

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043637**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.06.07

(21) Номер заявки
202292579

(22) Дата подачи заявки
2020.06.09

(51) Int. Cl. **F23C 10/20** (2006.01)
F27B 15/10 (2006.01)
F27D 3/16 (2006.01)

(54) **СОПЛО ДЛЯ ПСЕВДООЖИЖЕНИЯ И РЕАКТОР С ПСЕВДООЖИЖЕННЫМ СЛОЕМ**

(43) **2023.01.23**

(86) **PCT/FI2020/050399**

(87) **WO 2021/250305 2021.12.16**

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

(56) CN-U-206001451
CN-U-201875695
CN-U-206018604
JP-A-H02275203
US-A-3914089
WO-A1-2005095854

(72) Изобретатель:
**Нойгебауэр Ларс (DE), Перандер
Линус (NO), Вайссенбургер Ойген,
Орт Андреас, Хаммершмидт Йёрг,
Вробель Маций (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) В изобретении предложено сопло (1) для псевдоожигения, предназначенное для введения текучей среды в реактор (2) с псевдоожигенным слоем, а также реактор (2) с псевдоожигенным слоем. Сопло для псевдоожигения содержит трубку (3), ограничивающую по меньшей мере часть подающего канала (4), в которой должна проходить текучая среда, по меньшей мере одно отверстие (5) для выпуска текучей среды, образованное вблизи нижнего по потоку конца (6) трубки (3) сопла, и чашеобразный кожух (7), герметичным образом закрывающий трубку (3) сопла посредством крышки (8) указанного кожуха (7) на нижнем по потоку конце (6) указанной трубки, на котором выполнено указанное по меньшей мере одно отверстие (5) для выпуска текучей среды. В подающем канале (4) выполнен элемент (10) ограничения потока, образующий по меньшей мере один ограничительный подающий канал (11) выше по потоку относительно указанного по меньшей мере одного отверстия (5) для выпуска текучей среды.

043637
B1

043637
B1

Область техники

Изобретение относится к соплу для псевдооживления, предназначенному для введения текучей среды, такой как газ, в реактор или подобное устройство, как изложено в ограничительной части независимого п.1 формулы изобретения.

Изобретение также относится к реактору с псевдооживленным слоем, как изложено в ограничительной части независимого п.14 формулы изобретения.

В публикации WO 2012/115845 описан псевдооживляющий слой с соплами для псевдооживления.

Проблема, связанная с данным псевдооживляющим слоем, используемым с множеством сопел для псевдооживления, например, от 10 до 10000 указанных сопел, заключается в том, что для надлежащего функционирования псевдооживляющего слоя поток, образуемый текучей средой, подаваемой из сопел для псевдооживления, должен быть равномерным по всему указанному слою. Это определяет требования, предъявляемые к единообразию конструкции и размерам сопел, используемых для псевдооживляющего слоя, означая, что при заданном потоке на всех данных соплах должны быть одинаковые потери давления. Один из способов достижения равномерной потери давления на всех соплах для псевдооживления заключается в том, чтобы отверстия для выпуска текучей среды, выполненные во всех таких соплах, применяемых в реакторе с псевдооживленным слоем, имели одинаковую конструкцию и одинаковые размеры. Это также означает, что износ и засорение отверстия (отверстий) для выпуска текучей среды по меньшей мере одного сопла для псевдооживления, применяемого в реакторе с псевдооживленным слоем, негативно влияет на однородность потока, поскольку в данной ситуации конструкция и размеры отверстия (отверстий) для выпуска текучей среды по меньшей мере одного указанного сопла не будут соответствовать конструкции и размерам отверстия (отверстий) для выпуска текучей среды в остальных соплах для псевдооживления, применяемых в реакторе с псевдооживленным слоем. Известные решения данной проблемы заключаются в высокоточном изготовлении сопел для псевдооживления, выполненных из материалов, обладающих высокой термостойкостью и высокой износостойкостью, что обусловлено технологическими требованиями. При изготовлении большого количества сопел для псевдооживления, которые имеют точно одинаковую конструкцию и размеры отверстия (отверстий) для выпуска текучей среды и выполнены из материалов, обладающих высокой термостойкостью и высокой износостойкостью, могут возникать трудности, и, соответственно, обработка указанных материалов является довольно сложной задачей.

Цель изобретения

Задача заключается в создании сопла для псевдооживления, которое может быть использовано в реакторах с псевдооживленным слоем, для образования равномерного потока текучей среды, а также в создании реактора с псевдооживленным слоем.

Краткое описание

Сопло для псевдооживления характеризуется признаками, изложенными в независимом п.1 формулы изобретения.

Предпочтительные варианты выполнения сопла для псевдооживления описаны в зависимых п.п.2 - 13 формулы изобретения.

Соответственно, реактор с псевдооживленным слоем согласно изобретению характеризуется признаками, изложенными в независимом п.14 формулы изобретения.

Предпочтительные варианты выполнения реактора с псевдооживленным слоем описаны в зависимых п.п.15-26 формулы изобретения.

