

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047047**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.05.28

(21) Номер заявки
202291972

(22) Дата подачи заявки
2020.03.06

(51) Int. Cl. **B04C 5/04** (2006.01)
B04C 5/081 (2006.01)
B04C 5/103 (2006.01)
B04C 9/00 (2006.01)
B01D 53/24 (2006.01)
B01J 8/00 (2006.01)
B01J 8/24 (2006.01)
F23J 15/02 (2006.01)

(54) ЦИКЛОННАЯ СЕПАРАТОРНАЯ УСТАНОВКА

(43) **2022.11.01**

(86) **PCT/FI2020/050145**

(87) **WO 2021/176130 2021.09.10**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**МЕТСО ОТОТЕК ФИНЛАНД ОЙ
(FI)**

(56) **US-A-5203284**
US-A-5275641
US-B1-6814941
US-B1-6322601
WO-A1-2015031429
CN-A-102052684

(72) Изобретатель:
**Мадуга Роберт, Штурм Петер (DE),
Перандер Линус (NO), Байсхайм
Теодор (DE)**

(74) Представитель:
**Поликарпов А.В., Соколова М.В.,
Путинцев А.И., Черкас Д.А., Игнатьев
А.В., Билык А.В., Дмитриев А.В.,
Бучака С.М., Бельтюкова М.В. (RU)**

(57) Предложена циклонная сепараторная установка (100), содержащая верхнее по потоку устройство (1), имеющее выпускное отверстие (2), и циклонный сепаратор (3), имеющий впускное отверстие (4). Установка (100) также содержит соединительный канал (5), соединенный с выпускным отверстием (2) и впускным отверстием (4) для подачи газового потока, содержащего частицы, из верхнего по потоку устройства (1) в циклонный сепаратор (3). Верхнее по потоку устройство (1) имеет горизонтальный внутренний диаметр (D), а проточный канал (6) имеет поперечное сечение с высотой (H) и шириной (d), причем указанная ширина (d) относится к внутреннему диаметру (D) таким образом, что $0,15 \times D < d < 0,6 \times D$. Ширина (d) представляет собой протяженность проточного канала (6) в горизонтальной плоскости, пересекающей центр (CF) тяжести площади проходного сечения проточного канала (6) в выпускном отверстии (2) верхнего по потоку устройства. Внутренний диаметр (D) представляет собой ширину верхнего по потоку устройства (1) в горизонтальной плоскости, пересекающей центр (CP) тяжести площади проходного сечения верхнего по потоку устройства (1) и параллельной ширине (d) проточного канала (6). Проточный канал (6) расположен асимметрично в горизонтальном поперечном сечении верхнего по потоку устройства (1).

B1**047047****047047****B1**

Предпосылки изобретения

Изобретение относится к циклонной сепараторной установке, содержащей верхнее по потоку устройство, имеющее выпускное отверстие, и циклонный сепаратор, имеющий впускное отверстие.

Циклонные сепараторы широко используются для отделения или удаления частиц из потока газа, образующегося, например, в реакторе, печи, сушильной печи или устройстве Вентури. Однако по-прежнему существует необходимость в повышении эффективности циклонных сепараторов.

Сущность изобретения

В первом аспекте изобретения предложена циклонная сепараторная установка, содержащая верхнее по потоку устройство, имеющее выпускное отверстие; и циклонный сепаратор, имеющий впускное отверстие, причем установка также содержит соединительный канал, соединенный с выпускным отверстием и впускным отверстием для подачи газового потока, содержащего частицы, из верхнего по потоку устройства в циклонный сепаратор,

причем соединительный канал образует проточный канал, проходящий от выпускного отверстия до впускного отверстия,

верхнее по потоку устройство имеет горизонтальный внутренний диаметр, и проточный канал имеет поперечное сечение с высотой H и шириной d , причем указанная ширина d относится к внутреннему диаметру D так, что $0,15 \times D < d < 0,6 \times D$,

при этом ширина d представляет собой протяженность проточного канала в горизонтальной плоскости, пересекающей центр тяжести площади проходного сечения проточного канала на выпускном отверстии верхнего по потоку устройства,

причем внутренний диаметр D представляет собой ширину верхнего по потоку устройства в горизонтальной плоскости, пересекающей центр тяжести площади проходного сечения указанного устройства и параллельной ширине d проточного канала, и

проточный канал расположен асимметрично в горизонтальном поперечном сечении верхнего по потоку устройства.

Таким образом, может быть получена циклонная сепараторная установка, обеспечивающая повышенную эффективность.

Установка и способ характеризуются в соответствии с изложенным в независимых пунктах формулы изобретения. Некоторые другие варианты выполнения характеризуются в соответствии с изложенным в других пунктах формулы изобретения. Заявленные варианты выполнения также раскрыты в описании изобретения и на чертежах настоящей заявки на патент. При этом предмет изобретения заявки на патент может быть определен иначе, чем он определен в приведенных ниже пунктах формулы изобретения. Предмет изобретения может также представлять собой предмет нескольких разных изобретений, особенно если изобретение рассматривается с учетом сформулированных или предполагаемых подзадач или с учетом полученных преимуществ или совокупности преимуществ. Некоторые из определений, содержащихся в приведенных ниже пунктах формулы изобретения, могут при этом оказаться несущественными с точки зрения отдельных идей изобретения. В объеме основной идеи изобретения отличительные признаки различных вариантов выполнения изобретения могут применяться к другим вариантам выполнения.

