

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038757**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.10.14

(51) Int. Cl. **B01F 7/22 (2006.01)**
B01F 7/16 (2006.01)

(21) Номер заявки
201691737

(22) Дата подачи заявки
2015.02.24

(54) **СМЕСИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО СО СТАТОРОМ И СПОСОБ**

(31) **14/192,838; 14/192,821**

(32) **2014.02.27**

(33) **US**

(43) **2016.12.30**

(86) **PCT/US2015/017175**

(87) **WO 2015/130619 2015.09.03**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ШЛЮМБЕРГЕР ТЕКНОЛОДЖИ Б.В.
(NL)

(72) Изобретатель:
Лухарука Раджеш, Чочуа Гоча, Фам
Хау Нгуйен-Пхук, Айяд Марк (US)

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

(56) **WO-A1-8500046**
US-A-6000840
US-A-4671665
US-A1-20030227817
US-A-5795062

(57) Предложены смеситель и способ смешивания. Смеситель содержит корпус, содержащий впускной канал для текучей среды, впускной канал для дополнительных компонентов и выпускной канал, причем корпус образует смесительную камеру, которая сообщается по текучей среде с впускным каналом для текучей среды, впускным каналом для дополнительных компонентов и выпускным каналом. Кроме того, смеситель содержит рабочее колесо, расположенное в смесительной камере, причем при поворачивании рабочее колесо втягивает текучую среду через впускной канал для текучей среды. Кроме того, смеситель содержит отражатель, расположенный в смесительной камере и выполненный с возможностью приема текучей среды от рабочего колеса и приема дополнительного компонента из впускного канала для дополнительного компонента. При поворачивании отражатель выталкивает текучую среду и дополнительный компонент в радиальном направлении наружу. Смеситель дополнительно содержит статор, расположенный, по меньшей мере, частично по окружности отражателя, причем статор содержит лопапки, разнесенные по окружности друг от друга таким образом, чтобы между ними были образованы протоки.

038757
B1

038757
B1

Уровень техники

Смесители (иногда альтернативно называемые "блендерами"), как правило, применяют для диспергирования порошкообразных химических веществ в текучей среде. Один из вариантов применения смесителей в скважинных операциях, например, состоит в приготовлении текучей среды гидроразрыва для закачивания в подземную формацию. Как правило, текучая среда для гидроразрыва содержит гелеобразующие вещества, порошкообразные вещества и другие гранулированные материалы, например гуаровую камедь, которые сначала диспергируют в текучую среду с помощью смесителя, а впоследствии гидратируют, например, в резервуарах, для получения текучей среды требуемой вязкости.

Некоторые смесители для порошкообразного вещества и гранулированного материала содержат центробежный насос и эжектор, или центробежный сдвигающий блендер, или блендер с сильным или слабым сдвигом для диспергирования порошкообразного вещества и гранулированного материала в текучей среде (например, воде). Как правило, текучую среду накачивают насосом в смесительную камеру. В эжекторных смесителях смесительная камера может быть расположена вблизи горловины сужающегося сопла таким образом, что эжектор втягивает порошкообразное вещество в смесительную камеру за счет эффекта Вентури. В блендерных смесителях блендер расположен в смесительной камере, а порошкообразные вещества и гранулы поступают в нее, например, под действием силы тяжести. В любом из этих случаев материалы, например, в виде сухого порошкообразного вещества, вводят в смесительную камеру и их диспергируют в текучей среде. Для предотвращения засасывания воздуха при диспергировании применяют различные устройства или захваченный воздух могут удалять ниже по технологической цепочке, например, с помощью гидроциклона или воздушного сепаратора другого типа. Смесь текучей среды затем может быть направлена на оборудование, расположенное ниже по технологической цепочке, для дальнейшей гидратации.

Одна из проблем диспергирования порошкообразных дополнительных компонентов, например гелеобразующих веществ, заключается в том, что порошкообразные вещества могут иметь предрасположенность к слипанию в комки, иногда называемые "рыбий глаз" (fisheyes). Порошкообразные вещества могут иметь когезионные свойства, из-за которых формируются частично гидрированные шарики, например, в виде сухого порошкообразного вещества, окруженного "коркой" частично гидратированного порошкообразного вещества. Эта корка предотвращает гидратацию сухого порошкообразного вещества внутри них, что приводит к устойчивому сохранению рыбьего глаза в текучей среде вместо равномерного диспергирования порошкообразного вещества.

Соответственно недостаточное смешивание может оказывать влияние на операции, расположенные ниже по технологической цепочке. Кроме того, существует дополнительный риск наслоения и/или налипания материала, например, в различных горловинах системы, если материалы недостаточно смачивают в точке введения в смеситель.

Соответственно в некоторых случаях для снижения риска образования таких комков могут применять предварительное смачивание. Устройства предварительного смачивания обычно подают текучую среду к месту подачи порошкообразного вещества, расположенному перед местом смешивания. Однако для устройств предварительного смачивания требуется отдельный насос для подачи текучей среды к порошкообразному веществу перед впуском в смесительную камеру. Таким образом, дополнительное насосное оборудование (т.е. центробежные насосы, подающие текучую среду для предварительного смачивания) могут усложнять всю систему, добавляя расходы, необходимость технического обслуживания и места вероятных отказов. Кроме того, различные части оборудования могут ограничивать диапазон достижимых для системы значений расхода, ограничивая количество вариантов применения, для которых подходит определенный размер или конфигурация смесителя.

Раскрытие сущности изобретения

Варианты осуществления настоящего изобретения могут включать смеситель, который содержит рабочее колесо, отражатель и промывочный канал. Рабочее колесо и отражатель могут быть расположены в соответствии с конфигурацией "задняя сторона к задней стороне" и являться составными частями узла рабочее колесо/отражатель, и их могут поворачивать с помощью вала, к которому они присоединены. Рабочее колесо втягивает текучую среду в смесительную камеру через впускной канал для текучей среды, нагнетает текучую среду и выталкивает ее вниз и наружу. Затем текучую среду направляют к отражателю. Отражатель может через впускной канал для дополнительного компонента принимать дополнительные компоненты, которые будут смешивать с текучей средой, и может проталкивать дополнительные компоненты в радиальном направлении наружу для их смешивания с текучей средой.

Промывочный канал может включать отверстие в смесительной камере в области относительно высокого давления смесительной камеры, например вблизи рабочего колеса. Область относительно высокого давления также может представлять собой область относительно чистой текучей среды (например, с низкой концентрацией дополнительных компонентов), которую могут отводить по промывочному каналу. Промывочный канал может проходить в конструкцию, направляющую дополнительный компонент (например, в виде конуса или бункера другого типа), через которую дополнительные компоненты поступают во впускной канал для дополнительных компонентов. За счет давления текучей среды в смесительной камере, которое создает рабочее колесо, промывочный канал может направлять относительно чис-

тую текучую среду из смесительной камеры в конструкцию, направляющую дополнительный компонент, таким образом, чтобы предварительно смачивать дополнительный компонент, тем самым снижая вероятность слипания.

Хотя в вышеприведенном кратком изложении приведен один или большее количество аспектов настоящего изобретения, эти и другие аспекты будут рассмотрены более подробно со ссылкой на следующие чертежи и подробное описание. Соответственно данное краткое изложение не предполагает ограничения настоящего изобретения.