Перечень чертежей

Ниже изобретение описано более подробно со ссылкой на чертежи, на которых

фиг. 1 изображает в разрезе первый вариант выполнения сопла для псевдооживления, при этом в подающем канале сопла расположен элемент ограничения потока в виде отдельной детали,

фиг. 2 схематически изображает элемент ограничения потока, выполненный в виде отдельной детали, которая может быть расположена в подающем канале сопла для псевдооживления,

фиг. 3 изображает в разрезе второй вариант выполнения сопла для псевдооживления, при этом элемент ограничения потока выполнен за одно целое с внутренней стенкой подающего канала указанного сопла,

фиг. 4 изображает в разрезе третий вариант выполнения сопла для псевдооживления, при этом трубка сопла содержит несколько секций, а элемент ограничения потока, выполненный в виде отдельной детали, расположен в участке подающего канала одной из указанных нескольких секций трубки сопла,

фиг. 5 изображает в разрезе четвертый вариант выполнения сопла для псевдооживления, при этом трубка сопла содержит несколько секций, а элемент ограничения потока выполнен за одно целое с внутренней стенкой участка подающего канала одной из указанных нескольких секций трубки сопла,

фиг. 6 изображает в разрезе фрагмент первого варианта выполнения реактора с псевдооживленным слоем, причем указанный реактор содержит коллекторное устройство, и

фиг. 7 изображает в разрезе фрагмент второго варианта выполнения реактора с псевдооживленным слоем, причем указанный реактор содержит устройство воздухораспределительного короба.

Подробное описание изобретения

Сначала приведено более подробное описание сопла 1 для псевдооживления, предназначенного для введения текучей среды, такой как газ, в реактор 2 с псевдооживленным слоем или подобное устройство, а также описание некоторых вариантов выполнения и модификаций указанного сопла.

Сопло 1 содержит трубку 3, ограничивающую по меньшей мере часть подающего канала 4, в котором должна протекать текучая среда.

Сопло 1 имеет по меньшей мере одно отверстие 5 для выпуска текучей среды, расположенное рядом с нижним по потоку концом 6 трубки 3 сопла и предназначенное для выпуска текучей среды из указанной трубки в окружающую среду.

Сопло 1 содержит чашеобразный кожух 7, который герметичным образом закрывает трубку 3 сопла посредством крышки 8 указанного кожуха на нижнем по потоку конце 6 указанной трубки, на котором выполнено по меньшей мере одно отверстие 5 для выпуска текучей среды, при этом кожух 7 включает юбку 9, соединенную с крышкой 8, причем юбка 9 кожуха окружает часть трубки 3 сопла, образуя кольцевой колпачок, отходящий от указанного конца 6, на котором выполнено по меньшей мере одно отверстие 5 для выпуска текучей среды.

Подающий канал 4 выполнен с элементом 10 ограничения потока, образующим по меньшей мере один ограничительный подающий канал 11, расположенный выше по потоку относительно по меньшей мере одного отверстия 5 для выпуска текучей среды.

Элемент 10 ограничения потока будет вызывать падение давления текучей среды при ее прохождении через указанный элемент.

Если в реакторе 2 используют несколько сопел 1, имеющих элементы 10 ограничения потока, то указанные элементы, расположенные в каждом сопле 1, будут сообщать, за счет перепада давления, создаваемого элементами 10 в каждом сопле 1, обеспечивать сглаживание возможных различий между потоками текучей среды, создаваемыми всеми указанными соплами данного реактора, уже перед, то есть, выше по потоку относительно отверстия (отверстий) 5 для выпуска текучей среды из трубки 3 каждого сопла 1 в окружающую среду. Поскольку перепад давления присутствует в каждом сопле 1 реактора 2, а именно, у отверстия (отверстий) 5 для выпуска текучей среды из трубки 3 каждого указанного сопла в окружающую среду, например, из-за засорения и/или износа данного отверстия (отверстий) 5, будет уменьшено влияние на однородность потока текучей среды у постели 17 слоя, содержащей материал, подлежащий обработке в реакторе 2.

В связи с тем, что элементы 10 ограничения потока будут дополнительно ограничивать количество текучей среды, которая может проходить по указанному элементу 10, будет обеспечен равномерный поток текучей среды по всей постели 17 слоя, содержащей материал, подлежащий обработке в реакторе 2, поскольку будут сглажены возможные различия в потоке текучей среды, выходящей из отдельных сопел 1.

Поскольку уменьшено давление текучей среды, отверстие 5 для выпуска текучей среды из трубки 3 сопла в окружающую среду может быть выполнено большего размера, и в результате скорость потока текучей среды, выходящей из отверстий 5, будет ниже. Как следствие, воздействие на частицы, содержащиеся в постели 17 слоя, также будет уменьшено с точки зрения разрушения частиц, что снижает скорость указанных частиц, а, следовательно, и возможный абразивный и/или эрозийный износ сопел 1 реактора 2, вызванный указанными частицами.

Элемент 10 ограничения потока предпочтительно, но не обязательно, выполнен таким образом, чтобы текучая среда могла проходить данный элемент по указанному по меньшей мере одному подающему каналу 11, образованному элементом 10.

В качестве альтернативы или дополнения, элемент 10 может иметь такую конфигурацию, чтобы текучая среда могла проходить по этому элементу 10 между ним и подающим каналом 4.

