

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039537**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.02.08

(51) Int. Cl. **B01J 4/00** (2006.01)
B01D 43/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202090156

(22) Дата подачи заявки
2018.06.20

(54) **БАРБОТИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЧАСТИЦ**

(31) **PCT/FI2017/050533**

(56) EP-A1-1166861
WO-A1-2018102284
US-A1-2007248510
WO-A1-2015080874

(32) **2017.07.11**

(33) **FI**

(43) **2020.05.31**

(86) **PCT/FI2018/050482**

(87) **WO 2019/012179 2019.01.17**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ОУТОТЕК (ФИНЛЭНД) ОЙ (FI)

(72) Изобретатель:
Кауппи Янне (FI)

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

(57) Описано барботирующее устройство (1) для подачи первой текучей среды во вторую проточную текучую среду. Барботирующее устройство включает полый трубчатый элемент (2), определяющий прямой проточный канал (3), имеющий расположенный выше по ходу потока впускной конец (4) и расположенный ниже по ходу потока выпускной конец (5), а также сопла (6), расположенные в прямом проточном канале (3). Сопла (6) выполнены для подачи первой текучей среды во вторую проточную текучую среду, протекающую в прямом проточном канале в направлении X потока, от расположенного выше по ходу потока впускного конца (4) к расположенному ниже по ходу потока выпускному концу (5). Отверстия (10) сопел (6) распределены по направлению X потока разрозненно, так что отверстия (10) образуют верхние по потоку отверстия и нижние по потоку отверстия, при этом в направлении X потока за каждым верхним по потоку отверстием не следует нижнее по потоку отверстие.

B1

039537

039537

B1

Область техники

Изобретение относится к барботирующему устройству, как определено в преамбуле независимого п.1 формулы изобретения.

Барботер используют для подачи первой текучей среды, например газа, во вторую проточную жидкость, например в проточные жидкие среды. В уровне техники известно использование опытных устройств и барботеров, включающих пористый материал, например керамику, спеченные системы или устройства с прорезанными лазером отверстиями.

Известной проблемой, связанной с барботерами, является регулирование размера пузырьков первой текучей среды, которую подают во вторую, проточную текучую среду, а также регулирование распределения пузырьков первой текучей среды во второй, проточной текучей среде. Отсутствие контроля приводит к тому, что очень мелкие пузырьки первой текучей среды сливаются друг с другом, образуя более крупные пузырьки первой текучей среды, или к тому, что более крупные пузырьки первой текучей среды разделяются с образованием более мелких пузырьков первой текучей среды, которые могут снова слиться.

Цель изобретения

Целью данного изобретения является барботирующее устройство, которое обеспечивает регулируемую подачу первой текучей среды, например газа, во вторую, проточную жидкость, например в проточные жидкие среды.

Краткое описание изобретения

Барботирующее устройство отличается тем, что определено в независимом п.1 формуле изобретения.

Предпочтительные примеры воплощения барботирующего устройства определены в зависимых пп.2-31 формулы изобретения.

Данное изобретение относится также к способу извлечения частиц из второй текучей среды, как определено в п.32 формулы изобретения.

Предпочтительные примеры воплощения данного способа определены в зависимых пп.33-36 формулы изобретения.

Перечень чертежей

Далее данное изобретение ниже описано более подробно со ссылкой на чертежи, в которых

- фиг. 1 изображает первое воплощение барботирующего устройства,
- фиг. 2 изображает показанное на фиг. 1 барботирующее устройство в частичном разрезе,
- фиг. 3 изображает показанное на фиг. 1 барботирующее устройство в частичном разрезе,
- фиг. 4 изображает показанное на фиг. 1 барботирующее устройство в разрезе по плоскости В-В фиг. 1,
- фиг. 5 изображает показанное на фиг. 1 барботирующее устройство в виде с одной стороны,
- фиг. 6 изображает показанное на фиг. 1 барботирующее устройство в виде с другой стороны,
- фиг. 7 изображает показанное на фиг. 1 барботирующее устройство в разрезе по плоскости А-А

фиг. 5,

- фиг. 8 изображает показанное на фиг. 1 барботирующее устройство, если смотреть на него со стороны, расположенной ниже по ходу потока,
- фиг. 9 изображает показанное на фиг. 1 барботирующее устройство в виде с еще одной стороны,
- фиг. 10 изображает показанное на фиг. 1 барботирующее устройство в разрезе по плоскости С-С

фиг. 9,

- фиг. 11 изображает показанное на фиг. 1 барботирующее устройство в разрезе по плоскости D-D

фиг. 9,

- фиг. 12 изображает деталь Е на фиг. 11,
- фиг. 13 изображает схему, по которой могут быть расположены отверстия сопел,
- фиг. 14 представляет вид в сечении второго воплощения барботирующего устройства,
- фиг. 15 представляет вид в сечении третьего воплощения барботирующего устройства,
- фиг. 16 изображает вид с одной стороны для четвертого примера воплощения барботирующего устройства,

фиг. 17 изображает показанное на фиг. 16 барботирующее устройство в разрезе по плоскости R-R

фиг. 16,

- фиг. 18 изображает показанное на фиг. 16 барботирующее устройство в разрезе по линии S-S фиг. 16,
- фиг. 19 изображает вид показанного на фиг. 16 барботирующего устройства с конца, расположенного ниже по ходу потока,
- фиг. 20 изображает показанное на фиг. 16 барботирующее устройство в разрезе по плоскости T-T

фиг. 19,

- фиг. 21 изображает деталь X на фиг. 18 и
- фиг. 22 изображает вид показанного на фиг. 16 барботирующего устройства с конца, расположенного выше по ходу потока.

