

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044401**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.08.24

(51) Int. Cl. **B02C 17/10** (2006.01)

(21) Номер заявки
202190636

(22) Дата подачи заявки
2019.08.28

(54) **ОДНОВАЛКОВАЯ МЕЛЬНИЦА**

(31) **62/723,841**

(56) SU-A-995877
RU-C1-2065771
SU-A-727225
SU-A-1002081

(32) **2018.08.28**

(33) **US**

(43) **2021.06.23**

(86) **PCT/US2019/048656**

(87) **WO 2020/047160 2020.03.05**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**КАНАДА МАЙНИНГ ИННОВЕЙШН
КАУНСИЛ (СА)**

(72) Изобретатель:
Норделл Лоуренс К. (US)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Раскрыта дробильная мельница с одним валком, приводимым в действие цилиндрической внутренней поверхностью кожуха, с горизонтальными и параллельными, но смещенными осями. В некоторых вариантах воплощения валок имеет выступы, вследствие чего при вращении валка и кожуха горная порода или другой материал может дробиться между кожухом и валком, соответственно. В некоторых вариантах воплощения каждый из кожуха и валка имеют выступы на поверхности, вследствие чего горная порода или другие материалы могут дробиться между кожухом и валком при их вращении. В некоторых вариантах воплощения кожух и валок работают с разной скоростью по отношению друг к другу, что вызывает усилия сдвига на разрушаемый материал.

B1

044401

044401

B1

Уровень техники изобретения

Родственные заявки

Настоящая заявка испрашивает приоритет относительно заявки на патент США № 62/723841, поданной 28 августа 2018 г., содержание которой включено в настоящий документ посредством ссылки.

Область техники

Настоящее изобретение относится к мельницам для дробления горных пород (материала) и, в частности, к валковой мельнице, имеющей один внутренний валок, причем валок и поверхность кожуха (опоры) взаимодействуют для дробления материала, и при этом валок "плавает" на материале, измельчаемом внутри кожуха. В одном из примеров валок не соединен с системой привода. В одном из примеров, валок не снабжен системой давления, подключенной снаружи валка для увеличения давления на кожух.

Уровень техники

Для многих промышленных целей необходимо уменьшать размеры довольно крупных кусков горных пород или другого материала до меньшего размера частиц (обычно называется "дробление"). Например, более крупные куски горной породы могут быть образованы взрывом в определенном месте, таком, как склон холма, карьер или шахта, и эти более крупные куски горной породы затем направляются в большую камнедробилку, которая обычно представляет собой первую стадию дробления после взрыва. Размер кусков взорванной горной породы может превышать 1000 мм (более 40 дюймов). В результате на выходе дробилки обычно получают более мелкие куски горной породы размером менее 200 мм (8 дюймов) в максимальном измерении, которые затем подают в мельницу или подобное устройство. Такая мельница обычно измельчает дробленую горную породу до кусков размером 50 мм (более 2 дюймов) или меньше.

Одна из известных мельниц содержит большую цилиндрическую дробильную секцию, вращающуюся вдоль своей горизонтальной оси, которая, в одном из примеров, имеет диаметр от 3,05 до 15,24 м (10-50 футов). Одна из таких мельниц описана в патенте США 7497395, включенном в настоящий документ посредством ссылки. Горная порода (камни или другой материал), как вариант вместе с водой или воздухом, направляется в один конец непрерывно вращающейся дробильной секции, которая, в одном из примеров, содержит различные типы подъемных ребер (подъемников), расположенных в осевом направлении на внутренней поверхности дробильной секции для переноса материала вверх по ее поверхности, по изогнутой направленной вверх траектории внутри дробильной камеры, вследствие чего указанный, частично измельченный материал, падает обратно на другой материал в нижней части камеры. Таким образом, указанный материал соударяется с другими компонентами материала и внутренней поверхностью мельницы, как вариант стержнями, шарами и т.п., при этом материал разрушается на более мелкие фрагменты. В некоторых примерах, для получения улучшенных результатов, в дробильную камеру помещают большие железные шары (например, диаметром 50,8-152,4 мм (2-6 дюйма)).

Для работы многих вариантов подобных мельниц требуется огромное количество энергии, а также имеются другие существенные затраты, связанные с обслуживанием, эксплуатацией и ремонтом. Существует ряд факторов, которые относятся к эффективности и экономичности эксплуатации, и варианты воплощения изобретения направлены на улучшение таких мельниц и используемых способов.

Раскрытие изобретения

В настоящем документе раскрыты несколько вариантов воплощения одновалковой мельницы для дробления горных пород (MRGM). Одновалковая мельница содержит наружный обод (опору), трубу или кожух. Наружный обод или опора, в одном из примеров, представляет собой по существу цилиндрическую конструкцию с по существу цилиндрической внутренней поверхностью. В одном из примеров, кожух опирается на опорные подушки или валики под кожухом. Во время работы кожух вращается вокруг своей горизонтальной оси и, таким образом, материал в нем измельчается. Кожух образует по существу цилиндрическую камеру, в которую помещают материал во время дробления. MRGM, в одной из форм, имеет валок, расположенный внутри кожуха, причем валок, в одном из примеров, представляет собой по существу цилиндрическую конструкцию, образующую по существу цилиндрическую наружную поверхность. Кожух может иметь отверстия для обеспечения вымывания измельченной (раздробленной) горной породы из установки во время вращения опоры-валка. В другом примере, выполненном с возможностью комбинирования с отверстиями, предусмотрен щиток с отверстием (отверстиями) в нем для прохождения материала в мельницу и из нее. Поскольку центры или оси кожуха и валка смещены, их вращение приводит к смыканию промежутков их поверхностей до минимального зазора, где к материалу прилагается наибольшее усилие сжатия. Внутренняя поверхность кожуха и наружная поверхность валка создают текстуру поверхности, которая захватывает и удерживает материал во время их одновременного вращательного движения, заставляя материал находиться во все уменьшающемся доступном зазоре, поскольку валок сжимает и измельчает материал напротив кожуха, что приводит к медленному и стабильному разрушению материала.