Как изображено на фиг. 2, указанный по меньшей мере один ограничительный канал 11 предпочтительно, но не обязательно, образован верхним по потоку тороидальным впускным отверстием 12, имеющим входной диаметр А, выпускным конусом 13, расположенным ниже по потоку и имеющим выходной диаметр В, соответствующий указанному диаметру А отверстия 12, и горловиной 14, расположенной между указанными отверстием 12 и конусом 13, так что длина С отверстия 12 меньше длины D конуса 13, измеренной в направлении потока F. Элемент 10 предпочтительно, но не обязательно, образует только один ограничительный подающий канал 11, при этом указанный канал 11 предпочтительно, но не обязательно, выполнен в виде звукового сопла (сопла Лавала). Конструкция и размеры указанного по меньшей мере одного канала 11 предпочтительно, но не обязательно, образуют трубку Вентури, как изображено на фиг. 2. Текучая среда выше по потоку от горловины 14 испытывает более высокое давление, чем текучая среда ниже по потоку от горловины 14. Текучая среда, входящая в указанный по меньшей мере один канал 11, ускоряется в верхнем по потоку тороидальном впускном отверстии 12. Скорость текучей среды в горловине 14 предпочтительно, но не обязательно приближается к скорости звука. Как только данное условие будет реализовано, расход потока через указанный по меньшей мере один канал 11 будет оставаться постоянным, даже если значительно изменится давление ниже по потоку, разумеется при условии, что перепад давления в подающем канале 4 между местоположением, находящимся вы-

ше по потоку относительно горловины 14 канала 11, и местоположением, находящимся ниже по потоку относительно данной горловины, также будет изменяться соответствующим образом. Скорость текучей среды ниже по потоку относительно горловины 14 будет снижаться вследствие увеличения поперечного сечения подающего канала 4 ниже по потоку относительно горловины 14.

Длина С верхнего по потоку тороидального впускного отверстия 12 предпочтительно, но не обязательно, составляет от E до $2,2E$, где E - диаметр горловины 14, входной диаметр А отверстия 12 предпочтительно, но не обязательно, составляет от $2E$ до $6E$, где E - диаметр горловины 14, длина D расположенного ниже по потоку выпускного конуса 13 предпочтительно, но не обязательно, составляет от $10E$ до $50E$, где E - диаметр горловины 14, выходной диаметр В конуса 13 предпочтительно, но не обязательно, составляет от $2E$ до $6E$, где E - диаметр горловины 14, и угол F наклона боковой поверхности выпускного конуса 13 предпочтительно, но не обязательно, составляет от 1 до 10° , например от 2 до 7° .

В сопле 1 элемент 10 ограничения потока может быть расположен внутри части подающего канала 4, ограниченной трубкой 3 сопла, как в первом варианте выполнения сопла 1, представленном на фиг. 1.

В сопле 1 элемент 10 может быть расположен неподвижно в части подающего канала 4, ограниченной трубкой 3 сопла.

В сопле 1 элемент 10 может быть выполнен за одно целое с внутренней стенкой части подающего канала 4, ограниченной трубкой 3 сопла, как во втором варианте выполнения сопла 1, представленного на фиг. 3.

В сопле 1 часть подающего канала 4, ограниченная трубкой 3 сопла, может иметь поперечное сечение по существу одинаковой формы между нижним по потоку концом 6 указанной трубки, на котором выполнено по меньшей мере одно отверстие 5 для выпуска текучей среды, и верхним по потоку впускным концом 22 трубки 3 сопла, а элемент 10 ограничения потока предпочтительно, но не обязательно, имеет вид детали, выполненной отдельной от указанной трубки 3 и расположенной неподвижно в части подающего канала 4, ограниченной трубкой 3 сопла.

Как в третьем и четвертом вариантах выполнения сопла для псевдооживления, представленных, соответственно, на фиг. 4 и 5, трубка 3 сопла 1 может содержать несколько секций 15, каждая из которых образует участок 16 подающего канала, так что указанные несколько секций 15 соединены вместе таким образом, чтобы участки 16 подающего канала данных секций 15 образовали часть подающего канала, ограниченную трубкой 3 сопла, и чтобы по меньшей мере один участок 16 подающего канала нескольких секций 15 трубки сопла имел элемент 10 ограничения потока, образующий по меньшей мере один подающий канал 11.

Если трубка 3 сопла 1 содержит несколько указанных секций 15, элемент 10 ограничения потока может быть расположен внутри участка 16 подающего канала одной из указанных нескольких секций 15 трубки сопла, как в третьем варианте выполнения сопла для псевдооживления, представленном на фиг. 4.

Если трубка 3 сопла 1 содержит несколько указанных секций 15, элемент 10 ограничения потока может быть расположен неподвижно в участке 16 подающего канала одной из указанных нескольких секций 15 трубки сопла.

Если трубка 3 сопла 1 содержит несколько указанных секций 15, элемент 10 ограничения потока может быть выполнен за одно целое с внутренней стенкой канала, ограничивающей участок 16 подающего канала одной из указанных нескольких секций 15 трубки сопла, как в четвертом варианте выполнения сопла для псевдооживления, представленном на фиг. 5.

Далее приведено более подробное описание реактора 2, а также некоторых вариантов выполнения и модификаций указанного реактора.

Реактор 2 содержит постель 17 слоя, имеющую верхнюю поверхность 18, на которой расположен материал, и нижнюю поверхность 19.

Реактор 2 содержит множество сопел 1 для псевдооживления, проходящих сквозь постель 17 слоя.

Реактор 2 содержит устройство 20 для распределения текучей среды, выполненное со средствами 21 выпуска текучей среды и насосными средствами 23, предназначенными для создания потока текучей среды в указанном устройстве 20. При протекании в устройстве 20 для распределения текучей среды указанная среда будет испытывать давление согласно физическим законам.

