

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202292879** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.03.31

(51) Int. Cl. **B01J 8/18** (2006.01)
B01J 8/24 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2020.06.25

(54) **РЕАКТОРНАЯ СИСТЕМА ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ
ОТБОР ОБРАЗЦОВ ЧАСТИЦ ВО ВРЕМЯ РЕАКЦИИ**

(31) **16/453,571**

(72) Изобретатель:

(32) **2019.06.26**

Ким Ховард Таери (US)

(33) **US**

(74) Представитель:

(62) **202290153; 2020.06.25**

Медведев В.Н. (RU)

(71) Заявитель:

ЭКС ЭНЕРДЖИ, ЭЛЭЛСИ (US)

(57) Реактор псевдоожигенного слоя включает в себя систему для предотвращения преждевременной реакции псевдоожигающего газа, содержащего реагент. Реактор псевдоожигенного слоя включает в себя реакционную камеру, включающую в себя слой частиц; газораспределительную пластину, имеющую множество сквозных отверстий, каждое из которых выходит в реакционную камеру; и множество вертикальных впускных труб для псевдоожигающего газа, причем каждая из впускных труб для псевдоожигающего газа находится в сообщении по текучей среде с одним из отверстий в газораспределительной пластине. Каждая впускная труба для псевдоожигающего газа выполнена с возможностью приема псевдоожигающего газа и подачи псевдоожигающего газа в реакционную камеру. Источник псевдоожигающего газа обеспечивает поток псевдоожигающего газа во впускные трубы для псевдоожигающего газа. Система хладагента предотвращает реакцию псевдоожигающего газа до его входа в реакционную камеру. Система хладагента включает в себя впускное отверстие для текучей среды; канал для потока хладагента, сообщающийся по текучей среде с впускным отверстием для текучей среды и выполненный с возможностью охлаждения каждой впускной трубы для псевдоожигающего газа; и выпускное отверстие для текучей среды, сообщающееся по текучей среде с каналом для потока хладагента. Каждая впускная труба для псевдоожигающего газа может включать в себя выпускное отверстие для частиц и систему клапанов, где система клапанов позволяет останавливать поток псевдоожигающего газа к впускным трубам для псевдоожигающего газа; а также позволяет извлекать частицы из слоя частиц, когда поток псевдоожигающего газа остановлен.

A1

202292879

202292879

A1

**РЕАКТОРНАЯ СИСТЕМА ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ОТБОР
ОБРАЗЦОВ ЧАСТИЦ ВО ВРЕМЯ РЕАКЦИИ**

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

1. ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение в целом относится к реакторам псевдоожигенного слоя. В различных вариантах осуществления настоящее изобретение в целом относится к системе для извлечения образца частиц из реактора псевдоожигенного слоя без прерывания протекающей реакции. В различных вариантах осуществления настоящее изобретение относится к системе обеспечения хладагента для трубопровода подачи псевдоожигающего газа в реакторе псевдоожигенного слоя.

2. ОПИСАНИЕ ПРЕДШЕСТВУЮЩЕГО УРОВНЯ ТЕХНИКИ

Известно использование реакторной системы псевдоожигенного слоя, используемой в сочетании с газораспределительной пластиной с локальным охлаждением, где охлаждающие каналы позволяют транспортировать охлаждающую текучую среду через рубашку, располагающуюся вокруг газового инжектора. Газораспределительная пластина с локальным охлаждением помогает предотвратить образование отложений на стенках вокруг отверстий газораспределительной пластины. Однако газовые инжекторы позволяют транспортировать газ только из нагнетательной камеры в реакционную камеру и не позволяют извлекать образец частиц, пока продолжается впрыск газа. Кроме того, газовые инжекторы охлаждают псевдоожигающий газ на газораспределительной пластине или рядом с ней и не могут эффективно предотвращать реакцию газов-реагентов внутри нагнетательной камеры.

Также известно использование реактора псевдоожигенного слоя с потоком псевдоожигающего газа через инжектор и каналом для отвода частиц рядом с инжектором, где поток газа в реактор может использоваться для предотвращения или уменьшения потока частиц через проход для извлечения частицы. Псевдоожигающий газообразный реагент может вводиться в нижнюю часть реактора, а удаление частиц может быть инициировано путем уменьшения потока газа через канал для удаления частиц. Однако это позволяет отбирать частицы только из одной точки псевдоожигенного слоя. Было бы желательно иметь возможность избирательно удалять частицы из любой из множества точек в псевдоожигенном слое.

Настоящее раскрытие описывает систему для извлечения

образца частиц из реактора псевдооживленного слоя без прерывания протекающей реакции. Настоящее раскрытие дополнительно описывает систему обеспечения хладагента для трубопровода подачи псевдооживляющего газа в реакторе псевдооживленного слоя. Эти системы могут быть реализованы с помощью различных вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе. Эти варианты осуществления не претендуют на то, чтобы быть исчерпывающими или ограничивающими возможные преимущества, которые могут быть реализованы на основе принципов настоящего раскрытия. Различные цели и преимущества различных вариантов осуществления, раскрытых в настоящем документе, будут очевидны из приведенного в настоящем документе описания, или могут быть изучены при применении на практике различных вариантов осуществления, как описанных в настоящем документе, так и модифицированных с учетом любых изменений, которые могут быть очевидны специалистам в данной области техники. Соответственно, настоящее изобретение заключается в новых способах, компоновках, комбинациях и улучшениях, раскрытых в настоящем документе в различных вариантах осуществления.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В свете существующей потребности в улучшенных способах удаления захваченных частиц из потока отходящего газа представлено краткое описание различных примерных вариантов осуществления. Некоторые упрощения и пропуски могут быть сделаны в следующем кратком изложении, которое предназначено для того, чтобы выделить и представить некоторые аспекты различных иллюстративных вариантов осуществления, но не для того, чтобы ограничить объем настоящего изобретения. Подробное описание предпочтительного примерного варианта осуществления, достаточное для того, чтобы позволить специалистам в данной области техники реализовать и использовать идеи настоящего изобретения, будет приведено в последующих разделах.

Различные варианты осуществления, раскрытые в настоящем документе, относятся к реактору псевдооживленного слоя, выполненному с возможностью извлечения образца частиц без прерывания протекающей реакции. В различных вариантах осуществления реактор псевдооживленного слоя включает в себя реакционную камеру, содержащую слой частиц; и газораспределительную пластину, имеющую множество сквозных отверстий, каждое из которых выходит в реакционную камеру.

Реактор также включает в себя множество впускных труб для псевдоожигающего газа, каждая из которых находится в сообщении по текучей среде с одним из отверстий в газораспределительной пластине, причем каждая впускная труба для псевдоожигающего газа выполнена с возможностью приема псевдоожигающего газа и его транспортировки в реакционную камеру через газораспределительную пластину. Источник псевдоожигающего газа выполнен с возможностью подачи потока псевдоожигающего газа во впускные трубы для псевдоожигающего газа. Различные варианты осуществления реактора включают множество выпускных отверстий для частиц, причем каждое выпускное отверстие для частиц расположено в одной из впускных труб для псевдоожигающего газа. Источник псевдоожигающего газа выполнен с возможностью выборочной остановки потока псевдоожигающего газа к любой из впускных труб для псевдоожигающего газа; и каждое выпускное отверстие для частиц выполнено с возможностью приема частиц из слоя частиц, в то время как поток псевдоожигающего газа к соответствующей впускной трубе для псевдоожигающего газа остановлен.

В различных вариантах осуществления источник псевдоожигающего газа выполнен с возможностью выборочной остановки потока псевдоожигающего газа в любую из впускных труб для псевдоожигающего газа без прерывания потока псевдоожигающего газа в другие впускные трубы для псевдоожигающего газа. В различных вариантах осуществления источник псевдоожигающего газа содержит множество труб для подачи псевдоожигающего газа, причем каждая труба для подачи псевдоожигающего газа находится в сообщении по текучей среде с соответствующими впускными трубами для псевдоожигающего газа, причем каждая труба для подачи псевдоожигающего газа содержит клапан, выполненный с возможностью выборочной остановки потока псевдоожигающего газа в соответствующую впускную трубу для псевдоожигающего газа.

В различных вариантах осуществления источник псевдоожигающего газа содержит множество труб для подачи псевдоожигающего газа, причем каждая труба для подачи псевдоожигающего газа находится в сообщении по текучей среде с соответствующей впускной трубой для псевдоожигающего газа. Каждая труба подачи псевдоожигающего газа содержит первый клапан, выполненный с возможностью принятия первого положения, причем:

первое положение выборочно останавливает поток

псевдоожижающего газа к соответствующей впускной трубе для псевдоожижающего газа; и

причем соответствующая впускная труба для псевдоожижающего газа содержит второй клапан, выполненный с возможностью обеспечения протекания частиц из слоя частиц к выпускному отверстию для частиц, когда первый клапан находится в первом положении. Аналогичным образом в различных вариантах осуществления первый клапан также выполнен с возможностью принятия второго положения, которое позволяет потоку псевдоожижающего газа течь к соответствующей впускной трубе для псевдоожижающего газа; и второй клапан выполнен с возможностью предотвращения протекания частиц из слоя частиц к выпускному отверстию для частиц, когда первый клапан находится во втором положении. В различных вариантах осуществления первый и второй клапаны либо позволяют потоку псевдоожижающего газа течь к соответствующей впускной трубе для псевдоожижающего газа; либо позволяют частицам из слоя частиц течь к выпускному отверстию для частиц через впускную трубу для псевдоожижающего газа; поток псевдоожижающего газа и поток частиц через впускную трубу для псевдоожижающего газа не могут течь одновременно.

В различных вариантах осуществления реактор псевдоожиженного слоя включает в себя систему хладагента, включающую впускное отверстие для жидкости; канал для потока хладагента, сообщающийся по текучей среде с впускным отверстием для текучей среды и выполненный с возможностью охлаждения каждой впускной трубы для псевдоожижающего газа; и выпускное отверстие для текучей среды, сообщающееся по текучей среде с каналом для потока хладагента. Впускное отверстие для текучей среды может включать в себя впускной коллектор. Путь потока хладагента может включать в себя множество охлаждающих рубашек, при этом каждая охлаждающая рубашка окружает одну из впускных труб для псевдоожижающего газа; и каждая охлаждающая рубашка находится в сообщении по текучей среде с впускным коллектором. Выпускное отверстие для текучей среды может включать в себя выпускной коллектор, сообщающийся по текучей среде с каждой охлаждающей рубашкой.

В различных вариантах осуществления реактор псевдоожиженного слоя включает в себя систему хладагента, включающую впускное отверстие для жидкости; канал для потока хладагента, сообщающийся по текучей среде с впускным отверстием

для текучей среды; и выпускное отверстие для текучей среды, сообщающееся по текучей среде с каналом для потока хладагента. Путь потока хладагента может включать в себя множество охлаждающих рубашек, где каждая охлаждающая рубашка окружает одну из впускных труб для псевдоожижающего газа; и путь потока хладагента может быть выполнен с возможностью обеспечения потока хладагента от впускного отверстия к выпускному отверстию для текучей среды, где хладагент протекает последовательно через множество охлаждающих рубашек. В различных вариантах осуществления путь потока хладагента включает в себя множество охлаждающих рубашек, где каждая охлаждающая рубашка окружает одну из впускных труб для псевдоожижающего газа; и путь потока хладагента выполнен с возможностью обеспечения потока хладагента от впускного отверстия к выпускному отверстию для текучей среды, где хладагент протекает параллельно через множество охлаждающих рубашек.

