

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(21) 202191369 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2021.12.06

(51) Int. Cl. F03G 3/08 (2006.01)
H02K 7/02 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2019.11.11

(54) МАХОВИКОВОЕ УСТРОЙСТВО

(31) 1818393.9

(72) Изобретатель:

(32) 2018.11.12

Мерфи Гэри (GB)

(33) GB

(86) PCT/GB2019/053192

(74) Представитель:

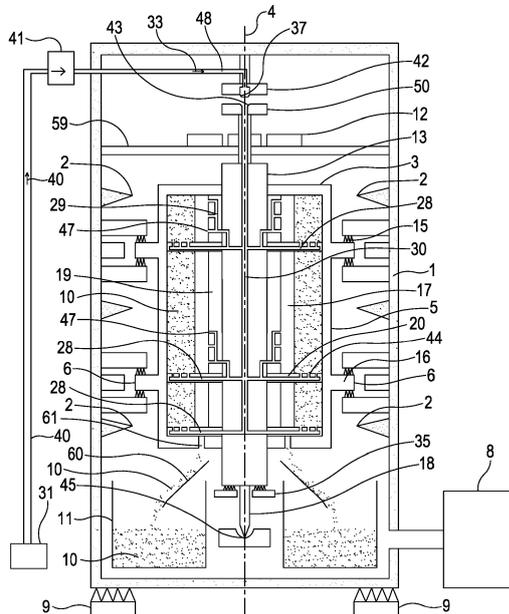
(87) WO 2020/099849 2020.05.22

Нагорных И.М. (RU)

(71) Заявитель:

ХЕПТРОН ИНТЕРНЕЙШНЛ
ЛИМИТЕД (GB)

(57) Маховиковое устройство содержит вал с неподвижно соединенным с ним маховиком. Маховик имеет по меньшей мере одну полость, и эта полость, по меньшей мере, частично заполнена материалом в виде частиц. Изобретение относится к секции для применения в таком маховиковом устройстве.



202191369 A1

202191369 A1

МАХОВИКОВОЕ УСТРОЙСТВО

В настоящее время предпринимается много усилий по преобразованию и хранению энергии для того, чтобы электричество могло стать доступным в нужное время и в нужном месте.

Одним способом хранения энергии, который разрабатывается в настоящее время, является маховиковая система хранения, содержащая маховик, использующий текучую среду для составления доли его массы. Проблема с маховиком данного типа заключается в том, что в ходе рабочего цикла текучая среда может испаряться и тем самым изменять вес маховика. Другая проблема с маховиком данного типа заключается в том, что при необходимости в маховике, содержащем текучую среду, и это имеет место в теплом климате, текучая среда не всегда может быть легко доступна или, если текучая среда доступна, то она может испаряться. Таким образом, существует необходимость в маховике, который был бы безопасен в использовании и эффективен в работе, а также мог бы быть сконструирован из легко доступных материалов.

В маховиковой системе хранения энергии количество кинетической энергии, которое может храниться во вращающемся маховике, зависит от нескольких факторов, но двумя основными факторами, которые определяют количество энергии, которое может храниться, являются, во-первых, скорость вращения маховика и, во-вторых, масса маховика.

Рабочий цикл маховиковой системы хранения энергии может быть разбит на три разных рабочих временных периода. Имеется, во-первых, временной период, когда энергия передается из одной формы энергии, такой как, например, электрическая энергия, в маховик для хранения в виде кинетической энергии, которую затем можно увидеть, как вращение маховика. Затем имеется временной период, когда энергия не передается в маховик и не передается из маховика за исключением потерь в пределах системы. Наконец, имеется временной период, когда энергия передается из маховика; она, как правило, преобразуется в электрическую энергию для использования потребителем. В ходе этих трех периодов рабочего цикла в пределах маховиковой системы хранения энергии могут возникнуть различные силы, напряжения и натяжения. Эти силы, напряжения и натяжения могут передаваться на и от опорных подшипников. Эти силы, напряжения и натяжения могут снизить срок службы маховиковой системы хранения энергии. Также могут быть различные

количества частиц или частиц и текучих сред в пределах частично полого маховика в различное время в ходе рабочего цикла; это означает, что на опорные подшипники будут воздействовать различные напряжения и натяжения в различные моменты времени рабочего цикла. Кроме того, если частицы или частицы и текучие среды неравномерно распределены по частично полному маховику, то маховик может быть неравномерно сбалансирован, что может привести к избыточным вибрациям, которые, в свою очередь, могут привести к разрушению частично полого маховика. Следовательно, для организации равномерного распределения частиц также существует необходимость в управляемой компьютером системе распределения, которая могла бы быть использована для доставки частиц или частиц и текучих сред в заранее вычисленное положение в пределах частично полого маховика.

Раскрытие сущности изобретения

Настоящее изобретение направлено на маховиковое устройство, содержащее вал с соединенным с ним маховиком, причем маховик содержит по меньшей мере одну полость, причем полость по меньшей мере частично заполнена материалом в виде частиц.

Поэтому представлена маховиковая система хранения энергии, которая является безопасной в работе, а также по меньшей мере доля ее массы состоит из материала в виде частиц или комбинации материала в виде частиц с текучей средой. В одной компоновке может быть желательным изменить массу маховика путем оснащения маховика впускным элементом, причем впускной элемент соединен с источником частиц; однако предпочтительно, чтобы частицы были обеспечены по меньшей мере в одной или каждой полости. Таким образом, массу маховика можно изменять путем регулировки количества частиц в пределах полости маховика, однако по меньшей мере некоторая часть маховика заранее заполнена частицами, которые не могут быть из него извлечены.

Следовательно, настоящее изобретение может обеспечивать маховиковое устройство, имеющее маховик, соединенный с центральным валом, и опорный механизм для него, причем маховик содержит по меньшей мере одну полость, в которой обеспечены частицы или которая заранее ими заполнена. По меньшей мере некоторая часть частиц может быть зафиксирована на месте или удерживаться в закрытой секции полости для предотвращения ее выхода из полости. Дополнительно или в качестве альтернативы, полость может иметь объем, больший чем тот, который

занимают частицы, для обеспечения возможности перемещения частиц в пределах полости, тем самым обеспечивая возможность перемещения их массы в ходе работы маховика. Поэтому по меньшей мере некоторая часть частиц может удерживаться в пределах полости и может предотвращаться ее выход из нее, или она может переходить между полостями, но не покидать маховик. Этот материал в виде частиц может быть заранее уложен в маховик или секции маховика перед постройкой маховика, или маховик может быть построен, а частицы затем введены перед работой или установкой маховика. Секции маховика могут быть выровнены рядами и столбцами вокруг центрального вала таким образом, что образуются два измерения, тем самым образуя набор соединенных секций маховика.

Маховиковое устройство может быть ориентировано таким, чтобы иметь ось вращения, которая по существу вертикальная или по существу горизонтальная, а центральный вал может поддерживаться магнитными подшипниками.

Предпочтительно, чтобы по меньшей мере одна перегородка проходила по существу радиально относительно вала и/или чтобы по меньшей мере одна перегородка проходила по существу параллельно оси вала. Обеспечение перегородок способствует балансировке и стабильности маховика, когда в нем обеспечены частицы, поскольку перегородки помогают управлять распределением, расположением и позиционированием частиц в пределах полости маховика. Несмотря на то, что в настоящем изобретении может быть использована одна полость, предпочтительно, чтобы в маховике использовалось множество полостей.

В резервуаре или емкости могут быть расположены дополнительные частицы, при этом частицы могут перемещаться из емкости в полость маховика. В одной компоновке частицы могут быть возвращены в резервуар из маховика, что может происходить в ходе третьей фазы рабочего цикла или в любое подходящее время, например, после того, как маховик больше не вращается. В одной компоновке резервуар является частью маховика, а частицы перемещаются из положения вблизи оси вращения в положение на расстоянии от нее.

Перемещение или поток материала в виде частиц может осуществляться посредством одного или более управляемых компьютером регулируемых клапанов, впускных элементов и/или выпускных элементов, которые могут быть использованы для безопасного управления потоком количества частиц из соседних секций маховика или резервуара в полости в пределах частично полого маховика.

Предпочтительно, по меньшей мере одна перегородка оснащена выпускным элементом для текучей среды, находящимся в соединении по текучей среде с полостью, и, более предпочтительно, в пределах перегородки может быть обеспечен канал для текучей среды, а выпускной элемент для текучей среды имеет по меньшей мере одно отверстие, проходящее через перегородку, для обеспечения возможности прохождения текучей среды из канала для текучей среды в полость маховика. Канал для текучей среды может быть обеспечен в пределах или с примыканием к валу, и этот канал для текучей среды находится в соединении по текучей среде с выпускным элементом для текучей среды. Для обеспечения более свободного потока частиц, может быть желательно обеспечить средство придания текучести для обеспечения перемещения частиц в настоящем изобретении с большей свободой. Оно может быть в форме текучей среды, в частности, газа, протекающей через частицы для придания им текучести.