Например, устройство 20 для распределения текучей среды может представлять собой устройство коллекторного типа, как изображено на фиг. 6, или устройство в виде воздухораспределительного короба, как изображено на фиг. 7.

Каждое средство 21 выпуска текучей среды устройства 20 для распределения текучей среды сообщается с одним соплом из указанного множества сопел 1.

Устройство 20 для распределения текучей среды расположено ниже постели 17 слоя.

Каждое сопло из множества сопел 1 содержит трубку 3, имеющую верхний по потоку впускной конец 22, соединенный с одним средством 21 из множества средств 21 выпуска текучей среды. Трубка 3 сопла ограничивает по меньшей мере часть подающего канала 4, по которому должна проходить текучая среда.

Каждое сопло из множества сопел 1 имеет по меньшей мере одно отверстие 5 для выпуска текучей среды, расположенное рядом с нижним по потоку концом 6 трубки 3 сопла и предназначенное для вы-

пуска текучей среды из трубки 3 в окружающую среду.

Каждое сопло из множества сопел 1 содержит чашеобразный кожух 7, герметичным образом закрывающий трубку 3 сопла посредством крышки 8 кожуха 7 на нижнем по потоку конце 6 указанной трубки 3, на котором выполнено указанное по меньшей мере одно отверстие 5 для выпуска текучей среды. Чашеобразный кожух 7 включает юбку 9, соединенную с крышкой 8 кожуха, причем юбка 9 кожуха окружает часть трубки 3 сопла, образуя кольцевой колпачок, отходящий от нижнего по потоку конца 6 указанной трубки, на котором выполнено по меньшей мере одно отверстие 5 для выпуска текучей среды.

Каждая трубка 3 каждого сопла 1 вместе с одним средством 21 выпуска текучей среды устройства 20 для распределения текучей среды, с которым соединена указанная трубка, образует подающий канал 4, по которому должна проходить текучая среда.

В реакторе 2 каждый подающий канал 4 выполнен с элементом 10 ограничения потока, образующим по меньшей мере один ограничительный подающий канал 11. Элемент 10 расположен выше по потоку относительно указанного по меньшей мере одного отверстия 5 для выпуска текучей среды, образованного в сопле 1.

Элемент 10 ограничения потока будет вызывать падение давления текучей среды при ее прохождении через указанный элемент 10.

В результате, элементы 10 ограничения потока, расположенные в каждом сопле 1, будут сообщать, посредством падения давления, создаваемого элементами 10 ограничения потока в каждом сопле 1, обеспечивать выравнивание возможных различий между потоками текучей среды, создаваемыми всеми соплами 1 в реакторе 2, уже до, то есть, выше по потоку относительно отверстия (отверстий) 5 для выпуска текучей среды из трубки 3 каждого сопла 1 в окружающую среду. Таким образом, падение давления в каждом сопле 1 реактора 2, возникающее у отверстия (отверстий) 5 для выпуска текучей среды из трубки 3 каждого сопла в окружающую среду, например, вследствие засорения и/или износа данного отверстия (отверстий), будет оказывать меньшее влияние на однородность потока текучей среды у постели 17 слоя, содержащей материал, подлежащий обработке в реакторе 2.

В связи с тем, что элементы 10 ограничения потока, расположенные в каждом подающем канале 4, будут дополнительно ограничивать количество текучей среды, которая может проходить через указанный элемент 10, будет обеспечен равномерный поток текучей среды на всем протяжении постели 17 слоя, содержащей материал, подлежащий обработке в реакторе 2, поскольку будут сглажены возможные различия в потоке текучей среды, выходящей из отдельных сопел 1.

Поскольку давление текучей среды уменьшено, при изготовлении можно увеличить размеры отверстия 5 для выпуска текучей среды из трубки 3 сопла в окружающую среду, и в результате скорость потока текучей среды, выходящей из отверстий 5, будет ниже. Как следствие, воздействие на частицы, содержащиеся в постели 17 слоя, также будет уменьшено с точки зрения разрушения частиц, что снижает скорость указанных частиц, а, следовательно, и возможный абразивный и/или эрозионный износ сопел 1 реактора 2, вызванный указанными частицами.

Каждый элемент 10 ограничения потока или, по меньшей мере, некоторые из элементов 10 предпочтительно, но не обязательно, выполнены таким образом, чтобы текучая среда могла проходить данный элемент 10 только указанному по меньшей мере по одному подающему каналу 11, образованному в указанном элементе 10.

В качестве альтернативы или дополнения каждый элемент 10 ограничения потока или, по меньшей мере, некоторые из элементов 10 могут иметь такую конфигурацию, чтобы текучая среда могла проходить элемент 10 между элементом 10 и подающим каналом 4.