В некоторых вариантах воплощения, каждый из кожуха и валка имеет выступы на поверхности, вследствие чего, куски горной породы или другие материалы могут захватываться между выступами и затем дробиться между кожухом и валком при их вращении. В некоторых вариантах воплощения валок

имеет один или более кольцевых выступов по окружности, которые входят в круговую кольцевую канавку (канавки) кожуха, вследствие чего, материал дробится между кожухом и валком посредством смещения центров кожуха и вала. Таким образом, кожух и валок могут работать с разной скоростью относительно друг друга, что приводит к возникновению сил сдвига, а также сжимающему действию на измельчаемый материал. В этом, последнем варианте воплощения, кольцевые участки могут иметь попеременные выступы для удержания горной породы, что позволяет прилагать сжимающее и сдвиговое измельчающее воздействие на материал, захваченный между гребнями, когда внутренний и наружный ободы вращаются не согласовано.

Краткое описание чертежей

На фиг. 1 приведен вид с торца в разрезе одного из вариантов воплощения MRGM согласно изобретению.

На фиг. 2 приведен вид сбоку в разрезе варианта воплощения по фиг. 1.

На фиг. 3 приведен вид в перспективе с торца в разрезе одного варианта воплощения MRGM.

На фиг. 4 приведен вид с торца в разрезе примера MRGM, показанного на фиг. 3.

На фиг. 5 приведен вид в перспективе с торца в разрезе другого примера MRGM.

На фиг. 6 приведен вид с торца в разрезе другого примера MRGM.

На фиг. 7 приведен вид в перспективе с торца в разрезе другого примера MRGM.

На фиг. 8 приведен вид с торца в разрезе другого примера MRGM.

На фиг. 9 приведен вид с торца в разрезе другого примера MRGM.

На фиг. 10 приведен вид с торца в разрезе другого примера MRGM.

На фиг. 11 приведен вид с торца в разрезе другого примера MRGM.

На фиг. 12 приведен вид с торца в разрезе одного примера MRGM в работе.

На фиг. 13 приведен вид в перспективе с торца в разрезе одного из примеров MRGM в работе.

На фиг. 14 приведен вид с торца в разрезе мельницы предшествующего уровня техники в работе.

На фиг. 15 приведен вид с торца в разрезе примера MRGM, показанного на фиг. 12.

На фиг. 16 приведен вид с торца в разрезе примера MRGM, показанного на фиг. 12.

На фиг. 17 приведен вид с торца другого примера MRGM, показанного на фиг. 1.

На фиг. 18 приведен вид в разрезе по линии 18-18 на фиг. 17.

На фиг. 19 приведен вид с увеличением области 19 по фиг. 18.

На фиг. 20 приведен вид с торца другого примера MRGM, показанного на фиг. 1.

На фиг. 21 приведен вид в разрезе по линии 21-21 по фиг. 20.

На фиг. 22 приведен вид с увеличением области 22 по фиг. 21.

На фиг. 23 приведен вид с торца другого примера MRGM, показанного на фиг. 1.

На фиг. 24 приведен вид в разрезе по линии 18-18 по фиг. 17.

Описание предпочтительных вариантов воплощения

В дельнейшем описании будут изложены различные аспекты одновалковой мельницы (MRGM) 20. Для обеспечения полного понимания изобретения будут описаны конкретные детали. В некоторых случаях хорошо известные особенности могут быть опущены или упрощены, чтобы не скрывать раскрываемые особенности. Повторное использование фразы "в одном из вариантов воплощения" или "в одном из примеров" не обязательно относится к одному и тому же варианту воплощения или примеру, хотя это возможно.

Показана система осей 10, которая обычно содержит вертикальную ось 12, радиальную ось 14 кожуха, проходящую радиально наружу от центра кожуха 22, радиальную ось 16 вала, проходящую радиально наружу от центра вала 28, и поперечную ось 18. Поперечная ось 18, как правило, совмещена с осями вращения кожуха 22 и осями вращения вала 28. Эти оси и направления включены для облегчения описания изобретения и не предназначены для ограничения изобретения какой-либо конкретной ориентацией.

В нескольких примерах в настоящем документе использована система ссылок, содержащая числовой идентификатор и буквенное окончание. Цифровой идентификатор обозначает элемент в целом, а буквенное окончание использовано в некоторых примерах, чтобы показать конкретный вариант воплощения целого элемента. Например, кожух в целом обозначен на фиг. 1 как 22, а один конкретный вариант воплощения показан как 22а на фиг. 3.

Для обеспечения ясности, термин "материал" используется в данном контексте для обозначения горных пород, минеральных веществ переменного состава, консолидированных или неконсолидированных, собранных в массы или значительных размеров, например, под действием тепла или воды и эквивалентных материалов. Материал (например, горная порода) может быть рыхлым, например песок, глина или грязь, или консолидированным, например гранит, известняк или уголь. Хотя обычно их не определяют как горную породу, эквивалентные материалы, такие как затвердевший бетон, также могут быть обработаны в описанной мельнице и включены в термин "материал".

На фиг. 1 представлен вид с торца в разрезе варианта воплощения молотковой мельницы с сопряженной опорой (САНМ, Conjugate Anvil Hammer Mill) 20 с плавающим валком. Термин "плавающий" указывает на то, что валок может быть не снабжен прижимным устройством, внешним по отношению к

валку 28. Такие системы внешнего давления раскрыты в патенте США 8955778, поданном 15 марта 2012 г., включенном в настоящий документ посредством ссылки. Данный вариант воплощения САНМ содержит наружный кожух 22, имеющий по существу цилиндрическую внутреннюю поверхность, которая образует камеру 24. В одной из форм, кожух 22 удерживается посредством опорных подушек 26. Опорные подушки 26 могут включать подшипники, смазочные материалы и/или материалы, устойчивые к трению.

Наружный кожух 22, в одном из примеров, вращается вокруг первой продольной центральной оси 42. Данный наружный кожух 22, в одном из примеров, имеет множество гнезд или гофр (не показано на фиг. 1, но показано на дальнейших фигурах), которые взаимодействуют с валком 28, расположенным внутри наружного кожуха 22. Внутренний валок 28, в одной из форм, представляет собой по существу цилиндрическую конструкцию 34, которая, в одной из форм, установлена на осевом вале 30 с возможностью вращения вокруг продольной оси, параллельной оси 42 наружного кожуха 22 и смещена относительно нее, при этом валок 28, в нескольких вариантах воплощения, имеет множество выступающих элементов или гребней, таких как выступающие элементы 32, например, на фиг. 10, скрепленных с наружной поверхностью 34 вала 28 или сформованных заодно с ней, причем выступающие элементы 32 в этом виде выполнены с возможностью повышения эффективности дробления при вращении внутреннего вала 28 и кожуха 22.