Реактор псевдоожиженного слоя в некоторых вариантах осуществления может включать в себя противоуносную камеру над реакционной камерой; а также коническую камеру снижения скорости между ними. В различных вариантах осуществления диаметр противоуносной камеры в 1,5–10 раз больше, в 2–5 раз больше, в 2,25–4 раза больше, или приблизительно в 2,5 раза больше, чем диаметр реакционной камеры.

В различных вариантах осуществления реактор псевдоожиженного слоя включает в себя реакционную камеру, имеющую графитовую стенку, выполненную с возможностью нагревания до температуры приблизительно 600°C – 2200°C , или приблизительно 800°C – 2000°C , или приблизительно 1250°C – 1800°C . Реактор псевдоожиженного слоя может включать в себя реакционную камеру, имеющую графитовую стенку, выполненную с возможностью нагревания до температуры приблизительно 600°C – 2200°C ; и по меньшей мере одну из камеры снижения скорости и противоуносной камеры, имеющей графитовую стенку, выполненную с возможностью нагревания до температуры приблизительно 600°C – 2200°C .

Различные варианты осуществления, раскрытые в настоящем документе, направлены на реактор псевдоожиженного слоя, включающий в себя реакционную камеру, имеющую слой частиц; газораспределительную пластину, имеющую множество сквозных отверстий, каждое из которых выходит в реакционную камеру; и множество впускных труб для псевдоожижающего газа, причем каждая

из впускных труб для псевдоожижающего газа находится в сообщении по текучей среде с одним из отверстий в газораспределительной пластине. Каждая впускная труба для псевдоожижающего газа может быть выполнена с возможностью приема псевдоожижающего газа и подачи псевдоожижающего газа в реакционную камеру. Реактор может включать в себя источник псевдоожижающего газа, выполненный с возможностью подачи потока псевдоожижающего газа во впускные трубы для псевдоожижающего газа; а также систему хладагента. В различных вариантах осуществления система хладагента включает в себя впускное отверстие для текучей среды; канал для потока хладагента, сообщающийся по текучей среде с впускным отверстием для текучей среды и выполненный с возможностью охлаждения каждой впускной трубы для псевдоожижающего газа; и выпускное отверстие для текучей среды, сообщающееся по текучей среде с каналом для потока хладагента.

Различные варианты осуществления, раскрытые в настоящем документе, направлены на реактор псевдоожиженного слоя, выполненный с возможностью извлечения образца частиц без прерывания протекающей реакции, включающий в себя реакционную камеру, имеющую слой частиц; газораспределительную пластину, имеющую множество сквозных отверстий; и множество впускных труб для псевдоожижающего газа, сообщающихся по текучей среде с одним из конических отверстий в газораспределительной пластине. В различных вариантах осуществления каждая впускная труба для псевдоожижающего газа имеет впускное отверстие для газа и выпускное отверстие для частиц. Источник псевдоожижающего газа может быть выполнен с возможностью подачи потока псевдоожижающего газа к впускным отверстиям для газа во впускных трубах для псевдоожижающего газа. В различных вариантах осуществления реактор включает в себя систему клапанов, выполненную с возможностью выборочного прекращения потока псевдоожижающего газа к впускному отверстию для газа в любой из впускных труб для псевдоожижающего газа; а также обеспечения потока частиц из слоя частиц к выходному отверстию для частиц, в то время как поток псевдоожижающего газа к входному отверстию для газа остановлен. Система клапанов может быть выполнена с возможностью выборочной остановки потока псевдоожижающего газа к впускному отверстию для газа в любой из впускных труб для псевдоожижающего газа без прерывания потока псевдоожижающего газа к впускному отверстию для газа в других впускных трубах для

псевдоожигающего газа. Система клапанов может быть выполнена с возможностью предотвращения потока частиц из слоя частиц к выходному отверстию для частиц, если поток псевдоожигающего газа к входному отверстию для газа не остановлен.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Для лучшего понимания различных примерных вариантов осуществления делаются ссылки на сопроводительные чертежи, в которых:

Фиг. 1 показывает реактор псевдоожигенного слоя со множеством впускных труб для газа, каждая из которых предназначена для подачи псевдоожигающего газа в реакционную камеру;

Фиг. 2 показывает реактор псевдоожигенного слоя со множеством впускных труб для газа в соответствии с Фиг. 1, где одна впускная труба для газа выполнена с возможностью получения образца частиц из псевдоожигенного слоя;

Фиг. 3-5 показывают различные варианты осуществления реактора псевдоожигенного слоя со множеством впускных труб для газа в соответствии с Фиг. 1, где впускные трубы для газа снабжены системой хладагента;

Фиг. 6-8 показывают четыре различных вида системы, обеспечивающей впускные трубы для газа для реактора псевдоожигенного слоя, снабженные системой охлаждающих рубашек;

Фиг. 9 показывает газораспределительную пластину в сочетании с системой, показанной на Фиг. 6-8.

Фиг. 10А - 10F показывают различные компоновки впускных труб для газа в сочетании с газораспределительной пластиной, показанной на Фиг. 9.

Фиг. 11 показывает устройство для использования в сочетании с реактором псевдоожигенного слоя для отделения мелких частиц от псевдоожигающего газа; и

Фиг. 12 показывает устройство, изображенное на Фиг. 10, используемое в сочетании с реактором псевдоожигенного слоя.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Далее со ссылками на чертежи, на которых одинаковые ссылочные цифры относятся к одинаковым компонентам или стадиям, раскрываются широкие аспекты различных примерных вариантов осуществления. Фиг. 1 показывает реактор псевдоожигенного слоя, выполненный с возможностью извлечения образца частиц без прерывания протекающей реакции.

1. Отбор образца частиц во время псевдооживления

Реактор псевдооживленного слоя, показанный на Фиг. 1, включает в себя реакционную камеру 1 со слоем частиц 2 в ней. Газораспределительная пластина 3 образует дно реакционной камеры 1 и имеет конические впускные отверстия 9 для газа. Множество впускных труб 4 для псевдооживающего газа, которые могут быть расположены вертикально, подают псевдооживающий газ в реакционную камеру 1, при этом каждая из впускных труб для псевдооживающего газа находится в сообщении по текучей среде с одним из отверстий 9 в газораспределительной пластине 3. Псевдооживающий газ подается к каждой впускной трубе 4 для псевдооживающего газа из источника псевдооживающего газа через трубу 5 для подачи псевдооживающего газа. Каждая труба 5 для подачи псевдооживающего газа находится в сообщении по текучей среде с соответствующей впускной трубой 4 для псевдооживающего газа и выполнена с возможностью подачи потока псевдооживающего газа в соответствующую впускную трубу 4 для псевдооживающего газа. Реактор псевдооживленного слоя, показанный на Фиг. 1, также включает в себя множество выпускных отверстий 8 для частиц, причем каждое выпускное отверстие 8 для частиц расположено в или соединено с одной из впускных труб 4 для псевдооживающего газа.

В различных вариантах осуществления источник псевдооживающего газа выполнен с возможностью выборочной остановки потока псевдооживающего газа в любую из впускных труб 4 для псевдооживающего газа. Каждое выпускное отверстие для частиц выполнено с возможностью приема частиц из слоя частиц, в то время как поток псевдооживающего газа к соответствующей впускной трубе для псевдооживающего газа остановлен. Как показано на Фиг. 1, каждое выпускное отверстие 8 для частиц соединено с одной из впускных труб 4 для псевдооживающего газа через клапан 7, при этом каждый клапан 7 закрыт. Каждая труба 5 подачи псевдооживающего газа соединена с одной из впускных труб 4 для псевдооживающего газа через клапан 6. На Фиг. 1 каждый клапан 6 открыт, а каждый клапан 7 закрыт. Псевдооживающий газ подается по трубам 5 к впускным трубам 4 для псевдооживающего газа в направлении стрелки А, где псевдооживающий газ проходит от первой секции 5а трубы 5 для подачи псевдооживающего газа через клапан 6, а затем к впускной трубе 4 для псевдооживающего газа через вторую секцию 5b трубы 5 подачи псевдооживающего газа. Затем псевдооживающий газ проходит через впускные трубы 4

для псевдоожигающего газа в направлении стрелки А, попадая в реакционную камеру 1 через отверстия 9 и псевдоожигающая слой частиц 2.

В различных вариантах осуществления псевдоожигающий газ включает в себя газообразный реагент, который осаждает углеродное или керамическое покрытие на частицах 2. В таких случаях желательно иметь возможность получать образец частиц из псевдоожиганного слоя для анализа слоя покрытия. Кроме того, желательно иметь возможность получать образец частиц из псевдоожиганного слоя без прерывания реакции осаждения. Система клапанов в устройстве, показанном на Фиг. 1, позволяет получать такой образец, как показано на Фиг. 2.

На Фиг. 2 псевдоожигающий газ подается по двум трубам 5 к впускным трубам 4 для псевдоожигающего газа в направлении стрелки через клапаны 6, а затем к впускной трубе 4 для псевдоожигающего газа. Затем псевдоожигающий газ проходит через впускные трубы 4 для псевдоожигающего газа в направлении стрелки А, попадая в реакционную камеру 1 через отверстия 9 и псевдоожигающая слой частиц 2. Во впускной трубе 4 для псевдоожигающего газа, принимающей псевдоожигающий газ из труб 5, клапаны 7 закрыты. Как показано на Фиг. 2, в третью впускную трубу 4 для псевдоожигающего газа псевдоожигающий газ не поступает, потому что клапан 6а (соответствующий одному из клапанов 6 на Фиг. 1), закрыт и блокирует поток псевдоожигающего газа из трубы 5а. В этой третьей впускной трубе 4 для псевдоожигающего газа клапан 7а между выпускным отверстием 8 для частиц и впускной трубой 4 для псевдоожигающего газа открыт. Это позволяет образцу частиц 2 в реакционной камере 1 падать через впускную трубу 4 для псевдоожигающего газа к выпускному отверстию 8 для частиц в направлении стрелки С, позволяя извлечь образец частиц, находящихся в псевдоожиганном слое, из выпускного отверстия 8 для частиц. Поскольку псевдоожигающий газ продолжает поступать в реакционную камеру через другие трубы 4 в направлении стрелки В, извлечение образца частиц не прерывает протекающую реакцию осаждения в реакционной камере 1. Кроме того, когда псевдоожигающий газ поступает в реакционную камеру по трубам 4 в направлении стрелки В, избыточное давление в реакционной камере может способствовать извлечению частиц за счет их выдувания в направлении стрелки С.