Краткое описание чертежей

Прилагаемые чертежи, которые включены в данное описание и являются составной частью данного описания, иллюстрируют один из вариантов осуществления идей настоящего изобретения и вместе с описанием служат для объяснения принципов идей настоящего изобретения. На этих фигурах:

на фиг. 1 показано схематическое изображение системы для смешивания, соответствующей одному из вариантов осуществления;

на фиг. 2 представлен развернутый вид в перспективе смесителя, соответствующего одному из вариантов осуществления;

на фиг. 3 показан увеличенный вид части статора смесителя, показанного на фиг. 2, соответствующего одному из вариантов осуществления;

на фиг. 4 представлено перспективное изображение секции смесителя, соответствующего одному из вариантов осуществления;

на фиг. 5 представлен вид сбоку в поперечном сечении смесителя, соответствующего одному из вариантов осуществления;

на фиг. 6 представлен схематический вид сбоку смесителя, соответствующего одному из вариантов осуществления;

на фиг. 7 показан график зависимости давления и чистоты текучей среды от радиуса в соответствии с одним из вариантов осуществления;

на фиг. 8 представлено перспективное изображение узла рабочего колеса/отражателя смесителя, соответствующего одному из вариантов осуществления;

на фиг. 9 представлено другое перспективное изображение узла рабочего колеса/отражателя, соответствующего одному из вариантов осуществления;

на фиг. 10 представлено перспективное изображение отражателя смесителя, соответствующего одному из вариантов осуществления;

на фиг. 11 представлено перспективное изображение статора смесителя, соответствующего одному из вариантов осуществления;

на фиг. 12 показан вид сбоку в поперечном сечении смесителя, соответствующего другому варианту осуществления;

на фиг. 13 показана блок-схема способа диспергирования дополнительного компонента в текучей среде в соответствии с вариантом осуществления.

Следует отметить, что некоторые детали на фигурах были упрощены и нанесены для облегчения понимания вариантов осуществления, а не для точной передачи конструкции, деталей конструкции и масштаба.

Осуществление изобретения

Далее приведено подробное описание вариантов осуществления настоящего изобретения, примеры которых проиллюстрированы на прилагаемых чертежах. На чертежах и в приведенном ниже описании одинаковые ссылочные позиции применены для обозначения одинаковых элементов, где это целесообразно. Следует принять во внимание, что последующим описанием не исчерпываются все возможные примеры, а оно является исключительно иллюстративным.

На фиг. 1 показано схематическое изображение системы 100 для смешивания, соответствующей одному из вариантов осуществления. Как правило, система 100 для смешивания может содержать источник 102 технологической текучей среды, смеситель 104 и оборудование 106, расположенное ниже по технологической цепочке, среди других потенциально возможных компонентов. Источник 102 технологической текучей среды может представлять собой (или может содержать его) резервуар с водой, раствором на водной основе с подходящим значением кислотности (рН) и/или раствором любого другого типа или любым, по существу, жидким веществом. Кроме того, источник 102 может содержать один или большее количество насосов для подачи текучей среды в смеситель 104 или может быть соединен с ними; однако в других вариантах осуществления, в которых, например, накачивание осуществляет смеситель 104, такие насосы могут быть исключены. Оборудование 106, расположенное ниже по технологической цепочке, может включать любое количество резервуаров для гидратирования, сепараторов, других смесителей/систем для смешивания, насосов и т.д. для преобразования суспензии, выходящей из смесителя 104, в текучую среду с требуемой вязкостью и/или составом.

Как схематически изображено на фигуре, смеситель 104 может содержать корпус 107, а также впускной канал 108 для текучей среды и впускной канал 110 для дополнительного компонента, проходящие через корпус 107. Впускной канал 108 для текучей среды может быть соединен с источником 102 текучей

чей среды и может быть выполнен с возможностью приема из него текучей среды (т.е. технологической текучей среды). Впускной канал 110 для дополнительного компонента может, как правило, включать конструкцию 111 для приема дополнительного компонента, которая может представлять собой/содержать конус, камеру, чашу, бункер или т.п., с внутренней поверхностью 115, выполненной с возможностью приема дополнительного компонента 113, который может представлять собой сухое порошкообразное вещество, и его направления в корпус 107, например, под действием силы тяжести.

Следует учитывать, что любой сухой, частично сухой, кристаллизованный, суспендированный, жидкий или гранулированный и/или пакетированный дополнительный компонент может быть диспергирован в текучей среде или иным образом смешан с нею с помощью смесителя 104 через впускной канал 110 для дополнительного компонента, схематически изображенный на фигуре. Кроме того, как будет описано более подробно ниже, дополнительные компоненты, принимаемые через впускной канал 110 для дополнительного компонента, могут предварительно смачивать в частичной суспензии, например, чтобы избежать образования рыбьих глаз (комков) и/или любого наслоения материала. В частности, в различных вариантах осуществления смеситель 104 может быть выполнен с возможностью применения при смешивании песка, гуара, других порошкообразных веществ и т.д. с текучей средой. Кроме того, в некоторых случаях смеситель 104 может быть выполнен с возможностью применения в качестве измельчителя, который может разрывать волокна, пакеты, содержащие порошкообразные вещества, гранулы и т.д., для диспергирования их содержимого в текучей среде. По меньшей мере в одном случае смеситель 104 может быть выполнен с возможностью применения для приготовления геля, применяемого в операциях гидравлического разрыва пласта, например, в стволе скважины; однако в соответствии с настоящим изобретением количество различных применений смесителя 104 не ограничено.

Смеситель 104 может также содержать узел 112 рабочего колеса/отражателя, который могут приводить в движение с помощью вала 114. Корпус 107 может образовывать смесительную камеру 118, которая сообщается с впускными каналами 108, 110. Узел 112 рабочего колеса/отражателя может быть расположен в смесительной камере 118. Поворачивание узла 112 рабочего колеса/отражателя позволяет перекачивать текучую среду из источника 102 через смесительную камеру 118 и в выпускной канал 121.

Как показано на фигуре, вал 114 может проходить вверх через впускной канал 110 и за пределы конструкции 111 для приема дополнительного компонента; однако это лишь один из многих возможных примеров. В другом примере узел 112 рабочего колеса/отражателя может проходить вниз через нижнюю часть корпуса 116, может иметь магнитный привод, расположенный внутри смесительной камеры 118, или может быть иным образом расположен в корпусе 107. Вал 114 может быть соединен с узлом 112 рабочего колеса/отражателя таким образом, что при повороте вала 114 поворачивается узел 112 рабочего колеса/отражателя. В ряде случаев вал 114 может быть непосредственно соединен с узлом 112 рабочего колеса/отражателя, например, с помощью болта; однако в других случаях для соединения вала 114 с узлом 112 рабочего колеса/отражателя могут применять зубчатые колеса, передаточные механизмы, другие устройства для изменения частоты вращения или соединительные устройства.

Смеситель 104 также может содержать статор 120, который может быть выполнен в форме кольца, дугообразного элемента и т.д., который может быть расположен вокруг узла 112 рабочего колеса/отражателя, как будет более подробно описано ниже. Кроме того, смеситель 104 может содержать выпускной канал 121 и промывочный канал 122. Через выпускной канал 121 может выходить суспензия, образованная из комбинации дополнительного компонента, принимаемого через впускной канал 110 для дополнительного компонента, и текучей среды, принимаемой через впускной канал 108 для текучей среды. Выпускной канал 121 может направлять суспензию в один или большее количество трубопроводов 124, которые могут переносить текучую среду к оборудованию 106, расположенному ниже по технологической цепочке.

Один конец промывочного канала 122 может быть соединен с областью смесительной камеры 118, которая расположена вблизи узла 112 рабочего колеса/отражателя, а другой конец - с конструкцией 111 для приема дополнительного компонента. Соответственно промывочный канал 122 может отводить технологическую текучую среду из смесительной камеры 118 в области относительно высокого давления и подавать ее на внутреннюю стенку конструкции 111 для приема дополнительного компонента, где давление может быть пониженным (например, равным давлению окружающей среды). Помимо того, что текучая среда отводится через промывочный канал 122 под относительно высоким давлением, она может быть относительно "чистой" (то есть с относительно низким содержанием дополнительного компонента, как это будет описано ниже) с тем, чтобы предварительно смачивать текучей средой конструкцию 111 для приема дополнительного компонента и не допускать комкования дополнительных компонентов. В некоторых случаях промывочный канал 122 может обеспечивать предварительное смачивание текучей средой, не требуя применения дополнительных устройств для накачивания (кроме механизма накачивания, который обеспечивает узел 112 рабочего колеса/отражателя) или дополнительных источников текучей среды или трубопроводов от источника 102. В других примерах в дополнение к отводу текучей среды из смесительной камеры 118 или вместо него могут быть предусмотрены подкачивающие насосы и т.д.