Подробное описание изобретения

На чертежах изображены примеры барботирующего устройства 1 для подачи первой текучей среды (не показана на чертежах) во вторую, проточную текучую среду (не показана на чертежах).

Первая текучая среда может представлять собой газ, например воздух, кислород, азот, озон или диоксид углерода.

Вторая проточная текучая среда может представлять собой проточные жидкие среды, например сточную воду, промышленную технологическую текучую среду, питьевую воду, неочищенную воду, рудничную воду, техническую воду, воду, содержащую вещества, которые требуют биологического потребления кислорода, воду, содержащую вещества, которые требуют химического потребления кислорода, или воду, которая содержит вещества, часто называемые общим содержанием органического углерода.

Барботирующее устройство содержит полый трубчатый элемент 2, определяющий прямой проточный канал 3, имеющий расположенный выше по ходу потока впускной конец 4 и расположенный ниже по ходу потока выпускной конец 5.

Барботирующее устройство имеет сопла 6 в прямом проточном канале 3.

Сопла 6 выполнены для подачи первой текучей среды во вторую, проточную текучую среду, которая протекает в прямом проточном канале 3 в направлении X потока, от расположенного выше по ходу потока впускного конца 4 к расположенному ниже по ходу потока выпускному концу 5.

Сопла 6 расположены в барботере 7, размещенном в прямом проточном канале 3.

Барботер 7 включает лопастные элементы 8; 9.

Сопла 6 обеспечены на лопастных элементах 8; 9.

Лопастные элементы 8; 9 могут быть выполнены, чтобы разбивать на время поток второй проточной текучей среды в прямом проточном канале 3, например на ламинарный поток или на поток в переходном режиме течения.

Отверстия 10 сопел 6 распределены по направлению X потока разрозненно, так что отверстия 10 образуют верхние по потоку отверстия и нижние по потоку отверстия, при этом в направлении X потока за каждым верхним по потоку отверстием не следует нижнее по потоку отверстие.

Преимущество данного барботирующего устройства заключается в том, что лопастные элементы 8; 9 защищают пузырьки первой текучей среды, поступающие из отверстий 10 сопла 6 во вторую, проточную текучую среду.

Благодаря расположению отверстий 10 сопел 6 пузырьки первой текучей среды, поступающие во вторую проточную текучую среду из верхних по потоку отверстий 10 в соплах 6, не сливаются с пузырьками нижних по потоку отверстий в соплах.

Прямой проточный канал 3 не обязательно должен быть таким длинным, по сравнению с барботером 7, как это показано на чертежах. Достаточно, чтобы прямой проточный канал был обеспечен у сопел и на небольшом участке ниже сопел по ходу потока.

Предпочтительно, но не обязательно, относительное количество отверстий 10 увеличивается в направлении X потока, к середине прямого проточного канала 3, например к продольной центральной оси Y прямого проточного канала 3. Это является предпочтительным, так как в средней части прямого проточного канала расход более высокий из-за трения между второй проточной текучей средой и стенками прямого проточного канала, чем у стенок прямого проточного канала. Таким образом, для достижения равномерного распределения первой текучей среды во второй, проточной текучей среде, в середину прямого проточного канала предпочтительно следует подавать большее количество первой текучей среды, чем у стенок прямого проточного канала.

Прямой проточный канал 3 предпочтительно, но не обязательно имеет продольную центральную ось Y; и прямой проточный канал 3 предпочтительно, но не обязательно является симметричным относительно продольной центральной оси Y прямого проточного канала 3.

Если прямой проточный канал 3 имеет продольную центральную ось Y, и если прямой проточный канал 3 является симметричным относительно продольной центральной оси Y прямого проточного канала 3, отверстия 10 сопел 6 предпочтительно, но не обязательно располагают симметрично относительно продольной центральной оси Y прямого проточного канала 3. Преимуществом этого является более равномерная концентрация первой текучей среды во второй проточной текучей среде.

Если прямой проточный канал 3 имеет продольную центральную ось Y и если прямой проточный канал 3 является симметричным относительно продольной центральной оси Y прямого проточного канала 3, лопастные элементы 8; 9 предпочтительно, но не обязательно располагают симметрично относительно продольной центральной оси Y прямого проточного канала 3. Преимущество заключается в меньшем явлении турбулентности во второй проточной текучей среде, поскольку лопастные элементы приводят к меньшей разнице расходов во второй проточной текучей среде.

Если прямой проточный канал 3 имеет продольную центральную ось Y, и если прямой проточный канал 3 является симметричным относительно продольной центральной оси Y прямого проточного канала 3, отверстия 10 сопел 6 предпочтительно, но не обязательно располагают, как показано на фиг. 13, по схеме 14, которую определяют несколько колец 15, имеющих центр на продольной центральной оси A

прямого проточного канала 3; при этом каждое кольцо 15 расположено вдоль продольной центральной оси Y прямого проточного канала 3 в позиции, которая отличается от позиции других колец 15; и каждое кольцо 15 имеет диаметр, который отличается от диаметра других колец 15. Это обеспечивает легкий и понятный способ формирования верхних и нижних по потоку отверстий, так что в направлении X потока за каждым верхним по потоку отверстием 10, не следует ниже по потоку отверстие 10.

Предпочтительно, но не обязательно барботирующее устройство включает распределительное кольцо 11 для текучей среды, окружающее прямой проточный канал 3, а лопастные элементы барботера 7 включают предпочтительно, но не обязательно первые лопастные элементы 8 и вторые лопастные элементы 9, так что первые лопастные элементы 8 находятся в соединении по текучей среде с распределительным кольцом 11 для текучей среды, а вторые лопастные элементы 9 находятся в соединении по текучей среде с первыми лопастными элементами 8, и сопла 6 обеспечивают на вторых лопастных элементах 9.