В одном варианте выполнения верхнее по потоку устройство имеет круглое горизонтальное поперечное сечение, а соединительный канал расположен относительно указанного круглого устройства таким образом, что дистальная стенка соединительного канала направлена по касательной по отношению к верхнему по потоку устройству. Преимущество заключается в том, что эффективность процесса разделения в циклонном сепараторе может быть улучшена путем направления/подталкивания частиц к внешней стенке указанного направляющего сепаратора уже в выпускном отверстии верхнего по потоку устройства.

В одном варианте выполнения верхнее по потоку устройство имеет круглое горизонтальное поперечное сечение, а дистальная стенка имеет смещение относительно этого устройства, причем смещение составляет не более чем $0,1 \times D$ от касательной плоскости верхнего по потоку устройства. Преимущество заключается в том, что эффективность процесса разделения в циклонном сепараторе может быть улучшена путем направления/подталкивания частиц к внешней стенке указанного направляющего сепаратора уже в выпускном отверстии верхнего по потоку устройства.

В одном варианте выполнения поперечное сечение верхнего по потоку устройства имеет форму многоугольника, например прямоугольника или квадрата, а соединительный канал расположен на вертикальной кромке указанного устройства таким образом, что дистальная стенка соединительного канала прикреплена к указанной вертикальной кромке. Преимущество заключается в том, что эффективность процесса разделения в циклонном сепараторе может быть улучшена путем направления/подталкивания частиц к внешней стенке указанного направляющего сепаратора уже в выпускном отверстии верхнего по потоку устройства.

В одном варианте выполнения поперечное сечение верхнего по потоку устройства имеет форму многоугольника, например прямоугольника или квадрата, а дистальная стенка соединительного канала имеет смещение относительно вертикальной кромки указанного устройства, причем смещение составля-

ет не более чем $0,1 \times D$ от указанной вертикальной кромки. Преимущество заключается в том, что эффективность процесса разделения в циклонном сепараторе может быть улучшена путем направления/подталкивания частиц к внешней стенке указанного направляющего сепаратора уже в выпускном отверстии верхнего по потоку устройства.

В одном варианте выполнения поперечное сечение верхнего по потоку устройства имеет форму многоугольника, например прямоугольника или квадрата, а дистальная стенка соединительного канала расположена перпендикулярно относительно выпускной стенки указанного устройства, имеющей выпускное отверстие. Преимуществом является простота конструкции.

В одном варианте выполнения отношение высоты H соединительного канала к его ширине d составляет $H/d < 3,75$ на выпускном отверстии. Преимущество заключается в том, что проточная часть канала имеет относительно узкую форму, что позволяет направлять частицы от газовыпускного отверстия циклонного сепаратора.

В одном варианте выполнения площадь поперечного сечения соединительного канала уменьшается в направлении впускного отверстия. Преимущество заключается в том, что скорость газового потока в соединительном канале может быть увеличена.

В одном варианте выполнения ширина соединительного канала уменьшается в направлении впускного отверстия. Преимущество заключается в том, что частицы направляются дальше от газовыпускного отверстия циклонного сепаратора. Угол, приводящий к уменьшению ширины, позволяет продвигать частицы дальше к внешней стенке циклонного сепаратора, где может происходить отделение твердых веществ от газа.

В одном варианте выполнения ширина соединительного канала уменьшается в направлении впускного отверстия таким образом, что проксимальная стенка соединительного канала расположена под первым углом α относительно его дистальной стенки, причем первый угол $\alpha < 40^\circ$. Преимущество заключается в том, что частицы направляются дальше от газовыпускного отверстия циклонного сепаратора. Угол, приводящий к уменьшению ширины, позволяет подталкивать частицы дальше к внешней стенке сепаратора, где может происходить отделение твердых веществ от газа.

В одном варианте выполнения в проточном канале расположен выступ, предназначенный для ограничения площади поперечного сечения проточного канала. Преимущество заключается в том, что может быть повышена эффективность процесса разделения в циклонном сепараторе.

В одном варианте выполнения отношение высоты h выступа к ширине d проточного канала выбрано как $h/d < 0,3$. Преимущество этого заключается в том, выступ не полностью занимает площадь проходного сечения, при этом потери давления существенно не увеличиваются.

В одном варианте выполнения отношение длины l выступа l_1 к его высоте h задано как $l/h < 4$. Преимущество заключается в том, что до впускного отверстия циклонного сепаратора остается достаточное пространство, что позволяет потоку снова расширяться, снижая потери давления, поскольку частицы вследствие инерции не так легко расходятся обратно.