На фиг. 2 представлен развернутый вид в перспективе смесителя 104, соответствующего одному из

вариантов осуществления. Как было отмечено выше, смеситель 104 может содержать корпус 107, который изображен на фиг. 2 как образованный из двух частей: первой или "верхней" части 126 корпуса и второй или "нижней" части 128 корпуса. Верхняя и нижняя части 126, 128 корпуса могут быть соединены друг с другом, например, с помощью болтов, скоб, других крепежных элементов, клеевых соединений, сварных соединений и т.д., с образованием между ними смесительной камеры 118 (фиг. 1). В одном конкретном примере нижняя часть 128 корпуса может представлять собой область 130 смешивания, а верхняя часть 126 корпуса может представлять собой область 132 смешивания (показана пунктиром), которые обычно могут быть выровнены. Области 130, 132 смешивания вместе могут образовывать смесительную камеру 118 (фиг. 1), в которой могут быть расположены узел 112 рабочего колеса/отражателя и статор 120. Нижняя часть 128 корпуса также может содержать внутреннюю поверхность 139, например, образующую нижнюю часть области 130 смешивания. Следует иметь в виду, что предполагается возможность применения различных конфигураций корпуса 107, в том числе цельных и сегментированных вариантов осуществления, вариантов осуществления с дверцами и т.д.

Верхняя часть 126 корпуса может быть соединена с конструкцией 111 для приема дополнительного компонента и может содержать впускной канал 110 для дополнительного компонента. Нижняя часть 128 корпуса может содержать впускной канал 108 для текучей среды, который может проходить через отверстие 133, которое обычно расположено по центру нижней части 128 корпуса. В одном из вариантов осуществления отверстие 133 может быть образовано во внутренней поверхности 139. Кроме того, впускной канал 121 может проходить из области 130 смешивания, например, может включать, по существу, направленный по касательной к ней трубопровод 135, проходящий от отверстия 137, которое сообщается с областью 130 смешивания.

Узел 112 рабочего колеса/отражателя, расположенный в смесительной камере 118, может содержать отражатель 134 и рабочее колесо 136. Отражатель 134 и рабочее колесо 136 могут иметь впускные торцы 134-1, 136-1 соответственно и задние поверхности 134-2, 136-2 соответственно. Каждый из впускных торцов 134-1, 136-1 может быть открыт (как показано на фигуре) или, по меньшей мере, частично закрыт бандажом, который образует впускной канал в радиальной внутренней части отражателя 134 и/или рабочего колеса 136. Кроме того, впускные торцы 134-1, 136-1 могут быть ориентированы в противоположных направлениях, например, для приема текучей среды и/или сухих компонентов. Задние поверхности 134-2, 136-2 могут быть расположены рядом друг с другом и, например, соединяться друг с другом таким образом, чтобы, например, рабочее колесо 136 и отражатель 134 располагались в конфигурации "задняя сторона к задней стороне".

В одном из вариантов осуществления впускной торец 134-1 отражателя 134 может быть обращен к впускному каналу 110 для дополнительного компонента (например, конструкции 111 для приема дополнительного компонента), а впускной торец 136-1 рабочего колеса 136 может быть обращен к впускному каналу 108 для текучей среды (например, отверстию 133), как показано на фигуре. Например, впускной торец 136-1 рабочего колеса 136 может быть обращен к внутренней поверхности 139 с отверстием 133, образованным на внутренней поверхности 139, которое выровнено с радиальным центром рабочего колеса 136.

Соответственно, как показано на фигуре, отражатель 134 может быть обращен вверх, что определяется направлением, в котором ориентированы впускные торцы 134-1, 136-1, но в других вариантах осуществления он может быть обращен вниз или в боковом направлении. Аналогично, рабочее колесо 136 может быть обращено вниз, как показано на фигуре, но в других вариантах осуществления оно может быть обращено вверх или в боковом направлении. Кроме того, как отражатель 134, так и рабочее колесо 136 может иметь радиус, причем радиус отражателя 134 больше, чем радиус рабочего колеса 136. Радиусы отражателя 134 и рабочего колеса 136 могут зависеть друг от друга с тем, чтобы можно было управлять положением границы текучая среда-воздух, как будет описано более подробно ниже.

Отражатель 134 также может иметь блюдцеобразную форму, показанную на фигуре, т.е., как правило, сформирован пологим (или плоским) посередине с дугообразными боковыми сторонами и впускным торцом 134-1. В одном из вариантов осуществления боковые стороны могут быть выполнены, например, в виде тора или части тора, которая проходит вокруг средней части отражателя 134. В другом варианте осуществления отражатель 134 может быть чашеобразным (например, как правило, в виде части сферы). Кроме того, на впускном торце 134-1 отражатель 134 может содержать лопасти 138 отражателя. Количество лопастей 138 могут выбирать из диапазона от приблизительно двух лопастей до приблизительно 20 лопастей, например, оно может составлять приблизительно девять лопастей. В некоторых случаях лопасти 138 могут быть изогнуты по окружности, проходя в радиальном направлении наружу от вала 114, но в других случаях лопасти 138 могут быть прямыми, как показанные на фигуре. Отражатель 134 может быть выполнен с возможностью при его поворачивании проталкивать текучую среду и/или сухие дополнительные компоненты, принятые из впускного канала 110, в радиальном направлении наружу в результате взаимодействия с лопастями 138 и вверх (как показано на фигуре), например, из-за формы отражателя 134.

Хотя это и не видно на фиг. 2, рабочее колесо 136 также может содержать множество лопастей на впускном торце 136-1, который обычно может быть выровнен с отверстием 133. Когда вал 114 поворачи-

вают, лопасти рабочего колеса могут втягивать текучую среду через отверстие 133 впускного канала 108 для текучей среды, а затем проталкивать ее вниз и в радиальном направлении наружу. Таким образом, между нижней частью корпуса 128 и рабочим колесом 136 может возникать область относительного высокого давления, которое может обуславливать перемещение текучей среды по окружности смесительной камеры 118 и в направлении отражателя 134.

Промывочный канал 122 может содержать отверстие 140, образованное в нижней части 128 корпуса, рядом с этой областью высокого давления. Например, отверстие 140 может быть образовано на внутренней поверхности 139 в месте между наружным радиальным контуром рабочего колеса 136 и отверстием 133 впускного канала 110. В других вариантах осуществления отверстие 140 может быть расположено на внутренней поверхности 139 и в радиальном направлении наружу от рабочего колеса 136 и/или в другом месте смесительной камеры 118. Промывочный канал 122 также может содержать трубопровод 142, который может представлять собой одно или большее количество из труб, трубок, шлангов, ограничителей потока, обратных клапанов и т.д. или содержать их. Трубопровод 142 может быть соединен с впускным каналом 144 конуса, который расположен, например, по существу, по касательной к конструкции 111 для приема дополнительного компонента таким образом, что текучую среду перекачивают из отверстия 140 по трубопроводу 142 через впускной канал 144 конуса и в конструкцию 111 для приема дополнительного компонента. Затем текучая среда может двигаться в основном по спиралеобразной траектории вдоль внутренней части конструкции 111 для приема дополнительного компонента до тех пор, пока не попадет через впускной канал 110 для дополнительного компонента на отражатель 134. Таким образом, текучая среда, поступившая через впускной канал 144 конуса, обычно может образовывать стенку текучей среды вдоль внутренней поверхности 115 конструкции 111 для приема дополнительного компонента.