Система хранения энергии согласно настоящему изобретению может обеспечить частицам возможность быть комбинированными с текучими средами или газами, такими как сжатый воздух, для придания частицам текучести, тем самым способствуя распределению и/или перемещению частиц в пределах полости маховика. Каналы, которые могут представлять собой трубки, проходы и/или тракты, могут быть использованы для обеспечения возможности перемещения текучей среды, такой как сжатый воздух, из компрессора по каналам к нижнему уровню накопленных частиц в пределах полости. Поэтому текучая среда, такая как сжатый воздух или газ, может быть направлена по трубкам или проходам, чтобы затем течь через материал в виде частиц, тем самым придавая частицам текучесть, чтобы они могли перемещаться более свободно, а также для распределения их количества более равномерно в пределах полости и более равномерно в пределах маховика. Предпочтительно, чтобы частицы могли перемещаться и циркулировать в пределах полости маховика при помощи движения текучей среды.

Предпочтительно, в или с примыканием к валу обеспечен канал для частиц для обеспечения возможности прохождения материала в виде частиц из резервуара в пределах маховика в полость маховика или между соседними секциями. Таким образом, вал маховика может быть использован для перемещения частиц в полость маховика, а центральный вал может иметь отверстия, проходы и/или тракты, а также впускные элементы и выпускные элементы к нему и из него, которые могут быть

использованы для перемещения и направления частиц. Отверстия, проходы и/или тракты могут быть обеспечены с примыканием к валу, например, они могут проходить вдоль его внешней поверхности, или они могут быть обеспечены в вале в форме проходящего через него канала.

Может быть множество каналов для частиц через вал или на нем, и частицы могут направляться и перемещаться в необходимый канал для частиц посредством выравнивающих сопел, которые могут быть использованы для точного направления частиц в правильный канал для частиц, который затем направит частицы в конкретное положение или место в пределах маховика. Ввиду того, что маховик предназначен для использования в вертикальном расположении, то есть вал является по существу вертикальным, при использовании для перемещения частиц через канал(ы) может использоваться гравитация. Поток частиц по каналам может помогать использование текучей среды, например, жидкости или сжатого воздуха/газа. Если используется одно или более сопел, то может быть опорное средство для удержания сопла(ел) на месте.

В одной компоновке в пределах полости обеспечен датчик для мониторинга материала в виде частиц в ней. Датчики могут быть использованы для обеспечения сигналов обратной связи компьютерной системе управления, так что компьютерная система управления может быть использована для определения, где в пределах полости находятся частицы в любой момент времени, когда маховик вращается или неподвижен. Полость может быть снабжена множеством датчиков и/или, если имеется множество полостей или секций полостей, в каждой секции или полости может быть обеспечен датчик для мониторинга частиц в них и для обратной связи для компьютерной системы управления. Информация может быть использована для определения, требуется ли изменение распределения частиц.

Предпочтительно, чтобы полость была снабжена выпускным элементом для обеспечения возможности удаления частиц из полости маховика. Выпускной элемент может иметь такую форму или может быть расположен под таким углом, чтобы направлять частицы обратно в резервуар или емкость, чтобы они могли быть использованы повторно.

В предпочтительной компоновке маховик имеет фланцы, содержащие магнитный элемент, и обеспечены опорные средства для магнитной стабилизации маховика. Использование магнитных подшипников обеспечивает возможность левитации маховика, тем самым снижая трение и повышая эффективность системы.

Кроме того, подшипники могут быть использованы для помощи в стабилизации маховика. На верху и/или в низу маховика может быть расположен подшипник для поддержания центрального вала на месте для обеспечения возможности его вращения. Может быть обеспечена регулируемая магнитная опора, которая может быть отрегулирована для приложения силы в направлении вверх, которая может снизить давление, прикладываемое к другим подшипникам, прикрепленным к маховику согласно настоящему изобретению.

Для поддержания баланса маховика согласно настоящему изобретению необходимо равномерное распределение количества частиц в пределах частично полого маховика, следовательно, для помощи в равномерном распределении частиц в пределах маховика согласно настоящему изобретению обеспечено средство вибрации, которое может быть использовано чтобы вызывать вибрацию маховика. Поэтому маховиковое устройство может также содержать управляемый компьютером вибрационный механизм и/или каналы придания текучести для помощи в равномерном распределении частиц в пределах маховика.

Маховиковое устройство может содержать одну или более заранее изготовленных секций, которые могут быть выполнены из композитных материалов и в которые может быть заранее уложено некоторое количество частиц. Заранее изготовленные секции могут быть скреплены вместе для образования внешней стенки маховика. В одной компоновке внешняя стенка маховика может быть построена из одной или более заранее изготовленных секций, в которые заранее уложено некоторое количество частиц перед соединением указанных заранее изготовленных секций вместе для образования внешней стенки маховика. Заранее уложенные частицы могут быть скреплены вместе или могут быть не скрепленными. Секции маховика могут быть разделены ступенями перегородок, в которых могут быть обеспечены отверстия для обеспечения возможности прохождения материала в виде частиц через них. Маховик и материал в виде частиц могут содержать легко доступные материалы, например, частицы могут содержать песок, который может быть легко доступен в местах с жарким климатом. Использование заранее изготовленных секций обеспечивает возможность простой транспортировки и сборки маховика для использования в настоящем изобретении.

Для помощи в балансировке маховика может быть предусмотрена комбинация заранее уложенных и удерживаемых частиц и дополнительных частиц или текучих сред, которые могут перемещаться в маховик в ходе рабочего цикла. В одной

компоновке доля массы маховика может содержать частицы, которые удерживаются в или на маховике и которые не покидают маховик, например, для перемещения в или из резервуара. Может происходить так, что частицы смещаются в ходе рабочего цикла в пределах заранее определенного объема.

Настоящее изобретение может обеспечивать возможность управления и регулировки расположения доли массы частично полого маховика путем регулировки местоположения и/или количества частиц в нем, и при этом баланс маховика может поддерживаться и улучшаться за счет расположения и/или повторного расположения частиц в пределах маховика.

Материал в виде частиц может содержать песок, пластики, металлические частицы, соль или любые другие гранулированные частицы.

Настоящее изобретение может включать в себя управляемую компьютером систему распределения для управляемого перемещения частиц или частиц и текучих сред в пределах системы хранения энергии с частично полым маховиком, содержащей частицы или частицы и текучие среды. Кроме того, система может быть использована для помощи в балансировке, вибрации и общей производительности частично полого маховика, содержащего частицы или частицы и текучие среды. Компьютерная система управления может вычислять куда и когда направить доставку количества частиц или комбинации частиц и текучих сред в пределы полости маховика для поддержания равномерного распределения массы и, таким образом, снижения риска дисбаланса маховика. Перемещение частиц может осуществляться за счет использования клапанов, каналов, дверец, заслонок и других механизмов в пределах маховика.

Может быть предусмотрено, что маховик соединен, предпочтительно, неподвижно соединен с центральным валом таким образом, что маховик и вал вращаются вместе. Маховик также может быть соединен посредством опоры, такой как тросы, проволоки, пластины, перегородки или другие средства соединения. Опора может проходить от положения на или прилегающей к периферии маховика к валу.

Вал маховикового устройства может поддерживаться посредством конфигурации штырь-и-выемка, при этом штырь находится в вале или опорной секции, а выемка находится на другом из вала или опорной секции. Таким образом, штырь может быть обеспечен на вале или выемка может быть предусмотрена на вале и соответствующем элементе. Когда маховик согласно настоящему изобретению

левитирует на магнитных полях, в верхней или нижней части маховика может быть расположен центрирующий штырь для помощи в позиционировании маховика по горизонтали и по вертикали. Когда маховик согласно настоящему изобретению левитирует на магнитных полях, в верхней или нижней части маховика может быть расположен центрирующий штырь для помощи в поддержании положения маховика вокруг фиксированной центральной оси вращения. Электрический сигнал может проходить через конфигурацию штырь-и-выемка для мониторинга местоположения маховика относительно опоры и любых используемых магнитных подшипников. При обнаружении или потере сигнала шаговый двигатель может отрегулировать местоположение маховика для регулировки его положения.

Может быть обеспечен регулируемый магнитный опорный механизм, который может быть расположен на вершине маховика. Магнитный опорный механизм может быть отрегулирован компьютерным средством управления в положение, в котором при комбинации с магнитными полями в пределах композитных стенок маховика, взаимодействующими с опорным механизмом, маховик может левитировать. Регулируемый магнитный опорный механизм может быть расположен концентрически вокруг оси вращения. Регулируемый магнитный опорный механизм может содержать средство соединения, которое может быть использовано для помощи в перемещении текучей среды или газа к центральному валу.

Маховик маховикового устройства может быть по меньшей мере частично выполнен из композитных материалов, а композитные материалы могут включать в себя магнитные материалы. Например, внешние стенки маховика или части, примыкающие к ним, могут содержать магнитные композитные материалы. Такие магнитные области обеспечивают маховику возможность левитировать при больших массах при использовании магнитных опор или подшипников. Ввиду того, что радиальное расстояние от центральной оси вращения маховика увеличивается, также увеличивается и расстояние по периметру внешней стенки маховика. В результате, чем больше периферия или периметр маховика, чем больше площадь, доступная для расположения магнитных элементов, и чем больше площадь, покрытая магнитными элементами, тем больше масса, которая может поддерживаться с использованием магнитных опор и/или подшипников. Исходя из этого, в пределах внешней стенки частично полого маховика может быть расположен вертикальный набор магнитных полей, при этом в маховиковом устройстве предусмотрен набор соответствующих опор или подшипников для магнитного поддержания маховика.

