

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **034705**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2020.03.10**

(51) Int. Cl. **B01D 53/04** (2006.01)  
**B01D 53/047** (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201792490**

(22) Дата подачи заявки  
**2016.03.24**

---

(54) **АППАРАТ И СИСТЕМА ДЛЯ ПРОЦЕССОВ КОРОТКОЦИКЛОВОЙ АДСОРБЦИИ,  
СВЯЗАННЫЕ С НЕЙ**

---

(31) **62/162,216**

(56) US-A1-2014/271394

(32) **2015.05.15**

US-A1-2010326272

(33) **US**

US-A1-2011/002818

(43) **2018.03.30**

US-A1-2013/068101

(86) **PCT/US2016/023934**

(87) **WO 2016/186726 2016.11.24**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ЭКСОНМОБИЛ АПСТРИМ РИСЕРЧ  
КОМПАНИ (US)**

(72) Изобретатель:  
**Таммера Роберт Ф. (US)**

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

---

(57) Предусмотрены аппараты и системы, имеющие блок со слоем адсорбента для использования в циклическом процессе короткоциклового адсорбции. Этот процесс используется для удаления загрязнений из потоков подаваемого газа. Блок со слоем адсорбента включает в себя узел тепловых многоугольных контактных фильтров с каждым из тепловых многоугольных контактных фильтров, имеющих один или более внутренних каналов, а два или несколько тепловых многоугольных контактных фильтров образуют один или более внешних каналов. Внешние каналы имеют адсорбирующее покрытие, которое используется для удаления загрязнений из газовых потоков.

**034705**

**B1**

**034705**  
**B1**

Эта заявка испрашивает приоритетное преимущество заявки на патент США 62/162,216, поданной 15 мая 2015 г. под названием "Аппарат и система для процессов короткоциклового адсорбции, связанные с ней", содержание которых включено здесь в качестве ссылки.

### **Область техники, к которой относится изобретение**

Настоящая технология относится к системе, связанной с процессом короткоциклового адсорбции. В частности, система включает блок со слоем адсорбента, в конфигурацию которого входит рельефный тепловой контактный фильтр.

### **Предпосылки изобретения**

Разделение газа является полезным во многих отраслях промышленности и обычно может быть выполнено путем пропускания смеси газов через адсорбирующий материал, который, предпочтительно, адсорбирует один или более газовых элементов, в то же время, не адсорбируя один или более других газовых элементов. Не адсорбированные элементы восстанавливаются как отдельный продукт.

Одним конкретным видом технологии разделения газов является короткоциклового адсорбция, такая как короткоциклового адсорбция под действием температуры (TSA), короткоциклового адсорбция под действием давления (PSA), короткоциклового адсорбция под действием парциального давления (PPSA), короткоциклового адсорбция с быстрым циклом перемены давления (RCPSA), короткоциклового адсорбция с быстрым циклом частичной перемены давления (RCPPSA), и не ограничивается ими, но также и комбинациями вышеупомянутых процессов, таких как короткоциклового адсорбция под действием давления и температуры. В качестве примера, процессы PSA основаны на явлении газов, которые легче адсорбируются в пористой структуре или свободном объеме адсорбирующего материала, когда газ находится под давлением. То есть, чем выше давление газа, тем большее количество полностью адсорбированного газа адсорбируется. Когда давление снижается, адсорбированный элемент выпускается или десорбируется из адсорбирующего материала.

Процессы короткоциклового адсорбции (например, PSA и TSA) могут быть использованы для разделения газов, газовой смеси, поскольку различные газы имеют тенденцию заполнять микропоры адсорбирующего материала в различной степени. Например, если газовая смесь, такая как природный газ, пропускается под давлением через сосуд, содержащий адсорбирующий материал, который является более селективным по отношению к двуокиси углерода, тогда для метана, по меньшей мере, часть двуокиси углерода избирательно адсорбируется адсорбирующим материалом, а газ, выходящий из сосуда, является обогащенным метаном. Когда адсорбирующий материал достигает конца своей способности адсорбировать углекислый газ, он регенерируется путем снижения давления, тем самым высвобождая адсорбированный углекислый газ. Затем адсорбирующий материал обычно продувается и подвергается вторичному повышению давления. Затем адсорбирующий материал готов к другому циклу адсорбции.

Процессы короткоциклового адсорбции обычно включают в себя адсорбционные блоки, которые включают узлы со слоем адсорбента. Эти блоки со слоем адсорбента используют различные наполняющие материалы в структурах слоя. Например, блоки со слоем адсорбента используются насадочный кирпич, гальку или другой доступный наполнитель. В качестве усовершенствования, несколько блоков со слоем адсорбента могут использовать разработанные наполнители в структуре слоя. Разработанные наполнители могут включать материал, предусмотренный в определенной конфигурации, такой как соты, керамические формы или тому подобное.

Дополнительно, различные узлы со слоем адсорбента могут быть соединены вместе трубопроводами и клапанами для управления потоком текучих сред. Организация этих узлов со слоем адсорбента включает координацию циклов для каждого узла со слоем адсорбента с другими узлами со слоем адсорбента в системе. Полный цикл может изменяться от секунд до минут, поскольку он переносит множество газовых потоков через один или более узлов со слоем адсорбента.

К сожалению обычные процессы короткоциклового адсорбции имеют определенные ограничения, которые уменьшают эффективность при выполнении циклических операций. То есть, обычные системы не обеспечивают достаточной площади поверхности для адсорбции загрязнений. Этот аспект еще более усложняется для процессов короткоциклового адсорбции с быстрым циклом.

Соответственно, желательно обеспечить усовершенствованный способ и аппарат для реализации промышленного адсорбера, который увеличивает площадь поверхности и максимизирует газовые каналы (например, повышает отношение микрогазового канала к площади поверхности). Настоящая технология обеспечивает способ и аппарат, которые преодолевают один или более недостатков, рассмотренных выше.

### **Сущность изобретения**

В одном или более вариантах осуществления описан блок со слоем адсорбента для циклического короткоциклового процесса, содержащий корпус, имеющий внутреннюю область; узел тепловых многогранных контактных фильтров, расположенных во внутренней области, причем каждый из тепловых многогранных контактных фильтров имеет один или более внутренних каналов внутри каждого из тепловых многогранных контактных фильтров, и один или более внешних каналов, образованных между двумя или более тепловыми многогранными контактными фильтрами в узле тепловых многогранных контактных фильтров, причем по меньшей мере одна внешняя поверхность для каждого из тепловых

многогранных контактных фильтров имеет адсорбирующее покрытие; при этом блок со слоем адсорбента выполнен с возможностью изоляции прямого сообщения по текучей среде между текучими средами в одном или более внутренних каналах и текучими средами в одном или более внешних каналах. Один или более разделяющих элементов, связанных с тепловыми многогранными контактными фильтрами, могут использоваться для обеспечения структурной поддержки участка одного или более внешних каналов.

Дополнительно в одном или более вариантах осуществления описан способ изготовления блока со слоем адсорбента. Способ изготовления может включать в себя этапы, при которых изготавливают множество тепловых многогранных контактных фильтров, причем каждый из множества тепловых многогранных контактных фильтров содержит один или более внутренних каналов внутри каждого из тепловых многогранных контактных фильтров, и при этом, по меньшей мере, одна внешняя поверхность каждого из тепловых многогранных контактных фильтров имеет адсорбирующее покрытие; закрепляют два или несколько из множества тепловых многогранных контактных фильтров друг к другу для образования узла тепловых многогранных контактных фильтров, причем один или более внешних каналов образованы между двумя или более тепловыми многогранными контактными фильтрами; создают корпус блока со слоем адсорбента, при этом корпус блока со слоем адсорбента имеет внутреннюю область; и размещают узел контактных фильтров в корпусе блока со слоем адсорбента. Дополнительно один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов могут быть выполнены с возможностью обеспечения, по существу, параллельного и изолированного потока текучей среды вдоль осевой длины теплового многогранного контактного фильтра.

Кроме того, в одном или более вариантах осуществления описывается циклический способ короткоциклового адсорбции для удаления загрязнений из потоков подаваемого газа. Способ может включать в себя этапы, при которых пропускают газообразный поступающий поток через блок со слоем адсорбента, имеющий узел тепловых многогранных контактных фильтров для отделения одного или более загрязнений из газообразного поступающего потока для образования потока продукта, при этом узел тепловых многогранных контактных фильтров имеет один или более внутренних каналов внутри каждого из тепловых многогранных контактных фильтров и один или более внешних каналов, образованных между двумя или более тепловыми многогранными контактными фильтрами в узле тепловых многогранных контактных фильтров, причем, по меньшей мере, одна внешняя поверхность каждого из тепловых многогранных контактных фильтров имеет адсорбирующее покрытие; и при этом блок со слоем адсорбента выполнен с возможностью изоляции прямого сообщения по текучей среде между текучими средами в одном или более внутренних каналах и текучими средами в одном или более внешних каналах; прерывают газообразный подаваемый поток; выполняют этап снижения давления, при этом этап снижения давления уменьшает давление внутри блока со слоем адсорбента; выполняют этап продувки, при этом этап продувки снижает давление в блоке со слоем адсорбента, и, причем этап продувки включает пропускание продувочного потока через один или более внешних каналов; выполняют этап повторного повышения давления, при этом этап повторного повышения давления повышает давление внутри блока со слоем адсорбента; и повторяют этапы а)-е), по меньшей мере, для одного дополнительного цикла, при этом газообразный поступающий поток и продувочный поток проходят через один или более внешних проходов, и один или более из этапов а)-е) выполняются в то время, когда текучая среда проходит через один или более внутренних каналов для управления температурой адсорбирующего покрытия на соответствующем этапе.