По меньшей мере в одном конкретном варианте осуществления между рабочим колесом 136 и нижней частью 128 корпуса может возникать перепад давления, причем давление в текучей среде нарастает по мере продвижения в радиальном направлении наружу от отверстия 133. Кроме того, в этой области может возникать еще один перепад, связанный с концентрацией дополнительных компонентов в текучей среде, причем концентрация дополнительных компонентов увеличивается по мере продвижения наружу в радиальном направлении. В некоторых случаях для подачи потока относительно чистой текучей среды через промывочный канал 122, создаваемого узлом 112 рабочего колеса/отражателя, могут потребоваться сильный напор и низкая концентрация. Соответственно отверстие 140 промывочного канала 122 может быть расположено в такой точке вдоль этой области, чтобы можно было достичь оптимального соотношения между напором текучей среды и концентрацией дополнительных компонентов в текучей среде, поступающей в промывочный канал 122. Дополнительные подробности, касающиеся этого оптимального соотношения, приведены ниже.

Статор 120 может представлять собой сдвиговое кольцо, которое может быть установлено в смесительной камере 118 по окружности радиальной наружной стороны узла 112 рабочего колеса/отражателя (фиг. 1). В одном из примеров статор 120 может быть соединен с верхней частью 126 корпуса, например, с помощью болтов, других крепежных элементов, клеевых соединений, сварного соединения и т.д.

На фиг. 3 показан увеличенный вид в разрезе статора 120 по фиг. 2 в соответствии с одним из вариантов осуществления. Как показано на фиг. 2 и 3, статор 120 может содержать первую и вторую кольцевые части 146, 148, которые могут установлены одна на другую с образованием статора 120. Статор 120 могут удерживать в основном неподвижно относительно способного поворачиваться узла 112 рабочего колеса/отражателя, например, за счет прикрепления к верхней части 126 корпуса. В другом варианте осуществления статор 120 может опираться на узел 112 рабочего колеса/отражателя и может поворачиваться вместе с ним. В любом из примеров статор 120 может перемещаться по впускному торцу 134-1 отражателя 134 или может быть отделен от него.

Первая кольцевая часть 146 может быть выполнена с возможностью минимизации блокирования потока. Как показано на фигуре, в некоторых случаях первая кольцевая часть 146 может содержать бандаж 150 и поперечины 152, которые образуют относительно широкие щели 154, позволяющие потоку текучей среды относительно свободно проходить через нее. В других вариантах осуществления первая кольцевая часть 146 может не содержать бандаж 150, как будет описано более подробно ниже.

В то время как первая кольцевая часть 146 может минимизировать блокирование потока, вторая кольцевая часть 148 может быть выполнена с возможностью максимального сдвига потока для обеспечения возможности турбулентного перемешивания и, таким образом, может содержать ряд лопаток 156 статора, которые расположены близко друг к другу по окружности статора 120. Между лопатками 156 статора могут находиться узкие протоки 158; причем сумма площадей проток 158 может быть меньше, чем сумма площадей лопаток 156 статора. В различных вариантах осуществления отношение площади поперечного сечения лопатки 156 статора (т.е. области, которая препятствует прохождению потока) к площади протоков 158 может составлять от приблизительно 1:2 до приблизительно 4:1, например приблизительно 1,5:1. Кроме того, площадь каждой из лопаток 156 статора может быть большей, чем площадь каждой из протоков 158. Кроме того, лопатки 156 статора могут быть расположены под любым углом наклона по отношению к окружности статора 120. Например, лопатки 156 статора могут быть ори-

ентированы прямо в радиальном направлении в сторону, противоположную вращению (например, для увеличения сдвига), или в направлении вращения. В примере, показанном на фиг. 2 (а также на фиг. 3 и 4, описанных ниже), лопатки 156 статора могут иметь бандаж 157, который разделяет секции 146, 148. В других вариантах осуществления, которые будут описаны более подробно ниже, статор 120 может не содержать один из бандажей 150, 157 или может не содержать ни один из бандажей.

На фиг. 4 представлено перспективное изображение секции смесителя 104, соответствующего одному из вариантов осуществления. На фиг. 5 представлен вид сбоку в поперечном разрезе смесителя 104 со схематически изображенным промывочным каналом 122, соответствующего одному из вариантов осуществления. Согласно фиг. 4 и 5 вал 114 проходит через впускной канал 110 для дополнительного компонента и соединен с узлом 112 рабочего колеса/отражателя. Рабочее колесо 136 ориентировано к отверстию 133 таким образом, что лопасти 160 рабочего колеса 136 втягивают текучую среду через отверстие 133 впускного канала 108.

Со ссылкой на фиг. 4 и 5 на фиг. 6 схематически показан упрощенный вид поперечного сечения смесителя 104, соответствующего одному из вариантов осуществления. Как показано на фигуре, рабочее колесо 136 может втягивать текучую среду вверх от внутренней поверхности 139, а затем выталкивать ее вниз (по направлению к внутренней поверхности 139) и в радиальном направлении наружу. Затем текучая среда может перемещаться вверх по смесительной камере 118, например, вдоль наружной стенки корпуса 107 к верху верхней части 126 корпуса, где она может поворачивать в радиальном направлении внутрь. Затем текучая среда может проходить через первую кольцевую часть 146 статора 120 до отражателя 134, а затем выталкиваться в радиальном направлении наружу, а также вверх, обратно к верхней части 126 корпуса. За счет этого может возникать турбулентное завихрение, а также гидродинамически устойчивая граница раздела между текучей средой и воздухом, которая обычно проявляется в виде кольцеобразной границы воздух-текучая среда или "кольца" 161 (фиг. 5) между хвостовиком 138-1 и концом 138-2 лопастей 138 отражателя. Таким образом, отражатель 134 имеет предрасположенность к созданию эффекта вихревого разделения, в результате чего предотвращается засасывание воздуха, поступающего через впускной канал 110, в текучую среду, поступающую от рабочего колеса 136.

При этом дополнительные компоненты 113, которые насыпают или иным образом принимают через впускной канал 110, например, перемещаются под действием силы тяжести, но также они могут продвигаться за счет перепадов давления, вакуумирования, применения нагнетателей, насосов и т.д. Затем дополнительные компоненты поступают на впускной торец отражателя 134, например, с воздушной стороны границы воздух-текучая среда. Дополнительные компоненты сталкиваются с лопастями 138 и отбрасываются наружу в радиальном направлении в текучую среду, поступающую от рабочего колеса 136, при этом создается тангенциальная составляющая скорости перемещения текучей среды и сухих дополнительных компонентов. Движимые по окружности и в радиальном направлении сухие дополнительные компоненты и текучая среда затем проходят через вторую кольцевую часть 148 статора 120, где эта комбинация претерпевает сильный сдвиг при взаимодействии с лопатками 156 статора, проходя через протоки 158. Сдвиг, создаваемый за счет взаимодействия с лопатками 138 и лопатками 156 статора, и турбулентный поток, создаваемый узлом 112 рабочего колеса/отражателя, позволяют обеспечить в основном однородное диспергирование дополнительных компонентов в текучей среде из источника 102, в результате чего получают суспензию.