Для управления потоком частиц и/или текучей среды через маховик и маховиковое устройство может быть обеспечена система клапанов, таких как соленоидные клапаны, затворы и/или поршни, которыми может управлять компьютерная система управления для координированной работы. Некоторые или все каналы могут быть снабжены такими системами управления. Может быть так, что система может быть использована для обеспечения небольших отдельных струй текучей среды, например, сжатого воздуха для способствования потоку частиц из одного или более сопел в одну или более полостей в пределах маховика или маховикового устройства.

Возможно, что в ходе работы частицы могут быть распределены неравномерно, что может привести к дисбалансу маховика, тем самым приводя к избыточным вибрациям. Исходя из этого, маховиковое устройство может содержать вибрационный механизм и/или механизм придания текучести, который может быть использован чтобы вызывать вибрацию или встряхивание маховика во время вращения или в неподвижном состоянии.

В пределах стенок маховика или в любом месте в устройстве, например, полостях и/или вале, могут быть расположены датчики для мониторинга сил, действующих в пределах системы. В связи с этим может быть использована компьютерная система управления для приема входных сигналов от датчиков, и компьютерная система управления может обрабатывать входные сигналы, а затем обеспечивать выходные сигналы для управления и координирования ряда регулируемых устройств управления, которые могут быть использованы для управления скоростью вращения маховика и/или вибрационного механизма. В дополнение или в качестве альтернативы, компьютерная система управления может управлять потоком частиц, входящим в или выходящим из полости маховика, или самим маховиком, и она может управлять потоком текучей среды или газа по каналам, что может помочь в придании частицам текучести.

Маховик может быть оснащен средством вибрации чтобы вызывать вибрацию маховика, и это средство вибрации может содержать управляемый компьютером вибрационный механизм и/или каналы придания текучести для помощи в равномерном распределении частиц в пределах маховика. Использование каналов придания текучести и/или механизма для вызова вибрации частиц обеспечивает то, что частицы становятся текучими в пределах полости. Это способствует обеспечению балансировки маховика и тому, что частицы могут быть распределены равномерно в

пределах полости, тем самым снижая риск повреждения маховикового устройства, а также улучшая вращение маховика.

В настоящем изобретении представлена секция маховика, содержащая полость, которая по меньшей мере частично заполнена частицами. Предпочтительно, секция маховика содержит по меньшей мере одну боковую стенку, а также внешнюю сторону и внутреннюю полость, причем по меньшей мере одна боковая стенка снабжена частью соединительного механизма для соединения со второй секцией маховика. Это обеспечивает возможность по меньшей мере частичного предварительного заполнения секций маховика частицами и последующего их скрепления вместе для образования маховика маховикового устройства, описанного в настоящем документе. Соединительный механизм может быть в форме плоской поверхности для обеспечения возможности скрепления смежных секций маховика вместе, или он может быть в форме крючка с петлей или выемки/прорези и выступа для механического соединения секций маховика вместе. Такая компоновка обеспечивает возможность предварительного изготовления секций маховика, а затем транспортировки к месту для сборки.

Маховиковое устройство может быть расположено в пределах вмещающего сосуда. Одна цель вмещающего сосуда заключается в обеспечении среды, в которой может быть пониженное атмосферное давление, путем использования вакуумного насоса для понижения давления в пределах вмещающего сосуда. Несмотря на то, что могут иметь место ситуации, в которых необходимо хранение энергии лишь в течение очень короткого периода, в случае чего маховиковое устройство может быть построено без вмещающего сосуда или при атмосферном давлении, обеспечение вмещающего сосуда является предпочтительным, в частности, поскольку вмещающий сосуд может быть использован для удержания обломков и частиц в случае поломки конструкции маховика или маховикового устройства.

Исходя из этого, в настоящем документе раскрыт разрушающий вмещающий сосуд, содержащий внешнюю стенку, из которой проходят выступающие вовнутрь разрушающие выступы или зубцы. Использование разрушающего вмещающего сосуда обеспечивает возможность разрушения устройства в случае поломки и более быстрого и надежного рассеивания энергии посредством разбития маховика. Выступы могут иметь жесткость, которая превышает жесткость материала, из которого построен маховик, так что если он станет нестабилен и система сломается, маховик

будет разорван на части выступами вмещающего сосуда, что быстро рассеет кинетическую энергию более локализованным образом.

Предпочтительно, конец выступа, который является дальним относительно стенки вмещающего сосуда, имеет поперечное сечение, которое меньше чем таковое конца выступа, который является ближним относительно стенки вмещающего сосуда, к которой он прикреплен. Использование сходящегося, скошенного и/или уменьшающегося сечения для выступа обеспечивает возможность его более быстрого проникновения в маховик.

Краткое описание чертежей

Далее будут описаны варианты реализации настоящего изобретения, чтобы более ясно показать, каким образом оно может быть реализовано, со ссылкой на сопроводительные чертежи, на которых:

на Фигуре 1 показано устройство в соответствии с настоящим изобретением;

на Фигуре 2 показан более подробный вид центрального вала и маховика в соответствии с настоящим изобретением;

на Фигуре 3 показана компоновка канала для текучей среды в соответствии с настоящим изобретением;

на Фигуре 4 показан вмещающий сосуд, в котором находится маховик, в соответствии с настоящим изобретением;

на Фигуре 5 показана еще одна компоновка канала для текучей среды в соответствии с настоящим изобретением;

на Фигуре 6 показан магнитный композитный маховик и магнитные подшипники в соответствии с настоящим изобретением;

на Фигуре 7 показана внешняя стенка маховика в соответствии с настоящим изобретением;

на Фигуре 8 показана компоновка, в которой двигатель, генератор или турбина может быть соединена с маховиковым устройством в соответствии с настоящим изобретением;

на Фигуре 9 показан схематический вид маховикового устройства с горизонтальной осью в соответствии с настоящим изобретением;

на Фигуре 10 изображен вид в перспективе маховикового устройства, изображенного на Фигуре 9;

на Фигуре 11 показан маховик в соответствии с настоящим изобретением;

на Фигуре 12 показан вид в перспективе маховика, изображенного на Фигуре 10, с удаленными внутренними элементами; и

на Фигуре 13 изображен вид в перспективе секции маховика, изображенного на Фигуре 12.

На Фигурах 1-8 показан маховик 3, который заключен внутри вмещающего сосуда 1. Маховик 3 имеет внешнюю стенку 5 и полость 17, расположенную между внешней стенкой 5 и центральной осью вращения 4 маховика 3. Маховик 3 прикреплен к центральному валу 13 таким образом, что вращение центрального вала 13 вращает маховик 3.

Маховик 3 оснащен вертикальными перегородками 19 и горизонтальными перегородками 20, при этом первые проходят по существу параллельно центральному валу 13, а последние проходят по существу радиально от него. Центральный вал 13 имеет множество проходов или каналов для частиц 25, которые обеспечивают возможность прохождения частиц через него. Впускные элементы 26 для проходов оснащены вводящими соплами Y-образной формы 32, которые обеспечивают возможность входа частиц 10 и сжатого воздуха 33. Частицы 10 проходят через сопла 32 в проходы 25 и выходят из проходов 25 через выпускные элементы 27, которые ведут в полость 17 маховика 3.

Центральный вал 13 дополнительно снабжен множеством проходов для текучей среды или каналов для текучей среды 30, которые проходят через центральный вал 13 и проходят в вертикальные перегородки 19 и горизонтальные перегородки 20 и выходят из них на выпускных элементах вертикальных перегородок 49 и выпускных элементах горизонтальных перегородок 44. С соединительной трубкой 40 соединен компрессор 34, который подает сжатый газ 33 через регулируемое воздушное соединение 37 и уплотнение 38. Нижний конец центрального вала 13 оснащен штырем 18, который посажен в центрирующей выемке 45.

Центральный вал 13 маховика 3 может поддерживаться магнитными подшипниками 12 в верхней и нижней части центрального вала 13. Магнитные подшипники 12, поддерживающие маховик 3, могут быть использованы для стабилизации маховика 3 от перемещения в горизонтальном направлении и в вертикальном направлении. Для большего поддержания маховика 3 маховик 3 имеет фланцы 16, которые выполнены из магнитных композитных материалов 6, которые проходят в выемку магнитного стабилизирующего элемента на внутренней стенке

вмещающего сосуда 1. Магнитное взаимодействие между стабилизирующими элементами и фланцами 16 маховика 3 больше способствуют поддержанию больших масс, чем одно магнитное поле 15, в вертикальном направлении.

Полости 17 снабжены датчиками 22 для мониторинга массы частиц в них и сил в полости 17. Информация подается обратно в компьютерную систему управления 24, которая затем управляет скоростью вращения и потоком материала в виде частиц для балансировки маховика. В дополнение или в качестве альтернативы, могут быть использованы датчики, например, акселерометр, для мониторинга вращения и баланса маховика. Датчики, такие как акселерометр и датчики 22, могут быть соединены с компьютерным средством управления 24 посредством электропроводов или беспроводным образом, например, посредством беспроводных передатчиков ближнего действия. Компьютерная система управления 24 может использовать сигнал от датчиков и сигналы из центрирующей выемки 45 для штыря для определения, где в пределах маховика 3 было бы наиболее подходящее положение для внесения частиц 10, для поддержания или улучшения баланса вращающегося маховика 3.