Если, как показано, барботирующее устройство включает распределительное кольцо 11 для текучей среды, то барботирующее устройство содержит предпочтительно, но не обязательно выпуск 12 для текучей среды, находящийся в соединении по текучей среде с распределительным кольцом 11 для текучей среды.

Если, как показано, барботер 7 барботирующего устройства содержит первые лопастные элементы 8, то каждый первый лопастной элемент 8 предпочтительно, но не обязательно проходит от распределительного кольца 11 для текучей среды до середины прямого проточного канала 3 под углом относительно направления X потока в направлении расположенного ниже по ходу потока выпускного конца 5 прямого трубчатого элемента 2. Первые лопастные элементы 8 находятся предпочтительно, но не обязательно в соединении по текучей среде друг с другом в середине прямого проточного канала 3, например на продольной центральной оси Y прямого проточного канала 3. Преимуществом этого является выравнивание возможных перепадов давления между первыми лопастными элементами 8. Каждый первый лопастной элемент 8 проходит предпочтительно, но не обязательно под углом от 15 до 75, предпочтительно от 30 до 60°, например примерно 45°, по отношению к направлению X потока, или по отношению к продольной центральной оси Y прямого проточного канала 3.

Если барботер 7 барботирующего устройства включает первые лопастные элементы 8 и вторые лопастные элементы 9, как показано, то вторые лопастные элементы 9 предпочтительно, но не обязательно проходят между соседними первыми лопастными элементами 8. Вторые лопастные элементы 9 предпочтительно, но не обязательно проходят между соседними первыми лопастными элементами 8 в наклонной и/или искривленной конфигурации в направлении расположенного ниже по ходу потока выпускного конца 5 прямого проточного канала 3, между соседними первыми лопастными элементами 8. Возможно, например, чтобы вторые лопастные элементы 9 имели в виде сбоку профиль в форме арки или в форме стрельчатой готической арки. В направлении, перпендикулярном направлению X потока, вторые лопастные элементы 9 могут образовывать по меньшей мере две, предпочтительно три или четыре кольцеобразные концентрические конструкции в прямом проточном канале 3, так что между первыми лопастными элементами 8 и вторыми лопастными элементами 9 барботера 7 сформированы промежуточные зоны 13 протока в форме арки или промежуточные зоны протока, имеющие форму части сектора.

Если барботер 7 барботирующего устройства включает первые лопастные элементы 8 и вторые лопастные элементы 9, как показано, то поперечное сечение первых лопастных элементов 8 предпочтительно, но не обязательно имеет форму эллипса, капли или миндалевидную форму. Преимуществом этого является меньшая турбулентность, которую вызывают первые лопастные элементы в потоке второй проточной текучей среды.

Если барботер 7 барботирующего устройства включает первые лопастные элементы 8 и вторые лопастные элементы 9, как показано, то поперечное сечение вторых лопастных элементов 9 предпочтительно, но не обязательно имеет форму эллипса, капли, миндалевидную форму, форму параллелограмма, дельтоида, равнобедренной трапеции и подобные формы, которые являются неправильными. Преимуществом этого является меньшая турбулентность, которую вызывает второй лопастной элемент в потоке второй проточной текучей среды.

Отверстия 10 сопел 6 предпочтительно, но не обязательно имеют форму выпуклого многоугольника, например форму прямоугольника, ромба или квадрата. Преимуществом такой формы является то, что острые края отверстий 10 уменьшают пузырьки первой текучей среды и облегчают отделение пузырька первой текучей среды от отверстия 10.

Отверстия 10 сопел 6 предпочтительно, но не обязательно имеют площадь от 3 до 750 мкм², чтобы создать пузырьки первой текучей среды малого размера.

Сопла 6 предпочтительно, но не обязательно проходят от лопастных элементов 8; 9, по меньшей мере частично, в направлении, перпендикулярном к направлению X потока. Преимуществом этого является создание соплами локальной турбулентности и/или вакуума во второй, проточной текучей среде у сопла, что облегчает засасывание первой текучей среды из отверстия 10 в сопле 6 во вторую проточную текучую среду, протекающую в направлении X потока в прямом проточном канале 3. Сопла 6 отходят предпочтительно, но не обязательно от вторых лопастных элементов 9, при условии, что лопастные эле-

менты включают такие вторые лопастные элементы 9, по меньшей мере частично, в направлении, перпендикулярном к направлению X потока. Высота сопел 6 может составлять, например от 100 до 500 мкм.

Альтернативно, как в случае четвертого воплощения, изображенного на фиг. 16-22, отверстия 10 сопел 6 могут находиться на поверхности лопастных элементов 8; 9.

В некоторых воплощениях барботирующего устройства 1, например в четвертом воплощении, показанном на фиг. 16-22, каждый второй лопастной элемент 9 имеет продолговатый верхний по потоку край 18 и продолговатый нижний по потоку край 19, на одной стороне второго лопастного элемента 9 первую поверхность 20 между продолговатым верхним по потоку краем 18 и продолговатым нижним по потоку краем 19, и на другой стороне второго лопастного элемента 9 вторую поверхность 21 между продолговатым верхним по потоку краем 18 и продолговатым нижним по потоку краем 19. В таких воплощениях поперечное сечение вторых лопастных элементов 9 имеет такую форму и размеры, что расстояние между продолговатым верхним по потоку краем 18 и продолговатым нижним по потоку краем 19, при измерении по первой поверхности 20 длиннее, чем расстояние между продолговатым верхним по потоку краем 18 и продолговатым нижним по потоку краем 19, при измерении по второй поверхности 21. В таких воплощениях отверстия 10 сопел 6 обеспечены на первой поверхности 20 вторых лопастных элементов 9. Преимущество этого заключается в том, что, поскольку вторая текучая среда на первой поверхности 20 протекает быстрее, чем на второй поверхности 21, так как первая поверхность 20 длиннее, чем вторая поверхность 21, то на первой поверхности 20 возникает всасывающий эффект, облегчающий всасывание первой текучей среды из отверстий 10 сопел 6 на первой поверхности 20 вторых лопастных элементов 9.