Как изображено на фиг. 2, указанный по меньшей мере один канал 11, расположенный в каждом или по меньшей мере некоторых элементах 10 ограничения потока, предпочтительно, но не обязательно, образован верхним по потоку тороидальным впускным отверстием 12, имеющим входной диаметр А, выпускным конусом 13, расположенным ниже по потоку и имеющим выходной диаметр В, соответствующий указанному диаметру А, и горловиной 14, образованной между отверстием 12 и конусом 13, так что длина С отверстия 12 предпочтительно, но необязательно, меньше длины D конуса 13, измеренной в направлении потока F. Элемент 10 ограничения потока предпочтительно, но не обязательно, образует только один ограничительный подающий канал 11, который предпочтительно, но не обязательно, выполнен в виде звукового сопла. Конструкция и размеры указанного по меньшей мере одного канала 11 предпочтительно, но не обязательно, образуют трубку Вентури. Текучая среда, проходящая перед горловиной 14, испытывает более высокое давление, чем за горловиной 14. Текучая среда, входящая в указанный по меньшей мере один канал 11, ускоряется в тороидальном впускном отверстии 12, расположенном выше по потоку. Скорость текучей среды в горловине 14 предпочтительно, но не обязательно приближается к скорости звука. Как только данное условие будет реализовано, расход потока через указанный по меньшей мере один канал 11 будет оставаться постоянным, даже если значительно изменяется давление ниже по потоку, разумеется при условии, что перепад давления в подающем канале 4 между местоположением, находящимся выше по потоку относительно горловины 14 указанного канала 11, и местоположением, находящимся ниже по потоку относительно горловины 14, также будет изменяться соответствующим образом. Скорость текучей среды ниже по потоку относительно горловины 14 будет снижаться

вследствие увеличения поперечного сечения канала 4 ниже по потоку относительно горловины 4.

Длина С верхнего по потоку тороидального впускного отверстия 12 предпочтительно, но не обязательно, составляет от Е до 2,2Е, где Е - диаметр горловины 14, входной диаметр А отверстия 12 предпочтительно, но не обязательно, составляет от 2Е до 6Е, где Е - диаметр горловины 14, длина D расположенного ниже по потоку выпускного конуса 13 предпочтительно, но не обязательно, составляет от 10Е до 50Е, где Е - диаметр горловины 14, выходной диаметр В конуса 13 предпочтительно, но не обязательно, составляет от 2Е до 6Е, где Е - диаметр горловины 14, а угол F наклона боковой поверхности выпускного конуса 13, расположенного ниже по потоку, предпочтительно, но не обязательно, составляет от 1 до 10°, например от 2 до 7°.

В каждом или, по меньшей мере, в некоторых соплах 1 в реакторе 2 элемент 10 ограничения потока может быть расположен внутри подающего канала 4, как изображено на фиг. 6 и 7.

В каждом или, по меньшей мере, в некоторых соплах 1 в реакторе 2 элемент 10 ограничения потока может быть расположен неподвижно в подающем канале 4.

В каждом или, по меньшей мере, в некоторых соплах 1 в реакторе 2 элемент 10 ограничения потока может быть выполнен за одно целое с частью подающего канала 4, ограниченной трубкой 3, как изображено на фиг. 3.

В каждом или, по меньшей мере, в некоторых соплах 1 в реакторе 2 часть подающего канала 4, ограниченная трубкой 3 сопла, может иметь поперечное сечение по существу одинаковой формы между нижним по потоку концом 6 трубки 3, на котором выполнено указанное по меньшей мере одно отверстие 5 для выпуска текучей среды, и верхним по потоку впускным концом 22 трубки 3 сопла, а элемент 10 ограничения потока предпочтительно, но не обязательно, образован сопловым элементом в виде отдельной детали, расположенной неподвижно в части подающего канала 4, ограниченной трубкой 3 сопла.

В каждом или, по меньшей мере, в некоторых соплах 1 в реакторе 2 трубка 3 сопла может содержать несколько секций 15, каждая из которых образует участок 16 подающего канала, так что указанные несколько секций 15 соединены вместе таким образом, чтобы участки 16 подающего канала данных секций образовали часть подающего канала, ограниченную трубкой 3 сопла, и чтобы по меньшей мере один участок 16 подающего канала указанных нескольких секций 15 трубки сопла имел элемент 10 ограничения потока, образующий указанный по меньшей мере один канал 11.

Если трубка 3 каждого или, по меньшей мере, некоторых сопел 1 содержит несколько указанных секций 15, элемент 10 ограничения потока может быть расположен внутри участка 16 подающего канала одной из указанных нескольких секций 15 трубки сопла.

Если трубка 3 каждого или, по меньшей мере, некоторых сопел 1 содержит несколько указанных секций 15, элемент 10 ограничения потока может быть расположен неподвижно в участке 16 подающего канала одной из указанных нескольких секций 15 трубки сопла, как изображено на фиг. 4.

Если трубка 3 каждого или, по меньшей мере, некоторых сопел 1 содержит несколько указанных секций 15, элемент 10 ограничения потока может быть выполнен за одно целое с внутренней стенкой канала, ограничивающей участок 16 подающего канала одной из указанных нескольких секций 15 трубки сопла, как изображено на фиг. 5.