В частности, первая секция 146 статора 120 расположена на небольшом радиальном удалении от лопастей 138 отражателя (например, в радиальном направлении наружу от них) таким образом, что суспензионная смесь дополнительных компонентов 113 (например, порошкообразных химических веществ) и текучей среды, отбрасываемая наружу лопастями 136 отражателя, на первом этапе сдвигается в зазоре за счет относительного перемещения лопастей 134 и лопаток 156 статора. Затем начинается второй этап сдвига суспензии, когда она находится между соседними лопатками 156 статора и проталкивается в радиальном направлении наружу через протоки 158 под действием отражателя 134. Кроме того, внезапное расширение площади поперечного сечения потока в радиальном направлении наружу от статора 120 приводит к возникновению кавитационного разрежения, что дополнительно способствует смешиванию. Таким образом, в ходе эксплуатации смеситель 104 обеспечивает двухэтапное смешивание с сильным сдвигом и зональным кавитационным разрежением. Вторая секция 148 статора 120 может иметь, по существу, большие отверстия и располагаться над лопастями отражателя таким образом, что позволяет текучей среде поступать в отражатель 134 через щели 154 или иным образом минимизирует блокирование потока через статор 120.

Суспензию могут многократно подвергать такому перемешиванию, перемещая ее за счет завихрения назад через части отражателя 134 для осуществления дальнейшего диспергирования дополнительных компонентов в текучую среду, и в конечном итоге суспензия достигает выпускного канала 121, показанного на фиг. 5. Суспензию, достигающую выпускного канала 121, направляют из смесительной камеры 118, например, на оборудование 106, расположенное ниже по технологической цепочке (фиг. 1) для дальнейшей гидратации, подготовки к применению, обработке и т.д. Кроме того, как схематически показано на фиг. 5, смеситель 104 также может осуществлять автоматически регулируемое предварительное смачивание с помощью промывочного канала 122. Отверстие 140 может быть расположено на внутрен-

ней поверхности 139 нижней части 128 корпуса, например, в радиальном направлении внутрь или наружу от наружного радиального контура рабочего колеса 136. Это место может представлять собой область высокого давления в смесительной камере 118, в которой текучая среда является более "чистой" по сравнению с текучей средой в других частях смесительной камеры 118, например ближе к выпускному каналу 121 и/или в отражателе 134.

Отводимая относительно чистая текучая среда, поступающая через отверстие 140, может проходить через промывочный канал 122 в конструкцию 111 для приема дополнительного компонента. Затем текучая среда для предварительного смачивания может, например, под действием силы тяжести протекать по внутренней поверхности конструкции 111 для приема дополнительного компонента через впускной канал 110 и обратно на отражатель 134. Таким образом, дополнительные компоненты могут перемещать вдоль конструкции 111 для приема дополнительного компонента в направлении отражателя 134, одновременно осуществляя их предварительное смачивание. Это позволяет минимизировать комкование на поверхности конструкции 111 для приема дополнительного компонента.

На фиг. 7 показан график зависимости давления и чистоты текучей среды в смесительной камере 118 от радиуса от центра отверстия 133, которое выровнено с центром рабочего колеса 136. Как показано на фигуре, при перемещении в радиальном направлении наружу по отношению к рабочему колесу 136 давление может изменяться от атмосферного (т.е. ноль фунт/кв.дюйм изб.) до максимального давления накачивания, создаваемого рабочим колесом 136. Соотношение между радиальным положением и напором может быть в основном экспоненциальным, пока указанное положение не достигнет радиального контура рабочего колеса 136.

И наоборот, "чистота", т.е. величина, обратная концентрации дополнительных компонентов в текучей среде, или, другими словами, степень чистоты текучей среды, может уменьшаться при перемещении в радиальном направлении наружу, где текучая среда, поступающая через впускной канал 108, смешивается с дополнительными компонентами. Соответственно область 141 отвода можно рассчитать, определив оптимальное соотношение между напором и чистотой текучей среды, отводимой в промывочный канал 122 через отверстие 140.

Кроме того, расход относительно чистой текучей среды через промывочный канал 122 можно регулировать, например, путем подбора местоположения или размера отверстия 140, трубопровода 142 и/или впускного канала 144 конуса по отношению к напору, создаваемому рабочим колесом 136. При известном падении давления через промывочный канал 122 такое регулирование может позволить оптимизировать количество текучей среды, протекающей через промывочный канал 122. Кроме того, промывочный канал 122 может содержать одно или большее количество устройств для регулирования расхода, с помощью которых также можно регулировать расход через промывочный канал 122.

На фиг. 8 представлено перспективное изображение узла 112 рабочего колеса/отражателя и статора 120, соответствующих одному из вариантов осуществления. Статор 120 может содержать первую и вторую кольцевые части 146, 148, описанные выше. Однако вторая кольцевая часть 148 может содержать множество поперечин 170, которые могут проходить вверх от первой кольцевой части 146, но могут не содержать бандаж. Например, поперечины 170 могут быть соединены с верхней частью 126 корпуса (фиг. 2). Поперечины 170 могут иметь любую форму, в том числе цилиндрическую, аэродинамическую и т.д., и могут быть разнесены на некоторое расстояние друг от друга, которое определяет широкие каналы между ними. Соответственно вторая кольцевая часть 148 может быть выполнена с возможностью минимизации блокирования проходящего через нее потока.

Кроме того, как показано на фигуре, лопатки 156 статора могут быть установлены под углом относительно окружности статора 120, например, противодействуя вращению, чтобы максимизировать сдвиг. Аналогично, лопасти 138 отражателя могут быть изогнуты по окружности, например, для облегчения выталкивания текучей среды и дополнительных компонентов в радиальном направлении наружу и, таким образом, осуществления сдвига за счет тангенциальной составляющей скорости.

Статор 120, показанный на фиг. 8, может выступать в качестве диффузора. По меньшей мере в одном варианте осуществления лопатки 156 статора, показанные на фигуре, могут быть ориентированы таким образом, чтобы обеспечивать возможность восстановления давления, и/или могут облегчать при смешивание воздуха в суспензию, например, при осуществлении операций вспенивания.

На фиг. 9 представлено другое перспективное изображение узла 112 рабочего колеса/отражателя, иллюстрирующее впускной торец 136-1 рабочего колеса 136, соответствующего одному из вариантов осуществления. Как показано на фигуре, лопасти 160 рабочего колеса 136, которые могут быть изогнутыми, прямыми или могут иметь любую другую подходящую геометрическую форму, могут втягивать текучую среду вверх, а затем выталкивать ее в радиальном направлении наружу в смесительную камеру 118 (см., например, фиг. 3). Следует учитывать, что рабочее колесо 136 может быть выполнено с возможностью высокооборотного (например, между приблизительно 300 об/мин и приблизительно 20000 об/мин) применения и может быть способно осуществлять перекачивание с напором между приблизительно 5 фунт/кв. дюйм (около 34 кПа) и приблизительно 150 фунт/кв. дюйм (приблизительно 1000 кПа), например приблизительно 60 фунт/кв. дюйм (приблизительно 414 кПа).

На фиг. 10 представлено перспективное изображение другого отражателя 200 смесителя 104, соот-

ветствующего одному из вариантов осуществления. В некоторых случаях лопасти ротора (например, лопасти 138, показанные на фиг. 1), могут осуществлять диспергирование, степень которого превышена по сравнению с требуемой степенью, например, в отношении специальных частиц, например инкапсулированного разжижителя геля. В некоторых случаях это может привести к преждевременному высвобождению химических веществ в текучую среду. Соответственно в одном из вариантов осуществления отражатель 200 может обеспечивать дисперсию со слабым или управляемым сдвигом, что позволяет обрабатывать такие деликатные химические вещества, которые имеют предрасположенность к повреждению или иным образом становятся непригодными для применения в вариантах осуществления отражателя с более интенсивным действием. В частности, отражатель 200 может осуществлять относительно постепенное диспергирование в случае применения в основном концентрических кольцевых дисков 202, которые установлены один поверх другого вверх от ступицы 204. Кольцевой диск 202-1, расположенный ближе всего к ступице 204, может иметь меньший внутренний диаметр, чем примыкающий к нему кольцевой диск 202-2, который, в свою очередь, может иметь меньший внутренний диаметр, чем кольцевой диск 202-3. Эта зависимость между соседними дисками 202 может повторяться и дальше от ступицы 204, таким образом формируют впускной торец 205 отражателя 200, через который могут принимать и проталкивать наружу текучую среду и/или дополнительные компоненты. Следует понимать, что могут применять любое количество кольцевых дисков 202.