Поперечное сечение вторых лопастных элементов 9 может иметь такую форму и размеры, чтобы поперечное сечение первой поверхности 20 имело форму кривой. При этом поперечное сечение вторых лопастных элементов 9 имеет такую форму и размеры, чтобы поперечное сечение второй поверхности 21 имело форму прямой линии. Первая поверхность 20 предпочтительно, но не обязательно имеет ребро 22, так что образуется первый участок 23 поверхности между продолговатым верхним по потоку краем 18 второго лопастного элемента 9 и ребром 22 первой поверхности 20 второго лопастного элемента 9, и так что образуется второй участок 24 поверхности между продолговатым нижним по потоку краем 19 второго лопастного элемента 9 и ребром 22 первой поверхности 20 второго лопастного элемента 9, при этом на первом участке 23 поверхности отверстия 10 сопел 6 предпочтительно отсутствуют, так что отверстия 10 сопел 6 сформированы на втором участке 24 поверхности.

На фиг. 1-12 показано барботирующее устройство с полым трубчатым элементом 2, имеющим прямой проточный канал 3 с одинаковой формой и размерами поперечного сечения между расположенным выше по ходу потока впускным концом 4 и расположенным ниже по ходу потока выпускным концом 5 прямого проточного канала 3. Однако возможно, как это показано на фиг. 14, полый трубчатый элемент 2 включает суженный участок 16 между расположенным выше по ходу потока впускным концом 4 и расположенным ниже по ходу потока выпускным концом 5 прямого проточного канала 3, и барботер 7 был расположен на суженном участке 16. В таком случае диаметр суженного участка 16 предпочтительно, но не обязательно составляет от 99 до 80% от диаметра прямого проточного канала 3 между расположенным выше по ходу потока впускным концом 4 прямого проточного канала 3 и суженным участком 16 и между расположенным ниже по ходу потока выпускным концом 5 прямого проточного канала 3 и суженным участком 16.

Фиг. 1-12 изображают барботирующее устройство с полым трубчатым элементом 2, имеющим прямой проточный канал 3 с одинаковой формой и размерами поперечного сечения между расположенным выше по ходу потока впускным концом 4 и расположенным ниже по ходу потока выпускным концом 5 прямого проточного канала 3. Однако возможно, как показано на фиг. 15, полый трубчатый элемент 2 включает расширенный участок 17 между расположенным выше по ходу потока впускным концом 4 и расположенным ниже по ходу потока выпускным концом 5 прямого проточного канала 3, и барботер 7 расположен на расширенном участке 17. В таком случае диаметр расширенного участка 17 предпочтительно, но не обязательно, составляет от 101 до 120% от диаметра прямого проточного канала 3 между расположенным выше по ходу потока впускным концом 4 прямого проточного канала 3 и расширенным участком 17 и между расположенным ниже по ходу потока выпускным концом 5 прямого проточного канала 3 и расширенным участком 17.

В барботирующем устройстве отверстия 10 сопел 6 предпочтительно, но не обязательно обеспечивают в барботере 7, так что в барботере 7 нет отверстий 10 сопел 6, если смотреть на барботер 7 со стороны расположенного выше по ходу потока впускного конца 4 полого трубчатого элемента 2 в направлении, параллельном направлению X потока, как проиллюстрировано на фиг. 22. Преимущество заключается в том, что отверстия 10 сопел расположены на нижней по потоку стороне лопастных элементов 8, 9 барботера 7, поскольку на нижней по потоку стороне барботера 7, где находятся отверстия 10, барботер 7 создает эффект всасывания во второй текучей среде. Этот всасывающий эффект способствует засасыванию первой текучей среды из отверстий 10 сопел 6 во вторую текучую среду.

В барботирующем устройстве барботер 7 предпочтительно, но не обязательно имеет верхнюю по потоку поверхность (не обозначенную численной сноской), которая обращена к расположенному выше

по ходу потока впускному концу 4 полого трубчатого элемента 2, и имеет нижнюю по потоку поверхность (не обозначенную численной сноской), которая обращена к расположенному ниже по ходу потока выпускному концу 5 полого трубчатого элемента 2, так что отверстия 10 сопел 6 расположены на нижней по потоку поверхности барботера 7, как проиллюстрировано на фиг. 19, и верхняя по потоку поверхность барботера 7 не содержит отверстий 10 сопел 6, как проиллюстрировано на фиг. 22.

В барботирующем устройстве отверстия 10 сопел 6 предпочтительно, но не обязательно распределены по направлению X потока разрозненно, так что отверстия 10 образуют верхние по потоку отверстия и нижние по потоку отверстия, и за каждым верхним по потоку отверстием не следует никакая часть барботера 7 в направлении X потока, как проиллюстрировано на фиг. 8 и 19. Преимуществом этого является то, что первая текучая среда, которую подают из отверстий 10 сопел во вторую текучую среду, не сталкивается с барботером 7 по мере того, как вторая текучая среда протекает в направлении X потока; что например означает, что барботер 7 не разрушает капли первой текучей среды. Это облегчает создание ламинарного потока первой текучей среды во второй текучей среде.

В барботирующем устройстве барботер 7 предпочтительно, но не обязательно находится в соединении по текучей среде с источником газа, выполненным для подачи первой текучей среды в форме газа в барботер 7.