Специалисту в данной области техники очевидно, что по мере развития технологии основная идея изобретения может быть реализована различными способами. Таким образом, изобретение и его варианты выполнения не ограничены приведенными выше примерами, но могут быть изменены в пределах объема формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Сопло (1) для псевдооживления, предназначенное для введения текучей среды, такой как газ, в реактор (2) с псевдооживленным слоем или подобное устройство, при этом указанное сопло содержит трубку (3), ограничивающую по меньшей мере часть подающего канала (4), в котором должна проходить текучая среда,

по меньшей мере одно отверстие (5) для выпуска текучей среды, расположенное вблизи нижнего по потоку конца (6) трубки (3) сопла и предназначенное для выпуска текучей среды из указанной трубки (3) в окружающую среду, и

чашеобразный кожух (7), герметичным образом закрывающий трубку (3) сопла посредством крышки (8) кожуха (7) на нижнем по потоку конце (6) указанной трубки (3), на котором выполнено указанное по меньшей мере одно отверстие (5) для выпуска текучей среды, причем чашеобразный кожух (7) содержит юбку (9), соединенную с крышкой (8) кожуха и окружающую часть трубки (3) сопла, образуя кольцевой колпачок, проходящий от нижнего по потоку конца (6) трубки (3), на котором выполнено указанное по меньшей мере одно отверстие (5) для выпуска текучей среды,

причем в подающем канале (4) выполнен элемент (10) ограничения потока, образующий по меньшей мере один ограничительный подающий канал (11) выше по потоку относительно указанного по меньшей мере одного отверстия (5) для выпуска текучей среды,

отличающееся тем, что элемент (10) ограничения потока образует только один ограничительный

подающий канал (11), при этом указанный один ограничительный подающий канал (11) выполнен в виде звукового сопла.

2. Сопло (1) по п.1, отличающееся тем, что элемент (10) ограничения потока выполнен с обеспечением возможности прохождения текучей среды через указанный элемент (10) только по указанному по меньшей мере одному ограничительному подающему каналу (11) указанного элемента (10).

3. Сопло (1) по п.1 или 2, отличающееся тем, что указанный по меньшей мере один ограничительный подающий канал (11) образован верхним по потоку тороидальным впускным отверстием (12), имеющим входной диаметр А, выпускным конусом (13), расположенным ниже по потоку и имеющим выходной диаметр В, который соответствует входному диаметру А указанного отверстия (12), и горловиной (14), расположенной между указанными отверстием (12) и конусом (13), при этом длина С верхнего по потоку тороидального впускного отверстия (12) меньше длины D нижнего по потоку выпускного конуса (13), измеренной в направлении F потока текучей среды.

4. Сопло (1) по п.3, отличающееся тем, что длина С верхнего по потоку тороидального впускного отверстия (12) составляет от E до $2,2E$, где E - диаметр горловины (14),

входной диаметр А верхнего по потоку тороидального впускного отверстия (12) составляет от $2E$ до $6E$, где E - диаметр горловины (14),

длина D нижнего по потоку выпускного конуса (13) составляет от $10E$ до $50E$, где E - диаметр горловины (14),

выходной диаметр В нижнего по потоку выпускного конуса (13) составляет от $2E$ до $6E$, где E - диаметр горловины (14), и

угол F наклона боковой поверхности нижнего по потоку выпускного конуса (13) составляет от 1 до 10° , например от 2 до 7° .

5. Сопло по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что элемент (10) ограничения потока расположен внутри части подающего канала (4), ограниченной трубкой (3) сопла.

6. Сопло (1) по любому из пп.1-5, отличающееся тем, что элемент (10) ограничения потока расположен неподвижно в части подающего канала (4), ограниченной трубкой (3) сопла.

7. Сопло (1) по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что элемент (10) ограничения потока выполнен как одно целое с внутренней стенкой части подающего канала (4), ограниченной трубкой (3) сопла.

8. Сопло (1) по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что часть подающего канала (4), ограниченная трубкой (3) сопла, имеет поперечное сечение по существу одинаковой формы между нижним по потоку концом (6) указанной трубки, на котором выполнено указанное по меньшей мере одно отверстие для выпуска текучей среды, и верхним по потоку впускным концом (22) трубки (3) сопла, при этом элемент (10) ограничения потока образован элементом сопла, выполненным в виде отдельной детали, расположенной неподвижно в части подающего канала (4), ограниченной трубкой (3) сопла.

9. Сопло (1) по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что трубка (3) сопла содержит несколько секций (15), каждая из которых образует участок (16) подающего канала, при этом указанные несколько секций (15) трубки сопла соединены друг с другом таким образом, что участки (16) подающего канала нескольких секций (15) трубки сопла образуют часть подающего канала (4), ограниченную трубкой (3) сопла, и

по меньшей мере один участок (16) подающего канала указанных нескольких секций (15) трубки сопла содержит указанный элемент (10) ограничения потока, образующий указанный по меньшей мере один ограничительный подающий канал (11).

10. Сопло (1) по п.9, отличающееся тем, что элемент (10) ограничения потока расположен внутри участка (16) подающего канала одной из указанных нескольких секций (15) трубки сопла.

11. Сопло (1) по п.9, отличающееся тем, что элемент (10) ограничения потока расположен неподвижно в участке (16) подающего канала одной из указанных нескольких секций (15) трубки сопла.

12. Сопло (1) по п.11, отличающееся тем, что элемент (10) ограничения потока выполнен как одно целое с внутренней стенкой канала, ограничивающей участок (16) подающего канала в одной из указанных нескольких секций (15) трубки сопла.