В одном из вариантов осуществления диски 202 могут быть разделены лопатками 206 с образованием между дисками 202 узких протоков. Лопатки 206 могут иметь щели, по одной на каждом из кольцевых дисков 202, в которые кольцевые диски 202 могут входить и в которых их могут соединять с лопатками 206. Соответственно узкие каналы могут проходить в радиальном направлении наружу, например, преграждаемые в радиальном направлении только узкими лопатками 206. В других вариантах осуществления отдельные лопатки могут проходить между каждой парой смежных дисков 202 вместо лопаток 206, которые проходят через всю группу дисков 202, или в дополнение к ним. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления лопатки 206 могут соединять с одной или большим количеством подгрупп из общего количества дисков 202. В некоторых случаях лопатки 206 могут быть исключены, при этом расположенные на некотором расстоянии друг от друга диски 202 соединяют любым другим подходящим способом.

Большая площадь поверхности кольцевых дисков 202, которые образуют протоки, и узость протоков могут приводить к возникновению в них сдвига и турбулентного потока текучей среды. Такой сдвиг может оказывать такое же воздействие, что и отражатель 134 и статор 120, которые обсуждались выше, и может способствовать диспергированию сухих дополнительных компонентов в текучую среду, которую выталкивают через них в радиальном направлении наружу, при этом сводя к минимуму ударное воздействие лопаток 204, которые могут повредить деликатный материал. В некоторых случаях вследствие создания сдвига отражателем 200 статор 120 может быть исключен; однако в других случаях могут комбинировать сдвиговое воздействие статора 120 и отражателя 200.

На фиг. 11 представлено перспективное изображение небандажированного статора 300, соответствующего одному из вариантов осуществления. Как показано на фигуре, статор 300 содержит первую и вторую кольцевые части 302, 304, причем они обе, как показано на фигуре, могут быть небандажированными. Первая кольцевая часть 302 может содержать основание 306 и ряд лопаток 308, проходящих вверх от основания 306 и расположенных с интервалами по окружности первой кольцевой части 302. Протоки 310 образованы между смежными лопатками 308.

В случае если статор 300 не содержит бандаж, верхние части протоков 310 могут быть открыты во вторую кольцевую часть 304 статора 120. Вторая кольцевая часть 304 может содержать выступы 312, проходящие вверх от первой кольцевой части 302. Выступы 312 могут быть толще в окружном направлении, чем лопатки 308, например, каждый из них перекрывает две лопатки 308 и один из протоков 310; однако могут применять лопатки 308 и выступы 312 с любыми относительными размерами. Применение конфигурации без бандажа может сводить к минимуму блокирование потока от рабочего колеса 136, повышая производительность смесителя 104.

На фиг. 12 показан вид сбоку в поперечном сечении смесителя 104, соответствующего другому варианту осуществления. Вариант осуществления, показанный на фиг. 12, может быть в целом аналогичен варианту осуществления смесителя 104, показанному на одной или большем количестве из фиг. 1-8, причем одинаковые компоненты указаны с одинаковыми ссылочными позициями, а дублирующее описание опущено. Однако смеситель 104, показанный на фиг. 12, может содержать статор 400, который выполнен как одно целое с корпусом 107, например с нижней частью 128 корпуса. Соответственно статор 400 может быть смещен в радиальном направлении относительно узла 112 рабочего колеса/отражателя и может окружать его, причем выпускной канал 121 расположен в радиальном направлении наружу от статора 400. Поддержка статора 400 нижней частью 128 корпуса (и/или их выполнение как одного целого) может обуславливать поворачивание узла 112 рабочего колеса/отражателя с малым трением, поскольку статор 400 и узел 112 рабочего колеса/отражателя могут не соприкасаться друг с другом. В другом варианте осуществления для достижения подобного эффекта статор 400 может быть подвешен к верхней части 126 корпуса и/или выполнен с нею как одно целое.

Этот вариант осуществления смесителя 104 в некоторых случаях позволяет обеспечить смешивание всей или, по существу, всей поступающей текучей среды с дополнительным химическим веществом перед тем, как она выйдет из смесителя 104. Например, при смешивании цемента смеситель 104 может равномерно перемешивать порошкообразное вещество с тем, чтобы избежать зависимости от турбулентности в трубе на выходе смесителя 104 для осуществления такого перемешивания.

Статор 400 аналогично статору 120 может содержать бандаж или может не содержать его и может содержать две или большее количество кольцевых частей (например, одну для блокирования слабого потока и одну для блокирования сильного потока). Однако статор 400 может быть выполнен с возможностью приема, по существу, всего потока текучей среды из возможного объема текучей среды, что может позволить улучшить смешивание сухого вещества. Такой вариант осуществления смесителя 104 с применением статора 400 может подходить для диспергирования порошкообразного вещества в очень вязкую текучую среду, а также при высокой объемной доле порошкообразного вещества в смеси, например при приготовлении цементной смеси. Кроме того, хотя это и не показано, смеситель 104, соответствующий вариантам осуществления, показанным на фиг. 12, может содержать промывочный канал 122, например, аналогичный описанному выше.

На фиг. 13 показана блок-схема способа 1000 диспергирования дополнительного компонента, например сухого дополнительного компонента (например, порошкообразного вещества, гранул и т.д.) в текучей среде в соответствии с вариантом осуществления. Способ 1000 может быть осуществлен с применением одного или большего количества вариантов осуществления системы 100 для смешивания и/или смесителя 104 и, таким образом, описан в данном документе со ссылками на них. Однако следует понимать, что способ 1000 не ограничивается какой-либо конкретной конструкцией, если в настоящем документе не указано иное.

Способ 1000 может включать подачу текучей среды в смесительную камеру 118 смесителя 104 через впускной канал 108 для текучей среды (этап 1002). Например, смесительная камера 118 может находиться внутри корпуса 107, который может иметь впускной канал 108 для текучей среды, который принимает текучую среду, поступающую от источника 102. Кроме того, способ 1000 может включать подачу дополнительного компонента в смесительную камеру 118 через впускной канал 110 для дополнительного компонента (этап 1004). Материал, подаваемый на этапе 1004, может продвигаться под действием силы тяжести, например, при насыпании дополнительного компонента в конструкцию 111 для приема дополнительного компонента впускного канала 110 для дополнительного компонента, хотя предполагается возможность применения и других способов подачи дополнительного компонента.

Кроме того, способ 1000 может включать поворачивание узла 112 рабочего колеса/отражателя, расположенного в смесительной камере 118 (этап 1006). При поворачивании узел 112 рабочего колеса/отражателя может втягивать текучую среду из впускного канала 108 для текучей среды (например, вверх) и в радиальном направлении наружу, например, за счет действия рабочего колеса 136, впускной торцевой 136-1 которого расположен вблизи внутренней поверхности 139. Поворачивание узла 112 рабочего колеса/отражателя может дополнительно обуславливать выталкивание текучей среды, например, поступающей от рабочего колеса 136, вместе с дополнительным компонентом, принятым через впускной канал 110 для дополнительного компонента, в радиальном направлении наружу. В одном из примеров выталкивание наружу может осуществлять отражатель 134 узла 112 рабочего колеса/отражателя, который может содержать лопасти 138 и/или диски 202. Кроме того, отражатель 134 может иметь впускной торцевой 134-1, который может, например, быть ориентирован в направлении впускного канала 110 для дополнительного компонента. Когда дополнительный компонент подают через впускной канал 110 для дополнительного компонента, дополнительный компонент может сталкиваться с лопастями 138 и/или дисками 202 и перемещаться наружу в радиальном направлении.