В барботирующем устройстве расположенный выше по ходу потока впускной конец 4 полого трубчатого элемента 2 находится, предпочтительно, но не обязательно в соединении по текучей среде с источником текучей среды, выполненным для подачи второй, проточной текучей среды, содержащей частицы, которые должны быть извлечены и которые имеют размер частиц в диапазоне от 0,2 до 0,3 мм, например 0,25 мм, в прямой проточный канал 3 полого трубчатого элемента 2. Частицы, например, могут представлять собой макромолекулы, комплексные ионы, коллоидные частицы или небольшие частицы, имеющие размер менее 10 мкм и плотность твердых частиц от 0,8 до 1,25 кг/л; а если размер частиц мал, например от 0,1 до 2 мкм, плотность твердых частиц может составлять от 0,9 до 6 кг/л. Содержание таких частиц может составлять, например 0,001-10 г/л, предпочтительно от 0,001 до 1 г/л. Газ, например, можно подавать таким образом, чтобы на поверхности частицы образовывался слой газа от 3 до 8 мкм.

Направление X потока предпочтительно, но не обязательно представляет собой линейное направление потока.

Прямой проточный канал 3 полого трубчатого элемента 2 предпочтительно, но не обязательно является вертикальным, так что расположенный выше по ходу потока впускной конец 4 или размещен над расположенным ниже по ходу потока выпускным концом 5 в вертикальном направлении, или расположенный выше по ходу потока впускной конец 4 размещен под расположенным ниже по ходу потока выпускным концом 5, в вертикальном направлении, в результате чего направление X потока представляет собой вертикальное направление потока. Преимуществом этого является то, что обеспечение такого вертикального прямого проточного канала 3 эффективно предотвращает слияние пузырьков первой текучей среды, подаваемой выше по ходу потока из отверстий 10 в соплах 6 во вторую, проточную текучую среду, с пузырьками первой текучей среды, подаваемой ниже по ходу потока из отверстий в соплах во вторую, проточную текучую среду.

Также данное изобретение относится к способу извлечения частиц из второй текучей среды.

Способ включает обеспечение барботирующего устройства 1 по любому из выше описанных воплощений, подачу второй текучей среды по прямому проточному каналу 2 барботирующего устройства 1, подачу первой текучей среды в форме газовых пузырьков в барботер 7 барботирующего устройства 1, вынуждая первую текучую среду в форме газа выходить из отверстий 10 сопел 6 в барботере 7 во вторую текучую среду, чтобы вызвать прилипание частиц, содержащихся во второй текучей среде, к газовым пузырькам первой текучей среды, и извлечение из второй текучей среды газовых пузырьков первой текучей среды с прилипшими к ним частицами.

Специалисту понятно, что по мере развития технологии основную идею данного изобретения можно будет воплотить различными путями. Таким образом, данное изобретение и его воплощения не ограничены вышеприведенными примерами, и может изменяться в пределах объема формулы изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Барботирующее устройство (1) для подачи первой текучей среды во вторую проточную текучую среду, включающее

полый трубчатый элемент (2), определяющий прямой проточный канал (3), имеющий расположенный выше по ходу потока впускной конец (4) и расположенный ниже по ходу потока выпускной конец (5), и

сопла (6) в прямом проточном канале (3), при этом сопла (6) выполнены для подачи первой текучей среды во вторую проточную текучую среду, протекающую в прямом проточном канале в направлении X потока, от расположенного выше по ходу потока впускного конца (4) к расположенному ниже по ходу потока выпускному концу (5), отличающееся тем, что

сопла (6) обеспечены в барботере (7), расположенном в прямом проточном канале (3),

прямой проточный канал (3) имеет продольную центральную ось Y,
прямой проточный канал (3) симметричен относительно продольной центральной оси Y прямого проточного канала (3),

барботер (7) включает лопастные элементы (8; 9),
сопла (6) обеспечены на лопастных элементах (8; 9),

отверстия (10) сопел (6) распределены по направлению X потока разрозненно, так что отверстия (10) образуют верхние по потоку отверстия и нижние по потоку отверстия, при этом в направлении X потока за каждым верхним по потоку отверстием не следует нижнее по потоку отверстие,

отверстия (10) сопел (6) расположены симметрично относительно продольной центральной оси Y прямого проточного канала (3),

отверстия (10) сопел (6) расположены по схеме (14), которую определяют кольца (15), имеющие центр на продольной центральной оси Y прямого проточного канала (3), при этом каждое кольцо (15) занимает позицию вдоль продольной центральной оси Y прямого проточного канала (3), которая отличается от позиции других колец (15), и каждое кольцо (15) имеет диаметр, отличный от диаметра других колец (15), и

сопла (6) отходят от лопастных элементов (8; 9), по меньшей мере частично, в направлении, перпендикулярном к направлению X потока.

2. Барботирующее устройство по п.1, отличающееся тем, что относительное количество отверстий (10) в направлении X потока увеличивается к середине прямого проточного канала (3).

3. Барботирующее устройство по п.1 или 2, отличающееся тем, что
прямой проточный канал (3) окружен распределительным кольцом (11) для текучей среды,
лопастные элементы барботера (7) включают первые лопастные элементы (8) и вторые лопастные элементы (9),

первые лопастные элементы (8) находятся в соединении по потоку с распределительным кольцом (11) для текучей среды,

вторые лопастные элементы (9) находятся в соединении по потоку с первыми лопастными элементами (8) и

на вторых лопастных элементах (9) обеспечены сопла (6).

4. Барботирующее устройство по п.3, отличающееся тем, что в соединении по потоку с распределительным кольцом (11) для текучей среды предусмотрен выпуск (12) для текучей среды.

5. Барботирующее устройство по п.3 или 4, отличающееся тем, что каждый первый лопастной элемент (8) проходит от распределительного кольца (11) для текучей среды к середине прямого проточного канала (3) под углом к направлению X потока в направлении расположенного ниже по ходу потока выпускного конца (5) полого трубчатого элемента (2).