В одном варианте выполнения верхнее по потоку устройство представляет собой устройство Вентури, имеющее круглое поперечное сечение, причем устройство Вентури содержит систему подающих каналов, предназначенную для подачи материала в устройство Вентури, причем система подающих каналов содержит один или несколько подающих каналов, расположенных, как видно из вышеприведенного, под вторым углом β относительно направления дистальной стенки соединительного канала, причем указанный второй угол β выбран в диапазоне $90 \pm 70^\circ$. Преимущество заключается в том, что может быть повышена эффективность процесса разделения в циклонном сепараторе, соединенном с устройством Вентури.

В одном варианте выполнения система подающих каналов устройства Вентури содержит только один подающий канал. Преимущество заключается в простоте и легкости конструкции системы подающих каналов.

В одном варианте выполнения система подающих каналов содержит по меньшей мере два подающих канала. Преимущество заключается в том, что это может обеспечивать большую гибкость схемы установки и при необходимости способствовать подаче двух или более материалов, смешиваемых в верхнем по потоку устройстве.

В одном варианте выполнения система подающих каналов расположена на той же стороне осевой линии устройства Вентури, что и соединительный канал. Преимущество заключается в улучшении смешивания в устройстве Вентури, а также в повышении эффективности процесса разделения в циклонном сепараторе, соединенном с устройством Вентури, в частности, когда газовый поток имеет высокую объемную скорость, что означает, что объемная скорость в подающем канале > 5 м/с, предпочтительно > 6 м/с, еще более предпочтительно > 7 м/с.

В одном варианте выполнения система подающих каналов расположена на противоположной соединительному каналу стороне относительно осевой линии устройства Вентури. Преимущество заключается в улучшении смешивания в устройстве Вентури, а также в повышении эффективности процесса разделения в циклонном сепараторе, соединенном с устройством Вентури, в частности, когда газовый

поток имеет низкую объемную скорость, что означает, что объемная скорость в подающем канале <5 м/с, предпочтительно <4 м/с.

В одном варианте выполнения устройство Вентури имеет расширенную верхнюю часть, в которой расположено выпускное отверстие. Преимущество заключается в том, что благодаря расширенной части и возникающего вихревого движения/рециркуляции в устройстве Вентури улучшается смешивание.

Краткое описание чертежей

Некоторые варианты выполнения, иллюстрирующие настоящее изобретение, более подробно описаны на прилагаемых чертежах, на которых

фиг. 1а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе циклонной сепараторной установки;

фиг. 1b изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 1а;

фиг. 2 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе второй циклонной сепараторной установки;

фиг. 3 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе третьей циклонной сепараторной установки;

фиг. 4 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе четвертой циклонной сепараторной установки;

фиг. 5а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе пятой циклонной сепараторной установки;

фиг. 5b изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 5а;

фиг. 6 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе шестой циклонной сепараторной установки;

фиг. 7а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе седьмой циклонной сепараторной установки;

фиг. 7b изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 7а;

фиг. 8а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе восьмой циклонной сепараторной установки;

фиг. 8b изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 8а;

фиг. 9а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе девятой циклонной сепараторной установки;

фиг. 9b изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 9а;

фиг. 10а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе десятой циклонной сепараторной установки;

фиг. 10b изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 10а;

фиг. 11 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе одиннадцатой циклонной сепараторной установки;

фиг. 12 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе двенадцатой циклонной сепараторной установки;

фиг. 13а иллюстрирует принципы определения некоторых размеров проточного канала;

фиг. 13b иллюстрирует принципы определения некоторых размеров верхнего по потоку устройства.

На чертежах некоторые варианты выполнения для ясности показаны упрощенно. На чертежах одинаковые элементы обозначены одинаковыми номерами позиций.

Подробное описание

Фиг. 1а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе циклонной сепараторной установки, а фиг. 1b изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 1а.

Циклонная сепараторная установка 100 содержит верхнее по потоку устройство 1, имеющее выпускное отверстие 2, циклонный сепаратор 3, имеющий впускное отверстие 4, и соединительный канал 5, соединенный с выпускным отверстием 2 и впускным отверстием 4. В соответствии с одним аспектом верхнее по потоку устройство 1 представляет собой реактор, печь, сушильную печь или устройство Вентури. Верхнее по потоку устройство 1 имеет горизонтальный внутренний диаметр D .

Соединительный канал 5 образует проточный канал 6, проходящий от выпускного отверстия 2 устройства 1 до впускного отверстия 4 циклонного сепаратора 3 и доставляет поток газа, содержащий частицы, из устройства 1 в сепаратор 3.

Проточный канал 6 расположен асимметрично в горизонтальном поперечном разрезе устройства 1.

Проточный канал 6 на выпускном отверстии 2 устройства 1 имеет поперечное сечение с высотой H и шириной d . Ширина d проточного канала 6 относится к внутреннему диаметру D устройства 1 так, что $0,15 \times D < d < 0,6 \times D$, предпочтительно $0,175 \times D < d < 0,6 \times D$, еще более предпочтительно $0,2 \times D < d < 0,6 \times D$.

Чем шире проточный канал 6 на впускном отверстии, т.е. на выпускном отверстии 2 верхнего по потоку устройства (большее значение перед $< d$), тем меньше потери давления. Однако проточный канал 6 не должен быть слишком широким на впускном отверстии, так как в этом случае частицы не отбрасываются к противоположной стенке канала, а эффективность процесса разделения циклонного устройства 1 не повышается.