Дополнительно, в некоторых вариантах осуществления может быть использован элемент распределения подачи или элемент отвода продукта. Элемент распределения подачи может быть соединен с одним или более тепловыми многогранными контактными фильтрами и выполнен с возможностью: обеспечения сообщения по текучей среде между зоной подачи вторичной текучей среды и одним или более внутренними каналами; обеспечения сообщения по текучей среде между зоной подачи первичной текучей среды и одним или более внешними каналами; и изоляции прямого сообщения по текучей среде между одним или более внешними каналами и одним или более внутренними каналами. Элемент отвода продукта соединен с одним или более тепловыми многогранными контактными фильтрами, при этом элемент отвода продукта выполнен с возможностью обеспечения сообщения по текучей среде между зоной вторичной текучей среды продукта и одним или более внутренними каналами; обеспечения сообщения по текучей среде между зоной первичной текучей среды продукта и одним или более внешними каналами; и изоляции прямого сообщения по текучей среде между одним или более внешними каналами и одним или более внутренними каналами.

Тем не менее, некоторые варианты осуществления могут управлять соотношением внутренних каналов и внешних каналов. Например, один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов могут быть выполнены с возможностью иметь отношение общей площади поверхности внутренних каналов к общей площади поверхности внешних каналов в диапазоне между 0,5 и 3,0 или в диапазоне между 0,8 и 1,2.

В формуле заявлен блок со слоем адсорбента для циклического процесса короткоциклового адсорбции, содержащий корпус, имеющий внутреннюю область;

узел многогранных контактных фильтров, расположенных во внутренней области, при этом каждый из промежуточных многогранных контактных фильтров имеет один или более внутренних каналов внутри каждого из многогранных контактных фильтров и один или более внешних каналов, образованных между двумя или более многогранными контактными фильтрами в узле многогранных контактных фильтров, причем по меньшей мере одна внешняя поверхность каждого из многогранных контактных фильтров имеет адсорбирующее покрытие; и

при этом блок со слоем адсорбента выполнен с возможностью изоляции прямого сообщения по текучей среде между текучими средами в одном или более внутренних каналах и текучими средами в одном или более внешних каналах и упомянутые каналы выполнены с возможностью осуществления теплопередачи между текучими средами и одной или более поверхностями упомянутого контактного фильтра.

Предпочтительно каждый упомянутый многогранный контактный фильтр поддерживает внешнее адсорбирующее покрытие от 100 до 2 00 мкм, и также включает в себя один или более внутренних проходов или каналов для текучей среды.

Предпочтительно блок дополнительно содержит элемент распределения подачи, соединенный с одним или более упомянутыми многогранными контактными фильтрами, при этом элемент распределения подачи выполнен с возможностью:

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной подачи вторичной текучей среды и одним или более внутренними каналами;

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной подачи первичной текучей среды и одним или более внешними каналами; и

изоляции прямого сообщения по текучей среде между одним или более внешними каналами и одним или более внутренними каналами.

Предпочтительно блок дополнительно содержит элемент отвода продукта, соединенный с одним или более упомянутыми многогранными контактными фильтрами, при этом элемент отвода продукта выполнен с возможностью:

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной отвода вторичной текучей среды и одним или более внутренними каналами;

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной отвода первичной текучей среды и одним или более внешними каналами; и

изоляции прямого сообщения по текучей среде между одним или более внешними каналами и одним или более внутренними каналами.

Предпочтительно один или более из элементов распределения подачи и элемента отвода продукта соединен с одним или более упомянутыми многогранными контактными фильтрами посредством сварки.

Предпочтительно блок дополнительно содержит один или более разделительных элементов, связанных с одним из тепловых многогранных контактных фильтров и выполненных с возможностью обеспечения дополнительных каналов или опор для упомянутого узла.

Предпочтительно один или более разделительных элементов имеют высоту между 25 и 500 мкм.

Предпочтительно корпус выполнен с возможностью работы при давлении от 0 бар абсолютного давления до 100 бар абсолютного давления внутри внутренней области упомянутого корпуса.

Предпочтительно один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,5 и 3,0.

Предпочтительно один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,8 и 1,2.

Предпочтительно один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены с возможностью обеспечения, по существу, параллельного и изолированного потока текучей среды вдоль осевой длины упомянутых многогранных контактных фильтров.

В формуле также заявлен способ изготовления вышеупомянутого блока со слоем адсорбента, включающий этапы, при которых

изготавливают множество многогранных контактных фильтров, при этом каждый из множества многогранных контактных фильтров содержит один или более внутренних каналов внутри каждого из многогранных контактных фильтров и причем по меньшей мере одна из внешних поверхностей каждого из многогранных контактных фильтров имеет адсорбирующее покрытие;

скрепляют два или несколько из множества многогранных контактных фильтров друг с другом для образования узла многогранных контактных фильтров, при этом один или более внешних каналов образованы между двумя или более многогранными контактными фильтрами и упомянутые каналы выполнены с возможностью осуществления теплопередачи между текучими средами и одной или более поверхностями упомянутого контактного фильтра;

конструируют корпус блока со слоем адсорбента, при этом корпус блока со слоем адсорбента имеет внутреннюю область; и

располагают узел контактных фильтров во внутренней области корпуса блока со слоем адсорбента.

Предпочтительно один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены с возможностью обеспечения, по существу, параллельного и изолированного потока текучей среды вдоль осевой длины упомянутых многогранных контактных фильтров.

Предпочтительно изготовление множества многогранных контактных фильтров дополнительно включает этапы, при которых

образуют основной участок в форме многоугольника, имеющий первый конец и второй конец, причем основной участок выполнен с возможностью обеспечения одного или более внутренних каналов через осевую длину от первого конца ко второму концу, причем один или более внутренних каналов обеспечивают один или более изолированных проходов потока текучей среды из первого отверстия на первом конце основного участка вдоль осевой длины участка тела ко второму отверстию на втором конце основного участка;

располагают адсорбирующее покрытие по меньшей мере на одной внешней поверхности основного участка;

образуют первый концевой участок, соединенный с первым концом основного участка; и

образуют второй концевой участок, соединенный со вторым концом основного участка.

Предпочтительно адсорбирующее покрытие содержит одно или более из алюминия, микропористых цеолитов, углеродов, катионных цеолитов, цеолитов с высоким содержанием кремнезема, высококремнистых упорядоченных мезопористых материалов, золь-гелей, материалов ALPO, материалов SAPO, материалов MOP и материалов ZIP.

Предпочтительно способ дополнительно включает расположение гильзы вокруг участка узла тепловых многогранных контактных фильтров.

Предпочтительно способ дополнительно включает соединение элемента распределения подачи с одним или более тепловыми многогранными контактными фильтрами на первом конце узла тепловых многогранных контактных фильтров, причем элемент распределения подачи выполнен с возможностью

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной подачи вторичной текучей среды, и одним или более внутренними каналами;

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной подачи первичной текучей среды и одним или более внешними каналами; и

изоляции прямого сообщения по текучей среде между одним или более внешними каналами и одним или более внутренними каналами.

Предпочтительно способ дополнительно включает соединение элемента отвода продукта с одним или более многогранными контактными фильтрами на втором конце узла многогранных контактных фильтров, причем элемент отвода продукта выполнен с возможностью

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной отвода вторичной текучей среды и одним или более внутренними каналами;

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной отвода первичной текучей среды и одним или более внешними каналами; и

изоляции прямого сообщения по текучей среде между одним или более внешними каналами и одним или более внутренними каналами.

Предпочтительно способ дополнительно включает размещение уплотнительного элемента между корпусом и узлом многогранных контактных фильтров, причем уплотнительный элемент выполнен с возможностью предотвращения прохождения текучих сред между корпусом и узлом многогранных контактных фильтров.

Предпочтительно способ дополнительно включает образование одного или более разделительных элементов, для каждого из многогранных контактных фильтров и выполненных с возможностью обеспечения дополнительных каналов или опор для упомянутого узла.

Предпочтительно один или более разделительных элементов имеют высоту между 25 и 500 мкм.

Предпочтительно один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,5 и 3,0.