Применение комбинации рабочего колеса 136 и отражателя 134, например, в конфигурации "задняя сторона к задней стороне", может обуславливать возникновение в отражателе 134 кольца, определяемого гидродинамически устойчивой границей текучая среда-воздух. Например, эта граница может радиально присутствовать между ступицей 138-1 и концом 138-2 лопастей 138 отражателя 134. Выталкивание дополнительного компонента (а также текучей среды, поступающей от рабочего колеса 136) в радиальном направлении наружу под действием отражателя 134 может обуславливать пересечение дополнительным компонентом границы воздух-текучая среда, и, таким образом, по меньшей мере его частичное диспергирование в текучей среде с образованием суспензии. В некоторых случаях функционирование узла 112 рабочего колеса/отражателя может создавать гидродинамически устойчивое кольцо, образующее границу текучая среда-воздух, благодаря чему предотвращают засасывание воздуха в текучую среду. Однако в некоторых случаях воздух могут намеренно вводить в смесь, например, при осуществлении операций вспенивания, например, с помощью статора 120 по фиг. 8.

Дополнительный компонент может быть дополнительно диспергирован в текучей среде (с повышением гомогенизации суспензии) за счет прохождения суспензии через статор 120 (этап 1008). Выше описаны различные варианты осуществления статора 120, например, с первым и вторым кольцевыми участками 146, 148, предусмотренными для минимизации и максимизации сдвига текучей среды соответственно. Как правило, статор 120 может содержать множество лопаток 156, образующих протоки между

ними, через которые поступает суспензия. Взаимодействие завихренного турбулентного потока суспензии с лопатками 156 статора может приводить к увеличению сдвига текучей среды, за счет чего может повышаться эффективность смешивания, осуществляемого смесителем 104. После смешивания до требуемой степени суспензию с определенной концентрацией дополнительных компонентов могут выталкивать из смесителя 104 (этап 1010) через выпускной канал 121, который может быть расположен радиально снаружи относительно узла 112 рабочего колеса/отражателя.

Кроме того, способ 1000 может включать протекание, обусловленное, например, поворачиванием узла 112 рабочего колеса/отражателя на этапе 1006, части текучей среды или суспензии (например, с относительно низкой концентрацией по сравнению с потоком через выпускной канал 121) в промывочный канал 122 и во впускной канал 110 для дополнительного компонента для предварительного смачивания дополнительного компонента (этап 1012). Например, промывочный канал 122 может содержать отверстие 140, которое может быть расположено таким образом и/или выполнено с такими размерами, чтобы оно могло принимать суспензию с заданной (например, минимизированной) концентрацией дополнительных компонентов при заданном (например, максимизированном) давлении в смесительной камере 118. Подбор размеров промывочного канала 122, размещение его отверстия 140 и/или применение устройств для регулирования расхода в промывочном канале 122 и т.д. могут позволить регулировать количество текучей среды, которая протекает через промывочный канал 122, и ее состав.

Следует понимать, что термины, указывающие направление или ориентацию, например "выше", "ниже", "вверх", "вниз", "над", "под", "сбоку" и т.п., применены исключительно для удобства, чтобы указать относительное позиционирование компонентов, изображенных на различных фигурах, по отношению друг к другу. Однако для среднего специалиста в данной области техники будет очевидно, что эти термины не предназначены для ограничения смесителя 104 какой-либо конкретной ориентацией.

Кроме того, хотя идеи настоящего изобретения были проиллюстрированы применительно к одному или большему количеству вариантов, для проиллюстрированных примеров могут быть предложены изменения и/или модификации без отступления от сущности и объема прилагаемой формулы изобретения. Кроме того, хотя конкретный признак идей настоящего изобретения мог быть раскрыт в отношении только одной из нескольких реализаций, такой признак может быть объединен с одним или большим количеством других признаков других реализаций, которые могут быть желательными и предпочтительными для любой заданной или конкретной функции. Кроме того, в тех случаях, когда термины "включающий", "включает", "имеющий", "имеет", "с помощью" или их варианты применяют в подробном описании и в формуле изобретения, такие термины предназначены для обозначения включения в способ аналогичного термину "содержащий". Кроме того, в обсуждении и в формуле изобретения термин "приблизительно" указывает на то, что приведенное значение может быть незначительно изменено, причем это изменение возможно до той меры, пока оно не приводит к несоответствию способа или конструкции проиллюстрированному варианту осуществления. И, наконец, термин "иллюстративный" указывает на то, описание приведено в качестве примера, а не подразумевает, что оно является наиболее подходящим.

Другие варианты осуществления идей настоящего изобретения будут очевидны для специалистов в данной области техники после изучения описания и практического осуществления идей настоящего изобретения, раскрытых в этом документе. Предполагается, что описание и примеры следует рассматривать только как иллюстративные, а действительный объем и сущность идей настоящего изобретения указаны в прилагаемой формуле изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Смеситель, содержащий

вал для приведения в движение смесителя, причем вал расположен в корпусе и продолжается через него, причем корпус содержит впускной канал для текучей среды, примыкающий к одному осевому концу вала, впускной канал для дополнительных компонентов, примыкающий к противоположному осевому концу вала, и тангенциальный выпускной канал, расположенный между впускным каналом для текучей среды и впускным каналом для дополнительных компонентов, причем корпус образует смесительную камеру, которая сообщается по текучей среде с впускным каналом для текучей среды, впускным каналом для дополнительных компонентов и выпускным каналом;

рабочее колесо, расположенное на валу в смесительной камере, причем при поворачивании рабочее колесо втягивает текучую среду через впускной канал для текучей среды в осевом направлении;

отражатель, расположенный на валу в смесительной камере и выполненный с возможностью приема текучей среды от рабочего колеса и приема дополнительного компонента из впускного канала для дополнительного компонента в осевом направлении, противоположном осевому направлению текучей среды, причем при поворачивании отражатель выталкивает текучую среду и дополнительный компонент в радиальном направлении наружу к тангенциальному выпускному каналу корпуса; и

сдвиговый кольцевой статор, расположенный, по меньшей мере, частично по окружности отражателя, причем статор содержит первую и вторую кольцевые части, установленные одна на другую, и лопатки, разнесенные по окружности друг от друга таким образом, чтобы между ними были образованы

протоки;

причем отражатель (134, 200) и рабочее колесо (136) имеют впускные торцы (134-1, 136-1) соответственно, при этом отражатель (134, 200) и рабочее колесо (136) расположены в корпусе в конфигурации "задняя сторона к задней стороне" таким образом, что рабочее колесо (136) создает поток текучей среды, проходящий в радиальном направлении наружу от отражателя (134, 200) вверх в смесительную камеру (118), а затем в радиальном направлении внутрь в направлении центра отражателя (134, 200).

2. Смеситель по п.1, дополнительно содержащий вал, соединенный с отражателем и рабочим колесом для поворачивания отражателя и рабочего колеса.

3. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что статор радиально смещен относительно лопастей отражателя таким образом, чтобы между ними был зазор.

4. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что статор содержит первую кольцевую часть, ограничивающую площадь первого протока, и вторую кольцевую часть, ограничивающую площадь второго протока, причем площадь первого протока больше, чем площадь второго протока, а вторая кольцевая часть расположена между первой кольцевой частью и рабочим колесом.

5. Смеситель по п.4, отличающийся тем, что вторая кольцевая часть расположена по окружности по меньшей мере части отражателя и выровнена с ним таким образом, чтобы принимать от него текучую среду.

6. Смеситель по п.4, отличающийся тем, что вторая кольцевая часть содержит множество лопаток, которые разнесены друг от друга для образования между ними множества протоков.

7. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что отношение площади поперечного сечения множества лопаток к площади второго протока составляет от приблизительно 1:2 до приблизительно 4:1.

8. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что вторая кольцевая часть не содержит бандаж, вследствие чего множество образованных в ней протоков являются открытыми.