Ширина d проточного канала 6 представляет собой протяженность проточного канала 6 в горизонтальной плоскости, пересекающей центр тяжести CF площади проходного сечения проточного канала 6 на выпускном отверстии 2 верхнего по потоку устройства.

Внутренний диаметр D представляет собой протяженность устройства 1 в горизонтальной плоскости, пересекающей центр тяжести CP площади проходного сечения устройства 1 и параллельную ширине d проточного канала 6. В одном варианте выполнения указанная горизонтальная плоскость расположена приблизительно между верхней и нижней стенками соединительного канала 5.

На фиг. 13а и 13б проиллюстрированы общие принципы определения значений d и D .

В одном варианте выполнения отношение высоты H соединительного канала 5 к его ширине d составляет $H/d < 3,75$ на выпускном отверстии 2, например $1 < H/d < 3,75$. Таким образом, проточный канал 6 имеет относительно узкую форму, что позволяет направлять частицы от газовыпускного отверстия циклонного сепаратора. При этом проточный канал 6 не слишком узкий, что позволяет направлять частицы на выпускном отверстии 2 верхнего по потоку устройства к стенке канала.

В одном варианте выполнения горизонтальное поперечное сечение устройства 1 имеет круглую форму. В одном варианте выполнения, как показано на фиг. 1а, соединительный канал 5 расположен относительно устройства 1 круглой формы таким образом, что дистальная стенка 7 канала 5 направлена по касательной относительно устройства 1.

Фиг. 2 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе другой циклонной сепараторной установки.

В одном варианте выполнения, в котором верхнее по потоку устройство 1 имеет круглую форму, дистальная стенка 7 имеет смещение b относительно устройства 1. В одном варианте выполнения смещение b составляет не более чем $0,1 \times D$ от касательной плоскости T устройства 1.

Фиг. 3 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе третьей циклонной сепараторной установки.

В одном варианте выполнения площадь сечения соединительного канала 5 уменьшается в направлении впускного отверстия 4.

В одном варианте выполнения ширина d уменьшается в направлении впускного отверстия 4. В одном варианте выполнения, как показано на фиг. 3, проксимальная стенка 10 соединительного канала 5 расположена под первым углом α относительно его дистальной стенки 7, причем первый угол $\alpha < 40^\circ$. В еще одном варианте выполнения первый угол $\alpha < 35^\circ$.

Фиг. 4 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе четвертой циклонной сепараторной установки.

В одном варианте выполнения установка 100 содержит выступ 11, расположенный в проточном канале 6. Выступ 11 ограничивает площадь поперечного сечения проточного канала 6. В одном варианте выполнения выступ 11 прикреплен к соединительному каналу 5, например, посредством сварки. В другом варианте выполнения выступ 11 представляет собой одно целое с каналом 5, т.е. выполнен по форме из материала канала 5.

В одном варианте выполнения выступ 11 расположен на проксимальной стенке 10 соединительного канала 5.

В одном варианте выполнения отношение высоты h выступа 11 к ширине d проточного канала 6 составляет $h/d < 0,3$, предпочтительно $h/d < 0,25$.

В одном варианте выполнения отношения длины l к высоте h выступа 11 составляет $l/h < 4$, предпочтительно $l/h < 3$.

Фиг. 5а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе пятой циклонной сепараторной установки, а фиг. 5б изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 5а.

В одном варианте выполнения поперечное сечение верхнего по потоку устройства 1 имеет форму многоугольника, например прямоугольника.

В одном варианте выполнения, как показано на фиг. 5а, поперечное сечение устройства 1 имеет форму квадрата.

В одном варианте выполнения соединительный канал 5 расположен на вертикальной кромке 8 устройства 1 таким образом, что дистальная стенка 7 соединительного канала 5 прикреплена к вертикальной кромке 8.

В одном варианте выполнения дистальная стенка 7 соединительного канала 5 расположена перпендикулярно относительно выпускной стенки 9 верхнего по потоку устройства, содержащей выпускное отверстие 2. Однако в еще одном варианте выполнения между указанной внешней стенкой 9 и соединительным каналом 5 имеется угол, отличающийся от угла 90° .

Фиг. 6 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе шестой циклонной сепараторной установки. В одном варианте выполнения, в котором верхнее по потоку устройство 1 имеет форму многоугольника, дистальная стенка 7 соединительного канала 5 смещена на расстояние b относительно вертикальной кромки 8 верхнего по потоку устройства 1. В одном варианте выполнения указанное смеще-

ние b составляет не более чем $0,1 \times D$ от вертикальной кромки 8.

Фиг. 7а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе седьмой циклонной сепараторной установки, а фиг. 7б изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 7а.

В одном варианте выполнения верхнее по потоку устройство 1 представляет собой устройство Вентури. Устройство 1 Вентури имеет круглое поперечное сечение и содержит систему 12 подающих каналов, выполненную с возможностью подачи материала в устройство Вентури. С точки зрения гидродинамики, поперечное сечение устройства 1 Вентури предпочтительно имеет круглую форму. Однако в других вариантах выполнения изобретения поперечное сечение устройства 1 Вентури может быть другой формы, например овальной или многоугольной.