Предпочтительно один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,8 и 1,2.

В формуле также заявлен способ циклической короткоцикловой адсорбции для удаления загрязнений из поступающих потоков газа, включающий этапы, при которых:

а) пропускают поступающий газообразный поток через блок со слоем адсорбента по п.1 для отделения одного или более загрязнений от поступающего газообразного потока для образования потока продукта;

б) прерывают протекание поступающего газообразного потока;

с) выполняют этап снижения давления, при этом этап снижения давления снижает давление внутри блока со слоем адсорбента;

d) выполняют этап продувки, при этом этап продувки снижает давление внутри блока со слоем адсорбента и при этом этап продувки включает прохождение продувочного потока к через один или более внешних каналов;

e) выполняют этап повторного повышения давления, при этом этап повторного повышения давления увеличивает давление внутри блока со слоем адсорбента; и

f) повторяют этапы a)-e) для по меньшей мере одного дополнительного цикла, при этом поступающий газообразный поток и продувочный поток пропускают через один или более внешних проходов, и выполняют один или более из этапов a)-e) в то время, когда текучую среду пропускают через один или более внутренних каналов для управления температурой адсорбирующего покрытия во время соответствующего этапа.

Предпочтительно один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,5 и 3,0.

Предпочтительно один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,8 и 1,2.

#### **Краткое описание чертежей**

Вышеупомянутые и другие преимущества настоящего раскрытия могут стать очевидными после рассмотрения нижеследующего подробного описания и чертежей неограничивающих примеров вариантов осуществления.

Фиг. 1 представляет собой трехмерную схему системы короткоциклового адсорбции с шестью блоками со слоем адсорбента и соединительными трубопроводами в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

Фиг. 2 представляет собой схему участка блока со слоем адсорбента, имеющего связанные клапанные узлы и коллекторы в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

Фиг. 3A, 3B и 3C представляют собой схемы иллюстративного узла многогранного теплового контактного фильтра в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

Фиг. 4A и 4B представляют собой схемы архитектуры многогранного теплового контактного фильтра в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

Фиг. 5A, 5B и 5C представляют собой схемы многогранного теплового контактного фильтра в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

Фиг. 6A, 6B и 6C представляют собой схемы геометрии элементарной ячейки многогранного теплового контактного фильтра в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

Фиг. 7A, 7B и 7C представляют собой схемы этапов изготовления многогранного теплового контактного фильтра в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

Фиг. 8A, 8B, 8C, 8D и 8E представляют собой схемы этапов изготовления узла многогранных тепловых контактных фильтров в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

Фиг. 9A, 9B, 9C, 9D, 9E и 9F представляют собой схемы блока со слоем адсорбента и этапы изготовления блока со слоем адсорбента в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

Фиг. 10A, 10B, 10C и 10D представляют собой схемы движения жидкости в тепловом контактном фильтре в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

Фиг. 11A, 11B и 11C представляют собой схемы блока со слоем адсорбента в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии.

#### **Подробное описание изобретения**

Если не определено иным образом все технические и научные термины, использованные в материалах настоящей заявки, имеют одинаковое значение, широко известное специалистам в области техники, к которой принадлежит раскрытие. Формы единственного числа "a", "an" и "the" включают в себя ссылки на множественное число, если контекст явно не диктует иное. Точно так же слово "или" предназначено для включения "и", если контекст явно не указывает иное. Термин "включает" означает "содержит". Все патенты и публикации, упомянутые здесь, включены в качестве ссылки в полном объеме, если не указано иное. В случае конфликта по смыслу термина или фразы, настоящая спецификация, включает объяснение терминов. Направленные термины, такие как "верхний", "нижний", "верхняя часть", "нижняя часть", "передний", "задний", "вертикальный" и "горизонтальный", используются здесь для выражения и разъяснения взаимосвязи между различными элементами. Должно быть понятно, что такие термины не обозначают абсолютную ориентацию (например, "вертикальный" элемент может стать горизонтальным, посредством вращения устройства). Материалы, способы и примеры, приведенные здесь, являются только иллюстративными и не предназначены для ограничения.

Настоящая технология относится к многогранному теплового контактному фильтру для использования в блоке со слоем адсорбента. Многогранный тепловой контактный фильтр поддерживает внешнее адсорбирующее покрытие от 100 до 200 мкм, который также включает один или более внутренних проходов или каналов для текучей среды (например, жидкостей). Внутренние проходы могут быть использованы для передачи равномерного профиля температуры, который выполнен с возможностью регули-

ровки тепловой поверхности нанесенного покрытия. Многогранный тепловой контактный фильтр может иметь единую точку входа и выхода внутренних текучих сред, что обеспечивает равномерный объем текучей среды (например, объем жидкости), который может регулировать температуру одной или нескольких поверхностей многогранного теплового контактного фильтра (например, стенки). В этой конфигурации, текучая среда может перемещаться, по существу, параллельно осевой длине данного многогранного теплового контактного фильтра.

Соответственно, каждый из многогранных тепловых контактных фильтров может быть выполнен с возможностью объединения с другими многогранными тепловыми контактными фильтрами для образования узла многогранных тепловых контактных фильтров. Узел многогранных тепловых контактных фильтров обеспечивает внешние проходы для текучей среды, которые образованы, по меньшей мере, между двумя из многогранных тепловых контактных фильтров. В качестве примера, каждый из многогранных тепловых контактных фильтров может быть выполнен с возможностью укладки или примыкания, по меньшей мере, к одному другому многогранному теплому контактному фильтру, который может иметь одинаковые размеры и обеспечивать равномерные проходы или каналы для адсорбента вдоль всех не соприкасающихся поверхностей (например, газовые каналы). Адсорбирующие каналы могут обеспечивать область для текучих сред, проходящих через внешние проходы (например, газовые каналы), для взаимодействия с адсорбирующим покрытием на внешнем участке соответствующих многогранных тепловых контактных фильтров. Подобно внутренним ходам, внешние проходы или каналы могут иметь единую точку входа и выхода для текучей среды, что обеспечивает равномерный объем текучей среды, который может регулировать температуру одной или нескольких поверхностей многогранного теплового контактного фильтра (например, стенки). В этой конфигурации, текучая среда может перемещаться параллельно осевой длине соответствующего многогранного теплового контактного фильтра параллельно потоку текучей среды через внутренний канал соответствующего многогранного теплового контактного фильтра.

Дополнительно, один или более многогранных тепловых контактных фильтров в узле многогранных тепловых контактных фильтров могут включать один или более элементов для управления распределением текучей среды. Например, на одном конце многогранного теплового контактного фильтра элемент распределения подачи может быть соединен с многогранным тепловым контактным фильтром, в то время как другой конец многогранного теплового контактного фильтра может быть соединен с элементом отвода продукта. Элемент распределения подачи и элемент отвода продукта могут быть выполнены с возможностью изоляции текучих сред от внешних каналов в зоне первичной текучей среды и текучих сред от внутренних каналов в зоне вторичной текучей среды. Кроме того, элемент распределения подачи и элемент отвода продукта могут быть сконфигурированы для плавного сообщения с одним из многогранных тепловых контактных фильтров узла многогранных тепловых контактных фильтров, или двумя или более многогранными тепловыми контактными фильтрами узла многогранных тепловых контактных фильтров.

Например, различные одинакового размера тепловые контактные фильтры могут быть выполнены с возможностью сообщения текучих сред с коллекторами в процессе короткоциклового адсорбции, такими как подающие и продуктовые коллекторы, которые могут быть расположены в сосуде высокого давления в виде подузлов. Независимые подузлы могут работать параллельно и могут обеспечивать систематический механизм управления температурой обрабатываемой жидкости. Архитектура может быть изготовлена в металле и экструдирована красителем, или отлита. Материал может быть любым пластиком или керамикой, который может использовать известные технологии изготовления.

В одном или более вариантах осуществления, настоящая технология может быть использована для любого типа процесса короткоциклового адсорбции.

Неограничивающие процессы короткоциклового адсорбции, для которых может быть использовано настоящее изобретение, включают короткоцикловую адсорбцию под действием давления (PSA), короткоцикловую адсорбцию под действием вакуума (VPSA), короткоцикловую адсорбцию под действием температуры (TSA), короткоцикловую адсорбцию под действием парциального давления (PPSA), короткоцикловую адсорбцию с быстрым тепловым циклом (RCTSA), короткоцикловую адсорбцию с быстрым циклом действия давления (RCPSA), короткоцикловую адсорбцию с быстрым циклом действия парциального давления (RCPPSA), а также комбинации этих процессов, например, короткоцикловую адсорбцию под действием температуры и давления.

Иллюстративные кинетические процессы короткоциклового адсорбции описаны в патентах США №№ 7,959,720, 8,545,602, 8,529,663, 8,444,750 и 8,529,662, каждый из которых включен в настоящее описание посредством ссылки во всей их полноте.