Фиг. 3 показывает реактор псевдоожиганного слоя с

реакционной камерой 1 со слоем частиц 2 в ней. Газораспределительная пластина 3 имеет конические отверстия 9 для подвода газа. Множество впускных труб 4 для псевдоожижающего газа (на Фиг. 3 показаны две, хотя можно использовать и больше) подают псевдоожижающий газ в реакционную камеру 1 в направлении стрелки В. Псевдоожижающий газ подается к каждой впускной трубе 4 для псевдоожижающего газа из источника псевдоожижающего газа через трубу 5 для подачи псевдоожижающего газа. Каждая труба 5 для подачи псевдоожижающего газа находится в сообщении по текучей среде с соответствующей впускной трубой 4 для псевдоожижающего газа и выполнена с возможностью подачи потока псевдоожижающего газа в соответствующую впускную трубу 4 для псевдоожижающего газа. Реактор псевдоожиженного слоя, показанный на Фиг. 1, также включает в себя множество выпускных отверстий 8 для частиц, причем каждое выпускное отверстие 8 для частиц расположено в или соединено с одной из впускных труб 4 для псевдоожижающего газа.

На Фиг. 3 реакционная камера 1 имеет стенку 10 из проводящего материала, такого как проводящий углерод, например графит. Графитовая стенка реакционной камеры является электрически резистивной (представлена на Фиг. 3 как резистор 10а). Источник питания 11 подает ток на резистивную графитовую стенку 10 через цепь 12, нагревая реакционную камеру 1 до температуры приблизительно 600°C – 2200°C .

В различных вариантах осуществления на частицы, находящиеся в реакционной камере, могут быть нанесены различные материалы. Химическое осаждение из паровой фазы в псевдоожиженном слое (FBCVD) может использоваться для осаждения материалов в виде монокристаллических, поликристаллических и аморфных покрытий на частицы псевдоожиженного слоя. Эти покрытия включают в себя кремний, диоксид кремния, карбид кремния, нитрид кремния, оксинитрид кремния, пиролитический углерод, алмаз, графит, фторуглероды, вольфрам, нитрид титана и диэлектрики с высоким значением k .

В различных вариантах осуществления пиролитический углерод (PUC) может быть осажден на частицы с помощью FBCVD при температурах осаждения 1250 – 1450°C с использованием ацетилена или смесей ацетилен/пропилен. Кремний может быть осажден на частицы с помощью FBCVD с использованием пиролитического разложения силана с последующим осаждением образовавшегося

кремния на псевдооживленный слой при 650°C . Карбид кремния (SiC) может быть осажден на частицы с помощью FBCVD из CH_3SiCl_3 с использованием водорода в качестве газа-носителя при 1500°C .

В различных вариантах осуществления частицы могут быть последовательно покрыты несколькими слоями. Например, частицы ядерного топлива могут быть получены путем последовательного нанесения покрытия на частицы из UO_2 . Частицы UO_2 могут быть покрыты пористым углеродным слоем путем осаждения углерода из этилена в инертном газе-носителе при 1250°C с последующим осаждением плотного углеродного слоя путем осаждения углерода из смеси ацетилен/пропилен в инертном газе-носителе при температуре 1300°C . Слой карбида кремния осаждается на плотном углеродном слое из CH_3SiCl_3 с использованием водорода в качестве газа-носителя при 1500°C . Наконец, наружный слой плотного углерода осаждается из смеси ацетилен/пропилен в инертном газе-носителе при 1300°C . Получаемые частицы известны как частицы с тризоструктурным (TRISO) покрытием.

В различных вариантах осуществления псевдооживленный слой в реакторе псевдооживленного слоя по п. 1 формулы изобретения может содержать частицы, а псевдооживляющий газ, содержащий реагент, может течь в реакционную камеру 1 из различных впускных труб 4 через отверстия 9 в газораспределительной пластине 3, как показано на Фиг. 1. После протекания реакции в течение определенного периода времени один клапан 6 (показан как клапан 6а на Фиг. 2) может быть закрыт, перекрывая поток псевдооживляющего газа через одну впускную трубу 4 без прерывания псевдооживления слоя частиц потоком псевдооживляющего газа через оставшиеся впускные трубы 4. Как показано на Фиг. 2, один из клапанов 7 (показан как клапан 7а на Фиг. 2), присутствующий во впускной трубе, связанной с клапаном 6а, открывается, позволяя образцу частиц падать через впускную трубу 4 в выпускное отверстие 8 для частиц для извлечения и анализа. Например, если на частицах осаждается пиролитический углерод, то после протекания реакции в течение определенного периода времени образец покрытых углеродом частиц может быть извлечен через впускную трубу 4 и выпускное отверстие 8 для частиц без прерывания псевдооживления через оставшиеся впускные трубы 4. Если после анализа обнаруживается, что частицы образца имеют неровные или неполные покрытия, можно продолжить осаждение пиролитического углерода в реакционной камере. Если обнаружится,

что частицы имеют полное покрытие, осаждение может быть остановлено, и частицы могут быть извлечены.

Если частицы последовательно покрываются несколькими слоями, образцы частиц можно отбирать, не прерывая псевдооживления, и подвергать анализу на каждой стадии нанесения покрытия.

2. Системы хладагента

При проведении высокотемпературных реакций FBCVD нагрев внутренней части реакционной камеры 1 до температуры приблизительно 600°C – 2200°C может иметь нежелательный побочный эффект нагрева псевдооживающего газа во впускной трубе 4 для псевдооживающего газа до того, как он попадет в реакционную камеру 1. Если псевдооживающий газ содержит реакционный газ, это может вызвать отложение продукта реакции, например, углеродного или керамического слоя, на внутренней стороне труб 4, уменьшая скорость потока или полностью блокируя поток псевдооживающего газа. Это может быть уменьшено или предотвращено с помощью подходящей системы охлаждения.

Такая система охлаждения показана на Фиг. 3. Каждая впускная труба 4 для псевдооживающего газа входит в нагнетательную камеру 17 под газораспределительной пластиной 3. Каждая впускная труба 4 для псевдооживающего газа окружена поллой рубашкой 14. Текущая среда хладагента, которая может представлять собой воду или пар, поступает в первую рубашку 14 через впускную трубу 13 для хладагента. После заполнения первой рубашки 14 хладагент выходит из рубашки 14 через трубу 15 для хладагента, направляясь во вторую рубашку 14. После заполнения второй рубашки 14 хладагент выходит из второй рубашки 14 через выпускную трубу 16 для хладагента. В варианте осуществления, показанном на Фиг. 3, хладагент проходит через охлаждающие рубашки 14 последовательно. Это уменьшает вероятность чрезмерного нагрева впускных труб 4 для псевдооживающего газа или самого псевдооживающего газа в этих трубах горячими газами внутри реакционной камеры 1. Это также уменьшает скорость, с которой углеродные или керамические продукты реакции будут осаждаться на внутренних поверхностях труб 4.

Альтернативная система охлаждения показана на Фиг. 4. Каждая впускная труба 4 для псевдооживающего газа входит в нагнетательную камеру 17 под газораспределительной пластиной 3. Текущая среда хладагента, которая предпочтительно является газом

18, таким как пар, входит в нагнетательную камеру 17 через впускную трубу 13а для хладагента. После заполнения нагнетательной камеры 17 хладагент выходит из нагнетательной камеры 17 через выходную трубу 16 для хладагента. Это уменьшает вероятность чрезмерного нагрева внутренней части камеры 17, а также позволяет избежать чрезмерного нагрева псевдоожижающего газа во впускной трубе 4 для псевдоожижающего газа горячими газами внутри реакционной камеры 1. Опять же, это снижает скорость, с которой продукты реакции осаждаются на внутренних поверхностях труб 4.

Третья система охлаждения показана на Фиг. 5. Впускная труба 4 для псевдоожижающего газа находится в нагнетательной камере 17. Каждая впускная труба 4 для псевдоожижающего газа окружена полой рубашкой 14. Текучая среда хладагента, которая может быть водой или паром, поступает во впускной коллектор 19 из впускной трубы 13 для хладагента. Из впускного коллектора 19 поток хладагента распределяется на каждую рубашку 14 (на Фиг. 5 показаны две впускные трубы с рубашками, хотя при желании можно использовать больше). После заполнения различных рубашек 14 хладагент выходит из них и поступает в выпускной коллектор 20. Из выпускного коллектора 20 хладагент выходит в нагнетательную камеру 17 через выпускную трубу 16 для хладагента. В варианте осуществления, показанном на Фиг. 5, хладагент проходит через различные охлаждающие рубашки 14 параллельно. Это может обеспечить более равномерное распределение тепла внутри нагнетательной камеры, чем последовательное прохождение хладагента через различные охлаждающие рубашки 14. Если хладагент проходит через охлаждающие рубашки последовательно, он имеет меньше времени, чтобы поглотить тепло из впускной трубы 4 для псевдоожижающего газа при входе в первую охлаждающую рубашку, чем при входе в последнюю охлаждающую рубашку, поэтому эффективность отвода тепла от впускных труб 4 для псевдоожижающего газа уменьшается по мере увеличения расстояния от входного отверстия для хладагента. Если хладагент проходит через охлаждающие рубашки параллельно, хладагент достигает каждой охлаждающей рубашки 14 примерно одновременно, поэтому тепло отводится от каждой впускной трубы 4 для псевдоожижающего газа с одинаковой эффективностью.

Как видно на Фиг. 3 и 5, каждая труба 5 для подачи псевдоожижающего газа может проходить через охлаждающую рубашку

14 до пересечения с соответствующей впускной трубой 4 для псевдоожигающего газа. Это охлаждает псевдоожигающий газ перед его входом во впускную трубу 4, предотвращая реакцию реагента в псевдоожигающем газе с образованием твердого углеродного или керамического материала, который накапливается в отверстии между подающей трубой 5 и впускной трубой 4. Это уменьшает вероятность блокирования потока псевдоожигающего газа во впускную трубу 4.

Также как показано на Фиг. 3, впускные трубы 4 для псевдоожигающего газа могут проходить вниз за пределы нижней поверхности нагнетательной камеры 17. Для каждой впускной трубы 4 клапан 7 расположен на стыке между впускной трубой 4 и выпускным отверстием 8 для частиц ниже нагнетательной камеры 17.

Как видно на Фиг. 3, каждая труба 5 для подачи псевдоожигающего газа имеет клапан 6, позволяющий прекращать поток псевдоожигающего газа к соответствующей впускной трубе 4. Каждый клапан 6 работает независимо. Поток псевдоожигающего газа к любой из впускных труб 4 может быть остановлен путем закрытия клапана 6 в соответствующей подающей трубе 5 без прерывания подачи псевдоожигающего газа к каждой оставшейся впускной трубе.