В одном варианте выполнения устройство 1 Вентури имеет расширенную верхнюю часть 14, а выпускное отверстие 2 расположено в этой верхней части. В одном варианте выполнения расширенная верхняя часть 14 расположена симметрично относительно всей конструкции устройства Вентури. Некоторые варианты выполнения, имеющие симметрично расположенную верхнюю часть, показаны на фиг. 7а-8б.

В одном варианте выполнения система 12 подающих каналов устройства Вентури содержит один подающий канал 13, расположенный, как видно из вышеприведенного, под вторым углом β относительно направления дистальной стенки 7 соединительного канала 5. В одном варианте выполнения второй угол β равен 90° . В одном варианте выполнения второй угол β выбран в диапазоне $90 \pm 70^\circ$.

В одном варианте выполнения, как показано на фиг. 7а, система 12 подающих каналов расположена на противоположной соединительному каналу 5 стороне относительно осевой линии С устройств Вентури.

Фиг. 8а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе восьмой циклонной сепараторной установки, а фиг. 8б изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 8а.

В одном варианте выполнения, как показано на фиг. 8а, система 12 подающих каналов расположена на той же стороне осевой линии С устройства Вентури, что и соединительный канал 5. В этом варианте выполнения второй угол β выбран в диапазоне $90 \pm 70^\circ$.

Фиг. 9а изображает схематический вид сверху в частичном разрезе девятой циклонной сепараторной установки, а фиг. 9б изображает схематический вид сбоку в частичном разрезе установки, показанной на фиг. 9а.

В одном варианте выполнения устройство 1 Вентури имеет расширенную верхнюю часть 14, расположенную асимметрично относительно всей конструкции устройства Вентури. Некоторые варианты выполнения, имеющие асимметрично расположенную верхнюю часть, показаны на фиг. 9а-12. Выпускное отверстие 2 расположено в указанной расширенной верхней части.

В одном варианте выполнения, содержащем асимметрично расположенное устройство 1 Вентури, система 12 подающих каналов расположена на противоположной соединительному каналу 5 стороне относительно осевой линии С устройства Вентури, как показано на фиг. 9а, 9б. В еще одном варианте выполнения система 12 подающих каналов расположена на той же стороне осевой линии С устройства Вентури, что и соединительный канал 5, как показано на фиг. 10а, 10б. Осевая линия С является осевой линией верхней части.

Фиг. 11 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе одиннадцатой циклонной сепараторной установки, а фиг. 12 изображает схематический вид сверху в частичном разрезе двенадцатой циклонной сепараторной установки.

В одном варианте выполнения система 12 подающих каналов содержит по меньшей мере два подающих канала 13. В вариантах выполнения, показанных на фиг. 11 и 12, установка имеет три подающих канала. Количество подающих каналов 13 может быть и более трех.

В одном варианте выполнения подающие каналы 13 системы 12 подающих каналов устройства Вентури расположены под вторым углом β относительно направления дистальной стенки 7 соединительного канала 5, причем указанный второй угол β выбран в диапазоне $90 \pm 70^\circ$.

На фиг. 13а проиллюстрированы принципы определения значений для определения размеров d и H проточного канала, а на фиг. 13б проиллюстрированы принципы определения значения D верхнего по потоку устройства. В основе упомянутого определения лежит использование концепции центра тяжести. Чтобы получить значение центра тяжести двумерной зоны, центр тяжести CF проточного канала 6 и верхнего по потоку устройства 1 может быть рассчитан по упрощенному кусочному элементу следующим образом:

$$x_s = \frac{\sum_i (x_{s,i} \cdot A_i)}{\sum_i A_i}$$

$$y_s = \frac{\sum_i (y_{s,i} \cdot A_i)}{\sum_i A_i}$$

Уравнение 1

После определения центра CF тяжести проточного канала 6 определяют линию, пересекающую указанный центр CF и проходящую параллельно высоте устройства 1. Эта линия соответствует высоте H проточного канала 6. Затем определяют другую линию, пересекающую указанный центр CF, но проходящую перпендикулярно высоте H устройства 1. Эта другая линия соответствует ширине d проточного канала 6.

При определении значения величины D устройства 1 определяют центр тяжести CP площади проходного сечения верхнего по потоку компонента 1. Это определение может происходить так, как описано выше в уравнении 1. Затем определяют линию, пересекающую указанный центр CP и проходящую параллельно линии d, определенной выше. Эта заданная линия соответствует внутреннему диаметру D верхнего по потоку компонента 1.

Изобретение не ограничивается только описанными выше вариантами выполнения, а напротив, возможны многочисленные изменения в пределах объема идеи изобретения, определенного приведенными ниже пунктами формулы изобретения. В пределах объема идеи изобретения характеристики различных вариантов выполнения и применения могут быть использованы вместе с характеристиками другого варианта выполнения или применения или заменять их.

Чертежи и соответствующее описание предназначены только для иллюстрации идеи изобретения. Изобретение может отличаться в деталях в пределах объема изобретательской идеи, определенного в нижеследующих пунктах формулы изобретения.