Настоящая технология обеспечивает различные улучшения для систем короткоциклового адсорбции. Эти усовершенствования могут быть использованы для обеспечения усовершенствованного способа и аппарата для внедрения адсорбера промышленного масштаба, который имеет блок со слоем адсорбента, который улучшает работу в процессе короткоциклового адсорбции. Настоящая технология обеспечивает аппарат, способ и систему, которые улучшают конфигурацию слоя адсорбента путем управления площадью поверхности и газовыми каналами. То есть, блок со слоем адсорбента улучшает отношение

микро газового канала к площади поверхности, что улучшает процесс короткоциклового адсорбции.

Дополнительно, конфигурация блока со слоем адсорбента может управлять общей площадью жидкости (например, общей площадью внутренних каналов) по сравнению с общей площадью газов (например, общей площадью внешних каналов). Отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов может находиться в диапазоне между 0,5 и 3,0, между 0,7 и 2,0 или между 0,8 и 1,2.

В качестве примера в определенных вариантах осуществления внутренние проходы или каналы могут быть использованы для прохождения потока жидкости через один или более многогранных тепловых контактных фильтров в узле многогранных тепловых контактных фильтров. Внешние проходы, образованные двумя или более многогранными тепловым контактными фильтрами в узле многогранных тепловых контактных фильтров, могут быть использованы для пропускания газообразного потока, который может взаимодействовать с адсорбирующим покрытием. В этой конфигурации жидкость может быть использована для нагрева или охлаждения многогранных тепловых контактных фильтров в узле многогранных тепловых контактных фильтров и соответствующего адсорбирующего покрытия. Адсорбирующее покрытие на внешней поверхности многогранных тепловых контактных фильтров может использоваться для удаления загрязнений из газообразного потока. В этой конфигурации поток жидкости и газовые потоки могут перемещаться параллельно осевой длине данного многогранного теплового контактного фильтра, а поток жидкости и газовый поток могут перемещаться, по существу, параллельно друг другу (например, в одинаковом направлении или встречном направлении течения). Полезно, жидкость во внутренних проходах может быть использована для передачи однородного температурного профиля, который может улучшить процесс короткоциклового адсорбции с использованием этой конфигурации. Дополнительно, благодаря сбалансированности поверхностей каналов, тепловой эффект является полезным для управления процессом короткоциклового адсорбции.

Альтернативно, в определенных вариантах осуществления, адсорбирующее покрытие может быть размещено, например, во внутренних проходах, при этом внутренние проходы или каналы могут использоваться для прохождения газообразного потока через один или более многогранных тепловых контактных фильтров в узле многогранных тепловых контактных фильтров. Внешние проходы, образованные двумя или более многогранными тепловым контактными фильтрами в узле многогранных тепловых контактных фильтров, могут быть использованы для пропускания потока жидкости. В этой конфигурации, жидкость может использоваться для нагрева или охлаждения многогранных тепловых контактных фильтров в узле многогранных тепловых контактных фильтров, в то время как адсорбирующее покрытие на внутренней поверхности многогранных тепловых контактных фильтров может использоваться для удаления загрязнений из газообразного потока. Поток жидкости во внешних проходах может быть использован для переноса однородного температурного профиля, который может улучшить процесс короткоциклового адсорбции использованием узла многогранных тепловых контактных фильтров. В этой конфигурации, поток жидкости и газовые потоки могут перемещаться параллельно осевой длине данного многогранного теплового контактного фильтра, и поток жидкости и газообразный поток могут перемещаться, по существу, параллельно друг другу (например, в одинаковом направлении или встречном направлении течения). Существующие способы могут быть дополнительно поняты со ссылкой к фиг. 1-11С ниже.

Фиг. 1 представляет собой трехмерную схему системы 100 короткоциклового адсорбции, имеющей шесть блоков со слоем адсорбента и соединительный трубопровод. Эта конфигурация в широком смысле относится к блокам со слоем адсорбента, которые могут быть развернуты в симметричной ориентации, как показано, или несимметричной ориентации и/или их комбинации.

Дополнительно эта конкретная конфигурация предназначена для иллюстративных целей, поскольку другие конфигурации могут включать в себя отличное количество блоков со слоем адсорбента.

В этой системе блоки со слоем адсорбента, такие как блок 102 со слоем адсорбента, могут быть сконфигурированы для циклического процесса короткоциклового адсорбции для удаления загрязнений из подаваемых потоков газа. Например, блок 102 со слоем адсорбента может включать в себя различные трубопроводы (например, трубопровод 104) для управления потоком текучих сред через, к или от слоя адсорбента внутри блока 102 со слоем адсорбента. Эти трубопроводы от блоков 102 со слоем адсорбента могут быть соединены с коллектором (например, коллектором 106), для распределения потока к, от или между элементами. Слой адсорбента может отделять одно или более загрязнений из газообразного подаваемого потока для образования потока продукта. Понятно, что блоки со слоем адсорбента могут включать в себя другие трубопроводы для управления другими потоками текучей среды как части процесса, например, потоками продувки, потоками снижения давления, потоками нагревания или охлаждения и тому подобными. Дополнительно блок со слоем адсорбента может также включать один или более уравнительных сосудов, таких как уравнительный сосуд 108, которые предназначены для блока со слоем адсорбента и могут быть выделены для одного или более этапов в процессе.

В качестве примера, который обсуждается ниже по фиг. 2, блок 102 со слоем адсорбента может включать в себя корпус, который может включать головной участок и другие участки корпуса, которые образуют, по существу, газонепроницаемую перегородку, слой адсорбента, расположенный внутри кор-



пуса, и множество клапанов (например, тарельчатых клапанов), обеспечивающих проходы потока через отверстия в корпусе между внутренней областью корпуса и местами, внешними к внутренней области корпуса. Каждый из тарельчатых клапанов может включать в себя дисковый элемент, который масштабируется внутри головки, или дисковый элемент, который масштабируется внутри отдельного седла клапана, вставленного внутри головки (не показан). Конфигурация тарельчатых клапанов может представлять собой различные варианты моделей клапанов или конфигурацию типов тарельчатых клапанов. В качестве примера, блок со слоем адсорбента может включать в себя один или более тарельчатых клапанов, каждый из которых находится в сообщении по потоку с другим трубопроводом, связанным с другими потоками. Тарельчатые клапаны могут обеспечивать сообщение по текучей среде между слоем адсорбента и одним из соответствующих трубопроводов, коллекторов или магистральных распределителей. Термин "в прямом сообщении по потоку" или "в прямом сообщении по текучей среде" означает в прямом сообщении по потоку без промежуточных клапанов или других закрывающих средств, препятствующих потоку. Как можно понять, другие варианты также могут быть предусмотрены в рамках настоящей технологии.

Слой адсорбента содержит твердый адсорбирующий материал, способный адсорбировать один или более элементов из подаваемого потока. Такие твердые адсорбирующие материалы выбраны так, чтобы быть прочными в отношении физических и химических условий внутри блока 102 со слоем адсорбента, и могут включать металлические, керамические или другие материалы в зависимости от процесса адсорбции. Дополнительные примеры адсорбирующих материалов отмечены дополнительно ниже.

Фиг. 2 представляет собой схему 200 участка блока со слоем адсорбента, имеющего связанные клапанные узлы и коллекторы в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. Участок блока 200 со слоем адсорбента, который может быть участком блока 102 со слоем адсорбента по фиг. 1, включает в себя корпус или тело, который может включать в себя цилиндрическую стенку 214 и цилиндрический изолирующий слой 216 в сочетании с верхней головкой 218 и нижней головкой 220. Слой 210 адсорбента в сочетании с элементом 270 распределения подачи и элементом 272 отвода продукта расположен между верхней головкой 218 и нижней головкой 220 и изолирующим слоем 216, в результате чего в верхней открытой зоне и нижней открытой зоне, которые являются открытыми зонами, содержится, по существу, открытый объем пути потока. Такой открытый объем пути потока в блоке со слоем адсорбента содержит газ, который должен управляться для различных этапов. Корпус может быть выполнен с возможностью поддержания давления от 0 бар (абсолютного давления) до 100 бар (абсолютного давления) внутри внутренней области.