После выбора впускной трубы 4 и прерывания потока псевдоожигающего газа к этой выбранной впускной трубе клапан 7 в нижнем конце выбранной впускной трубы открывается, и образец частиц, находящихся в слое частиц, падает через выбранную впускную трубу через открытый клапан 7 к выпускному отверстию 7 для частиц. Во время забора частиц они проваливаются через область впускной трубы 4, охлаждаемую охлаждающей рубашкой 5, что замедляет скорость реакции между любым газом-реагентом в трубе 4 и поверхностью частицы. После забора образца частиц клапан 7 закрывается, а клапан 6 открывается, восстанавливая поток псевдоожигающего газа через выбранную впускную трубу 4. Таким образом, эта компоновка позволяет извлекать образец частиц для анализа из выпускного отверстия 8 для частиц, соединенного с первой впускной трубой 4, позволяя при этом псевдоожигающему газу продолжать поступать в реакционную камеру 1 через все оставшиеся впускные трубы. Таким образом, получение образца частиц не прерывает реакцию между псевдоожигающим газом и слоем частиц в камере 1.

Фиг. 6 и 7 показывают узел, содержащий набор впускных труб для псевдоожигающего газа и систему охлаждения, предназначенный для размещения в нагнетательной камере реактора псевдоожигенного

слоя под газораспределительной пластиной. В варианте осуществления, показанном на Фиг. 6 и 7, имеется две охлаждающие рубашки 14. Впускная труба 4 для псевдоожижающего газа (показана на Фиг. 7) проходит через каждую охлаждающую рубашку, перенося псевдоожижающий газ в реакционную камеру через отверстие 9, проходящее через распределительную пластину 3 (не показана на Фиг. 6 и 7). Пластина 22 (показана на Фиг. 7) стабилизирует охлаждающие рубашки, удерживая их в фиксированной относительной ориентации; пластина 22 также может быть прикреплена к внутренней стенке нагнетательной камеры.

Нижний конец каждой охлаждающей рубашки может заканчиваться второй стабилизирующей пластиной 23 (показана на Фиг. 7), которая может быть прикреплена к дну нагнетательной камеры (не показана на Фиг. 6 и 7). Впускные трубы 4 для псевдоожижающего газа внутри каждой внешней охлаждающей рубашки 14 ведут к клапану 7. Когда клапан 7 открыт, частицы из реактора псевдоожиженного слоя проходят через клапан 7 в выпускную трубу 8 для частиц, а затем попадают в камеру 24 для отбора проб.

Как видно на Фиг. 6 и 7, впускное отверстие 13 для хладагента подает текучую среду хладагента к первой охлаждающей рубашке 14. Затем текучая среда хладагента проходит из первой охлаждающей рубашки 14 во вторую охлаждающую рубашку 14, после чего выходит из нагнетательной камеры через выпускное отверстие 16 для хладагента. Затем хладагент проходит между охлаждающими рубашками 14 по трубе 15. Как видно на Фиг. 6 и 7, псевдоожижающий газ подается к каждой впускной трубе 4 для псевдоожижающего газа через соответствующую трубу 5 для подачи псевдоожижающего газа, которая может проходить через охлаждающую рубашку 14 до пересечения с впускной трубой 4. Альтернативно, как показано на Фиг. 7, труба 5 подачи псевдоожижающего газа может проходить через сплошной цилиндр 14с до пересечения с впускной трубой 4, где цилиндр 14с расположен ниже впускного отверстия 13 для хладагента. Клапан 6 позволяет временно прекратить подачу псевдоожижающего газа в каждую впускную трубу, чтобы можно было собрать образец частиц в соответствующей камере 24 для отбора проб, открыв клапан 7.

Фиг. 8 показывает узел, изображенный на Фиг. 7, если смотреть в направлении стрелки 8. На Фиг. 8 с верхней стороны камер 24 для отбора проб видны охлаждающие рубашки 14. Первая охлаждающая рубашка 14 имеет впускное отверстие 13 для текучей

среды, через которое текучая среда хладагента поступает в рубашку 14. Охлаждающая текучая среда покидает первую охлаждающую рубашку 14 через трубу 15 и входит во вторую охлаждающую рубашку 14. Затем текучая среда хладагента покидает вторую охлаждающую рубашку через выпускное отверстие 16 для хладагента. У каждой охлаждающей рубашки 14 имеется впускная труба 4 для псевдоожижающего газа в ее центре, так что температура псевдоожижающего газа регулируется путем теплообмена через стенку с текучей средой хладагента. Каждая впускная труба 4 для псевдоожижающего газа снабжается псевдоожижающим газом через подающую трубу 5а, ведущую к клапану 6, а затем через трубу 5б.

Фиг. 9 показывает поперечное сечение устройства, изображенного на Фиг. 7, в сочетании с газораспределительной пластиной 3. Как показано на Фиг. 9, пластина 3 может иметь цилиндрическую стенку 3а и конические газораспределительные поверхности 9, окружающие отверстие впускной трубы 4 для псевдоожижающего газа. Смежные газораспределительные отверстия 9 могут контактировать с друг другом на краях 9а в форме гребня. Поверхность конических газораспределительных отверстий 9 может пересекать цилиндрическую стенку 3а на краях 9б.

Фиг. 10А - 10F показывают различные конфигурации газораспределительной пластины 3 для использования с тремя впускными трубами 4 для псевдоожижающего газа (Фиг. 10А и 10В); с четырьмя впускными трубами 4 для псевдоожижающего газа (Фиг. 10С и 10D); или с пятью впускными трубами 4 для псевдоожижающего газа (Фиг. 10Е и 10F). Каждая пластина имеет множество отверстий, каждое из которых соответствует верхнему отверстию впускных труб 4 для псевдоожижающего газа; а также конические поверхности 9, окружающие каждое отверстие в нижней части пластины 3. Каждая пара смежных конических поверхностей 9 пересекается на краях 9а в форме гребня.

Как показано на Фиг. 3, реакционная камера 1 имеет стенку 10 из проводящего материала, такого как проводящий углерод, например графит. Псевдоожижающий газ проходит через реакционную камеру 1 в направлении стрелки В и выходит из реакционной камеры через выпускную трубу 1а. Когда псевдоожижающий газ проходит через реакционную камеру 1, частицы 2 в слое частиц псевдоожижаются. Обычно слой частиц включает частицы, имеющие диапазон размеров частиц, включая крупные частицы и мелкие

частицы. Когда псевдоожигающий газ проходит через слой частиц, поток газа заставляет более крупные частицы перемещаться внутри слоя частиц, не покидая поверхности слоя частиц. Однако более мелкие частицы могут увлекаться потоком псевдоожигающего газа, поскольку они обладают большей плавучестью в потоке псевдоожигающего газа. Эти мелкие частицы покидают поверхность псевдоожиганного слоя и могут выходить из реактора 1 через трубу 1а. Это снижает выход реакции между частицами и реагентом в псевдоожиганном слое и вынуждает размещать устройства для извлечения или рециркуляции мелких унесенных частиц на выходе из трубы 1а. Было бы выгодным предотвращать попадание мелких унесенных частиц в выпускную трубу 1а для псевдоожиганного газа.

3. Отделение мелких частиц

Фиг. 11 показывает устройство 25 для извлечения мелких унесенных частиц из потока псевдоожигающего газа, проходящего через трубчатый реактор псевдоожиганного слоя. Устройство 25 выполнено с возможностью его установки над камерой 1 трубчатого реактора псевдоожиганного слоя. Устройство 25 включает в себя нижний конец с отверстием 26, имеющим диаметр x , выполненный с возможностью принимать псевдоожигающий газ из реакционной камеры; и трубчатую противоуносную камеру 30 над отверстием 26, имеющую диаметр nx , где n равно 1,5-10. В различных вариантах осуществления внутренний диаметр противоуносной камеры в 1,5-10 раз больше (n равно 1,5-10), в 2-5 раз больше, в 2,25-4 раза больше или приблизительно в 2,5 раза больше, чем диаметр реакционной камеры. В различных вариантах осуществления коническая камера 29 снижения скорости соединяет отверстие 26 и камеру снижения скорости, при этом угол y между плоскостью m , определяющей нижнюю границу противоуносной камеры 30, и конической внутренней стенкой камеры 29 снижения скорости составляет $15-75^\circ$, $25-65^\circ$, $30-60^\circ$, $40-50^\circ$, или приблизительно 45° . Два отверстия 31 в стенке противоуносной камеры 30 позволяют псевдоожигающему газу выходить из противоуносной камеры 30 после входа в камеру снижения скорости через отверстие 26.

Край отверстия 26 определяется приподнятым буртиком 28. Выступ 27 определяется вертикальной наружной поверхностью буртика 28 и горизонтальной поверхностью на нижнем краю наружной поверхности стенки камеры 29 снижения скорости. Буртик 28 и выступ 27 используются для крепления устройства 25 к верхнему

краю реакционной камеры 1.

Как показано на Фиг. 12, устройство 25 может использоваться в совокупности с реактором псевдооживленного слоя, как показано на Фиг. 1. Реактор псевдооживленного слоя имеет реакционную камеру 1 с отверстием 35 на ее верхнем конце. Вокруг периферийного края отверстия 35 реакционная камера 1 имеет приподнятый буртик 34, который входит в выступ 27 в устройстве 25. Реакционная камера 1 также имеет углубление 33, в которое входит приподнятый буртик 28 в устройстве 25. Отверстие в верхней части устройства 1 может быть закрыто крышкой 32.

Как видно на Фиг. 11, псевдооживляющий газ проходит из трубы 5а подачи псевдооживляющего газа через впускную трубу 4 для псевдооживляющего газа и поступает в реакционную камеру 1 через отверстия 9 в газораспределительной пластине 3. Затем псевдооживляющий газ выходит из реакционной камеры через отверстие 26 и поступает в устройство 25. В устройстве 25 псевдооживляющий газ поступает в камеру 29 снижения скорости с первой скоростью, увлекая за собой мелкие частицы из псевдооживленного слоя в реакционной камере 1. Когда псевдооживляющий газ проходит через камеру снижения скорости, площадь поперечного сечения, пересекаемого газом, увеличивается, а скорость газа уменьшается до тех пор, пока псевдооживляющий газ не выйдет из камеры 29 снижения скорости и не войдет в противоуносную камеру 30 со второй скоростью, которая меньше, чем первая скорость. В устройстве, изображенном на Фиг. 12, площадь поперечного сечения реакционной камеры 1 равна x , а площадь поперечного сечения противоуносной камеры 30 равна $2,5x$. По мере того, как псевдооживляющий газ проходит из реакционной камеры 1 в противоуносную камеру 30 через камеру 29 снижения скорости, скорость газа уменьшается в 10 раз.

Из-за пониженной скорости псевдооживляющего газа в противоуносной камере 30 мелкие частицы, увлекаемые псевдооживляющим газом при его прохождении через реакционную камеру 1, становятся менее плавучими в псевдооживляющем газе в противоуносной камере 30. Таким образом, мелкие частицы имеют тенденцию выпадать из потока псевдооживляющего газа, т.е. отделяться от него, до того, как поток газа войдет в выпускные отверстия 31. Отделенные частицы падают через камеру 29 снижения скорости в реакционную камеру 1. Коническая внутренняя поверхность камеры 29 снижения скорости помогает направлять

отделенные частицы из противоуносной камеры 30 в реакционную камеру 1. После отделения мелких частиц псевдоожигающий газ выходит из противоуносной камеры через выпускные отверстия 31, входя в выпускные трубы 1а. Выпускные трубы 1а могут отводить псевдоожигающий газ непосредственно из противоуносной камеры 30, как показано на Фиг. 12. Альтернативно отверстия 31 могут подавать псевдоожигающий газ из противоуносной камеры 30 во внешнюю камеру корпуса, окружающего реакционную камеру 1 и устройство 25. Затем псевдоожигающий газ может выходить из внешней камеры корпуса через ряд выпускных труб.