6. Барботирующее устройство по п.5, отличающееся тем, что первые лопастные элементы (8) находятся в соединении по потоку друг с другом в середине прямого проточного канала (3).

7. Барботирующее устройство по п.5 или 6, отличающееся тем, что каждый первый лопастной элемент (8) проходит под углом от 15 до 75, предпочтительно от 30 до 60°, например около 45°, по отношению к направлению X потока.

8. Барботирующее устройство по любому из пп.3-7, отличающееся тем, что вторые лопастные элементы (9) проходят между соседними первыми лопастными элементами (8).

9. Барботирующее устройство по п.8, отличающееся тем, что вторые лопастные элементы (9) проходят между соседними первыми лопастными элементами (8) в наклонной и/или искривленной конфигурации в направлении расположенного ниже по ходу потока выпускного конца (5) прямого проточного канала (3), между соседними первыми лопастными элементами (8).

10. Барботирующее устройство по п.9, отличающееся тем, что вторые лопастные элементы (9) имеют в боковой проекции форму арки или стрельчатой готической арки.

11. Барботирующее устройство по любому из пп.8-10, отличающееся тем, что вторые лопастные элементы (9) образуют в прямом проточном канале (3), в направлении, перпендикулярном к направлению X потока, по меньшей мере две, предпочтительно три или четыре кольцеобразные концентрические конструкции.

12. Барботирующее устройство по любому из пп.3-11, отличающееся тем, что поперечное сечение первых лопастных элементов (8) имеет форму эллипса, капли или миндалевидную форму.

13. Барботирующее устройство по любому из пп.3-12, отличающееся тем, что поперечное сечение вторых лопастных элементов (9) имеет форму эллипса, капли или миндалевидную форму.

14. Барботирующее устройство по любому из пп.1-13, отличающееся тем, что отверстия (10) сопел (6) имеют форму выпуклого многоугольника, например форму прямоугольника, ромба или квадрата.

15. Барботирующее устройство по любому из пп.1-14, отличающееся тем, что отверстия (10) сопел (6) имеют площадь от 3 до 750 мкм².

16. Барботирующее устройство по любому из пп.1-15, отличающееся тем, что высота сопел (6) составляет от 100 до 500 мкм.

17. Барботирующее устройство по любому из пп.1-16, отличающееся тем, что каждый второй лопа-

стой элемент (9) имеет продолговатый верхний по потоку край (18) и продолговатый нижний по потоку край (19), при этом на одной стороне второго лопастного элемента (9) имеется первая поверхность (20) между продолговатым верхним по потоку краем (18) и продолговатым нижним по потоку краем (19), и на другой стороне второго лопастного элемента (9) имеется вторая поверхность (21) между продолговатым верхним по потоку краем (18) и продолговатым нижним по потоку краем (19);

сечение вторых лопастных элементов (9) имеет такую форму и размеры, что расстояние между продолговатым верхним по потоку краем (18) и продолговатым нижним по потоку краем (19), измеренное по первой поверхности (20), длиннее, чем расстояние между продолговатым верхним по потоку краем (18) и продолговатым нижним по потоку краем (19), измеренное по второй поверхности (21), и отверстия (10) сопел (6) обеспечены на первой поверхности (20) вторых лопастных элементов (9).

18. Барботирующее устройство по п.17, отличающееся тем, что поперечное сечение вторых лопастных элементов (9) имеет такую форму и размеры, что поперечное сечение первой поверхности (20) имеет форму кривой.

19. Барботирующее устройство по п.17 или 18, отличающееся тем, что поперечное сечение вторых лопастных элементов (9) имеет такую форму и размеры, что поперечное сечение второй поверхности (21) имеет форму прямой линии.

20. Барботирующее устройство по любому из пп.17-19, отличающееся тем, что первая поверхность (20) имеет ребро (22), так что между продолговатым верхним по потоку краем (18) второго лопастного элемента (9) и ребром (22) первой поверхности (20) второго лопастного элемента (9) образуется первый участок (23) поверхности и между продолговатым нижним по потоку краем (19) второго лопастного элемента (9) и ребром (22) первой поверхности (20) второго лопастного элемента (9) образуется второй участок (24) поверхности, и

первый участок (23) поверхности не содержит отверстий (10) сопел (6) и отверстия (10) сопел (6) сформированы на втором участке (24) поверхности.

21. Барботирующее устройство по любому из пп.1-20, отличающееся тем, что полый трубчатый элемент (2) включает суженный участок (16) между расположенным выше по ходу потока впускным концом (4) и расположенным ниже по ходу потока выпускным концом (5) прямого проточного канала (3), и барботер (7) расположен на суженном участке (16).

22. Барботирующее устройство по п.21, отличающееся тем, что диаметр суженного участка (16) составляет от 99 до 80% от диаметра прямого проточного канала (3) между расположенным выше по ходу потока впускным концом (4) прямого проточного канала (3) и суженным участком (16) и между расположенным ниже по ходу потока выпускным концом (5) прямого проточного канала (3) и суженным участком (16).

23. Барботирующее устройство по любому из пп.1-20, отличающееся тем, что полый трубчатый элемент (2) включает расширенный участок (17) между расположенным выше по ходу потока впускным концом (4) и расположенным ниже по ходу потока выпускным концом (5) прямого проточного канала (3) и

барботер (7) расположен на расширенном участке (17).

24. Барботирующее устройство по п.23, отличающееся тем, что диаметр расширенного участка (17) составляет от 101 до 120% от диаметра прямого проточного канала (3) между расположенным выше по ходу потока впускным концом (4) прямого проточного канала (3) и расширенным участком (17) и между расположенным ниже по ходу потока выпускным концом (5) прямого проточного канала (3) и расширенным участком (17).