Верхняя головка 218 и нижняя головка 220 содержат отверстия, в которые могут быть вставлены клапанные структуры, такие как клапанные узлы 222-240, соответственно (например, тарельчатые клапаны). Верхний или нижний открытый объем пути потока между соответствующими головками 218 или 220 и слоем 210 адсорбента может также содержать распределительные линии, такие как элемент 270 распределения подачи и элемент 272 отвода продукта, которые непосредственно вводят текучие среды в слой 210 адсорбента, который может быть узлом тепловых многогранных контактных фильтров. Верхняя головка 218 содержит различные отверстия (не показаны), для обеспечения путей потока через выпускные коллекторы 242 и 244 и выпускные коллекторы 248, 250 и 252, в то время как нижняя головка 220 содержит различные отверстия (не показаны) для обеспечения путей потока через впускной коллектор 254 и выпускные коллекторы 256, 258 и 260. В сообщении по текучей среде с соответствующими коллекторами 242-260, расположены клапанные узлы 222-240. Если клапанные узлы 222-240 являются тарельчатыми клапанами, каждый из них может включать в себя дисковый элемент, соединенный с элементом штока, который может быть расположен внутри втулки или направляющей клапана. Элемент штока может быть соединен с исполнительным средством (не показано), которое сконфигурировано так, чтобы соответствующий клапан придавал линейное движение соответствующему штоку. Как может быть понятно, исполнительное средство может работать независимо для различных этапов процесса для активации одного клапана, или одно исполнительное средство может использоваться для управления двумя или более клапанами. Дополнительно, хотя отверстия могут быть по существу одинаковыми по размеру, отверстия и впускные клапаны для впускных коллекторов могут иметь меньший диаметр, чем отверстия для выпускных коллекторов, с учетом того, что объемы газа, проходящие через впускные отверстия, могут иметь тенденцию быть ниже, чем объемы продуктов, проходящих через выпускные отверстия.

Элемент 270 распределения подачи может быть расположен на одном конце слоя 210 адсорбента (например, связан по текучей среде с одним или более многогранными тепловыми контактными фильтрами в узле многогранных тепловых контактных фильтров). Аналогично, элемент 272 отвода продукта может быть расположен на другом конце слоя 210 адсорбента (например, связан по текучей среде с одним или более многогранными тепловыми контактными фильтрами в узле многогранных тепловых контактных фильтров). Элемент 270 распределения подачи и элемент 272 отвода продукта могут быть выполнены с возможностью изоляции текучих сред от внешних каналов в зоне первичной текучей среды и текучих сред от внутренних каналов в зоне вторичной текучей среды. Зона первичной текучей среды может управлять потоком текучих сред, конкретных для процесса короткоциклового адсорбции, такими как поступающий поток, поток продувки, поток снижения давления, поток повторного создания давле-

ния и другими соответствующими потоками технологического процесса, в то время как вторичная зона может управлять потоком текучих сред для нагрева и охлаждения соответствующих многогранных тепловых контактных фильтров. Кроме того, элемент распределения подачи и элемент отвода продукта могут быть выполнены с возможностью плавного сообщения с одним из многогранных тепловых контактных фильтров узла многогранных тепловых контактных фильтров, или двумя или более многогранными тепловыми контактными фильтрами узла многогранных тепловых контактных фильтров. Иллюстративный узел многогранных тепловых контактных фильтров представлен на фигурах 3А-3С.

Фиг. 3А, 3В и 3С представляют собой схемы 300, 320 и 340 иллюстративного узла многогранных тепловых контактных фильтров в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. В частности, фиг. 3А представляет собой схему 300 иллюстративного узла многогранных тепловых контактных фильтров 302 в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. На схеме 300, различные многогранные тепловые контактные фильтры 302 уложены вместе в узел многогранных тепловых контактных фильтров. Хотя каждый из многогранных тепловых контактных фильтров 302 может включать в себя один или более проходов, промежутки между многогранными тепловыми контактными фильтрами 302 в этой уложенной форме обеспечивают дополнительные проходы для потока текучей среды. Смежные группы многогранных тепловых контактных фильтров 302 обеспечивают равномерные каналы для текучей среды, которые могут быть образованы в различные формы, которые зависят от внешних поверхностей многогранных тепловых контактных фильтров 302. Многогранные тепловые контактные фильтры 302 могут быть скреплены вместе посредством сварных швов или других подходящих средств. Например, многогранные тепловые контактные фильтры могут быть скреплены вместе посредством сварки участков концевой части (например, трубопровода к концевому участку 322) для элемента распределения, как отмечается ниже.

Фиг. 3В представляет собой схему 320 иллюстративного многогранного теплового контактного фильтра 302 в узле по фиг. 3А. На этой схеме 320, многогранный тепловой контактный фильтр 302 имеет форму экструдированного многоугольника. Многогранные тепловые контактные фильтры 302 могут включать в себя два концевых участка 322 и 324, которые расположены на противоположных концах многогранных тепловых контактных фильтров, и основной участок 326, который образует один или более внутренних проходов или каналов через внутреннюю часть основного участка 326. Одна или несколько внешних поверхностей основного участка 326 может иметь покрытие из адсорбирующего материала, который образует адсорбирующий слой или покрытие.

Фиг. 3С представляет собой схему 340 иллюстративного многогранного теплового контактного фильтра 302 в узле по фиг. 3В. На схеме 340, поток текучей среды через проход в концевом участке 322, который обозначен стрелкой 342, предусмотрен в основном участке 326. Внутри основного участка 326, поток текучей среды через проходы в основном участке 326, который обозначен стрелкой 344, может включать в себя один или более проходов, которые могут быть отдельными и изолированными проходами или могут допускать обмен текучими средами. То есть, основной участок 326 может включать в себя один или более структурных элементов 346 (например, перегородки, поверхности и/или разделители) для управления потоком текучей среды через внутреннюю часть основного участка 326. Также, структурные элементы 346 могут быть сконфигурированы для создания симметричных проходов или путей через внутреннюю часть многогранного теплового контактного фильтра.

Полезно, узел многогранных тепловых контактных фильтров, имеющий эту конфигурацию, обеспечивает различные улучшения по сравнению с обычными конфигурациями. Например, многогранный тепловой контактный фильтр может обеспечить эффективный механизм для интеграции с подающими и накопительными камерами повышенного давления, такими как элемент 270 распределения подачи и элемент 272 отвода продукта по фиг. 2. То есть подача жидкости может проходить через внутренние проходы многогранных тепловых контактных фильтров, в то время как подача других текучих сред (например, газов) может быть обеспечена через промежутки между многогранными тепловыми контактными фильтрами. Дополнительно, конфигурация может также обеспечивать двунаправленный поток текучих сред через различные проходы.

Фиг. 4А и 4В представляют собой схемы 400 и 420 архитектуры многогранного теплового контактного фильтра в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. Конкретно, фиг. 4А представляет собой схему 400 сечения многогранного теплового контактного фильтра 402, который может быть одним из многогранных тепловых контактных фильтров 302 по фиг. 3А-3С. Многогранный тепловой контактный фильтр 402 может включать в себя экструдированный слой 404, который является формой, которая продолжается вдоль пути потока текучих сред через многогранный тепловой контактный фильтр 402.

Экструдированный слой 404 может также включать внутренние структурные элементы, такие как структурные элементы 406, для обеспечения различных проходов через многогранный тепловой контактный фильтр 402. Эти проходы могут иметь площади потока, такие как площади А1 потока, которые могут иметь сходные площади или отличные площади в зависимости от конфигурации структурных элементов 406 экструдированного слоя 404. Дополнительно, экструдированный слой 404 может иметь разную толщину, такую как толщина Т1 и Т2, в зависимости от конкретного применения и желаемой тепло-

передачи.

Площадь площадей A1 потока по сравнению с толщиной экструдированного слоя T1 может регулироваться для управления теплопередачей для многогранного теплового контактного фильтра 402. Отношение площади потока к экструдированному слою может находиться в диапазоне между 0,5 и 3,0, между 0,7 и 2,0 или между 0,8 до 1,3. В качестве примера, со ссылкой к схеме 4 00, длина L1 сторон составляет 0,44 дюйма (0,011176 метра (м)), толщина T1 составляет 0,03 дюйма (0,000762 м), а толщина T2 составляет 0,02 дюйма (0,000508 м). В этой конфигурации площади A1 потока являются практически одинаковыми, каждая может обеспечивать площадь потока 0,013 квадратных дюймов (0,0003302 м<sup>2</sup>).

Дополнительно, экструдированный слой 404 может также включать в себя разделительный элемент 408 (например, встроенный разделительный выступ). Разделительный элемент 408 может использоваться для обеспечения дополнительных проходов (например, внешних каналов), когда многогранные тепловые контактные фильтры расположены прилегающими друг к другу. Разделительный элемент может обеспечивать равномерный внешний канал (если он расположен между двумя прилегающими многогранными тепловыми контактными фильтрами) и может также использоваться для обеспечения опор для узла многогранных тепловых контактных фильтров. Высота разделительного элемента 408 может быть отрегулирована на основе требуемых размеров прохода между прилегающими многогранными тепловыми контактными фильтрами. Например, высота разделительного элемента 408 может быть любой подходящей длины, например, высота разделительного элемента 408 может составлять между 25 и 500 мкм, между 50 и 400 мкм и между 75 до 250 мкм. Кроме того, количество разделительных элементов вдоль одной стороны многогранного теплового контактного фильтра 402 может также быть отрегулировано. Например, каждая сторона многогранного теплового контактного фильтра 402 может включать в себя один разделительный элемент (например, один посередине), что может привести к двум проходам для каждой стороны, которые являются общими с другими многогранными тепловыми контактными фильтрами. Дополнительно, в качестве другого примера, каждая сторона многогранного теплового контактного фильтра 402 может включать в себя три разделительных элемента (например, по одному на каждом конце стороне и одному посередине), что может привести к двум проходам для каждой стороны. Альтернативно, каждая сторона многогранного теплового контактного фильтра 402 может включать в себя четыре разделительных элемента (например, один на каждом конце стороны и два на расстоянии друг от друга от соответствующих концов), что может привести к трем проходам. Кроме того, в то время как разделительный элемент 408 является интегрированным участком экструдированного слоя 404 в этом варианте осуществления, другие варианты осуществления могут включать в себя разделительный элемент в качестве отдельного элемента.