Хотя различные варианты осуществления были подробно описаны с конкретной ссылкой на некоторые их аспекты, следует понимать, что настоящее изобретение допускает другие варианты осуществления, и его детали могут быть модифицированы в различных очевидных аспектах. Как будет очевидно для специалиста в данной области техники, вариации и модификации могут быть сделаны без отступлений от духа или области охвата настоящего изобретения. Соответственно, вышеизложенное раскрытие, описание и чертежи предназначены только для иллюстративных целей и никоим образом не ограничивают настоящее изобретение, которое определяется только формулой изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Реактор псевдооживленного слоя, содержащий:

а. реакционную камеру, включающую в себя слой частиц;

б. газораспределительную пластину, имеющую множество сквозных отверстий, каждое из которых выходит в реакционную камеру;

с. множество впускных труб для псевдооживляющего газа, каждая из которых находится в сообщении по текучей среде с одним из отверстий в газораспределительной пластине;

причем каждая впускная труба для псевдооживляющего газа выполнена с возможностью приема псевдооживляющего газа и подачи псевдооживляющего газа в реакционную камеру;

д. источник псевдооживляющего газа, выполненный с возможностью подачи потока псевдооживляющего газа к каждой впускной трубе для псевдооживляющего газа индивидуально; и

е. систему хладагента, содержащую:

впускное отверстие для текучей среды;

канал для потока хладагента, сообщающийся по текучей среде с впускным отверстием для текучей среды и выполненный с возможностью охлаждения каждой впускной трубы для псевдооживляющего газа; и

выпускное отверстие для текучей среды, сообщающееся по текучей среде с каналом для потока хладагента.

2. Реактор по п. 1, в котором:

впускное отверстие для текучей среды содержит впускной коллектор;

канал для потока хладагента содержит множество охлаждающих рубашек, причем:

каждая охлаждающая рубашка окружает одну из впускных труб для псевдооживляющего газа; и

каждая охлаждающая рубашка находится в сообщении по текучей среде с впускным коллектором; и

выпускное отверстие для текучей среды содержит выпускной коллектор, сообщающийся по текучей среде с каждой охлаждающей рубашкой.

3. Реактор по п. 1, в котором:

канал для потока хладагента содержит множество охлаждающих рубашек, каждая из которых окружает одну из впускных труб для псевдооживляющего газа; и

канал для потока хладагента выполнен с возможностью

обеспечения протекания хладагента от впускного отверстия к выпускному отверстию для текучей среды, причем хладагент протекает последовательно через множество охлаждающих рубашек.

4. Реактор по п. 1, в котором:

канал для потока хладагента содержит множество охлаждающих рубашек, каждая из которых окружает одну из впускных труб для псевдоожигающего газа; и

канал для потока хладагента выполнен с возможностью обеспечения протекания хладагента от впускного отверстия к выпускному отверстию для текучей среды, причем хладагент протекает параллельно через множество охлаждающих рубашек.

5. Реактор по п. 1, дополнительно содержащий:

множество выпускных отверстий для частиц, каждое из которых находится на нижнем конце одной из впускных труб для псевдоожигающего газа;

причем источник псевдоожигающего газа выполнен с возможностью выборочной остановки потока псевдоожигающего газа в любую из впускных труб для псевдоожигающего газа; и

причем каждое выпускное отверстие для частиц выполнено с возможностью приема частиц из слоя частиц при остановке потока псевдоожигающего газа к соответствующей впускной трубе для псевдоожигающего газа.

6. Реактор по п. 1,

противоуносную камеру над реакционной камерой; и

коническую камеру снижения скорости между ними;

причем диаметр противоуносной камеры в 1,5-10 раз больше, чем диаметр реакционной камеры.

7. Реактор псевдоожигенного слоя, выполненный с возможностью извлечения образца частиц без прерывания протекающей реакции, содержащий:

а. реакционную камеру, включающую в себя слой частиц;

б. газораспределительную пластину, имеющую множество сквозных отверстий;

с. множество впускных труб для псевдоожигающего газа, сообщающихся по текучей среде с одним из отверстий в газораспределительной пластине;

причем каждая впускная труба для псевдоожигающего газа имеет впускное отверстие для газа и выпускное отверстие для частиц;

д. источник псевдоожигающего газа, выполненный с

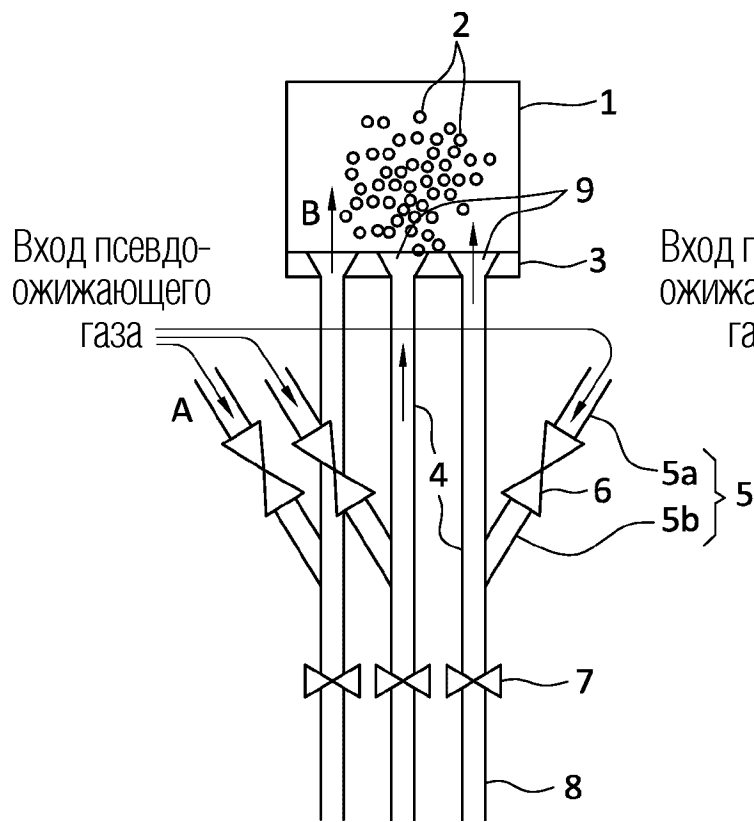
возможностью подачи потока псевдоожижающего газа к впускным отверстиям для газа во впускных трубах для псевдоожижающего газа; и

е. систему клапанов, выполненную с возможностью выборочного прекращения потока псевдоожижающего газа к впускному отверстию для газа в любой из впускных труб для псевдоожижающего газа и обеспечения протекания частиц из слоя частиц к выходному отверстию для частиц при остановке потока псевдоожижающего газа к входному отверстию для газа.

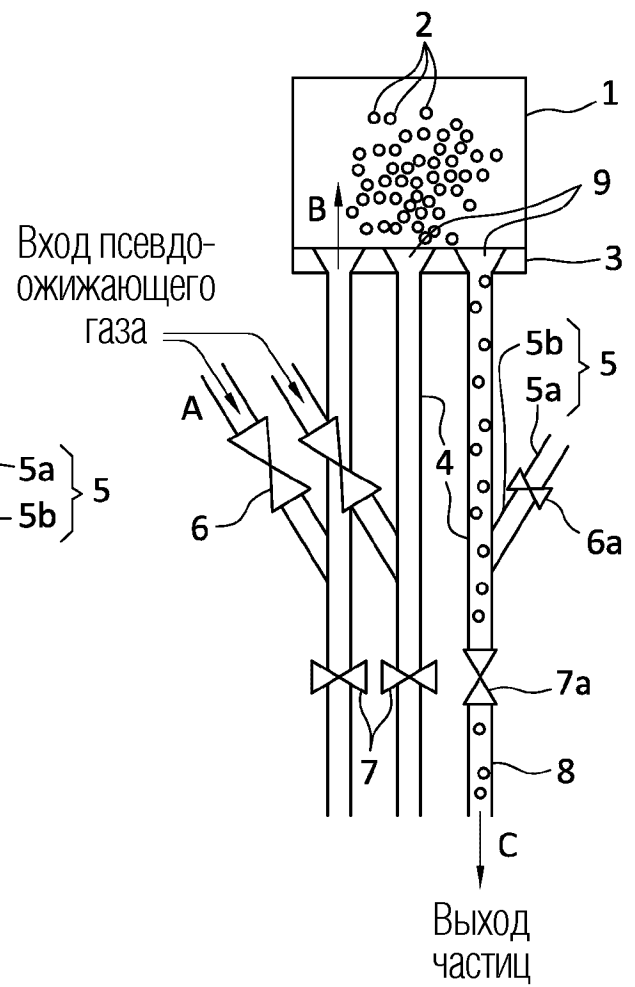
8. Реактор по п. 7, в котором система клапанов выполнена с возможностью выборочной остановки потока псевдоожижающего газа к впускному отверстию для газа в любой из впускных труб для псевдоожижающего газа без прерывания потока псевдоожижающего газа к впускному отверстию для газа в других впускных трубах для псевдоожижающего газа.

9. Реактор по п. 7, в котором система клапанов выполнена с возможностью предотвращения потока частиц из слоя частиц к выходному отверстию для частиц, если поток псевдоожижающего газа к входному отверстию для газа не остановлен.