Материал 38 вводится в камеру 24 и измельчается между наружной поверхностью 34 внутреннего вала 28 и внутренней поверхностью 51 наружного кожуха 22. Материал 38 может быть смешан с текучей средой (водой) для обеспечения перемещения вниз по кожуху 22 и для способствования дроблению. В некоторых вариантах воплощения, удерживающие щитки 40 расположены на внешних кромках кожуха, чтобы удерживать материал до дробления и во время него.

Как показано, может присутствовать боковой зазор 36 между внутренней торцевой поверхностью кожуха 22 или удерживающим щитком 40 и торцом вала 28. Таким образом, точка загрузки 56 желоба 58 может быть вставлена сбоку 18 внутрь, чтобы образовывать перекрывающийся промежуток 48, благодаря чему, введенный материал 38 с меньшей вероятностью скапливается в зазоре 36.

Плотность, размер, форма и вес вала 28 могут быть специально подобраны для максимального дробления с учетом конфигурации кожуха и измельчаемого материала.

На фиг. 1 и 2 показан вариант воплощения вала 28, расположенного внутри кожуха 22, при этом показаны оси 43/42 вращения каждого из валков. В данном варианте воплощения кожух 22 может приводиться в действие двигателем 44 и может опираться на внешние опоры (подушки 26).

В одном из примеров, кожух 22 поддерживается гидродинамическими опорными подушками 26, прилагающими подъемное/поддерживающее усилие к наружной поверхности 66 наружного кожуха 22. Показан вариант воплощения, в котором двигатель 44 приводит в движение вал кожуха 22. Наружная поверхность 28 вала 28 взаимодействует с внутренней поверхностью 51 кожуха 22 для передачи вращательного усилия валку 28.

В другом примере двигатель может в качестве альтернативы или совместно приводить в движение валок 28 посредством зубчатой передачи на его наружной поверхности или поверхности другого устройства, такого как ременной или цепной привод.

В некоторых вариантах воплощения, валок 28 может быть прижат к кожуху 22 с помощью дополнительного усилия, например, за счет заполнения вала 28 текучими средами (например, водой) или другими твердыми частицами (например, песком). В одном из примеров, необходимо минимизировать окружность вала 28, чтобы максимизировать сжатие в небольшой зоне разрушения при сжатии 78, где большая окружность могла бы более равномерно распределять это давление. За счет использования веса вала 28 для дробления материала 38 без внешнего давления/системы привода, потребление энергии, расходуемой на прижатие вала 28 к кожуху 22, может быть уменьшено по сравнению с вариантами предшествующего уровня техники. Данная конфигурация действует как система постоянного давления, а не как мельница с постоянным зазором. Как и в этой конфигурации, если материал 38 слишком тверд для дробления, зазор 49 между наружной поверхностью 34 вала 28 и внутренней поверхностью 51 кожуха 22 будет увеличиваться, не вызывая заклинивания и повреждения MRGM 20. Таким образом, плавающий вариант воплощения, в котором обеспечено плавание вала 28 по материалу 38 над внутренней поверхностью 51 кожуха 22, повышает эффективность устройства во многих вариантах применения.

В некоторых вариантах воплощения, внутренний валок 28 имеет наружный диаметр 52, составляющий от 50 до 80% от внутреннего диаметра 50 наружного кожуха 22. В одном из примеров, использован внутренний валок 28 с наружным диаметром 52, который составляет 0,2 (20%) от внутреннего диаметра 50 наружного кожуха 22. Другое соотношение между наружным диаметром 52 вала 28 и внутренним диаметром 50 кожуха 22 может составлять от 0,65 до 0,7. Это соотношение представляет собой компромисс между (а) внутренним валком 28 большего размера для улучшения преимущества механического дробления и увеличения срока службы кожуха 22 для дробления материала, и (б) меньшим кожухом 22, который может уменьшать производительность дробления при способности дробить более крупный материал вследствие зазора 54 в точке загрузки 56, как показано в верхней части фиг. 2.

В одном из примеров, диаметр вала 28 составляет не менее 0,2 от внутреннего диаметра кожуха 22

для обеспечения того, чтобы давление между валком и кожухом было соответствующим для разрушения (дробления) материала.

Как показано на фиг. 14, центр масс 60, общий в мельницах, включая шаровые мельницы и стержневые мельницы, показан как смещенный от центра 42 кожуха 22 на расстояние 64. Это смещение создает крутящий момент в системе и значительно снижает эффективность всей системы. На фиг. 12 показан центр масс 68 MRGM, где расстояние 74 значительно сокращено.

Указанный крутящий момент и связанная с ним неэффективность могут быть дополнительно уменьшены, если центр 43 вала 28 находится очень близко в поперечном направлении к центру 42 кожуха 22, а скорость вращения кожуха 22 установлена так, что материал 38 не скапливается в каком-либо месте. При такой конструкции скорость вращения кожуха 22, в совокупности с глубиной выступающих элементов 33 на кожухе 22, размером/массой/плотностью материала 38, внутренним диаметром 50 кожуха 22, действует таким образом, что материал 38 под воздействием центробежной силы принудительно направляется к кожуху 22, и при каждом обороте кожуха 22 проходит вокруг вала 28. В сочетании с поперечным движением материала 38 это приводит к спиральному перемещению 82 материала вниз по кожуху 22 к отверстию 96 для бокового выброса, напротив желоба 58.

Далее будет объяснена работа одного варианта воплощения MRGM 20. В одном из примеров, измельчаемая горная порода подается в мельницу из желоба 58, который направляет материал (горную породу) 38 в камеру 24 между наружным кожухом 22 и валком 28. При вращении кожуха 22, материал 38 перемещается за счет вращения и силы тяжести к зазору 49 с дроблением между кожухом 22 и валком 28, поскольку валок 28 оказывает давление и соударяется с другим материалом в MRGM 20, измельчая материал 38 внутри кожуха 22 посредством разрушения при сжатии материала (горной породы). В этом варианте воплощения материал 38 затем проходит через решетку или отверстие, или эквивалентный выход 96, или может быть дополнительно измельчен за счет вращательного действия кожуха 22 и вала 28 при последующем вращении. В примерах, показанных на фиг. 3-11 и 12, щиток 40 образует обод, прикрепленный к кожуху 22. Щиток 40, в одном из примеров, вращается вместе с кожухом 22, и, когда материал 38 проходит через внутренний край щитка 40, он выходит из мельницы 20. Этот внутренний край может быть выполнен с возможностью удержания вала 28 внутри кожуха 22. Указанный удерживающий щиток может быть расположен на любом поперечном конце кожуха 22.