13. Реактор (2) с псевдооживленным слоем, содержащий нижнюю часть (17), поддерживающую постель слоя и имеющую верхнюю поверхность (18), предназначенную для поддержки материала, подлежащего обработке в реакторе, и нижнюю поверхность (19), множество сопел (1) для псевдооживления, проходящих через постель (17) слоя, и устройство (20) для распределения текучей среды, содержащее множество средств (21) выпуска текучей среды,

причем каждое средство (21) выпуска текучей среды устройства (20) для распределения текучей среды проточно сообщается с одним соплом (1) из указанного множества сопел (1) для псевдооживления, причем устройство (20) для распределения текучей среды расположено ниже указанной нижней части (17) и

причем каждое сопло из указанного множества сопел (1) для псевдооживления содержит трубку (3), имеющую верхний по потоку впускной конец (22), соединенный с одним средством (21) из указанного множества средств (21) выпуска текучей, при этом трубка (3) сопла ограничивает по

меньшей мере часть подающего канала (4), в котором должна проходить текучая среда,

по меньшей мере одно отверстие (5) для выпуска текучей среды, образованное вблизи нижнего по потоку конца (6) трубки (3) сопла и предназначенное для выпуска текучей среды из указанной трубки в окружающую среду, и

чашеобразный кожух (7), герметичным образом закрывающий трубку (3) сопла посредством крышки (8) кожуха на нижнем по потоку конце (6) указанной трубки (3), на котором выполнено указанное по меньшей мере одно отверстие (5) для выпуска текучей среды, при этом чашеобразный кожух (7) включает юбку (9), соединенную с крышкой (8) кожуха и окружающую часть трубки (3), образуя кольцевой колпачок, отходящий от нижнего по потоку конца (6) указанной трубки (3), на котором выполнено указанное по меньшей мере одно отверстие (5) для выпуска текучей среды,

причем каждая трубка (3) каждого сопла (1) для псевдоожижения вместе с одним средством (21) выпуска текучей среды устройства (20) для распределения текучей среды, с которым соединена указанная трубка (3), образует подающий канал (4), в котором должна проходить текучая среда,

причем каждый подающий канал (4) содержит элемент (10) ограничения потока, образующий по меньшей мере один ограничительный подающий канал (11) выше по потоку относительно указанного по меньшей мере одного отверстия (5) для выпуска текучей среды, образованного в сопле (1) для псевдоожижения,

отличающийся тем, что элемент (10) ограничения потока образует только один ограничительный подающий канал (11) потока, при этом указанный один ограничительный подающий канал (11) выполнен в виде звукового сопла.

14. Реактор (2) по п.13, отличающийся тем, что элемент (10) ограничения потока выполнен с обеспечением возможности прохождения текучей среды через указанный элемент (10) только по указанному по меньшей мере одному ограничительному подающему каналу (11) указанного элемента (10).

15. Реактор (2) по п.13 или 14, отличающийся тем, что указанный по меньшей мере один ограничительный подающий канал (11) образован верхним по потоку тороидальным впускным отверстием (12), имеющим входной диаметр А, выпускным конусом (13), расположенным ниже по потоку и имеющим выходной диаметр В, который соответствует указанному входному диаметру А указанного отверстия (12), и горловиной (14), расположенной между указанными отверстием (12) и конусом (13), при этом длина С верхнего по потоку тороидального впускного отверстия (12) меньше длины D нижнего по потоку выпускного конуса (13), измеренной в направлении F потока текучей среды.

16. Реактор (2) по п.15, отличающийся тем, что длина С верхнего по потоку тороидального впускного отверстия (12) составляет от Е до 2,2Е, где Е - диаметр горловины (14),

входной диаметр А верхнего по потоку тороидального впускного отверстия (12) составляет от 2Е до 6Е, где Е - диаметр горловины (14),

длина D нижнего по потоку выпускного конуса (13) составляет от 10Е до 50Е, где Е - диаметр горловины (14),

выходной диаметр В нижнего по потоку выпускного конуса (13) составляет от 2Е до 6Е, где Е - диаметр горловины (14), и

угол F наклона боковой поверхности нижнего по потоку выпускного конуса (13) составляет от 1 до 10°, например от 2 до 7°.

17. Реактор (2) по любому из пп.13-16, отличающийся тем, что элемент (10) ограничения потока расположен внутри подающего канала (4).

18. Реактор (2) по любому из пп.13-16, отличающийся тем, что элемент (10) ограничения потока расположен неподвижно в подающем канале (4).

19. Реактор (2) по любому из пп.13-16, отличающийся тем, что элемент (10) ограничения потока выполнен как одно целое с частью подающего канала (4), ограниченной трубкой (3) сопла.

20. Реактор (2) по любому из пп.13-16, отличающийся тем, что часть подающего канала (4), ограниченная трубкой (3) сопла, имеет поперечное сечение по существу одинаковой формы между нижним по потоку концом (6) указанной трубки (3), на котором выполнено указанное по меньшей мере одно отверстие (5) для выпуска текучей среды, и верхним по потоку впускным концом (22) указанной трубки (3), причем элемент (10) ограничения потока выполнен в виде отдельной детали, расположенной неподвижно в части подающего канала (4), ограниченной трубкой (3) сопла.