9. Смеситель по п.4, отличающийся тем, что первая кольцевая часть статора содержит множество поперечин, соединенных с корпусом.

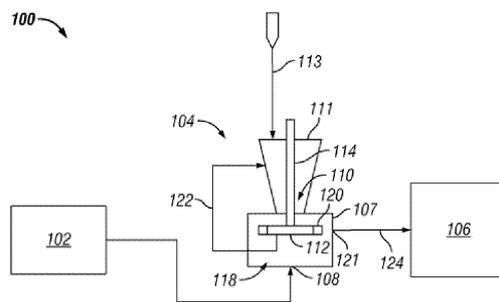
10. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что отражатель содержит множество лопастей отражателя.

11. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что отражатель содержит множество дисков, разнесенных в осевом направлении.

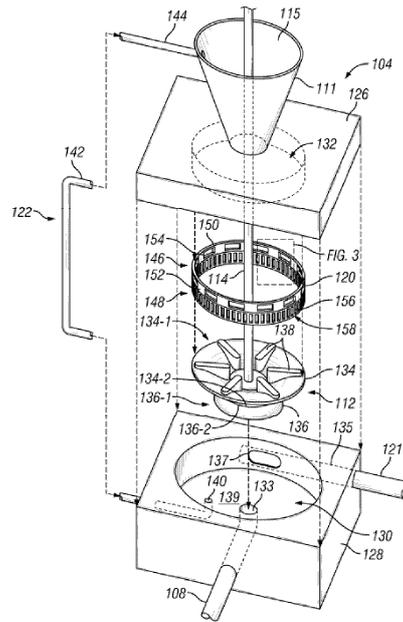
12. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что корпус содержит верхнюю часть корпуса, в которой, по меньшей мере, частично образован впускной канал для дополнительных компонентов, и нижнюю часть корпуса, в которой, по меньшей мере, частично образован впускной канал для текучей среды, и причем статор представляет собой по меньшей мере одно из: одного целого с нижней частью корпуса, верхней части корпуса или и то и другое.

13. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что впускной канал для дополнительного компонента выполнен с возможностью приема дополнительного компонента под действием силы тяжести.

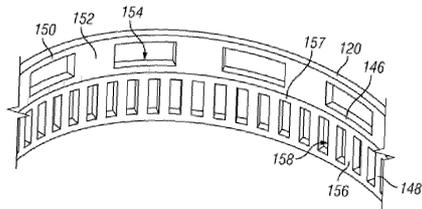
14. Смеситель по п.1, отличающийся тем, что корпус, рабочее колесо, отражатель и статор предотвращают засасывание воздуха, поступающего через впускной канал для дополнительных компонентов, в текучую среду, поступающую от рабочего колеса, за счет создания эффекта вихревого разделения.



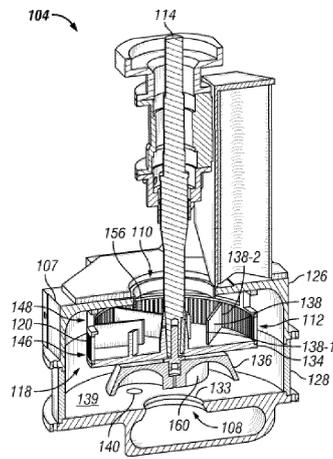
Фиг. 1



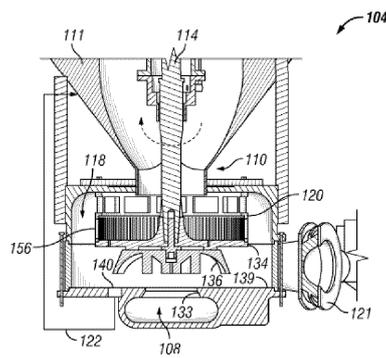
Фиг. 2



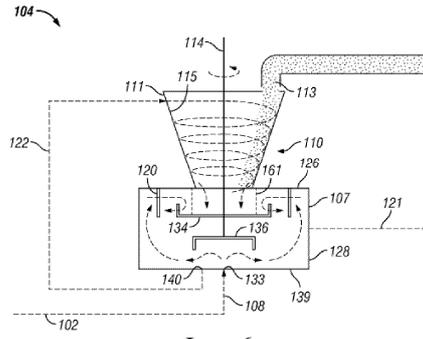
Фиг. 3



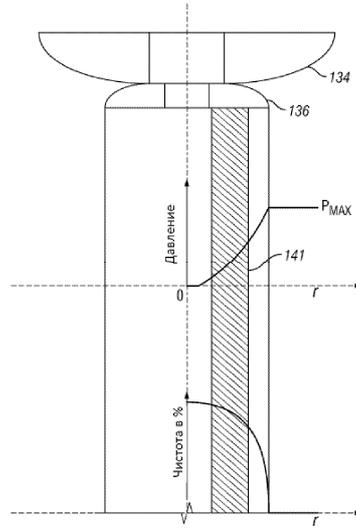
Фиг. 4



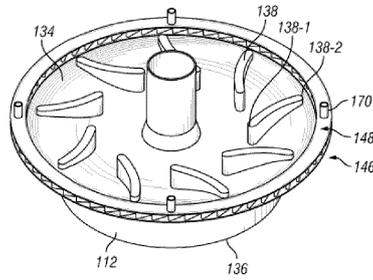
Фиг. 5



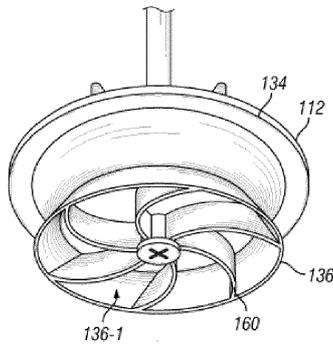
Фиг. 6



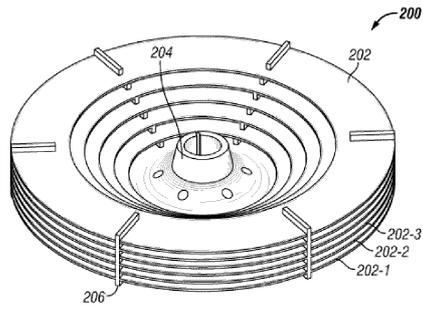
Фиг. 7



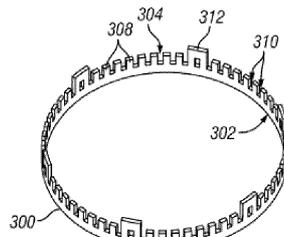
Фиг. 8



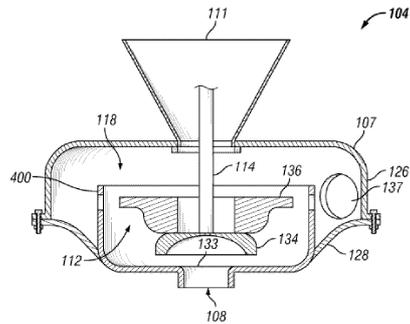
Фиг. 9



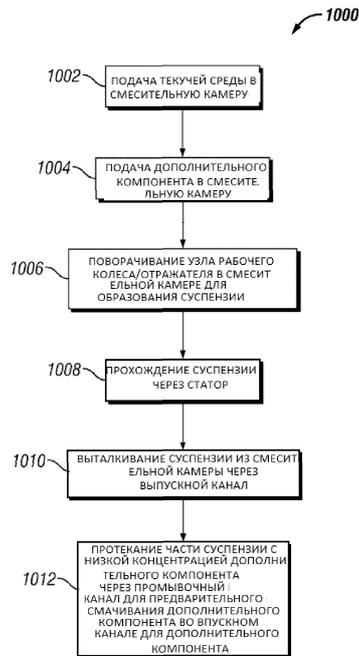
Фиг. 10



Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13