Также, каждая сторона или поверхность многогранного теплового контактного фильтра может включать в себя различные конфигурации разделительных элементов или выемок для обеспечения этой функциональности. Например, один многогранный тепловой контактный фильтр может не иметь разделительных элементов на одной внешней поверхности, в то время как примыкающий многогранный тепловой контактный фильтр может включать один или более разделительных элементов. В качестве дополнительного примера, в других конфигурациях разделительные элементы одного или более многогранных тепловых контактных фильтров могут включать выемки в боковой или внешней поверхности многогранного теплового контактного фильтра. Выемки могут использоваться для выравнивания различных элементов или элементов, таких как, например, другие многогранные тепловые контактные фильтры.

Многогранный тепловой контактный фильтр 402 может также включать внешний слой 410 адсорбента, расположенный на экструдированном слое 404. Слой 410 адсорбента может иметь толщину в диапазоне от 50 до 500 мкм в диапазоне от 75 до 300 мкм или от 100 до 200 мкм. Слой 410 адсорбента может включать адсорбирующий материал, который выполнен с возможностью отделения целевого газа от газообразной смеси. Слой 410 адсорбента может включать адсорбирующий материал, поддерживаемый не адсорбирующей подложкой.

Адсорбирующие материалы могут включать в себя оксид алюминия, микропористые цеолиты, углероды, катион активные цеолиты, цеолиты с высоким содержанием кремнезема, высококремнистые упорядоченные мезопористые материалы, материалы из зольного геля, алюминий-фосфорные и кислородные (ALPO) материалы (микропористые и мезопористые материалы, содержащие преимущественно алюминиевый фосфор и кислород), кремний алюминий фосфорные и кислородные (SAPO) материалы (микропористые и мезопористые материалы, содержащие преимущественно кремний алюминиевый фосфор и кислород, материалы из металлоорганические материалы (микропористые и мезопористые материалы, содержащие металлоорганические структуры) и материалы цеолит подобной имидазолятной каркасной структуры (ZIF) (микропористые и мезопористые материалы, состоящие из цеолит подобной имидазолятной каркасной структуры). Другие материалы могут включать микропористые и мезопористые сорбенты, замещенные функциональными группами. Примеры функциональных групп включают первичные, вторичные, третичные и другие не протогенные основные группы, такие как амидины, гуанидины и бигуаниды.

Фиг. 4B представляет собой схему 420 трехмерного вида многогранного теплового контактного

фильтра 402 по фиг. 4А. На этой схеме 420 многогранный тепловой контактный фильтр 402 показан с экструдированным слоем 404, структурными элементами 406 и разделительными элементами 408. Объединение многогранного теплового контактного фильтра с другими многогранными тепловыми контактными фильтрами представлено на фиг. 5А-5С.

Фиг. 5А, 5В и 5С представляют собой схемы 500, 520 и 540 многогранного теплового контактного фильтра в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. Конкретно, фиг. 5А представляет собой схему 500 сечения узла многогранных тепловых контактных фильтров 502, который может быть многогранным тепловым контактным фильтром 402 по фиг. 4А-4В. В этой конфигурации узел имеет три ряда многогранных тепловых контактных фильтров 502, которые имеют поверхности адсорбирующих слоев, прилегающие друг к другу. Каждый многогранный тепловой контактный фильтр 502 в этой конфигурации имеет три внутренних прохода, таких как проход 504, которые находятся во внутренней области соответствующих многогранных тепловых контактных фильтров 502. Кроме того, каждая пара прилегающих поверхностей (например, адсорбирующих слоев соответствующих многогранных тепловых контактных фильтров 502 в паре) может образовывать два внешних прохода, таких как проход 506 между соответствующими многогранными тепловыми контактными фильтрами 502 в паре.

Фиг. 5В представляет собой схему 520 трехмерного вида узла многогранных тепловых контактных фильтров по фиг. 5А. На этой схеме 520 многогранные тепловые контактные фильтры 502 показаны с внутренними проходами, такими как проходы 504, образованные экструдированным слоем и структурными элементами, и внешними проходами, такими как проходы 506, образованные между соответствующими многогранными тепловыми контактными фильтрами 502, которые имеют прилегающие поверхности.

Фиг. 5С представляет собой схему 540 другого сечения узла многогранных тепловых контактных фильтров 502, который может быть участком узла многогранных тепловых контактных фильтров 502 по фиг. 5А и 5В. На этой схеме 540, многогранные тепловые контактные фильтры 502 показаны с внутренними проходами 504, образованными экструдированным слоем и структурными элементами, и внешними проходами 506, образованные между соответствующими многогранными тепловыми контактными фильтрами 502, которые имеют прилегающие поверхности. Каждый из многогранных тепловых контактных фильтров 502 может иметь адсорбирующий слой 542, который расположен на внешней поверхности соответствующих многогранных тепловых контактных фильтров 502. Также, каждый из многогранных тепловых контактных фильтров 502 может иметь разделительный элемент 544, который расположен на внешней поверхности каждой стороны соответствующих многогранных тепловых контактных фильтров 502. Как показано, разделительные элементы 544 для двух многогранных тепловых контактных фильтров 502 могут быть выполнены с возможностью контакта друг с другом для образования внешних проходов, которые могут иметь толщину 546 между 500 и 50 мкм, между 75 мкм и 100 мкм и между 100 и 200 мкм. В качестве конкретного примера толщина может составлять 200 мкм.

Конфигурация внешних каналов, образованных между двумя примыкающими многогранными тепловыми контактными фильтрами, может быть выполнена с возможностью улучшения отношения микро газового канала к площади поверхности. Отношение микро газового канала к площади поверхности может находиться в диапазоне между 0,5 и 3,0, между 0,7 и 2,0 или между 0,8 и 1,2.

Дополнительно, конфигурация узла многогранных тепловых контактных фильтров может быть выполнена с возможностью обеспечения конкретного отношения площади сечения общих внутренних каналов (например, охладителя или вторичных проходов) к площади сечения внешних каналов (например, адсорбента или первичных проходов). В качестве примера, внешние каналы могут использоваться для потоков газа, в то время как внутренние каналы могут использоваться для потоков жидкости. Отношение общей площади жидкости (например, общей площади внутренних каналов) по сравнению с общей площадью газа (например, общей площадью внешних каналов). Отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов может находиться в диапазоне между 0,5 и 3,0, между 0,7 и 2,0 или между 0,8 и 1,2.

Фиг. 6А, 6В и 6С представляют собой схемы 600, 620 и 640 геометрии элементарной ячейки многогранного теплового контактного фильтра в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. Фиг. 6А представляет собой схему 600 сечения узла многогранного теплового контактного фильтра 602, который может быть многогранным тепловым контактным фильтром 502 по фиг. 5А-5С. На этой схеме 600 площадь 604 покрытия может составлять 0,01 квадратных дюйма (дюйм<sup>2</sup>), (0,000254 квадратных метра (м<sup>2</sup>)).

Фиг. 6В представляет собой схему 620 вида в разрезе многогранного теплового контактного фильтра 602. На этой схеме 620 площадь 622 прохождения потока может составлять 0,13 дюйма<sup>2</sup>. Если три прохода являются одинаковыми, общая площадь для трех проходов может составлять 0,39 дюйма<sup>2</sup>. Многогранный тепловой контактный фильтр может включать металл, керамику или другой подходящий материал.

Фиг. 6С представляет собой схему 640 вида в разрезе многогранного теплового контактного фильтра 602. На этой схеме 640 площадь 642 экструдированного слоя может составлять 0,41 дюйм<sup>2</sup>. Экструдированный слой может быть металлом, который используется в качестве базовой структуры для много-

гранного теплового контактного фильтра 602.