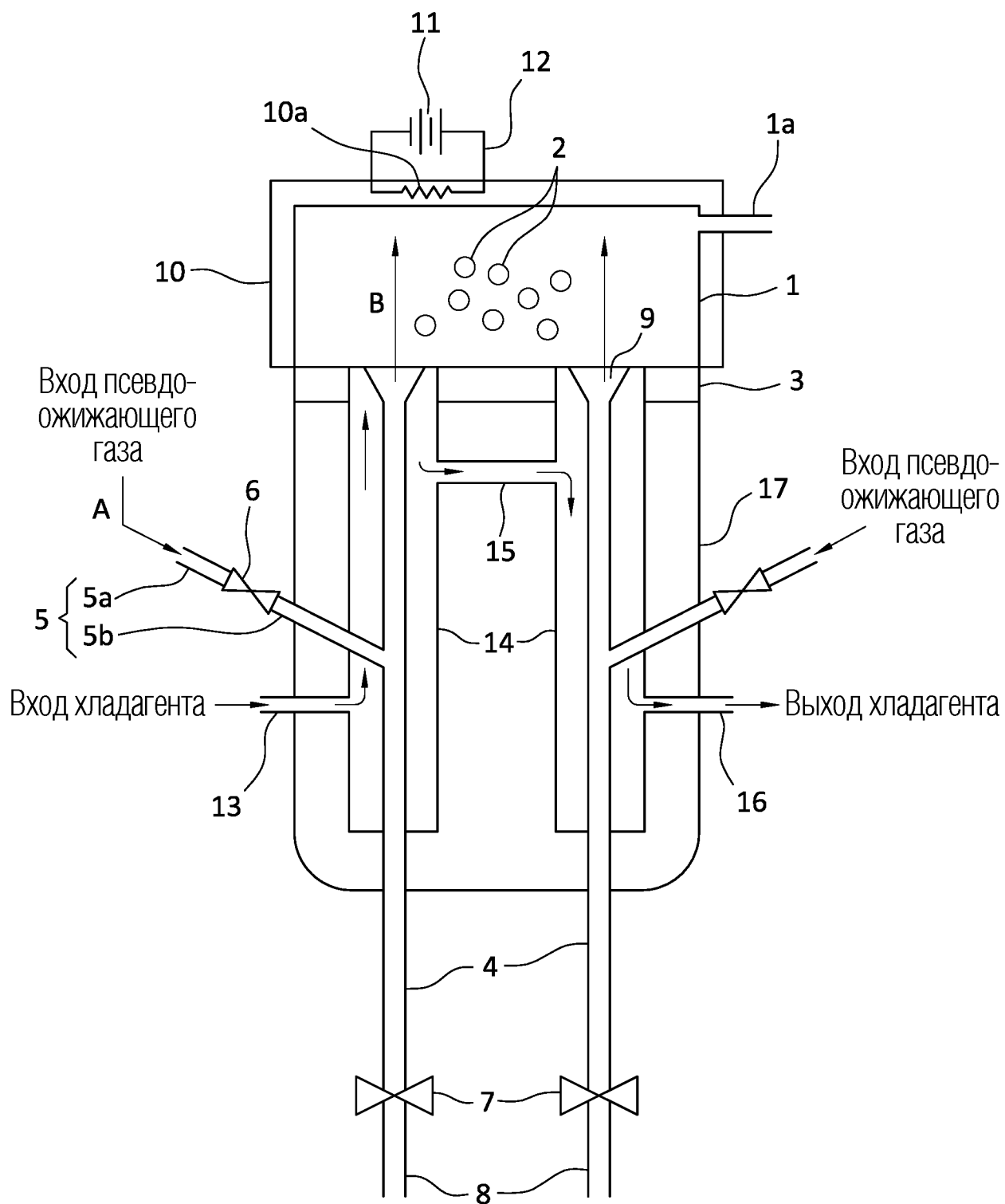
По доверенности



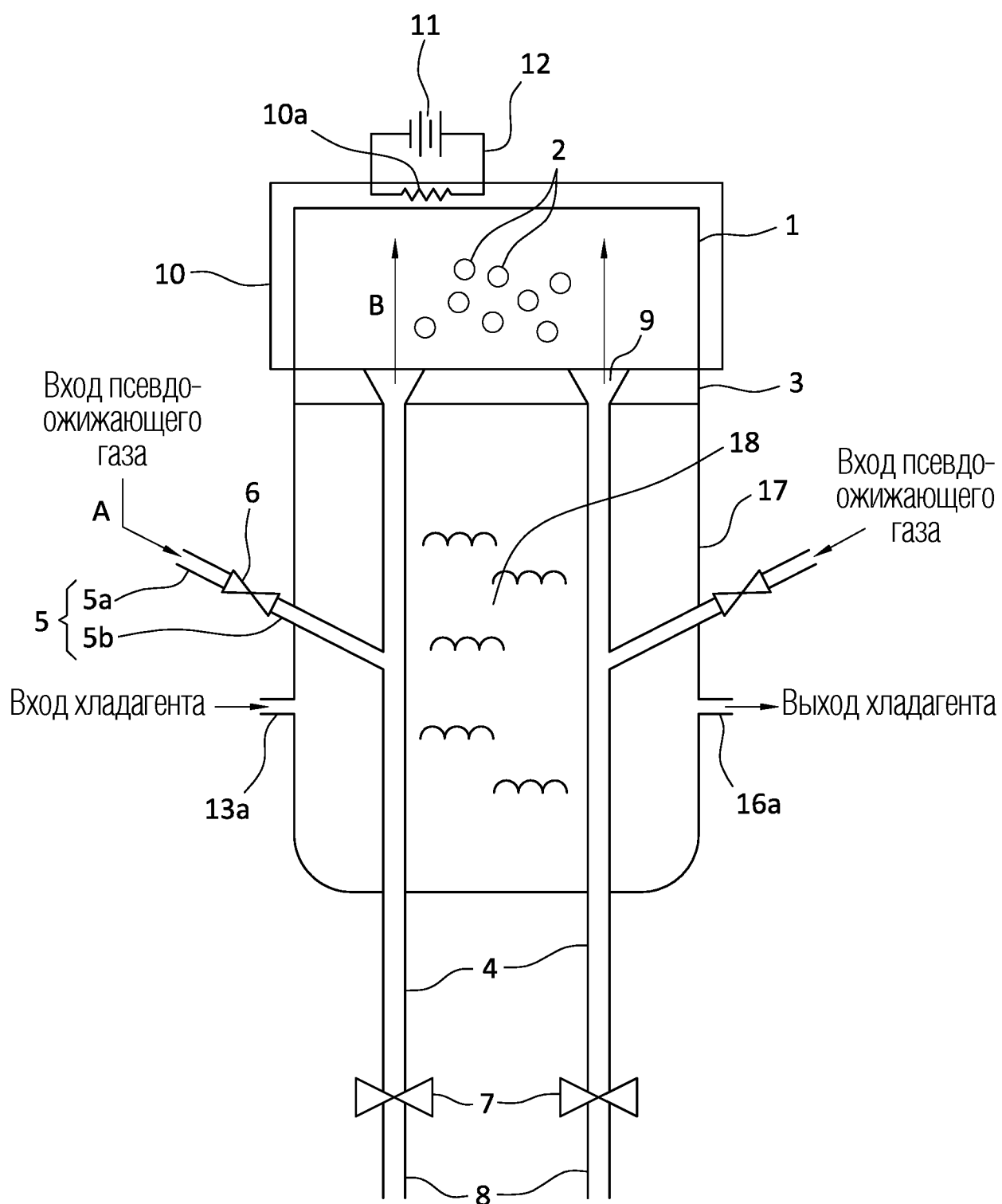
ФИГ. 1



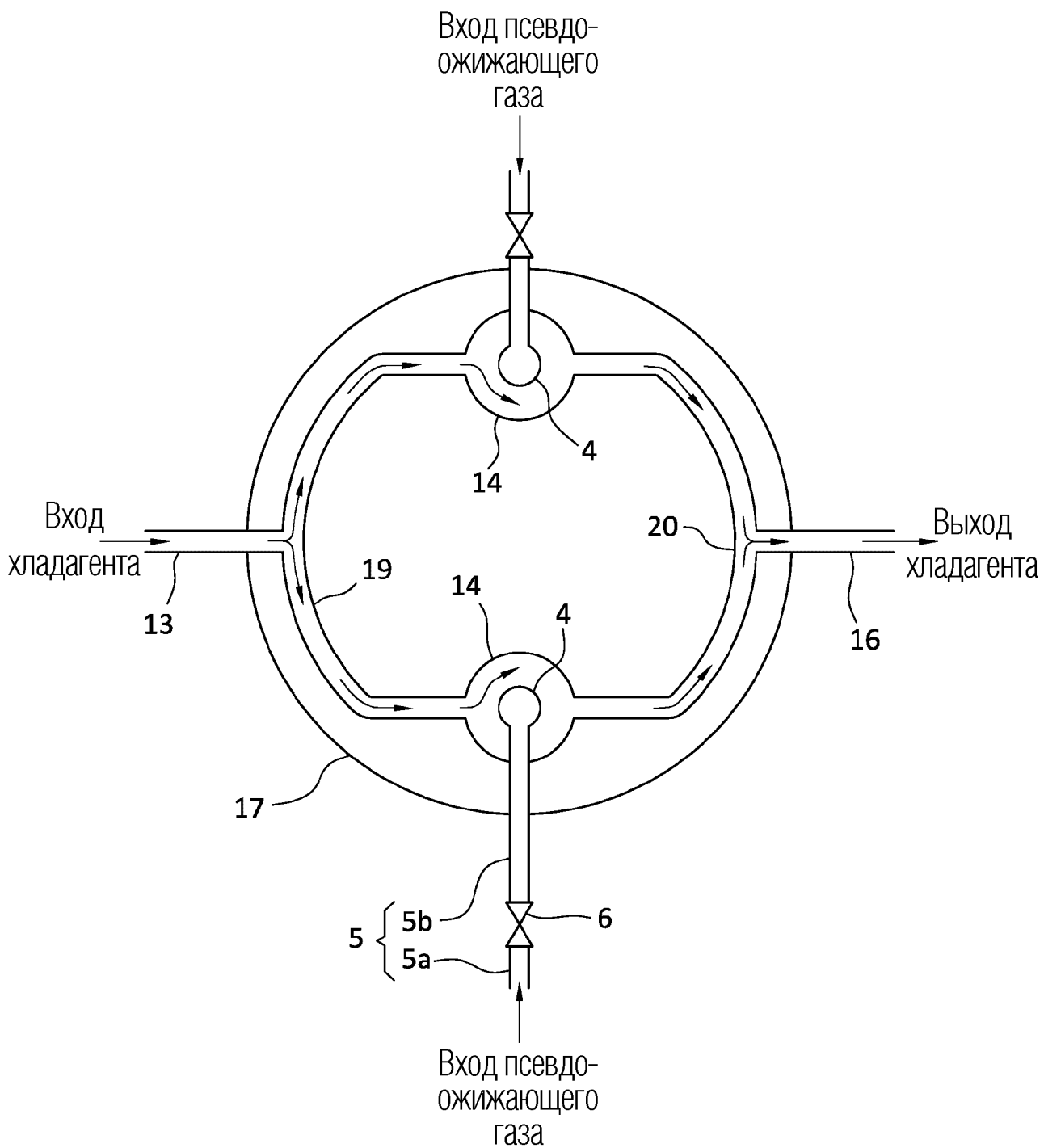
ФИГ. 2



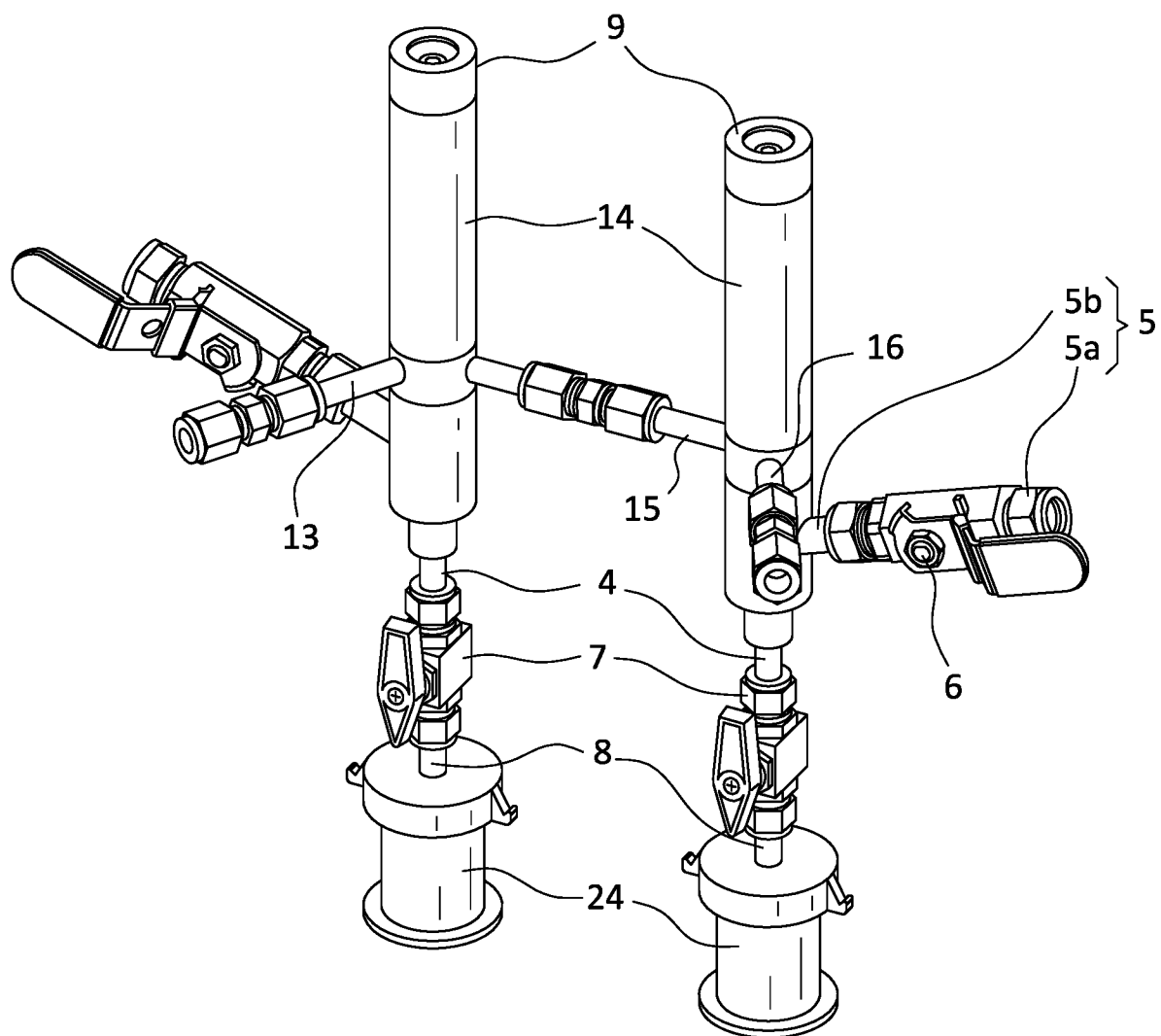
ФИГ. 3



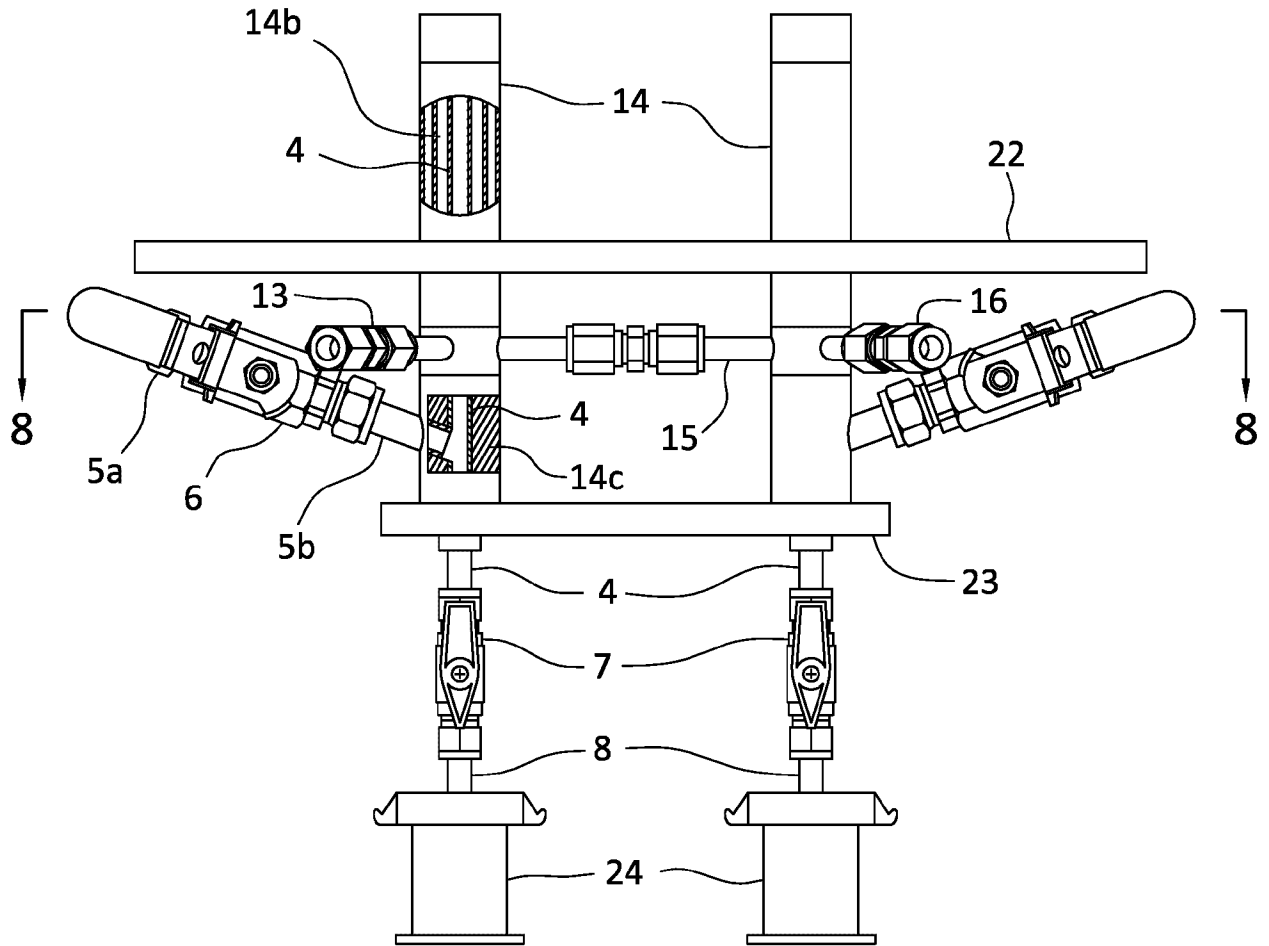
ФИГ. 4



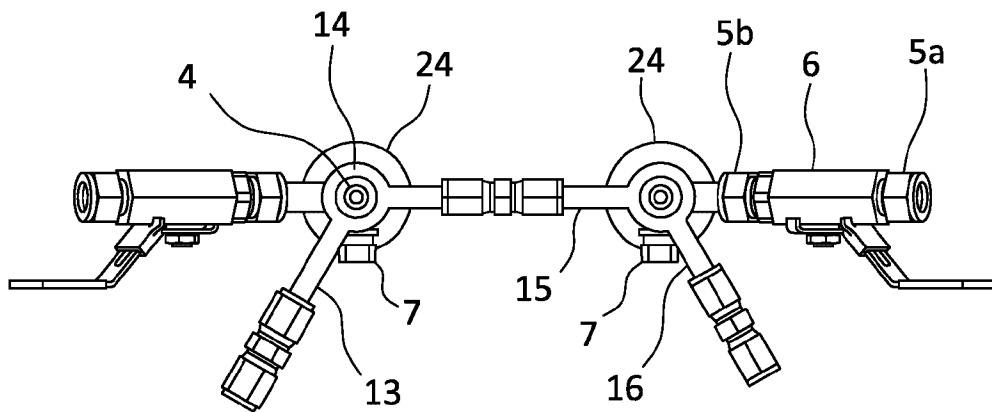
ФИГ. 5



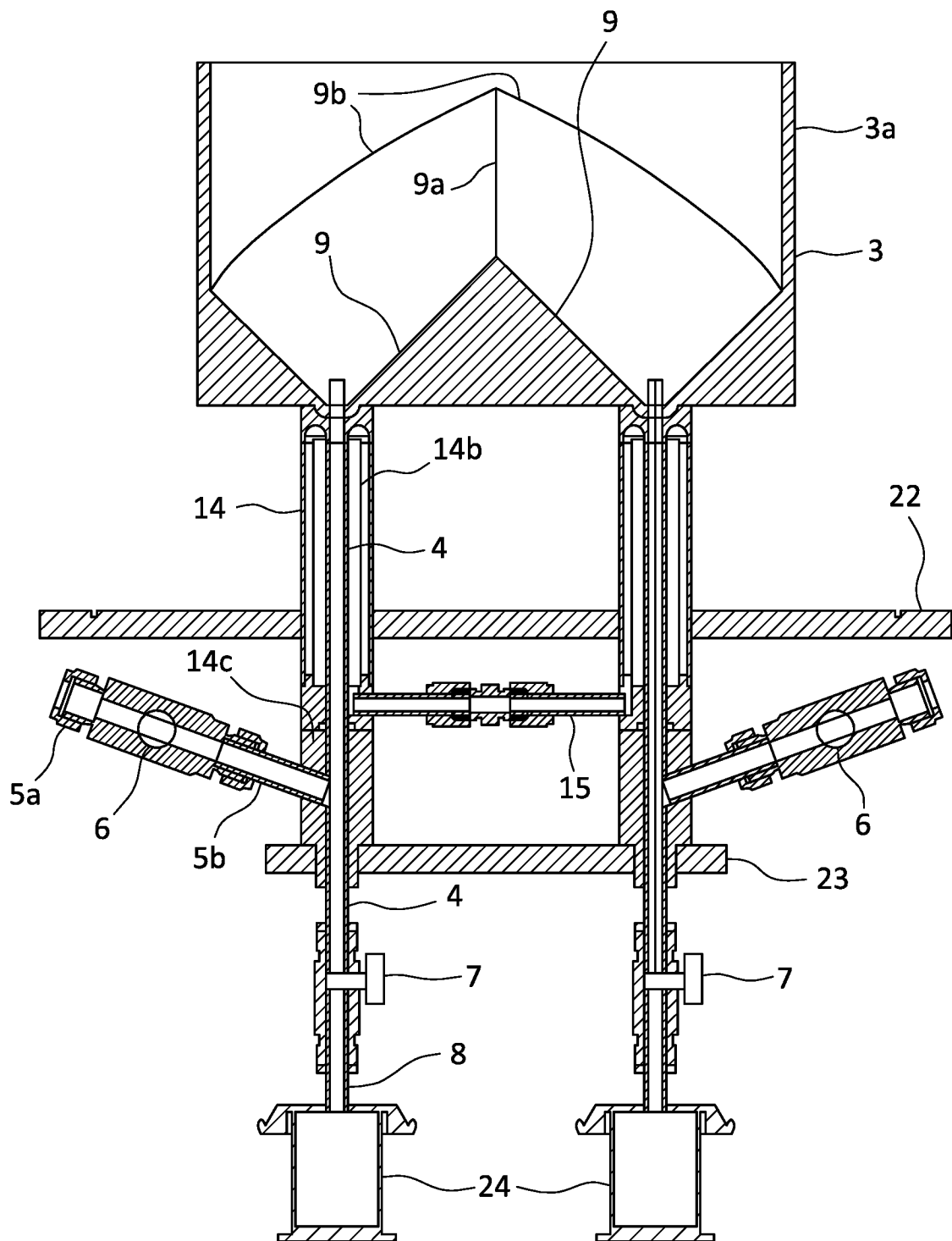
ФИГ. 6



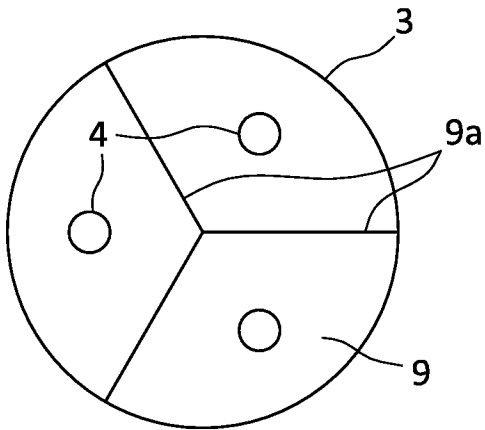
ФИГ. 7



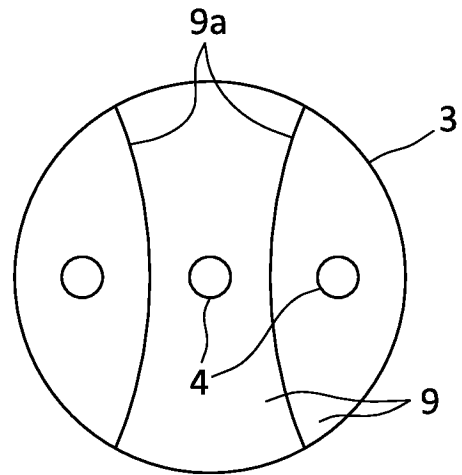
ФИГ. 8



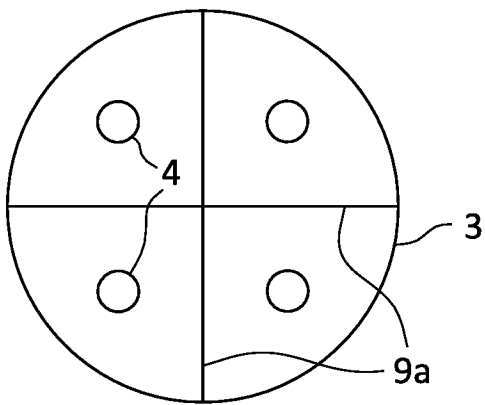
ФИГ. 9



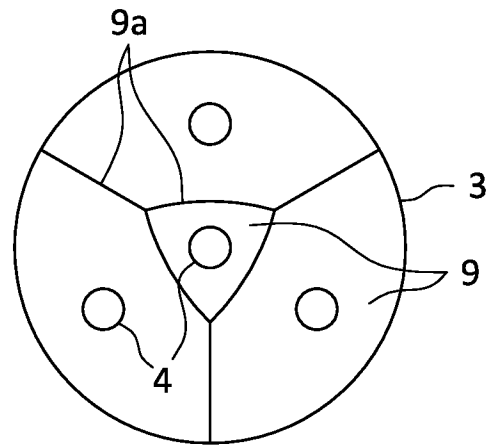
ФИГ. 10А



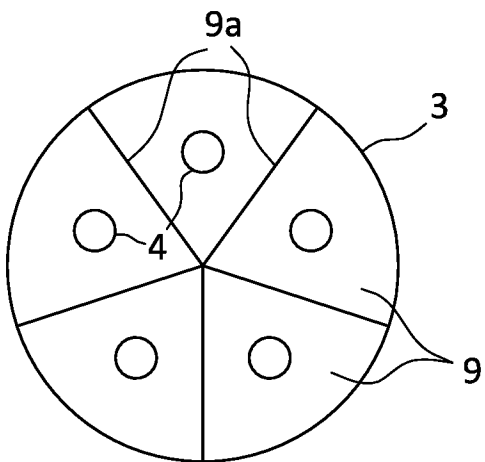