Номера позиций

- 1 - Верхнее по потоку устройство;
- 2 - выпускное отверстие;
- 3 - циклонный сепаратор;
- 4 - впускное отверстие;
- 5 - соединительный канал;
- 6 - проточный канал;
- 7 - дистальная стенка;
- 8 - вертикальная кромка;
- 9 - выпускная стенка;
- 10 - проксимальная стенка;
- 11 - выступ;
- 12 - система подающих каналов;
- 13 - подающий канал;
- 14 - расширенная верхняя часть;
- α - первый угол;
- β - второй угол;
- b - смещение;
- C - осевая линия;
- CF - центр тяжести проточного канала;
- CP - центр тяжести верхнего по потоку устройства;
- D - внутренний диаметр;
- d - ширина;
- H - высота;
- h - высота выступа;
- T - касательная плоскость.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Циклонная сепараторная установка (100), содержащая верхнее по потоку устройство (1), имеющее выпускное отверстие (2), и циклонный сепаратор (3), имеющий впускное отверстие (4),

при этом установка (100) также содержит соединительный канал (5), соединенный с выпускным отверстием (2) и впускным отверстием (4) для подачи потока газа, содержащего частицы, из верхнего по потоку устройства (1) в циклонный сепаратор (3),

причем соединительный канал (5) образует проточный канал (6), проходящий от выпускного отверстия (2) к впускному отверстию (4), а горизонтальное поперечное сечение верхнего по потоку устройства (1) имеет круглую форму с горизонтальным внутренним диаметром (D), причем ширина (d) представляет собой протяженность проточного канала (6) в горизонтальной плоскости, пересекающей центр (CF) тяжести площади проходного сечения проточного канала (6) в выпускном отверстии (2) верх-

него по потоку устройства,

при этом внутренний диаметр (D) представляет собой ширину верхнего по потоку устройства (1) в горизонтальной плоскости, пересекающей центр (CP) тяжести площади проходного сечения верхнего по потоку устройства (1) и параллельной ширине (d) проточного канала (6), и проточный канал (6) расположен асимметрично в горизонтальном поперечном сечении верхнего по потоку устройства (1),

отличающаяся тем, что проточный канал (6) имеет поперечное сечение с высотой (H) и шириной (d), причем указанная ширина (d) относится к внутреннему диаметру (D) так, что $0,15 \times D < d < 0,6 \times D$, при этом соединительный канал (5) расположен относительно круглого верхнего по потоку устройства (1) таким образом, что дистальная стенка (7) соединительного канала (5) направлена по касательной относительно верхнего по потоку устройства (1), и отношение высоты (H) соединительного канала (5) к его ширине (d) составляет $H/d < 3,75$ в выпускном отверстии (2).

2. Циклонная сепараторная установка (100), содержащая верхнее по потоку устройство (1), имеющее выпускное отверстие (2), и циклонный сепаратор (3), имеющий впускное отверстие (4),

при этом установка (100) также содержит соединительный канал (5), соединенный с выпускным отверстием (2) и впускным отверстием (4) для подачи потока газа, содержащего частицы, из верхнего по потоку устройства (1) в циклонный сепаратор (3),

причем соединительный канал (5) образует проточный канал (6), проходящий от выпускного отверстия (2) к впускному отверстию (4), а горизонтальное поперечное сечение верхнего по потоку устройства (1) имеет многоугольную форму с горизонтальным внутренним размером (D), причем ширина (d) представляет собой протяженность проточного канала (6) в горизонтальной плоскости, пересекающей центр (CF) тяжести площади проходного сечения проточного канала (6) в выпускном отверстии (2) верхнего по потоку устройства,

при этом горизонтальный внутренний размер (D) представляет собой ширину верхнего по потоку устройства (1) в горизонтальной плоскости, пересекающей центр (CP) тяжести площади проходного сечения верхнего по потоку устройства (1) и параллельной ширине (d) проточного канала (6), и проточный канал (6) расположен асимметрично в горизонтальном поперечном сечении верхнего по потоку устройства (1),

отличающаяся тем, что проточный канал (6) имеет поперечное сечение с высотой (H) и шириной (d), причем указанная ширина (d) относится к горизонтальному внутреннему размеру (D) так, что $0,15 \times D < d < 0,6 \times D$, при этом отношение высоты (H) соединительного канала (5) к его ширине (d) составляет $H/d < 3,75$ в выпускном отверстии (2).

3. Установка по п.2, в которой поперечное сечение верхнего по потоку устройства (1) имеет форму прямоугольника, например, квадрата.

4. Установка по п.3, в которой соединительный канал (5) расположен на вертикальной кромке (8) верхнего по потоку устройства (1) таким образом, что дистальная стенка (7) соединительного канала (5) прикреплена к указанной вертикальной кромке (8).

5. Установка по п.3, в которой дистальная стенка (7) соединительного канала (5) имеет смещение (b) относительно вертикальной кромки (8) верхнего по потоку устройства (1), при этом указанное смещение (b) составляет не более чем $0,1 \times D$ от указанной вертикальной кромки (8).