Фиг. 7А, 7В и 7С представляют собой схемы этапов изготовления многогранного теплового контактного фильтра в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. Фиг. 7А представляет собой схему 700 многогранного теплового контактного фильтра 702, который может представлять собой многогранный тепловой контактный фильтр 302, по фиг. 3А-3С, или многогранный тепловой контактный фильтр 402 по фигурам 4А-4В. Этот многогранный тепловой контактный фильтр 702 может быть изготовлен так, чтобы иметь длину 704. Длина 704 многогранного теплового контактного фильтра 702 может быть между 12 дюймами и 120 дюймами (0,3048 м и 3,048 м); между 18 дюймами и 60 дюймами (0,4572 м и 1,524 м); и между 24 дюймами и 48 дюймами (0,6096 м и 1,2192 м), или может составлять около 36 дюймов (0,9144 м). Как часть процесса изготовления, различные участки многогранного теплового контактного фильтра 702 могут быть изготовлены в виде отдельных элементов, которые соединены вместе. Например, многогранный тепловой контактный фильтр может быть изготовлен с помощью технологии трехмерной печати. В качестве другого примера, многогранный тепловой контактный фильтр может быть изготовлен, а затем может быть нанесен слой адсорбента. Нанесение слоя адсорбента может включать нанесение адсорбента посредством распыления, посредством технологии осаждения, и/или посредством технологии электрического заряда.

Например, фиг. 7В представляет собой схему 720 поэлементного вида концевой участка 722 и основного участка 724 многогранного теплового контактного фильтра 702 по фиг. 7А.

Концевой участок 722 имеет трубопровод 726 и закрывающую пластину 728, которые могут быть соединены вместе или могут быть отлиты в виде одного элемента. Трубопровод 726 и закрывающая пластина 728 могут быть изготовлены, преимущественно, из нержавеющей стали или другого подходящего материала. Закрывающая пластина 728 может также содержать углубленный карман 730 для дополнительного улучшения распределения или сбора жидкости. Основной участок 724 многогранного теплового контактного фильтра 702 может включать в себя экструдированный слой 732 и структурные элементы 734 вместе с абсорбирующим слоем 736, расположенным на внешней поверхности основного участка 724. Дополнительно, экструдированный слой 732 может также включать в себя разделительные элементы 733, образованные на внешней поверхности экструдированного слоя 732. Экструдированный слой 732 и структурные элементы 734 могут состоять из нержавеющей стали или других подходящих материалов. Экструдированный слой 732 и структурные элементы 734 могут образовывать один или более проходов потока текучей среды, таких как проходы 738. Экструдированный слой 732 и структурные элементы 734 могут быть образованы посредством процесса экструзии. Затем абсорбирующий слой 736 может быть образован посредством процесса осаждения. Наконец, концы концевой участка 722 и основного участка 724 могут быть соединены посредством процесса пайки, как показано стрелкой 739.

Фиг. 7С представляет собой схему 740 собранного многогранного теплового контактного фильтра 702. Как показано на этой схеме 740, концевой участок 722 и основной участок 724 соединены вместе, образуя один конец многогранного теплового контактного фильтра 702. Соединение концевой участка 722 и основного участка 724 может включать сварку, клеящие вещества, крепежные детали или другой подходящий механизм для скрепления концевой участка 722 и основного участка 724 вместе. Соединение концевой участка 722 и основного участка 724 может препятствовать протеканию текучих сред внутри внутренней области, образованной концевой частью 722 и корпусной частью 724. Аналогичный процесс может быть использован для соединения другого концевой участка (не показан) с основным участком 724 для образования многогранного теплового контактного фильтра 702.

Фиг. 8А, 8В, 8С, 8D и 8Е представляют собой схемы этапов изготовления узла многогранных тепловых контактных фильтров в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. Фиг. 8А представляет собой схему 800 вида сверху группы многогранных тепловых контактных фильтров 802, которая может включать в себя многогранный тепловой контактный фильтр 702 по фиг. 7А-7С, соединенных вместе для образования узла многогранных тепловых контактных фильтров. Многогранные тепловые контактные фильтры 802 могут быть соединены вместе посредством сварных швов, таких как сварной шов 804, как части процесса изготовления. Сварной шов 804 может быть расположен вдоль разделительного элемента соответствующих многогранных тепловых контактных фильтров 802. Как можно понять, другие способы присоединения могут использоваться для соединения многогранных тепловых контактных фильтров 802.

Фиг. 8В представляет собой схему 820 альтернативного вида узла многогранных тепловых контактных фильтров.

Когда узел многогранных тепловых контактных фильтров 802 соединен вместе, может быть предусмотрен элемент 842 распределения подачи, как показано на фиг. 8С. Фиг. 8С представляет собой схему 840 узла многогранных тепловых контактных фильтров 802 по фиг. 8А и 8В. На этой схеме 840 элемент 842 распределения подачи может включать в себя верхнюю пластину 844, опорные стержни 846 и нижнюю пластину 848. Верхняя пластина 844, опорные стержни 846 и нижняя пластина 848 могут состоять из любого материала, который способен выдерживать давление переменной нагрузки вместе с температурной деформацией, которые могут быть скреплены вместе через сварные швы, клей или другое подходящее средство. Например, верхняя пластина 844, опорные стержни 846 и нижняя пластина 848 могут

состоять из нержавеющей стали или другого подходящего материала (например, из нержавеющей стали морского класса, такой как нержавеющая сталь типа 316 Американского института железа и стали (AISI) или Общества инженеров автомобилей (SAE)). Верхняя пластина 844 может быть соединена с опорными стержнями 846, а затем перемещена вдоль стрелки 850 для объединения с нижней пластиной 848. Нижняя пластина 848 может быть выполнена с возможностью быть расположенной для обеспечения прохода 852. Проход 852 может обеспечивать канал для потока текучей среды через многогранные тепловые контактные фильтры 802 и вдоль адсорбирующего слоя многогранных тепловых контактных фильтров 802. Высота 854 прохода (например, расстояние между нижней пластиной 848 и закрывающей пластиной многогранных тепловых контактных фильтров 802). Конкретная конфигурация прохода 852 может зависеть от высоты зоны первичной текучей среды, может основываться на первичных текучих средах (например, подаваемых потоках, потоках продуктов, потоках отходов и потоках продувки), обеспечиваемых к и от многогранного теплового контактного фильтра, однородности типа текучих сред, объема зоны первичной текучей среды, размеров сечения многогранного теплового контактного фильтра и любой их комбинации. Соответственно, высота 854 зоны первичной текучей среды может составлять между 0,1 дюймами и 3 дюймами (0,00254 м и 0,0762 м), между 0,15 дюймами и 2 дюймами (0,00381 м и 0,0508 м) и/или между 0,2 дюймами и 1 дюймом (0,00508 м и 0,0254 м). В качестве примера, глубина зоны первичной текучей среды может составлять около 0,1875 дюймов (0,0047625 м). Расстояние между нижней пластиной 848 и закрывающей пластиной может быть отрегулировано для уменьшения мертвого пространства объема слоя, который может включать дополнительный продувочный газ для очистки проходов.

Фиг. 8D представляет собой схему 860 элемента 842 распределения подачи, соединенного с узлом многогранных тепловых контактных фильтров 802. В этой конфигурации, элемент 842 распределения подачи может обеспечивать проход 862 (например, зону вторичной текучей среды), который обеспечивает доступ к многогранным тепловым контактным фильтрам 802 через соответствующие трубопроводы. Проход 862 образован верхней пластиной 844, опорными стержнями 846 и нижней пластиной 848. Высота 864 может быть основана на текучих средах, обеспечиваемых к внутренним проходам посредством зоны распределения средней продувки, объеме продувочной текучей среды, которая должна использоваться на этапе продувки, размерах сечения контактного фильтра, и любой их комбинации. Соответственно, высота 864 может быть между 0,2 дюймами и 10 дюймами (0,00508 м и 0,254 м), между 0,5 дюймами и 5 дюймами (0,0127 м и 0,127 м), и между 0,7 5 дюймами и 2 дюймами (0,1905 м и 0,0508 м). В качестве примера, высота 864 прохода (например, расстояние между верхней пластиной 844 и нижней пластиной 848) может составлять около 0,8125 дюймов (0,0206375 м).

Фиг. 8E представляет собой схему 880 элемента 842 распределения подачи, соединенного с узлом многогранных тепловых контактных фильтров 802. Как показано на этой схеме 880, элемент 842 распределения подачи может также включать стенки для дополнительного управления потоком текучей среды через соответствующие проходы. Различные трубопроводы, обеспечивающие сообщение по текучей среде с различными проходами, не показаны на этой схеме 880. Поверхности проходов могут включать в себя покрывающую поверхность. Как можно понять, элемент отвода продукта (не показан) может включать верхнюю пластину, опорные стержни и нижнюю пластину и быть собран таким же образом, как и элемент 842 распределения подачи.

Фиг. 9A, 9B, 9C, 9D, 9E и 9F представляют собой схемы 900, 910, 920, 930, 940 и 950 блока со слоем адсорбента и этапы изготовления блока со слоем адсорбента в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. На Фиг. 9A-9C представляют собой этапы изготовления, а Фиг. 9D-9F представляют собой различные виды элементов блока со слоем адсорбента. На фиг. 9A представляет собой схему 900 корпуса 902 блока со слоем адсорбента и опоры 904 узла контактного фильтра. Опора 904 узла контактного фильтра может использоваться для обеспечения устойчивости многогранных тепловых контактных фильтров и предотвращения утечки текучих сред из многогранных тепловых контактных фильтров. Опора 904 узла контактного фильтра может быть образована в непроницаемом для текучей среды корпусе для управления потоком текучих сред внутри корпуса 902 блока со слоем адсорбента. Фиг. 9D представляет собой схему 930 корпуса 902 блока со слоем адсорбента и опоры 904 узла контактного фильтра по фиг. 9A.