25. Барботирующее устройство по любому из пп.1-24, отличающееся тем, что отверстия (10) сопел (6) обеспечены в барботере (7) так, что барботер (7) не содержит отверстий (10) сопел (6), если смотреть на барботер (7) со стороны расположенного выше по ходу потока впускного конца (4) полого трубчатого элемента (2) в направлении, параллельном направлению X потока.

26. Барботирующее устройство по любому из пп.1-25, отличающееся тем, что барботер (7) имеет верхнюю по потоку поверхность, обращенную к расположенному выше по ходу потока впускному концу (4) полого трубчатого элемента (2),

барботер (7) имеет нижнюю по потоку поверхность, обращенную к расположенному ниже по ходу потока выпускному концу (5) полого трубчатого элемента (2), и

отверстия (10) сопел (6) обеспечены на нижней по потоку поверхности барботера (7), а верхняя по потоку поверхность барботера (7) не имеет отверстий (10) сопел (6).

27. Барботирующее устройство по любому из пп.1-26, отличающееся тем, что отверстия (10) сопел (6) распределены разрозненно по направлению X потока так, что отверстия (10) образуют верхние по потоку отверстия и нижние по потоку отверстия, и так, что за каждым верхним по потоку отверстием в направлении X потока не следует никакая часть барботера (7).

28. Барботирующее устройство по любому из пп.1-27, отличающееся тем, что барботер (7) находится в соединении по текучей среде с источником газа, выполненным для подачи первой текучей среды в форме газа в барботер (7).

29. Барботирующее устройство по любому из пп.1-28, отличающееся тем, что расположенный выше

по ходу потока впускной конец (4) находится в соединении по потоку с источником текучей среды, выполненным для подачи второй проточной текучей среды, содержащей частицы размером в диапазоне от 0,2 до 0,3 мм, например 0,25 мм, в прямой проточный канал (3) полого трубчатого элемента (2).

30. Барботирующее устройство по любому из пп.1-29, отличающееся тем, что направление X потока представляет собой линейное направление потока.

31. Барботирующее устройство по любому из пп.1-30, отличающееся тем, что прямой проточный канал (3) полого трубчатого элемента (2) является вертикальным, так что расположенный выше по ходу потока впускной конец (4) находится по вертикали над расположенным ниже по ходу потока выпускным концом (5), или так, что расположенный выше по ходу потока впускной конец (4) находится по вертикали под расположенным ниже по ходу потока выпускным концом (5), и направление X потока является вертикальным направлением потока.

32. Способ извлечения частиц из второй текучей среды, отличающийся тем, что подают вторую текучую среду через прямой проточный канал (2) барботирующего устройства (1) по любому из пп.1-31,

подают первую текучую среду в форме газовых пузырьков в барботер (7) барботирующего устройства (1) для подачи первой текучей среды в форме газа из отверстий (10) сопел (6) в барботере (7) во вторую текучую среду и обеспечения прилипания частиц, находящихся во второй текучей среде, к газовым пузырькам первой текучей среды и

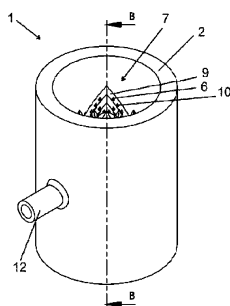
извлекают газовые пузырьки первой текучей среды с прилипшими к ним частицами из второй текучей среды.

33. Способ по п.32, отличающийся тем, что вторая текучая среда, которую подают через прямой проточный канал (2) барботирующего устройства (1), содержит частицы по меньшей мере одного вида из макромолекул, комплексных ионов, коллоидных частиц или мелких частиц.

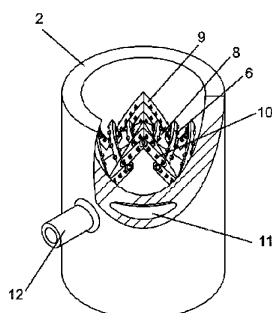
34. Способ по п.32 или 33, отличающийся тем, что вторая текучая среда, которую подают через прямой проточный канал (2) барботирующего устройства (1), содержит частицы, имеющие размер менее 10 мкм и имеющие плотность твердых частиц от 0,8 до 1,25 кг/л.

35. Способ по п.32 или 33, отличающийся тем, что вторая текучая среда, которую подают через прямой проточный канал (2) барботирующего устройства (1), содержит частицы, имеющие размер от 0,1 до 2 мкм, а плотность твердых частиц может составлять от 0,9 до 6 кг/л.

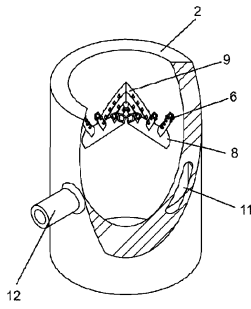
36. Способ по любому из пп.32-35, отличающийся тем, что вторая текучая среда, которую подают через прямой проточный канал (2) барботирующего устройства (1), содержит от 0,001 до 10 г частиц на литр второй текучей среды, предпочтительно от 0,001 до 1 г частиц на литр второй текучей среды.