В некоторых вариантах воплощения текстурные поверхности 62 кожуха 22 и/или текстурные поверхности 63 вала 28, как показано в качестве примера на фиг. 10, способствуют разрушению материала 38. В одном из ранее описанных примеров, кожух 22 вращается посредством внешнего привода (двигателя 44) либо рядом с центральной областью, как показано на фиг. 2, либо рядом с опорными подушками 26 по периметру, либо другими способами. Материал 38 обычно не совпадает с поверхностями 62/63; таким образом, материал 38 обычно переходит от одной текстурной поверхности к другой с двумя, тремя или более точками контакта при сжатии, что приводит к разрушению при сдвиге материала 38. Поскольку каждый выступающий элемент 32 контактирует с материалом 38, материал будет иметь тенденцию к разрушению и дроблению.

В одном из вариантов (G), показанном в качестве примера на фиг. 10, валок 28g содержит выступающие элементы 32. Внутренняя поверхность 51 кожуха 22 может быть гладкой или может содержать выступающие элементы 33.

Как показано в качестве примера на фиг. 3 и 4, изображен вариант (A), в котором выступающие элементы 32a на валке 28a содержат выступы, проходящие в поперечном направлении 18 вниз по валку 28a. Точно так же внутренняя поверхность 51a кожуха 22a может содержать выступы 33a, которые образуют выступы, проходящие в поперечном направлении 18 вниз по кожуху 22a.

Как показано в качестве примера на фиг. 5, кожух 22b и валок 28b имеют выступы 32b и 33b, содержащие выступы, проходящие по спирали вниз по кожуху 22b и/или валку 28b. Выступы на кожухе 22b в этом примере не параллельны выступам на валке 28b и по существу ортогональны в зоне разрушения при сжатии 78. В одном из примеров, эти выступы выполнены с возможностью манипулирования материалом 38, когда он проходит в поперечном направлении 18 вниз по кожуху 22b к выходу 96, чтобы максимизировать эффективность за счет регулирования количества проходов по окружности через зону разрушения при сжатии 78.

На фиг. 7 показан пример, в котором кожух 22c и валок 28c имеют выступы 32c и 33c, проходящие вниз по кожуху 22c и валку 28c. Выступы на кожухе 22c обычно выровнены по бокам, а выступы на валке 28c являются по существу спиральными, таким образом, они не параллельны выступам на кожухе 22c и в этом примере по существу ортогональны в зоне разрушения при сжатии 78. В одном из примеров, эти выступы выполнены с возможностью манипулирования материалом 38, когда он проходит в поперечном направлении 18 вниз по кожуху 22c к выходному концу, чтобы максимизировать эффективность за счет регулирования количества проходов по окружности через зону разрушения при сжатии 78.

В примере, показанном на фиг. 6, валок 28c имеет выступы 32c, в то время как кожух 22c по существу гладкий на внутренней поверхности.

В примере, показанном на фиг. 8, каждый из вала 28e и кожуха 22e имеет смежные поверхности, которые являются по существу гладкими.

В примере, показанном на фиг. 9, кожух 22f имеет выступы 33f, в то время как валок 28f по существу гладкий по внутренней поверхности 51f.

В примере, показанном на фиг. 10, кожух 22g и валок 28g имеют выступы 32g и 33g.

В примере, показанном на фиг. 11, кожух 22h и валок 28h имеют выступы 32h и 33h. Эти выступы асимметричны по окружности, образуя наклонные поверхности с передней поверхностью, имеющей конфигурацию (угол или кривизну), отличную от задней поверхности, относительно направления потока материала 98.

В примере, показанном на фиг. 20-22, как кожух 22j, так и валок 28j содержат выступающие элементы 33j и 32j, соответственно, которые проходят в поперечном направлении 18 и по окружности вниз по MRGM 20. Выступы 33j и 32j соединяются между собой как вид устройства червячной передачи, облегчающий поперечное перемещение материала 38 от входа 58 к выходу 96.

Во время первоначального запуска MRGM 20 предвидится начальное накопление материала 38 в области окончания загрузки 88. Это может привести к наклону валака 28, как показано на фиг. 21, что приведет к поперечному перемещению валака 28 относительно кожуха 22. По меньшей мере в одном из примеров, это поперечное перемещение может неожиданно происходить в направлении загрузочного конца 90. Поэтому на внутреннем поперечном конце (концах) кожуха 22 также может быть сформирована галтель 92 (закругленный край), а также взаимодействующая галтель 94 на поперечном конце (концах) валака 28.

В одном из примеров, этот наклон является временным, поскольку материал 38 начинает выходить через отверстие для выброса 96, система становится более сбалансированной. В других примерах MRGM 20 выполнена с возможностью поддержания такого наклона, чтобы улучшить эффективное перемещение материала 38 из желоба 58 к отверстию для выброса 96.

По меньшей мере в одном из примеров, кожух 22 может не иметь гладкого внутреннего диаметра 50 по длине своей стороны, но может иметь форму усеченного конуса для улучшения движения материала. Аналогично, валок 28 может не иметь гладкого наружного диаметра 52 по длине своей стороны, но может иметь форму усеченного конуса для улучшения движения материала.

Валок 28, в одном из примеров, предпочтительно расположен под действием силы тяжести для достижения желаемого зазора 72 между кожухом 22 и валком 28. Одно предпочтительное положение получают, когда площадь поверхности разрушаемого материала максимальна для данного кожуха 22.

В одном из примеров, материал 38 удерживается в камере 24 посредством движущегося кожуха 22 и щитка 40. В одном из примеров, загрузочный желоб 58 проходит через камеру 24 щитка 40 или вокруг нее. Щиток(и) удерживает материал от выхода из мельницы 20 в нежелательных положениях во время дробления.