Частицы 10 могут входить в центральный вал 13 через впускные элементы 26 из одного или более сопел 32 с помощью гравитации. Затем частицы 10 могут падать из сопел 32 во впускные элементы 26 центрального вала, где они продолжают проходить через проходы 25 вновь под действием гравитации и центробежных сил. Затем частицы 10 выходят из центрального вала 13 через выпускные элементы 27, где центробежные силы поддерживают перемещение частиц 10 до тех пор, пока частицы 10 не остановятся в полостях 17 вблизи внешней стенки 5 маховика.

В качестве альтернативы или в дополнение, частицы 10 могут входить в центральный вал 13 через впускные элементы 26 из одного или более сопел 32 под действием сжатой текучей среды 33. Частицы и сжатая текучая среда 33 объединяются в сопле Y-образной формы 32, так что частицы 10 входят в центральный вал 13 с достаточной силой, чтобы обеспечить возможность прохождения частиц 10 через центральный вал 13 и выхода из выпускных элементов 27, продолжая проходить до тех пор, пока частицы 10 не остановятся в полостях 17 вблизи внешней стенки 5 маховика. Возможно чтобы частицы 10 и сжатый газ 33 были объединены в удаленном месте перед тем, как они достигнут сопла 32.

Вмещающий сосуд 1 имеет один или более разрушающих выступов 2, направленных вовнутрь. Вмещающий сосуд 1 используется не только для того, чтобы

содержать в себе маховик 3 при нормальных рабочих условиях, но также и для случая поломки конструкции маховика 3. Таким образом, вмещающий сосуд 1 может быть использован для помощи в разрушении вращающегося маховика 3 и локализации этого в пределах вмещающего сосуда 1. При возникновении поломки конструкции маховика 3 все компоненты, используемые в его конструкции, остаются в пределах вмещающего сосуда 1. В случае поломки маховика 3, в ходе которой маховик 3 становится открепленным от центрального вала 13, может быть необходимо высвободить накопленную энергию в безвредной форме настолько быстро, насколько это возможно. Следовательно, выступы 2 оболочки предусмотрены для обеспечения возможности разбития отсоединенного маховика 3, при этом они выполнены из материалов, таких как сталь, которые прочнее, чем композитные материалы маховика 3. Разрушающие выступы 2 могут содержать шипы 7 для помощи в разрушении маховика 3 для рассеивания кинетической энергии. Выступы 2 сконструированы таким образом, чтобы воздействовать на массу маховика 3 для концентрации на очень малом разрушающем выступе 2, тем самым прикладывая большие разрушающие силы к композитному материалу 6. Таким образом разрушение маховика 3 и рассеивание накопленной энергии может безопасным образом происходить в пределах вмещающего сосуда 1.

Вмещающий сосуд 1 может быть прикреплен к вакуумному насосу 8, который может быть использован для отвода некоторой и большей части, возможно всего, воздуха изнутри оболочки 1, тем самым снижая давление внутри и, следовательно, уменьшая потери энергии, вызываемые турбулентностью от вращающегося маховика 3. В дополнение или в качестве альтернативы, вмещающий сосуд 1 может быть прикреплен к средству вибрации 9, при этом средство вибрации 9 выполнено с возможностью встряхивания вмещающего сосуда 1, который в свою очередь встряхивает маховик 3, содержащий частицы 10. Управляемая вибрация может быть использована для способствования равномерному распределению частиц 10 в пределах полости 17 маховика 3. В дополнение или в качестве альтернативы, средство вибрации 39 может быть прикреплено к маховику 3. Время работы средства вибрации 9 и/или средства вибрации 35 определяется компьютерным средством управления 24 после обработки сигналов, принятых от датчиков обратной связи 22 и/или датчиков 23, а также других датчиков в пределах маховика согласно настоящему изобретению.

Средство вибрации 35 расположено вблизи маховика 3, и средство вибрации 35 представляет собой электромагнитное устройство, управляемое компьютерным

средством управления 24. Когда на электромагнитное устройство 35 идет подача электрического тока может быть создано магнитное поле для притягивания или отталкивания магнитного компонента 46, который физически прикреплен к конструкции маховика 3. Компьютерное средство управления 24 может быть использовано для изменения значения электрической мощности, подаваемой на средство вибрации 35, чтобы увеличивать или уменьшать силу магнитного поля и тем самым поднимать и отпускать маховик 3, вызывая вибрацию маховика 3 и частиц 10, тем самым способствуя равномерному распределению частиц 10 в пределах маховика 3. Средство вибрации может представлять собой пневматический или гидравлический поршень.

В пределах вмещающего сосуда 1 расположен резервуар 11, который используется для удержания запаса частиц 10. Частицы могут перемещаться из резервуара 11 посредством транспортеров и/или насосов.

Компрессор 34 предусмотрен для подачи сжатого газа 33, и сжатый газ проходит через соединительные трубки 40 к управляющему газовому клапану 41. Управляющий клапан 41 включается или выключается в соответствующий момент времени посредством электрических сигналов от компьютерного средства управления 24. Соответствующий момент времени определяется компьютерным средством управления 24 после обработки электрических сигналов, принятых от средств датчика 22 и средств акселерометра 23, которые расположены по маховику 3. Текущая среда или сжатый газ 33 может перемещаться от компрессора 34 по проходам 30 в центральном вале 13 и проходам 28 в горизонтальных перегородках 20 и проходам 29 в вертикальных перегородках 19. Затем сжатый газ 33 перемещается через маховик 3 к нижней части накопленных частиц 10 и проходит через частицы 10, тем самым придавая частицам 10 текучесть, повышая их способность течь. Действие, вызываемое прохождением воздуха или газа через частицы 10, обеспечивает повышенную текучесть и движение в частицах 10. Таким образом, когда частицы 10 относительно свободны, чтобы двигаться, а центральный вал 13 вращается, центробежные силы способствуют перемещению частиц 10 в направлении внешней стенки 5 маховика 3. Частицам придается текучесть для способствования движению частиц 10 в пределах маховика 3.

Как только сжатый воздух или газ перемещен в центральный вал 13, регулируемое средство подсоединения воздуха или газа 37 может быть отсоединено, чтобы дать маховику 3 вращаться беспрепятственно. Регулируемое средство

подсоединения воздуха или газа 37 может быть оснащено уплотнением 38 для предотвращения потери давления сжатого воздуха или газа.

Компьютерное средство управления 24 может быть использовано для координированного управления комбинации сжатого воздуха или газа 33, проходящей через частицы 10, одновременно с вибрацией маховика 3, а центробежные силы частиц 10, которые вращаются вокруг центральной оси вращения 4, обеспечивают ситуацию, при которой частицы 10 в пределах маховика 3 могут быть равномерно распределены по всем полостям 17 частично полого маховика 3 согласно настоящему изобретению.

Маховик 3 снабжен нижним отверстием 61, которое может быть закрыто для удержания материала в виде частиц в пределах полости или открыто для обеспечения возможности выхода материала в виде частиц из маховика, что может быть особенно важно при замедлении маховика. Подобным образом горизонтальные перегородки 20 могут быть снабжены дверцами или отверстиями для обеспечения возможности движения материала в виде частиц к более низкому уровню, в конечном итоге проходя на уровень дна для покидания маховика 3 через нижнее отверстие 61. Под нижним отверстием 61 предусмотрен лоток возврата частиц 60 для направления частиц обратно в резервуар 11. Нижнее отверстие 61 может быть оснащено закрываемой дверцей или клапаном для обеспечения возможности его открытия и закрытия.

На Фигуре 7 показаны заранее изготовленные секции маховика 65, которые содержат опорное средство 62, которое создает полости в стенке маховика для удержания некоторого количества частиц 10. Стороны 63 секции 65 сцеплены со сторонами 63 соседних секций 65 для образования внешней стенки 5 маховика 3.

Как показано на Фигуре 8, к маховику 3 может быть прикреплен двигатель 51 с помощью управляемой муфты, двигатель используется для преобразования электрической энергии в энергию вращения, которая может быть использована для вращения маховика 3. Когда управляемая муфта 55 находится в зацеплении, электрическая энергия, подаваемая на двигатель 51, может быть использована для приведения в действие и вращения маховика 3. Компьютерное средство управления может быть использовано для управления скоростью и направлением двигателя, а также координирования добавления частиц в полость 17 маховика 3.

На Фигуре 8 также показано, каким образом двигатель 58 может быть расположен удаленно относительно маховика 3. Двигатель 58 может быть использован для приведения в действие турбины 56, а давление, создаваемое внутри турбины 56, может быть использовано для передачи энергии посредством давления текучих сред, причем одна турбина 56 используется для перемещения текучих сред для приведения в действие другой турбины 54, и причем турбина 54 может быть использована для приведения в действие маховика 3.

Генератор 58 может быть прикреплен к маховику 3 с помощью управляемой муфты 55. Когда управляемая муфта 55 находится в зацеплении, кинетическая энергия, хранящаяся во вращающемся маховике 3, может быть передана через центральный вал 13 и через управляемую муфту 55 на приводной вал электрического генератора 58. Генератор используется для преобразования кинетической энергии, хранящейся в маховике в электрическую энергию, а кинетическая энергия может быть передана через энергию вращения от маховика на генератор.