ФИГ. 10В



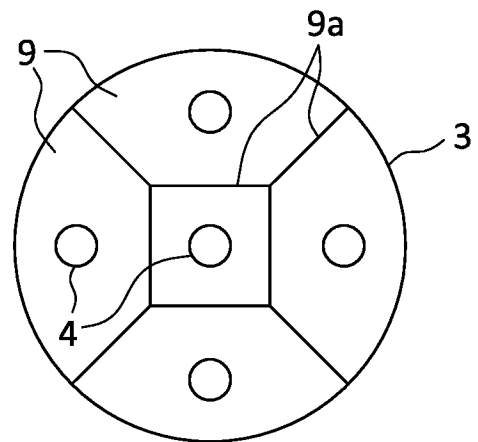
ФИГ. 10С



ФИГ. 10D

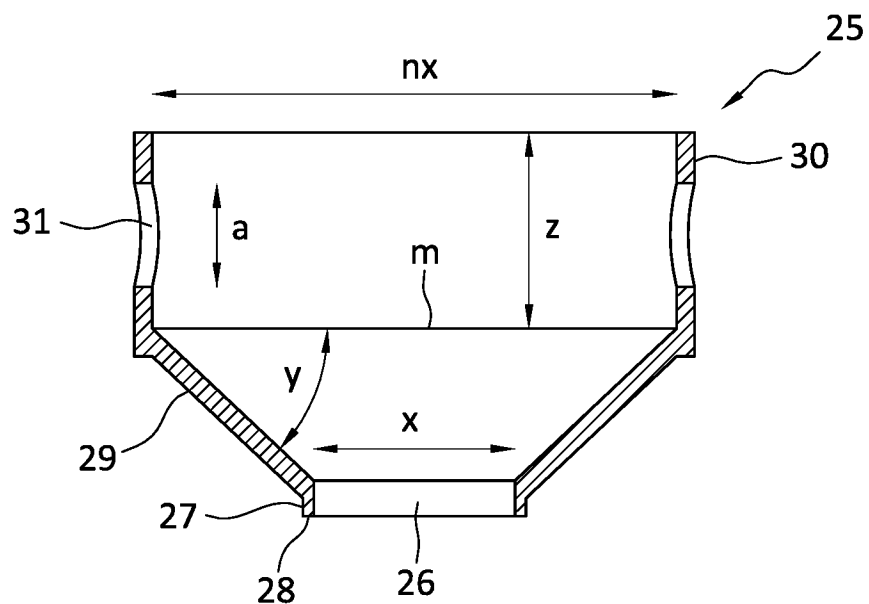


ФИГ. 10Е

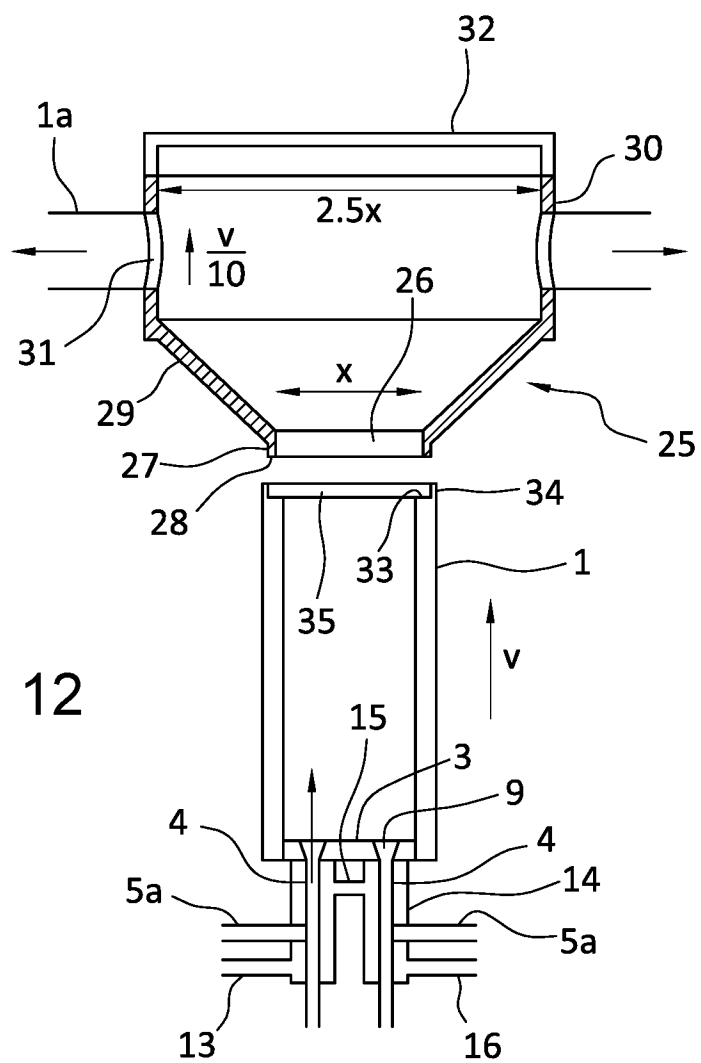


ФИГ. 10F

ФИГ. 11



ФИГ. 12



ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ
(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

202292879

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

B01J 8/18 (2006.01)

B01J 8/24 (2006.01)

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)

B01J 8/18 – 8/46, B05D 1/00, C01B 33, F27B 15/00, F28D 13/00, C10G

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
Esp@cenet, PatSearch, Google Patents, PATENTSCOPE

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	US 2008299291 A1 (WACKER CHEMIE AG), 04.12.2008, реферат	1 - 9
A	EA 200970106 A1 (КОРЕЯ РИСЕРЧ ИНСТИТУТ ОФ КЕМИКАЛ ТЕКНОЛОДЖИ), 28.04.2009, реферат	1 - 9
A	US 2013129570 A1 (SILICONVALUE LLC), 23.05.2013, реферат	1 - 9
A	EP 1984297 A1 (KOREA RES INST CHEM TECH), 29.10.2008, реферат	1 - 9
A	EP 2872243 A2 (SILIKEN CHEMICALS S L), 20.05.2015, реферат	1 - 9

последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **13/02/2023**

Уполномоченное лицо:

Начальник отдела механики,
физики и электротехники

 Д.Ф. Крылов