В некоторых вариантах воплощения, как только материал 38 раздроблен и вращается против часовой стрелки после положения 76 на 6 часов (положение на 6 часов представляет собой положение минимального зазора 49 между двумя ободьями, как показано на фиг. 3), при желаемом количестве оборотов, как показано на фиг. 18 и на фиг. 21, большая часть материала будет выходить из мельницы 20 либо через отверстия 70, либо через отверстие в щитке 40. В этих вариантах воплощения удержание измельченного материала будет способствовать дроблению большего количества оставшегося материала, что можно понять из фиг. 12-16, на которых показано, что материал 38 переворачивается, скользит и взаимодействует с другим материалом 38 по мере установления контакта. На этих фигурах показано, что на тип или форму измельченного материала 38 влияет валок 28, и, таким образом, валок 28 создает дополнительное давление в зоне разрушения при сжатии 78.

На фиг. 14 показана мельница 20, вращающаяся с относительно высокой скоростью без валака, в которой материал 38 движется по окружности кожуха 22 и падает на гладилку 53. В таких примерах зона разрушения при сжатии 78 неуправляема, и поэтому менее эффективна, чем MRGM 20.

Кроме того, в некоторых вариантах воплощения обеспечено повторное вхождение материала 30 в зону разрушения при сжатии 78, как показано на фиг. 1, 18, 21, для создания более тонко измельченного материала и/или для обеспечения наибольшей эффективности MRGM 20. С этой целью, могут быть использованы решетки или классификаторы различной конструкции, известные в данной области техники. В частности, один из примеров может включать в себя дробление материала посредством последовательных элементов поверхности, обеспечивающих более тонкое дробление между кожухом 22 и валком 28 (в осевом направлении от одной стороны обода к другой стороне, параллельно оси вращения), в результате чего материал 38 загружается с одного поперечного конца мельницы 20 и выгружается с противоположного поперечного конца. Например, вариант воплощения может иметь несколько стадий от грубого до тонкого дробления в одной и той же мельнице 20, с перемещением материала размерной формы от большого валака к мелкочаеистому стержню, так что используется осевое движение горной породы за счет захвата измельченного материала 38, поскольку материал 38 закручивается кверху внутренней поверхности 51 кожуха 22, или за счет наклона мельницы 20 по оси 42 вращения.

В некоторых вариантах воплощения кожух 22 может приводиться в движение механически от двигателя 44 или эквивалентного устройства. Например, кожух 22 может опираться на кольцевое зубчатое колесо, которое приводит в движение кожух посредством двигателя 40 или движущего механизма. Валок

28 не связан с каким-либо устройством управления или приводом и, таким образом, плавает по материалу 38 во время дробления. Это упрощает модификацию существующих мельниц, поскольку валок 28 может быть просто вставлен как замена нескольких стержней, шаров, ведомых валков и т.п. Для валка 28 не требуется никакого механизма управления или привода. Управление осуществляется за счет конструкции наружной поверхности валка 28 относительно внутренней поверхности 51 кожуха, а также размера, веса, плотности валка 28.

В одном из примеров, валок 28 имеет первый диаметр на первом конце и второй диаметр в других местах, чтобы управлять поперечным 18 движением материала 38 вдоль мельницы 20. В одном из примеров, для достижения этой цели валок сужается вдоль поперечной длины. Выступы на валке и на кожухе могут быть выполнены с возможностью того, чтобы максимизировать преимущества этой формы.

В одном из примеров, сердцевина валка 28 может быть выполнена из материала, отличного от материала наружной поверхности. Например, чтобы максимизировать плотность, эффективность дробления и срок службы валка 28, сердцевина может быть выполнена из свинца, а наружная поверхность из стали.

В одном из примеров, соотношение выступов на валке 28 выполнено с возможностью максимизировать эффективность. В примере, показанном на фиг. 12, эквивалентный относительный размер выступов 32/34 выполнен в форме наклонной плоскости, тогда как в примере, показанном на фиг. 15, показаны дугообразные выступы 32/33, имеющие эквивалентный размер. В каждом примере количество выступов 32 на валке 28 меньше, чем количество выступов на кожухе 22, в результате чего валок 28 вращается с более высокой угловой скоростью, чем кожух 22. В примере, показанном на фиг. 16, показано большее количество и меньший размер выступов 32 на валке, что приводит к более близкой угловой скорости между валком 28 и кожухом 22. Если количество выступов вокруг валка 28 равно количеству выступов на кожухе 22, относительная угловая скорость будет одинаковой (они будут вращаться с одинаковой скоростью).

В некоторых вариантах воплощения один или оба из кожуха 22 и валка 28 могут иметь выступы 84 и/или выемки 86, как показано на фиг. 3, 5, 7, для увеличения контура поверхности, лучшего захвата и удержания материала 38, попадающего в зону разрушения при сжатии 78. В этом варианте воплощения выступы также могут создавать напряжения сдвига из-за разницы скоростей между кожухом 22 и валком 28.

На фиг. 13 изображен вид в перспективе фрагмента варианта воплощения MRGM 20, иллюстрирующий дробление материала 38 (горной породы) в мельнице 20. Материал 38 может затем перемещаться по направлению к зоне разрушения при сжатии 78 и, поскольку кожух 22 и валок 28 вращаются, материал 38 сжимается между кожухом 22 и валком 28 по мере того, как зазор 72 между кожухом 22 и валком 28 уменьшается к зоне разрушения при сжатии 78. Как показано в варианте воплощения на фиг. 2, материал 38, меньший, чем выходные решетки (отверстия) 70, проходит через наружную поверхность 66 валка 28. Не выброшенный материал 38 может оставаться в MRGM 20 и возвращаться в зону разрушения при сжатии 78, откуда он в конечном итоге будет выброшен. Выброс может также происходить через щиток 40, как описано ранее.

В одном из вариантов воплощения, как показано на фиг. 1, щиток 40 может содержать открытую область, вследствие чего, горная порода, которая не проходит через отверстия 70, если они предусмотрены, может быть выброшена через отверстие 96 для выброса в направлении потока.