Турбина 54 может быть прикреплена к маховику 3 с помощью управляемой муфты 55. Когда управляемая муфта 55 находится в зацеплении, кинетическая энергия, хранящаяся во вращающемся маховике 3, может быть передана через центральный приводной вал 13 и через управляемую муфту 55 на приводной вал турбины 54, который, в свою очередь, может быть соединен с другой турбиной 56, расположенной удаленно относительно маховика 3. Турбина может быть непосредственно соединена с электрическим генератором 57, который также может быть расположен удаленно относительно маховика 3, для возможного использования для передачи энергии в или от маховика согласно настоящему изобретению. Для соединения или отсоединения центрального приводного вала маховика с приводным валом двигателя, генератора или турбины может быть предусмотрен механизм сцепления.

Когда энергия доступна для хранения в маховике согласно настоящему изобретению, то управляемой муфтой 55 управляют посредством сигналов от компьютерного средства управления, и затем управляемая муфта сцепляет центральный вал маховика с приводным валом двигателя 51. При подаче электрической энергии на двигатель 51 двигатель вращается и зацепление приводного вала двигателя с приводным валом маховика увеличивает скорость маховика. Компьютерное средство управления 24 принимает сигналы от датчиков, которые расположены для измерения скорости вращения маховика и сил в нем. Когда

маховик вращается с заранее заданной скоростью, компьютерное средство управления 24 выдает сигналы для активации клапанов 41, чтобы тем самым обеспечить возможность перемещения частиц из резервуара к вводящим соплам 32.

На Фигурах 9 и 10 показано маховиковое устройство с горизонтальной осью, при этом маховик содержит радиально проходящие перегородки или опоры 70, которые соединяют центральный вал 71 со внешней стенкой маховика 5. Штырь 18 расположен в выемке, а магнитные подшипники 73 используются для снижения трения на маховике, когда он вращается. Предусмотрен двигатель, генератор или турбина 72, съемным образом соединенный с маховиком посредством управляемой муфты 55. Устройство содержится внутри разрушаемой емкости 1.

Могут быть предусмотрены дверцы, которые могут быть использованы для выпуска частиц изнутри маховика. Например, маховик может быть оснащен дверцами экстренного выпуска для выпуска частиц изнутри полости маховика 3. Дверцы экстренного выпуска могут быть оснащены захватывающими устройствами, которые обеспечивают возможность открытия или снятия дверец 52, если дверцы вступили в контакт с разрушающими выступами 2. Это обеспечивает возможность быстрого выпуска частиц в радиальном направлении.

На Фигурах 11-13 показан заранее изготовленный маховик 3, который сконструирован из множества секций 65, скрепленных друг с другом. Секции 65 соединены таким образом, что боковые стенки 63 соединены с боковыми стенками 63 соседних секций 65. По меньшей мере некоторые, но, предпочтительно, все, секции снабжены полостями 17, в которых могут быть размещены частицы.

Сразу после соединения секций 65 друг с другом маховик 3 имеет фиксированную массу несмотря на то, что частицы 10 могут перемещаться в пределах полости и могут проходить через каналы или отверстия (не показаны) для прохождения в соседние полости 65. Такая компоновка обеспечивает возможность упрощения маховика 3 без необходимости во впускном элементе, через который частицы могут проходить в маховик 3. При необходимости расширения маховика 3 к имеющейся компоновке могут быть добавлены дополнительные секции 65. Внешняя поверхность секций 65 содержит внешнюю стенку 5 маховика 3.

Электрическая энергия может быть получена из генераторов возобновляемой энергии, таких как, например, фотоэлектрические солнечные панели, ветряные

турбины, водяные турбины. Электрическая энергия также может быть получена из других форм выработки электрической энергии, таких как, например, турбины на угле или газе. Вне зависимости от формы выработки электрической энергии, используемой для подачи электрической энергии на маховик для хранения энергии согласно настоящему изобретению, результат является одинаковым ввиду того, что электрическая энергия используется для приведения в действие двигателя или турбины, который затем соединен с маховиком согласно настоящему изобретению, через управляемую муфту, которая может быть использована для сцепления или расцепления приводного вала двигателя с центральным вращающимся приводным валом маховика. Энергия может быть получена из любого источника и может быть передана из таких источников без электрического соединения. Энергия может быть передана с использованием давления текучих сред для приведения в действие турбин.

В устройстве согласно настоящему изобретению может быть размещен подшипник на обоих концах маховика, когда центральная ось вращения находится на горизонтальной или по существу горизонтальной оси.

Один или более признаков одного варианта реализации, описанного в настоящем документе, может быть включен в любой другой вариант реализации, описанный в настоящем документе. Например, признаки, описанные в настоящем документе, которые относятся к маховикам с вертикальной осью, могут быть включены в маховик с горизонтальной осью, например, датчики, предусмотренные в или на маховике и/или компьютерная система управления. Подобным образом признаки маховика с горизонтальной осью могут быть включены в маховик с вертикальной осью. Например, может иметь место необходимость в регулировке перемещения и/или потока частиц в соответствии с ориентацией маховика.

Нефункциональные секции без полостей, содержащих частицы, могут быть использованы для балансировки маховика. Эти нефункциональные секции могут быть полыми или цельными в зависимости от требований и они могут соответствовать соседним секциям маховика, заполненным частицами.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Маховиковое устройство, содержащее вал с неподвижно соединенным с ним маховиком, при этом маховик содержит по меньшей мере одну полость, причем полость по меньшей мере частично заполнена материалом в виде частиц.

2. Маховиковое устройство по п. 1, в котором по меньшей мере одна перегородка проходит по существу радиально относительно вала для по меньшей мере частичного разделения полости.

3. Маховиковое устройство по п. 1 или п. 2, в котором по меньшей мере одна перегородка проходит по существу параллельно оси вала.

4. Маховиковое устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором маховик содержит множество содержащих частицы секций, которые соединены друг с другом, каждая секция содержит по меньшей мере одну полость.

5. Маховиковое устройство по п. 4, в котором смежные секции находятся в соединении по текучей среде друг с другом для обеспечения возможности прохождения частиц между секциями.

6. Маховиковое устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором в маховике обеспечен канал для текучей среды, и канал для текучей среды имеет выпускной элемент, который содержит по меньшей мере одно отверстие для обеспечения возможности прохождения текучей среды из канала для текучей среды в упомянутую или каждую полость.

7. Маховиковое устройство по п. 6, в котором канал для текучей среды обеспечен в пределах или примыкает к валу, и этот канал для текучей среды находится в соединении по текучей среде с выпускным элементом для текучей среды.

8. Маховиковое устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором в пределах полости обеспечен датчик для мониторинга материала в виде частиц в ней.

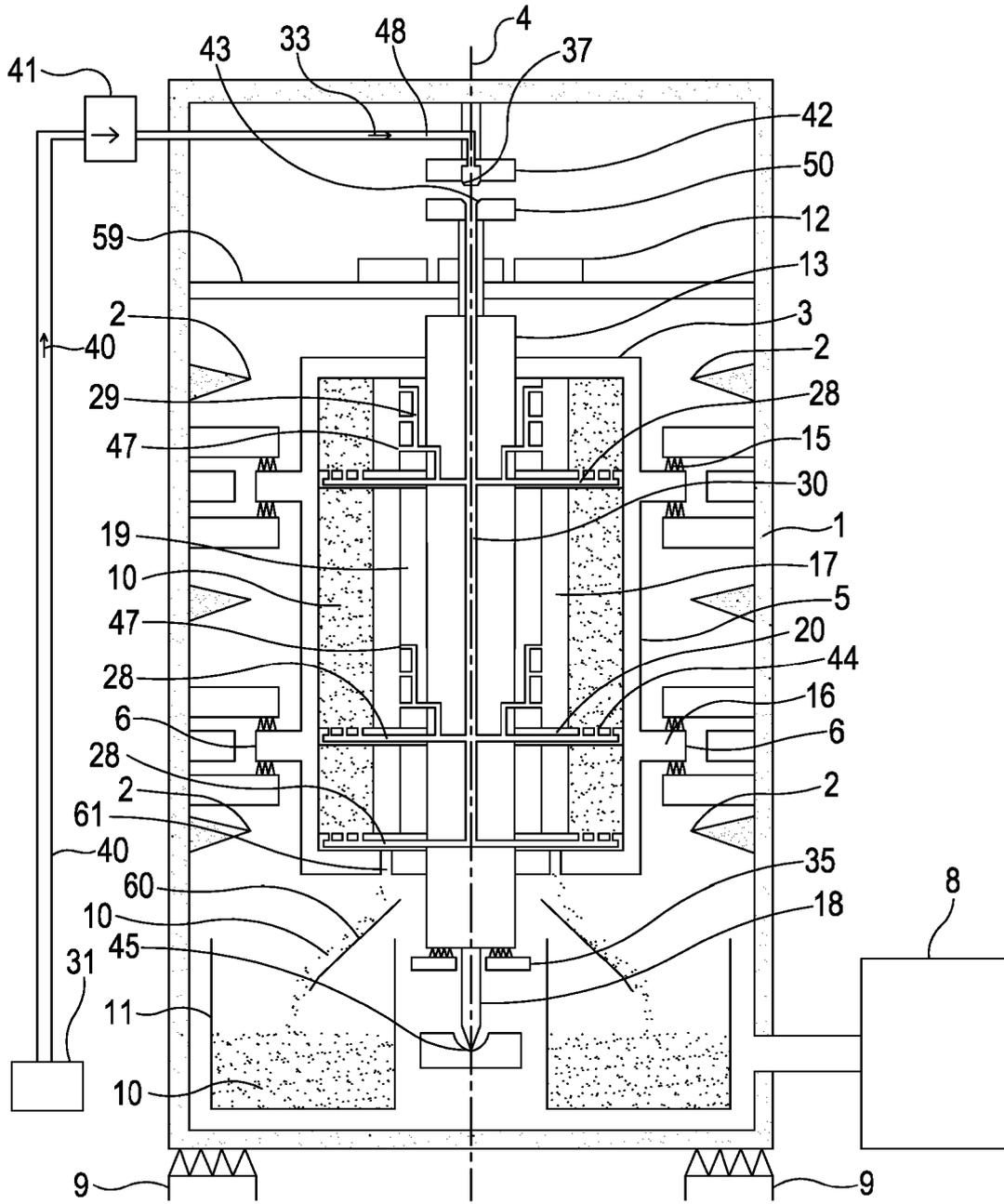
9. Маховиковое устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором маховик имеет фланцы, содержащие по меньшей мере один магнитный элемент, и обеспечены опорные средства для магнитной стабилизации маховика.