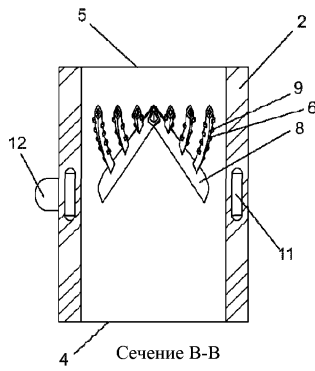
Фиг. 1



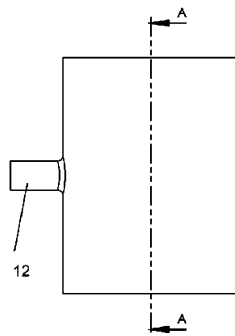
Фиг. 2



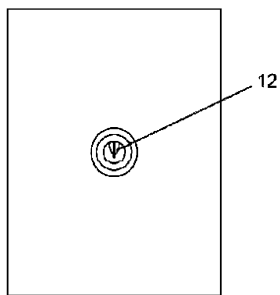
Фиг. 3



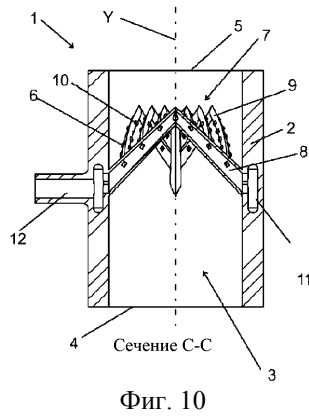
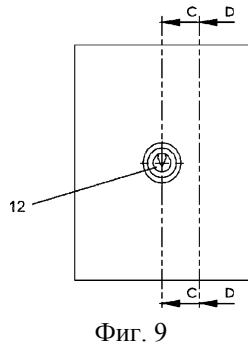
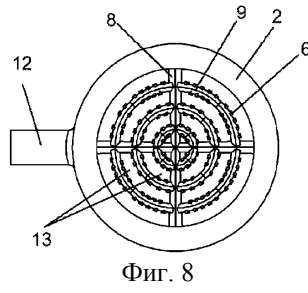
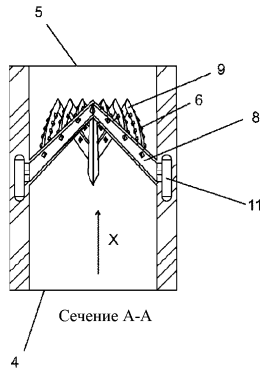
Фиг. 4

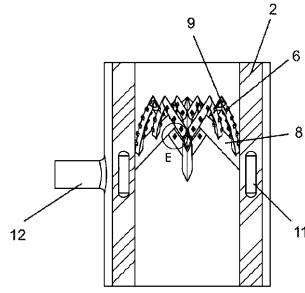


Фиг. 5



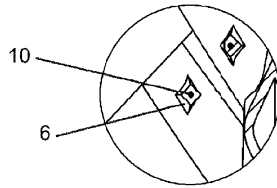
Фиг. 6





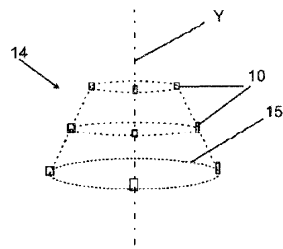
Сечение D-D

Фиг. 11

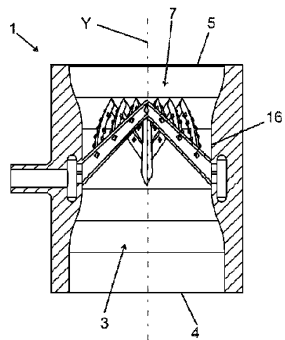


Деталь E

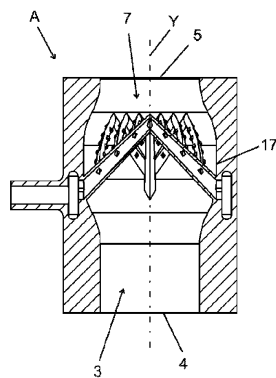
Фиг. 12



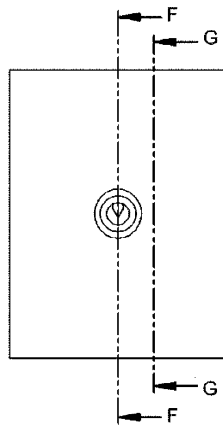
Фиг. 13



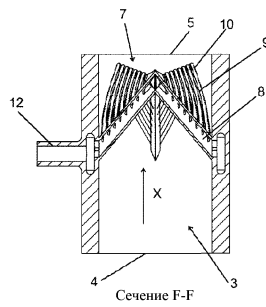
Фиг. 14



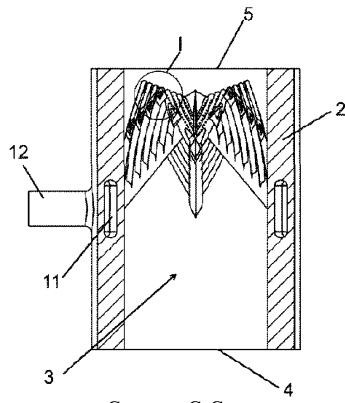
Фиг. 15



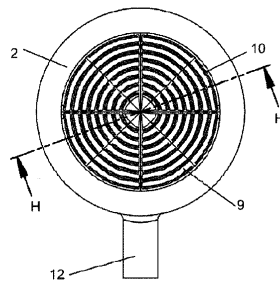
Фиг. 16



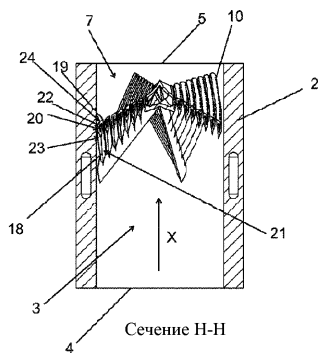
Фиг. 17



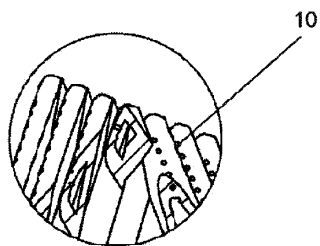
Фиг. 18



Фиг. 19



Фиг. 20



Фиг. 21