Кроме того, размер отверстий 70 в решетках кожуха 22 или бокового отверстия для выброса 96 может быть задан в соответствии с желаемой степенью дробления. Например, если необходимо, чтобы самый крупный измельчаемый материал 38 имел максимальный диаметр 50 мм, решетки 70 устройства должны иметь внутренний диаметр (ширину/длину) 50 мм. Кроме того, решетки 70 могут иметь разные размеры в других направлениях, например, отверстие может иметь ширину 50 мм и длину 150 мм, причем длина может быть расположена в направлении по окружности, вдоль внутренней поверхности наружного кожуха. Размер отверстия 70 также может быть выбран для снижения энергопотребления (поскольку имеется явное увеличение энергопотребления при относительно небольшом процентном изменении размера отверстия).

Одним из существенных недостатков известных измельчающих валков высокого давления (HPGR, high pressure grinding roll) и других дробильных мельниц является то, что материал часто заклинивается между щитком и одним или обоими валками. Во многих известных вариантах применения щиток статичен и не вращается вместе с кожухом 22, что является дополнительным фактором заклинивания материала между щитком и другими компонентами. Этот недостаток, по меньшей мере частично, устранен в настоящем изобретении, в котором щиток 40, в одном из вариантов, прикреплен к кожуху 22, либо неразъемно, либо с возможностью удаления, и вращается вместе с ним. Таким образом, щиток (щитки) 40 обычно удерживает материал 38 внутри камеры 24, и любой материал, который будет находиться напротив щитка 40 в зоне разрушения при сжатии 78, будет сжиматься в ней.

Одновалковая мельница, в которой использован валок без внешнего прижимного устройства, существенно снижает капитальные затраты, эксплуатационные расходы и упрощает конструкцию. Кроме того, валок без привода в такой конструкции также существенно снижает капитальные затраты, сложность

и эксплуатационные расходы. Несмотря на это, в предшествующем уровне техники не существует такой одновалковой мельницы с плавающим валком, вопреки многочисленным преимуществам, описанным в настоящем документе.

Хотя настоящее изобретение проиллюстрировано описанием нескольких вариантов воплощения и при том, что иллюстративные варианты воплощения описаны подробно, заявители не намерены сужать или каким-либо образом ограничивать объем прилагаемой формулы изобретения такими деталями. Дополнительные преимущества и изменения в объеме прилагаемой формулы изобретения будут очевидны для специалистов в данной области техники. Таким образом, раскрытое устройство и способ в их более широких аспектах не ограничиваются конкретными деталями, типичным устройством и способами, а также показанными и описанными иллюстративными примерами. Соответственно, могут быть сделаны отклонения от таких деталей без отхода от сущности или объема заявленной формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Одновалковая мельница для дробления горных пород (MRGM), содержащая кожух, имеющий камеру, имеющую цилиндрическую внутреннюю поверхность, причем по меньшей мере часть внутренней поверхности упомянутого кожуха содержит первое множество выступов, проходящих вдоль осевого направления упомянутого кожуха;
 - плавающий валок, расположенный внутри кожуха, причем упомянутый валок содержит цилиндрическую наружную поверхность, причем по меньшей мере часть наружной поверхности валка содержит второе множество выступов, проходящих вдоль осевого направления упомянутого валка;
 - причем кожух выполнен вращаемым вокруг оси кожуха, причем ось кожуха смещена относительно оси валка и параллельно ей;
 - при этом одновалковая мельница выполнена с возможностью приема материала в камеру через загрузочный желоб, а упомянутый материал измельчается посредством веса упомянутого валка без внешней системы давления в зоне разрушения, находящейся между внутренней поверхностью кожуха и наружной поверхностью валка, и при этом первое множество выступов и второе множество выступов проходят спирально в упомянутом осевом направлении упомянутого кожуха так, что определяют количество окружных проходов упомянутого материала через упомянутую зону разрушения.
2. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит выходные решетки, проходящие через кожух, позволяющие измельченному материалу проходить через него радиально наружу.
3. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что валок содержит объем твердых частиц и/или жидкости для увеличения веса упомянутого валка.
4. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что кожух выполнен с возможностью вращения с первой угловой скоростью, а валок выполнен с возможностью вращения со второй угловой скоростью, отличной от первой угловой скорости.
5. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что дополнительно содержит кольцевой щиток, скрепленный с боковой наружной частью кожуха по меньшей мере на одном поперечном конце кожуха и выполненный с возможностью вращения вместе с ним.
6. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что наружный диаметр валка составляет больше чем 0,2 от внутреннего диаметра кожуха.
7. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что первое множество выступов и второе множество выступов по существу ортогональны в упомянутой зоне разрушения.
8. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что первое множество выступов ответно по форме второму множеству выступов.
9. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что первое множество выступов и второе множество выступов формируют конфигурацию червячной передачи.
10. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что количество окружных проходов составляет по меньшей мере два.
11. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что упомянутый материал принимается на первом конце упомянутой камеры, и причем упомянутый материал выбрасывается из второго конца упомянутой камеры, противоположного упомянутому первому концу упомянутой камеры.
12. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что первое множество выступов является асимметричным по окружности.
13. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что по меньшей мере один из кожуха и/или валка имеет форму усеченного конуса в осевом направлении.
14. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что крутящий момент передается от кожуха к валку для осуществления вращения этого валка.
15. Одновалковая мельница по п.1, отличающаяся тем, что кожух и/или валок содержат закругленный край, выполненный с возможностью сохранения осевого положения валка внутри упомянутой камеры.

16. Способ измельчения материала в одновалковой мельнице для дробления горных пород, включающий в себя

перемещение упомянутого материала к камере кожуха через желоб, причем камера имеет цилиндрическую внутреннюю поверхность, причем по меньшей мере часть внутренней поверхности упомянутого кожуха содержит первое множество выступов, проходящих вдоль осевого направления упомянутого кожуха;

вращение кожуха вокруг оси кожуха;