10. Маховиковое устройство по любому из предыдущих пунктов, в котором обеспечено средство вибрации, которое установлено чтобы вызывать вибрацию маховика.

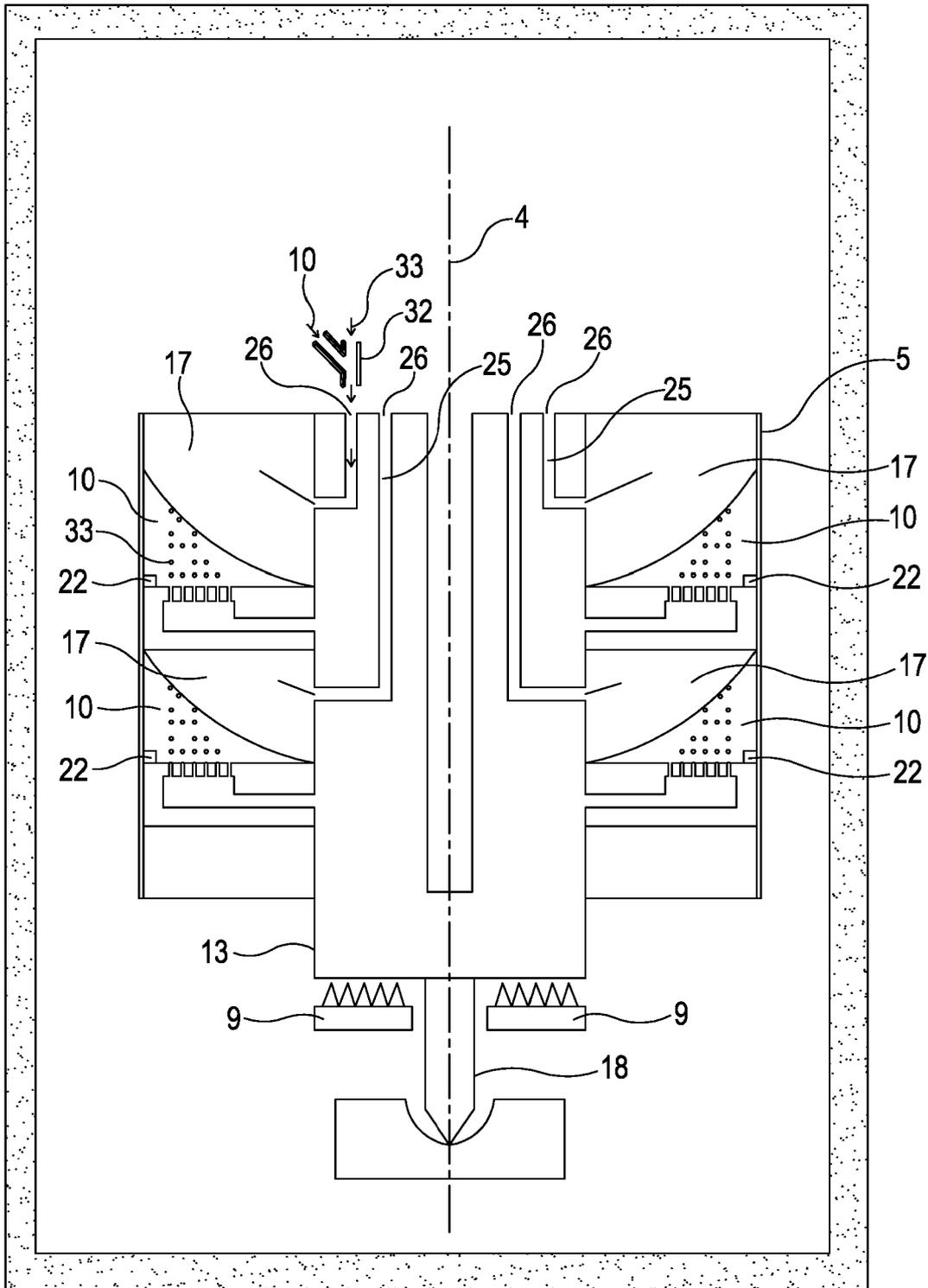
11. Маховиковое устройство по п. 10, в котором средство вибрации содержит управляемый компьютером вибрационный механизм и/или каналы придания текучести для способствования равномерному распределению частиц в пределах маховика.

12. Секция маховика, содержащая полость, которая по меньшей мере частично заполнена частицами.

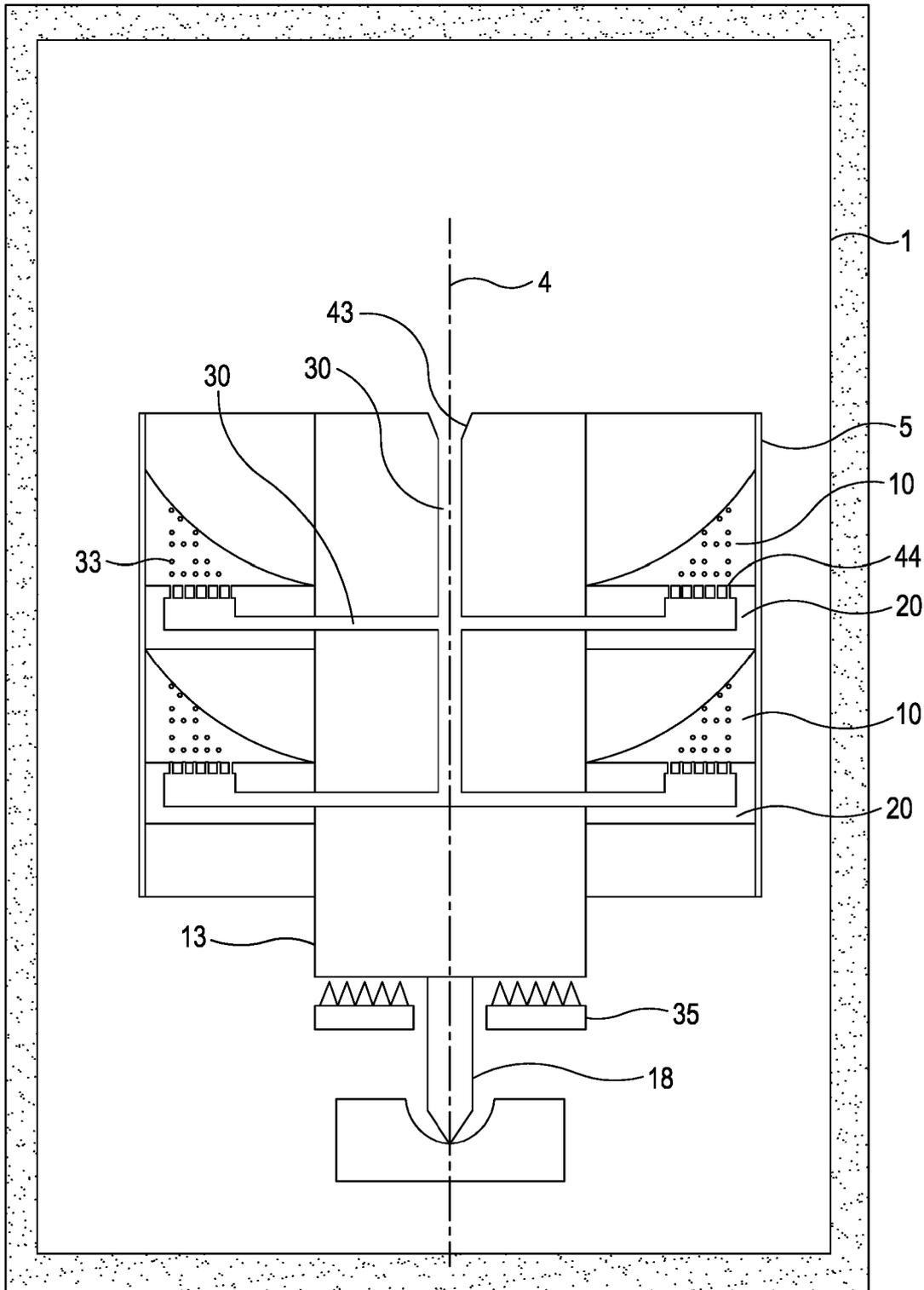
13. Секция маховика по п. 12, при этом секция маховика содержит по меньшей мере одну боковую стенку, а также внешнюю сторону и внутреннюю полость, причем по меньшей мере одна боковая стенка снабжена частью соединительного механизма для соединения со второй секцией маховика.