6. Установка по п.4 или 5, в которой дистальная стенка (7) соединительного канала (5) расположена перпендикулярно выпускной стенке (9) верхнего по потоку устройства, имеющей выпускное отверстие (2).

7. Установка по любому из предыдущих пунктов, в которой площадь поперечного сечения соединительного канала (5) уменьшается в направлении впускного отверстия (4).

8. Установка по п.7, в которой ширина (d) соединительного канала (5) уменьшается в направлении впускного отверстия (4).

9. Установка по п.8, в которой проксимальная стенка (10) соединительного канала (5) расположена под первым углом (α) относительно его дистальной стенки (7), причем первый угол $\alpha < 40^\circ$.

10. Установка по любому из предыдущих пунктов, в которой в проточном канале (6) расположен выступ (11), предназначенный для ограничения площади поперечного сечения проточного канала (6).

11. Установка по п.10, в которой отношение высоты (h) выступа (11) к ширине (d) проточного канала (6) выбрано как $h/d < 0,3$.

12. Установка по п.11, в которой отношение длины (l) выступа (11) к его высоте (h) выбрано как $l/h < 4$.

13. Установка по любому из предыдущих пунктов, в которой верхнее по потоку устройство (1) представляет собой одно из следующих: реактор, печь, сушильную печь или устройство Вентури.

14. Установка по п.1, в которой верхнее по потоку устройство (1) представляет собой устройство Вентури, имеющее круглое поперечное сечение, при этом устройство Вентури содержит систему (12) подающих каналов, предназначенную для подачи материала в устройство Вентури, причем система (12) подающих каналов содержит один или большее количество подающих каналов (13), расположенных, как видно из вышеприведенного, под вторым углом (β) относительно направления дистальной стенки (7) соединительного канала (5), причем указанный второй угол (β) выбран в диапазоне $90 \pm 70^\circ$.

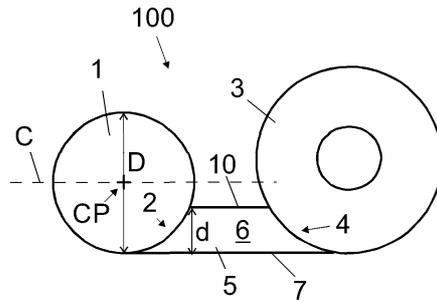
15. Установка по п.14, в которой система (12) подающих каналов содержит только один подающий канал (13).

16. Установка по п.14, в которой система (12) подающих каналов содержит по меньшей мере два подающих канала (13).

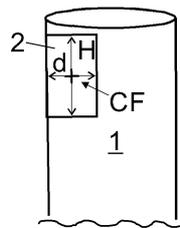
17. Установка по любому из пп.14-16, в которой система (12) подающих каналов расположена на той же стороне осевой линии (С) устройства Вентури, что и соединительный канал (5).

18. Установка по любому из пп.14-16, в которой система (12) подающих каналов расположена на противоположной соединительному каналу (5) стороне относительно осевой линии (С) устройства Вентури.

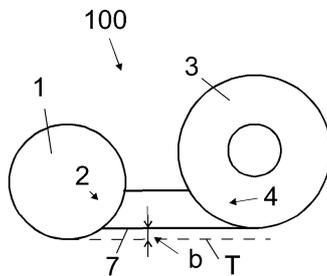
19. Установка по любому из пп.14-18, в которой устройство Вентури имеет расширенную верхнюю часть, при этом выпускное отверстие (2) расположено в указанной расширенной верхней части.