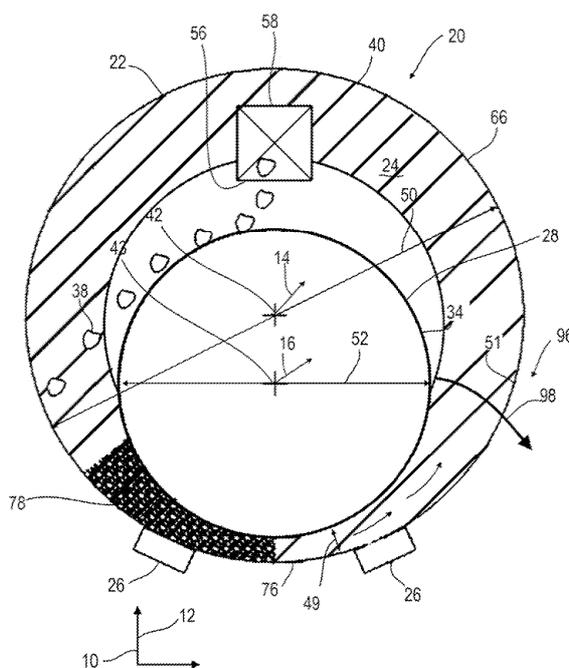
выполнение вращения валка, расположенного внутри упомянутой камеры, вокруг оси валка, причем упомянутый валок имеет цилиндрическую наружную поверхность, и упомянутая ось валка смещена от упомянутой оси кожуха и параллельна ей, причем по меньшей мере часть внешней поверхности валка содержит второе множество выступов, проходящих вдоль осевого направления упомянутого валка;

измельчение упомянутого материала, используя вес упомянутого валка без внешней системы давления в зоне разрушения, находящейся между внутренней поверхностью упомянутого кожуха и наружной поверхностью упомянутого валка, причем первое множество выступов и второе множество выступов проходят спирально в осевом направлении упомянутого кожуха так, что они определяют количество окружных проходов упомянутого материала через упомянутую зону разрушения.

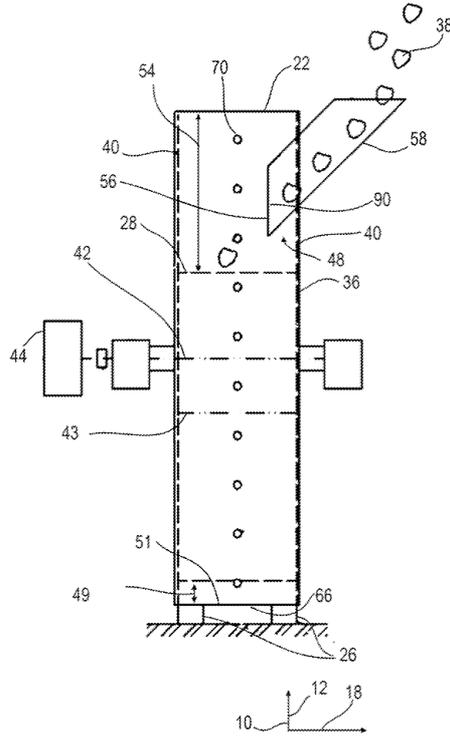
17. Способ по п.16, отличающийся тем, что дополнительно включает в себя добавление объема твердых частиц и/или жидкости к упомянутому валку для увеличения веса упомянутого валка.

18. Способ по п.16, отличающийся тем, что включает в себя передачу крутящего момента от кожуха к валку для осуществления вращения валка.

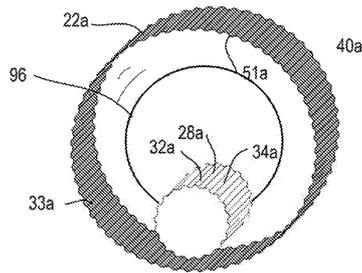
19. Способ по п.16, отличающийся тем, что кожух содержит выходные решетки, проходящие через кожух, чтобы обеспечить прохождение через него измельченного материала.