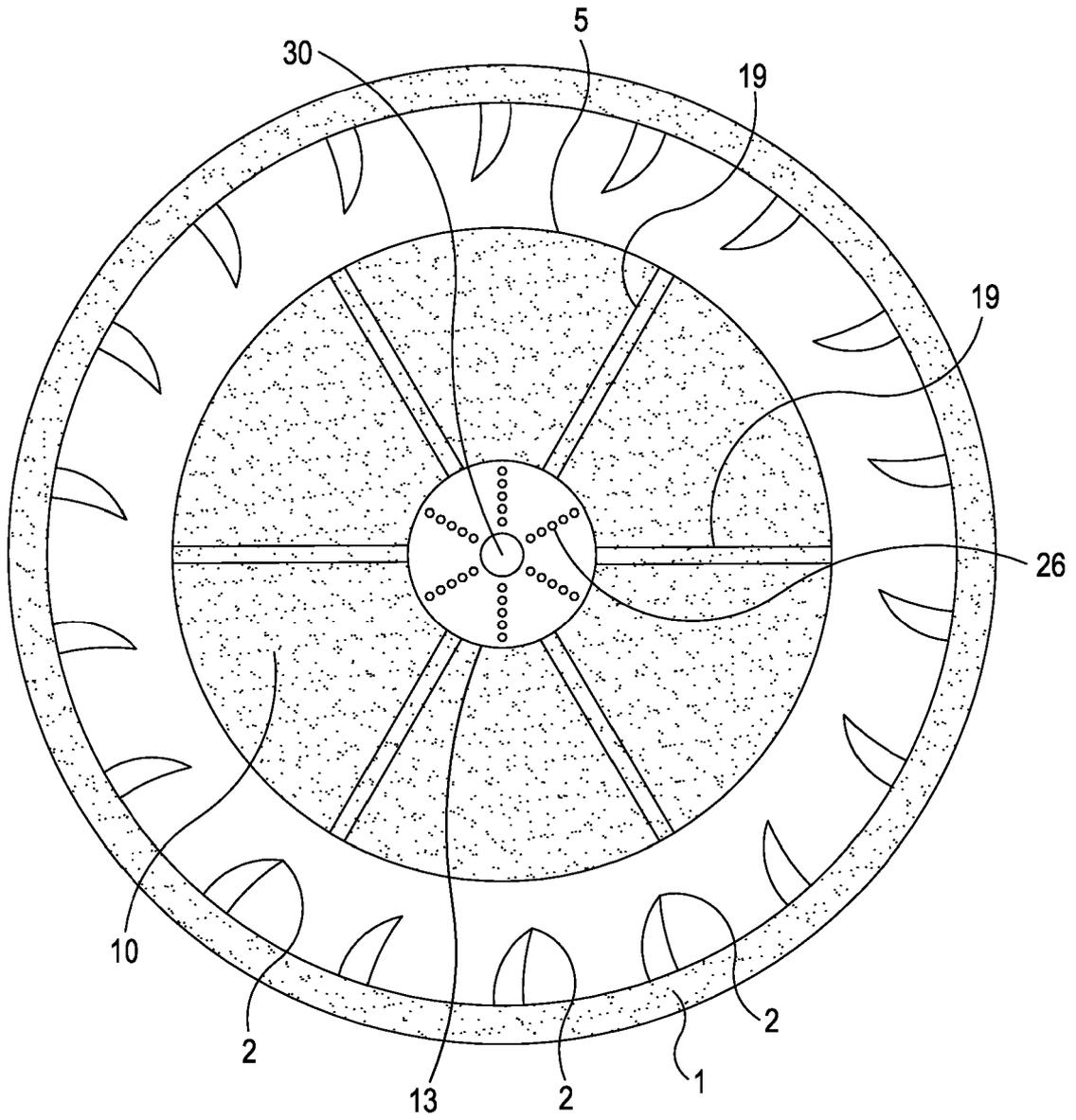
Фиг. 1



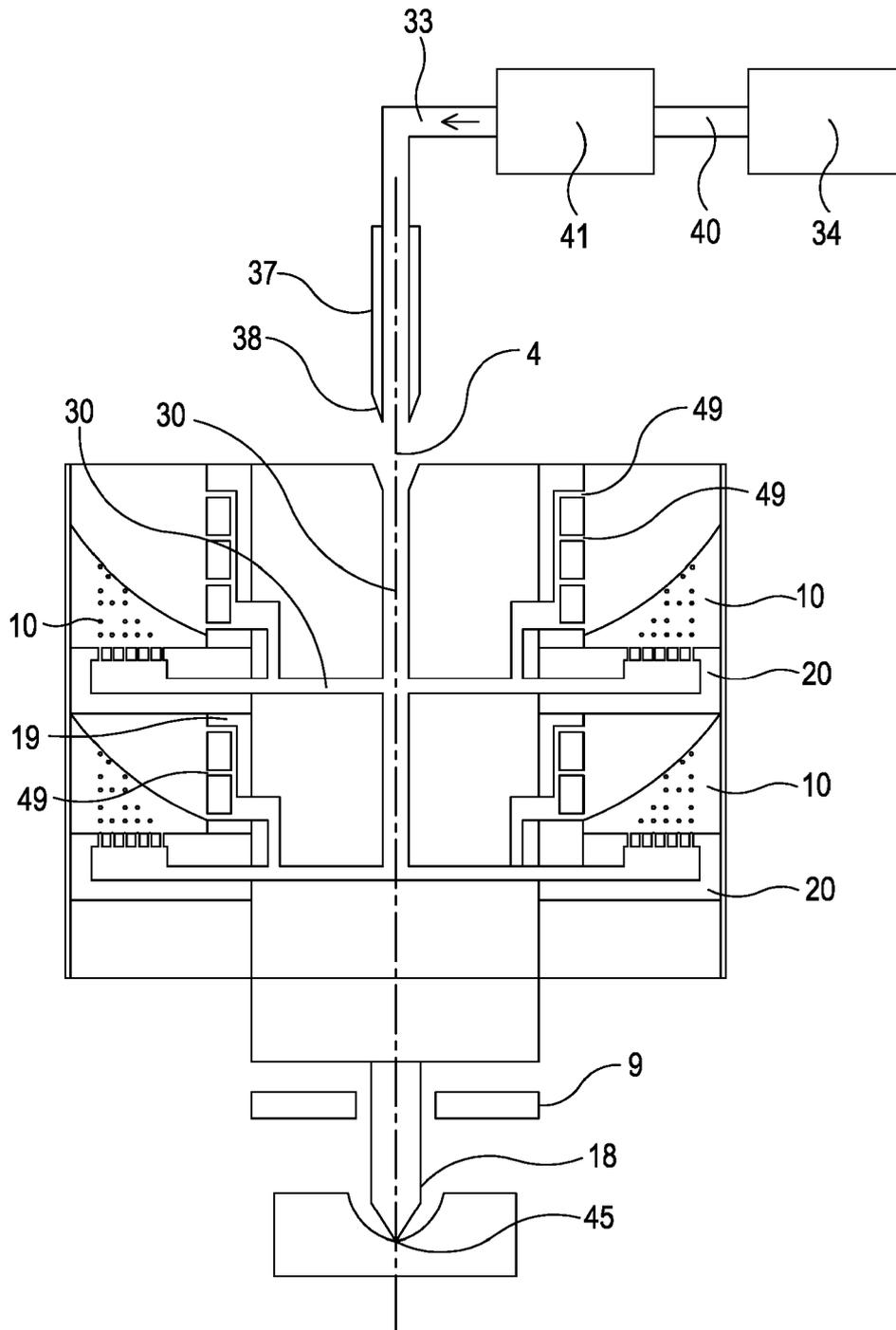
Фиг. 2



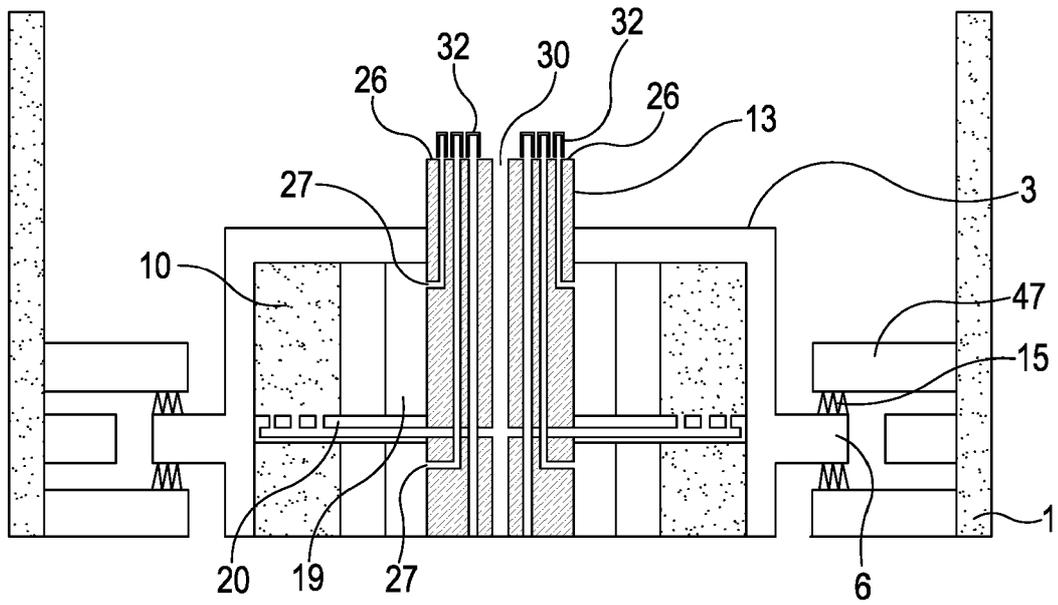
Фиг. 3



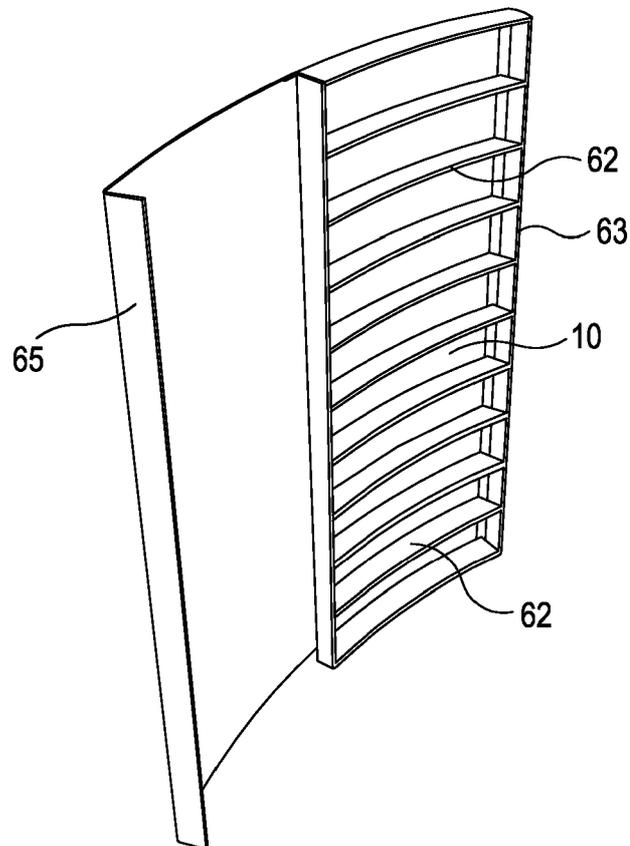
ФИГ. 4



Фиг. 5

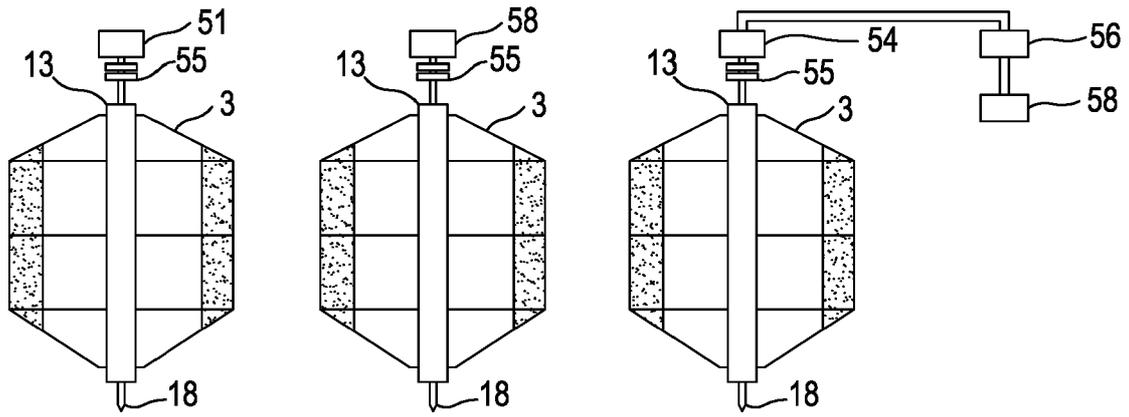


Фиг. 6