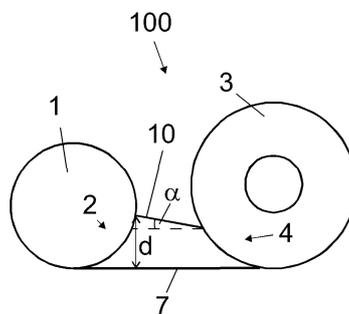
Фиг. 1а



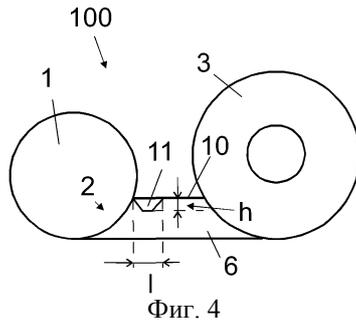
Фиг. 1б



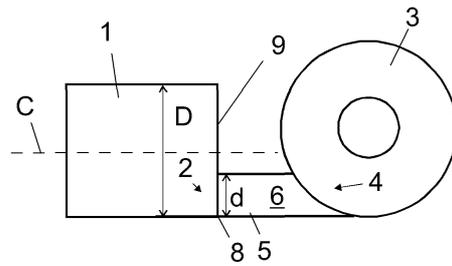
Фиг. 2



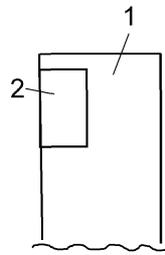
Фиг. 3



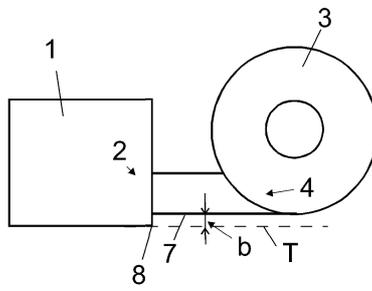
Фиг. 4



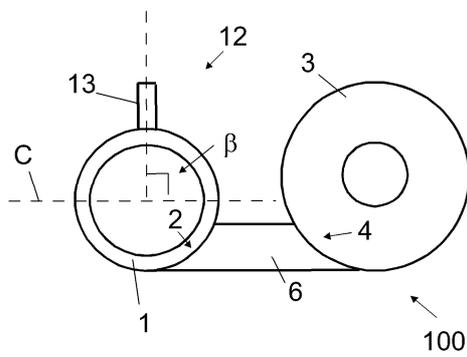
Фиг. 5а



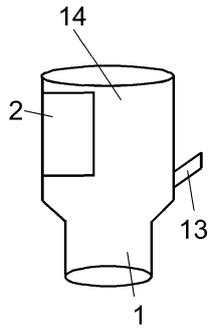
Фиг. 5b



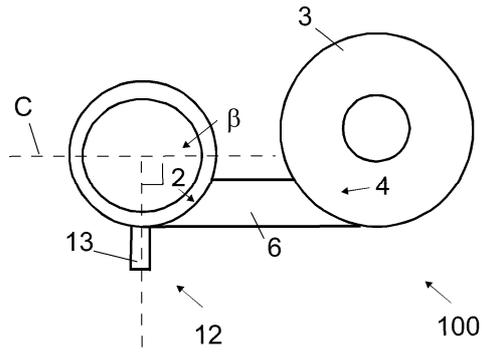
Фиг. 6



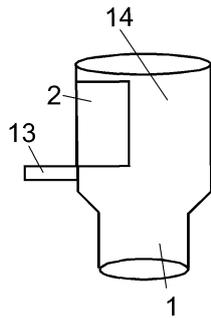
Фиг. 7а



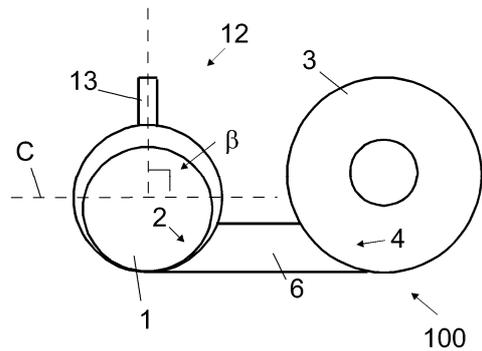
Фиг. 7b



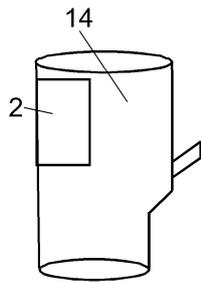
Фиг. 8a



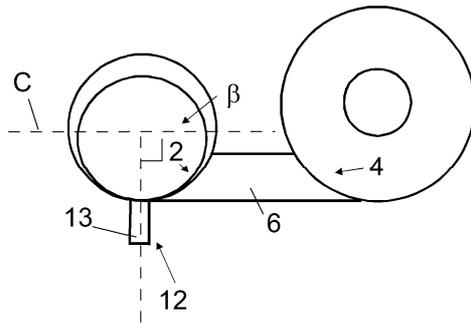
Фиг. 8b



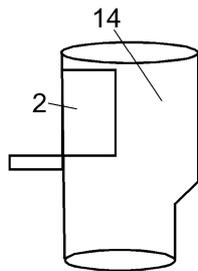
Фиг. 9a



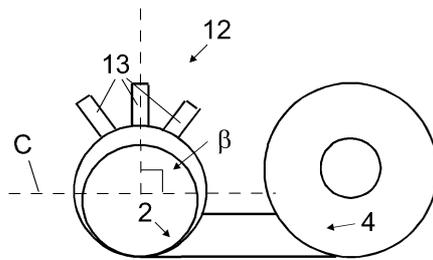
Фиг. 9b



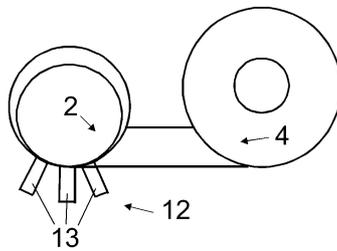
Фиг. 10a



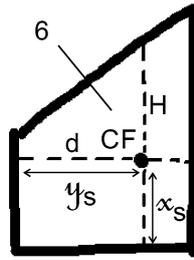
Фиг. 10b



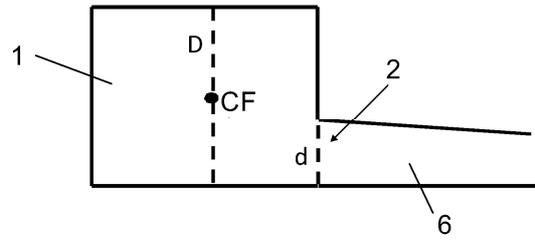
Фиг. 11



Фиг. 12



Фиг. 13а



Фиг. 13б