (9) выполнено с возможностью вращения относительно неподвижного корпуса (3) вокруг оси (11) вращения, при этом впадины (23) в поперечном сечении, перпендикулярном оси (11) вращения, по форме сужаются в направлении, противоположном направлению (R) вращения указанного по меньшей мере одного пильного полотна (9).

10. Аппарат по любому из предшествующих пунктов, в котором указанное по меньшей мере одно пильное полотно (9) содержит дискообразное тело (30), а режущие зубья (15) выступают от наружного края (13) тела (30) в радиальном направлении, при этом режущие зубья (15) расположены на задних краях (33) собирающих вырезов (17) относительно направления (R) вращения.

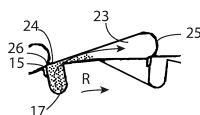
11. Аппарат по п.10, в котором ширина режущих зубьев (15) превышает ширину тела в осевом направлении.

12. Аппарат по любому из предшествующих пунктов, в котором собирающие вырезы (17) равномерно распределены по периферии (12) указанного по меньшей мере одного пильного полотна (9), причем периферия (12) указанного по меньшей мере одного пильного полотна (9) снабжена множеством пустых вырезов (35), которые не содержат режущих зубьев (15) и расположены между собирающими вырезами (17), при этом указанное по меньшей мере одно пильное полотно (9) включает в себя первое пильное полотно и второе пильное полотно, повернутое относительно первого пильного полотна, так что пустые вырезы (35) одного из пильных полотен совмещены с собирающими вырезами (17) другого пильного полотна в осевом направлении.

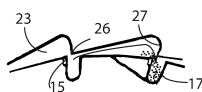
13. Аппарат по любому из предшествующих пунктов, в котором корпус (3) содержит множество пластинчатых элементов (28), которые имеют две параллельные основные стороны (29), причем пластинчатые элементы (28) скреплены друг с другом так, чтобы основные стороны (29) были обращены друг к другу, и при этом элементы (28) вместе образуют корпус (3) с внутренним пространством (5).



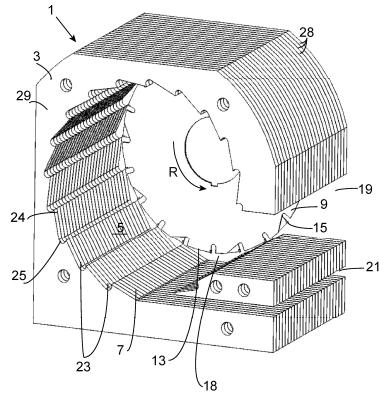
Фиг. 1



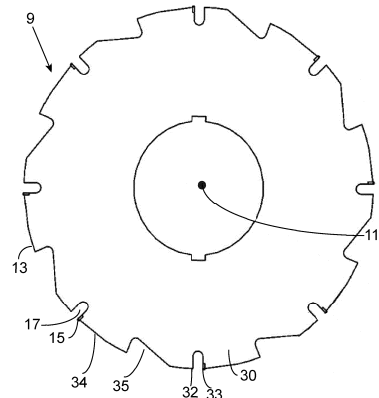
Фиг. 1a



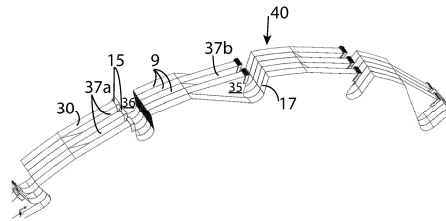
Фиг. 1b



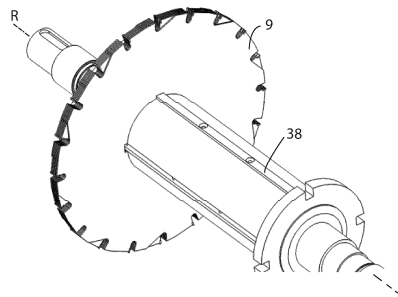
Фиг. 2



Фиг. 3

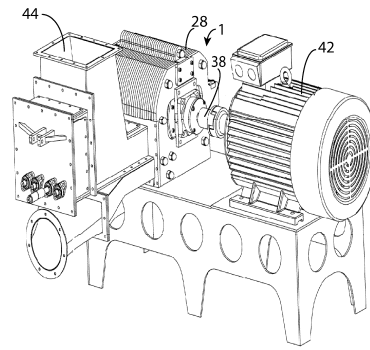


Фиг. 4



Фиг. 5

042212



Фиг. 6