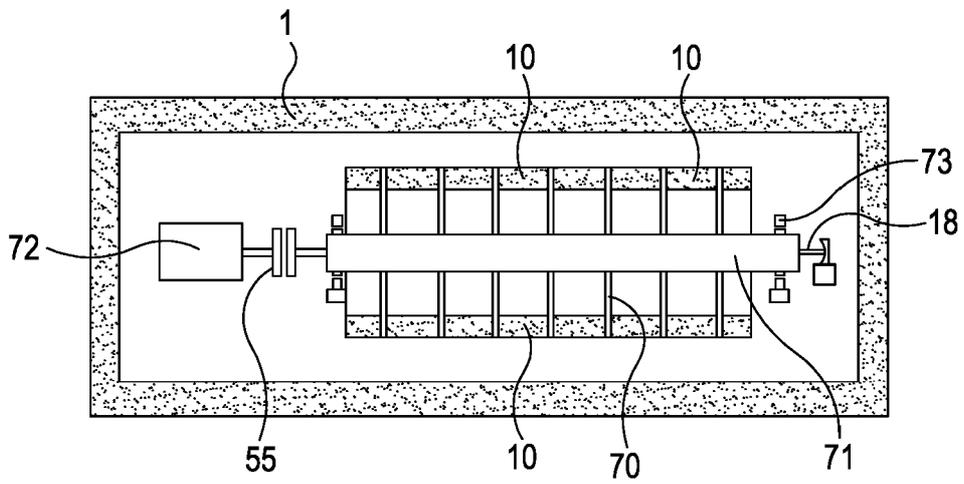


Фиг. 7

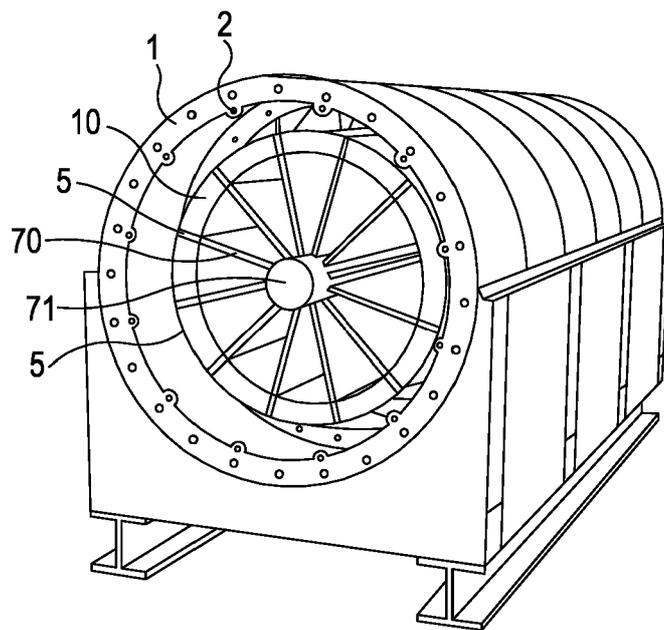
7/8



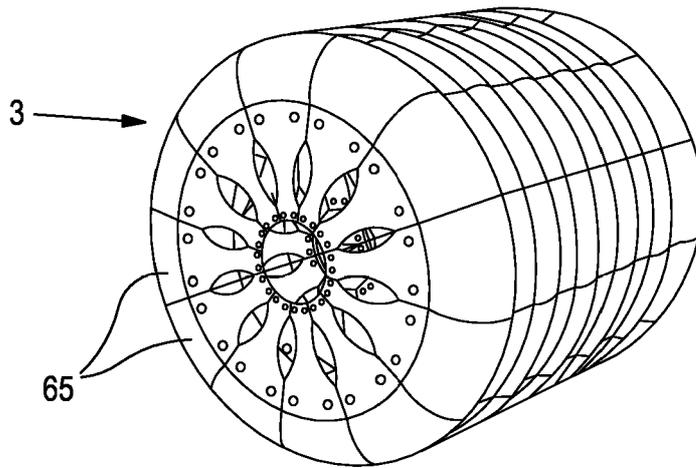
Фиг. 8



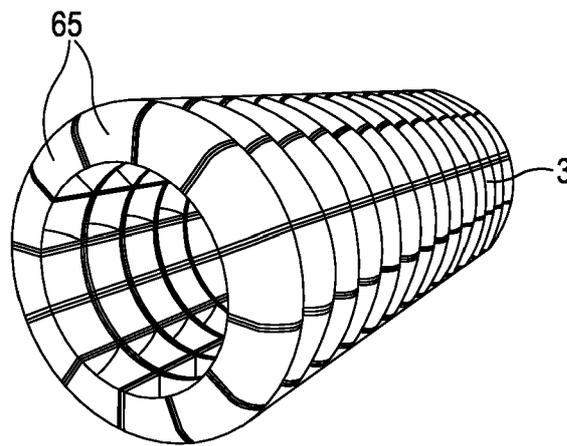
Фиг. 9



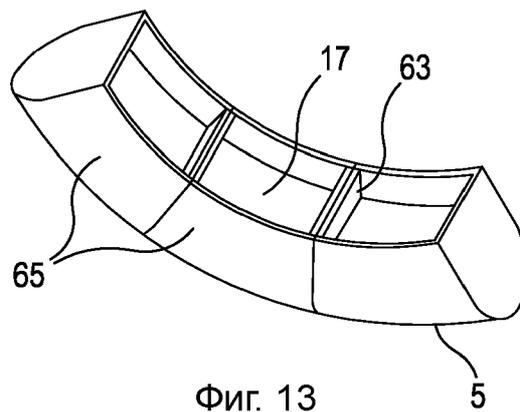
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13