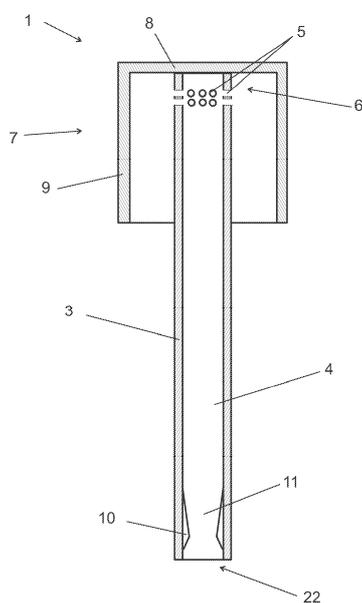
21. Реактор (2) по любому из пп.13-16, отличающийся тем, что трубка (3) сопла содержит несколько секций (15), каждая из которых образует участок (16) подающего канала, при этом указанные несколько секций (15) трубки сопла соединены друг с другом таким образом, что участки (16) подающего канала указанных нескольких секций (15) трубки сопла образуют часть подающего канала (4), ограниченную трубкой (3) сопла, причем по меньшей мере один участок (16) подающего канала указанных нескольких секций (15) трубки сопла содержит указанный элемент (10) ограничения потока, образующий указанный по меньшей мере один ограничительный подающий канал (11).

22. Реактор (2) по п.21, отличающийся тем, что элемент (10) ограничения потока расположен внутри участка (16) подающего канала одной из указанных нескольких секций (15) трубки сопла.

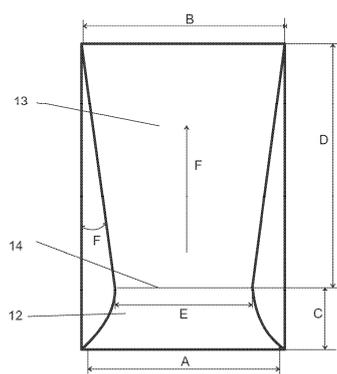
23. Реактор (2) по п.21, отличающийся тем, что элемент (10) ограничения потока расположен не-

подвижно в участке (16) подающего канала одной из указанных нескольких секций (15) трубки сопла.

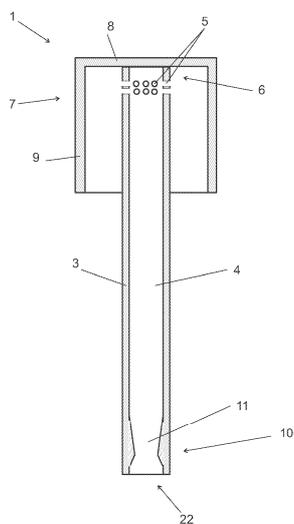
24. Реактор (2) по п.21, отличающийся тем, что элемент (10) ограничения потока выполнен за одно целое с внутренней стенкой канала, ограничивающей участок (16) подающего канала в одной из указанных нескольких секций (15) трубки сопла.



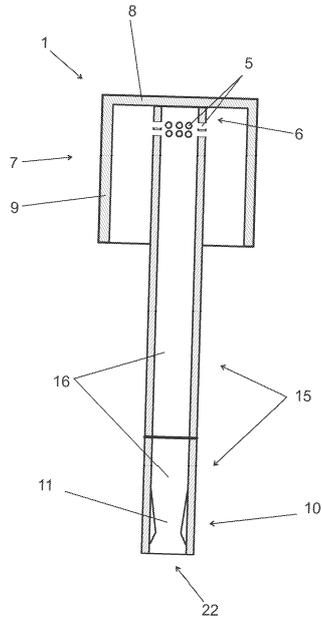
Фиг. 1



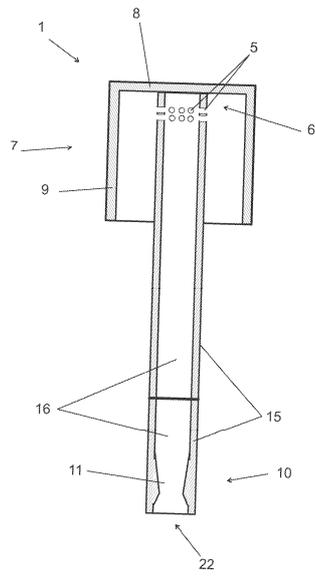
Фиг. 2



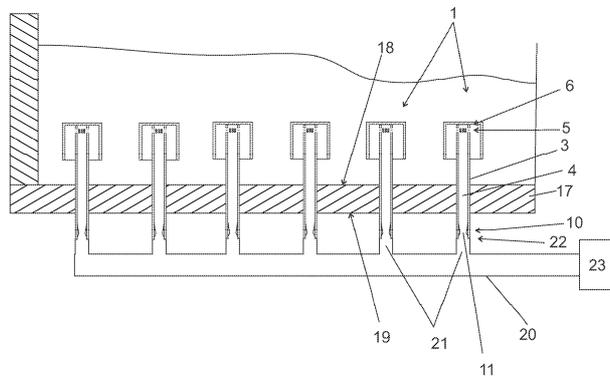
Фиг. 3



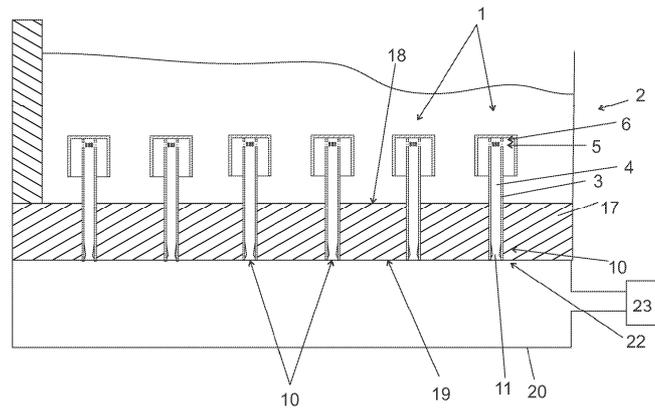
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