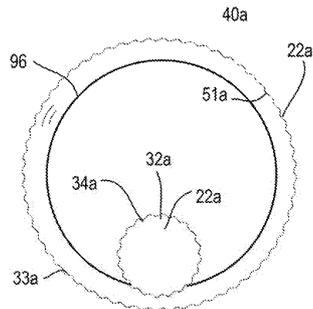
Фиг. 1



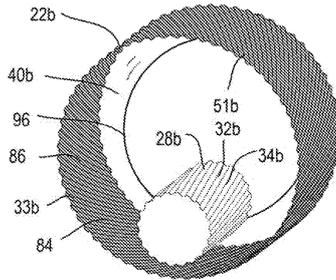
Фиг. 2



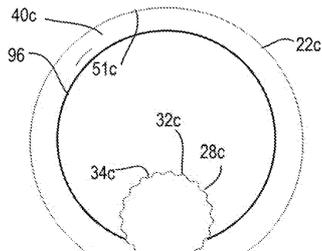
Фиг. 3



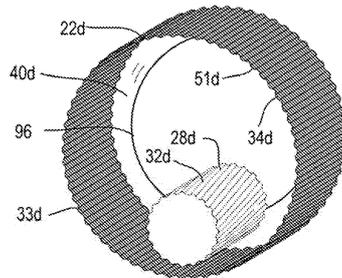
Фиг. 4



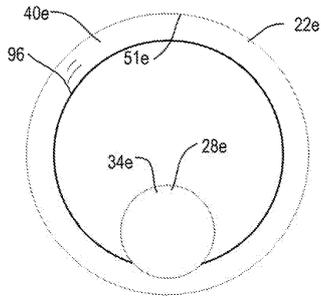
Фиг. 5



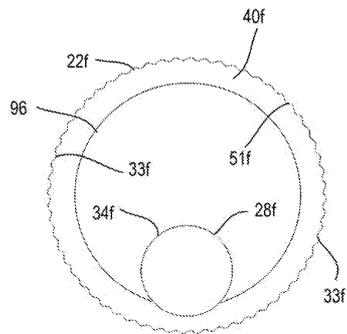
Фиг. 6



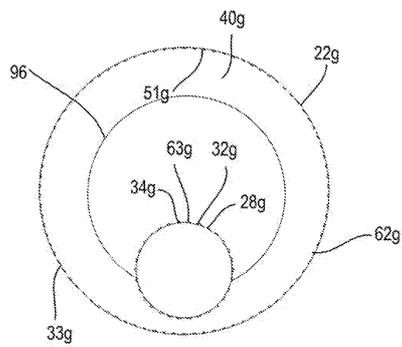
Фиг. 7



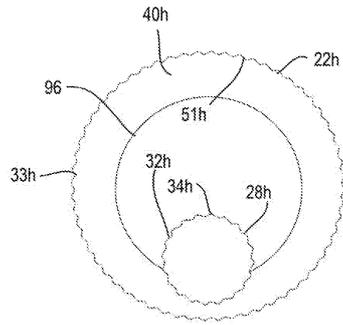
Фиг. 8



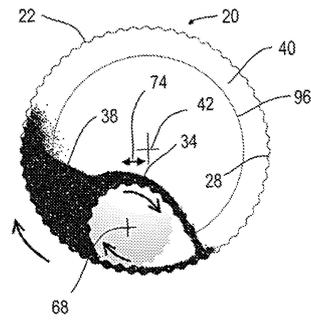
Фиг. 9



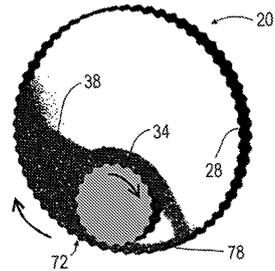
Фиг. 10



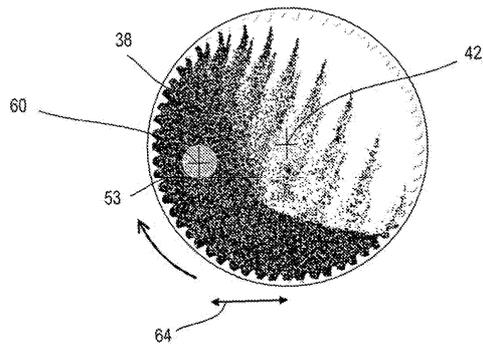
Фиг. 11



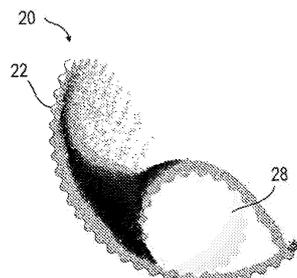
Фиг. 12



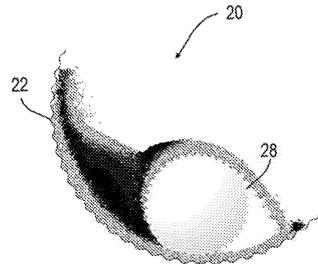
Фиг. 13



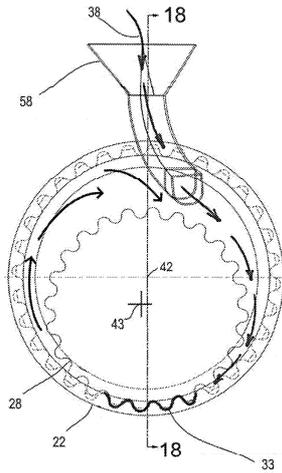
Фиг. 14



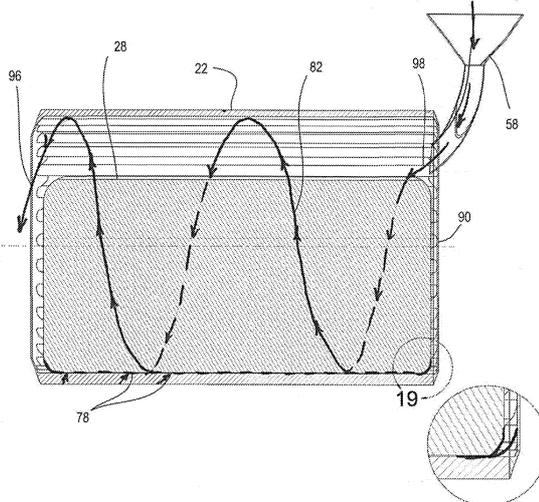
Фиг. 15



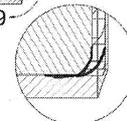
Фиг. 16



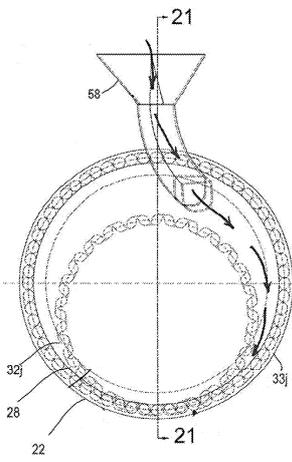
Фиг. 17



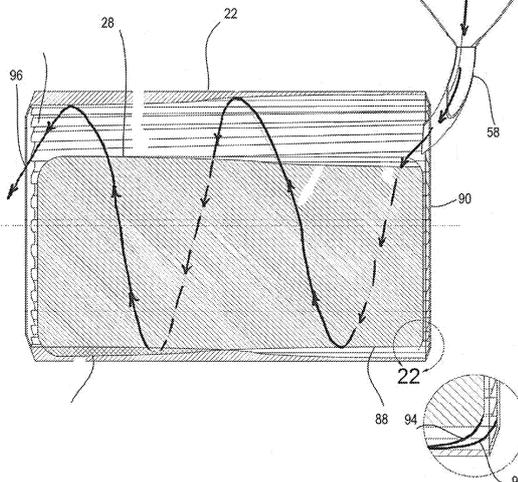
Фиг. 18



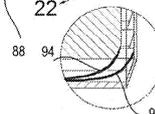
Фиг. 19



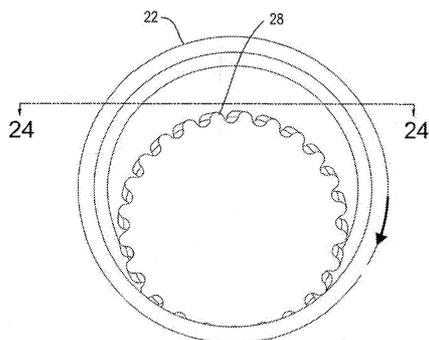
Фиг. 20



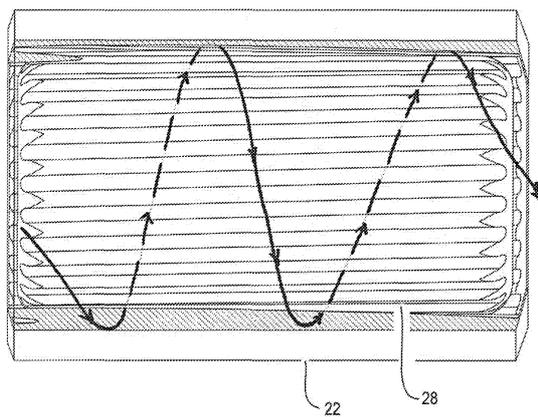
Фиг. 21



Фиг. 22



Фиг. 23



Фиг. 24