Фиг. 9B представляет собой схему 910 корпуса 902 блока со слоем адсорбента, опору 904 узла контактного фильтра и многогранные тепловые контактные фильтры 912. Многогранные тепловые контактные фильтры 912 вставляются в различные отсеки опоры 904 узла контактного фильтра, как показано стрелкой 914. Фиг. 9E представляет собой схему 940 корпуса 902 блока со слоем адсорбента, опору 904 узла контактного фильтра и многогранные тепловые контактные фильтры 912 по фиг. 9B.

Фиг. 9C представляет собой схему 920 корпуса 902 блока со слоем адсорбента, опору 904 узла контактного фильтра и многогранные тепловые контактные фильтры 912 в установке на месте по фиг. 9B. Многогранные тепловые контактные фильтры 912, располагаются внутри различных отсеков опоры 904 узла контактного фильтра в этой конфигурации. Многогранные тепловые контактные фильтры 912 могут быть узлом многогранных тепловых контактных фильтров 802 по фиг. 8E.

Фиг. 9F представляет собой схему 950 опоры 904 узла контактного фильтра, которая может быть использована, по фиг. 9A-9D. Опора 904 узла контактного фильтра имеет различные делительные эле-

менты 952, которые используются для образования стенок или поверхностей корпуса. Опора 904 узла контактного фильтра и делительные элементы 952 могут быть корпусом непроницаемым для текучей среды, который образует один или более отсеков. Эти отсеки могут быть образованы для размещения одного или более многогранных тепловых контактных фильтров.

Фиг. 10А, 10В, 10С и 10D представляют собой схемы 1000, 1020, 1040 и 1060 движения жидкости теплового контактного фильтра в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. Фиг. 10А представляет собой схему 1000 частичного вида блока 1002 со слоем адсорбента и опоры 1003 узла контактного фильтра и узла многогранных тепловых контактных фильтров 1006, каждый из которых может представлять собой элементы по фигурам 9А-9Е. На этой схеме 1000 впуск текучей среды может быть обеспечен, как показано стрелкой 1008, и выпуск может быть обеспечен, как показано стрелкой 1010. Внутри многогранных тепловых контактных фильтров 1006 текучая среда может протекать через внутренние каналы одного из многогранных тепловых контактных фильтров как показано стрелкой 1012, в то время как другая текучая среда может протекать через каналы другого многогранного теплового контактного фильтра или другой канал того же многогранного теплового контактного фильтра. Дополнительно, еще одна текучая среда может быть обеспечена и протекать во внешних каналах, образованных между двумя или более многогранными тепловыми контактными фильтрами как показано стрелкой 1014.

Например, блок 1002 со слоем адсорбента может включать в себя один или более многогранных тепловых контактных фильтров 1006, которые расположены в опоре 1003 узла контактного фильтра. В этой конфигурации может быть обеспечен поток газа, который протекает вдоль внешних каналов или проходов между двумя или более многогранными тепловыми контактными фильтрами 1006. Поток газа может проходить ниже камеры повышенного давления во внешние каналы, образованные между многогранными тепловыми контактными фильтрами 1006 в опоре 1003 узла контактного фильтра. Некоторые жидкости могут использоваться для протекания внутри многогранных тепловых контактных фильтров 1006 для управления температурой адсорбирующего покрытия на внешней стороне многогранных тепловых контактных фильтров 1006.

Фиг. 10В представляет собой схему 1020 многогранных тепловых контактных фильтров 1006 и участок элемента 1022 распределения подачи, который может быть элементом 842 распределения подачи по фиг. 8С. Как показано на этой схеме 1020, поток текучей среды (например, газовый поток) может проходить из зоны первичной текучей среды (например, области, образованной ниже нижней пластины элемента распределения подачи и выше контактного фильтра) в проходы между многогранными тепловыми контактными фильтрами 1006. Эта конфигурация может обеспечивать однонаправленный поток для потока газа через многогранные тепловые контактные фильтры 1006 в конкретной опоре узла контактного фильтра. Понятно, что различные опоры узла контактного фильтра в блоке со слоем адсорбента могут быть выполнены с возможностью протекания в разных направлениях для обеспечения стабильности блока со слоем адсорбента и/или оптимизации эффективности динамики для процесса или блока со слоем адсорбента.

Фиг. 10С представляет собой схему 1040 отличного вида многогранного теплового контактного фильтра 1006. На этой схеме 1040 поток газа может протекать вдоль проходов, обозначенных стрелкой 1042, тогда как поток жидкости может протекать вдоль проходов, обозначенных стрелкой 1044. Элемент распределения подачи действует как диффузор, который направляет газ между камерами повышенного давления.

Фиг. 10D представляет собой схему 1060 отличного вида узла многогранного теплового контактного фильтра 1006. На этой схеме 1060 многогранные тепловые контактные фильтры 1006 могут иметь впуск 1062 камеры повышенного давления для жидкости и выпуск 1064 камеры повышенного давления для жидкости. Эти камеры повышенного давления могут работать отдельно для разных отсеков и/или могут работать одинаково для разных отсеков.

Фиг. 11А, 11В и 11С представляют собой схемы 1100, 1120 и 1140 блока со слоем адсорбента в соответствии с вариантом осуществления настоящей технологии. Фиг. 11А представляет собой схему 1100 корпуса 1102 блока со слоем адсорбента, опоры 1104 узла контактного фильтра, и узел многогранных тепловых контактных фильтров, которые могут быть блоком 1002 со слоем адсорбента и связанными элементами по фигурам 10А-10D. На этой схеме 1100, конфигурация блока со слоем адсорбента может включать в себя опору 1104 узла контактного фильтра узел многогранных тепловых контактных фильтров. Конфигурация может включать в себя клапан 1108 стороны подачи, впускную камеру 1110 повышенного давления для жидкости, уплотнение 1112 для пара, выпускную камеру 1114 повышенного давления для жидкости и клапан 1116 стороны продукта. Клапан 1108 стороны подачи и клапан 1116 стороны продукта могут быть отверстиями, которые имеют клапаны тарельчатого типа. Впуск 1110 камеры повышенного давления для жидкости, уплотнение 1112 для пара и выпуск 1114 камеры повышенного давления для жидкости могут использоваться для управления потоком текучей среды через многогранные тепловые контактные фильтры 1106. В частности, уплотнение 1112 для пара может использоваться для уменьшения или удаления газообразных потоков из путей вдоль боковых сторон оболочки или корпуса (например, блока 1102 со слоем адсорбента и опоры 1104 узла контактных фильтров). Глубина 1118

может быть между 12 и 120 дюймами (0,3048 и 3,048 м); между 18 и 60 дюймами (0,4572 и 1,524 м); и между 24 и 48 дюймами (0,6096 и 1,2192 м), или может составлять около 36 дюймов (0,9144 м), тогда как глубина 1119 может быть между 0,2 дюймами и 10 дюймами (0,00508 и 0,254 м), между 0,5 и 5 дюймами (0,0127 и 0,127 м) и между 0,75 и 2 дюймами (0,01905 м и 0,0508 м).

Фиг. 11В представляет собой схему 1120 отличного вида блока 1102 со слоем адсорбента, опоры 1104 узла контактного фильтра и многогранных тепловых контактных фильтров 1106. На этой схеме 1120, используется концентрическая ступенька 1122. Ступенька 1122 может быть механически обработана в сосуде и использоваться в качестве закрывающего фланца. Также, в пределах ступеньки 1122 может быть использовано внутреннее обходное уплотнение 1124 для дополнительной изоляции потока текучей среды из блока 1102 со слоем адсорбента и опоры 1104 узла контактного фильтра.

Фиг. 11С представляет собой схему 1140 с другим видом блока 1102 со слоем адсорбента, опоры 1104 узла контактного фильтра и многогранных тепловых контактных фильтров 1106. На этой схеме 1140 внутреннее обходное уплотнение 1124 показано вдоль внутреннего участка блока 1102 со слоем адсорбента и опоры 1104 узла контактного фильтра.

В одном или более вариантах осуществления, блок со слоем адсорбента может включать слой адсорбента, который может быть использован для отделения целевого газа от газообразной смеси. Адсорбент обычно содержит адсорбирующий материал, нанесенный на не адсорбирующую подложку или контактный фильтр. Такие контактные фильтры содержат, по существу, параллельные каналы потока, в которых 20 объемных процентов, предпочтительно, 15 объемных процентов, или менее от открытого объема пор контактного фильтра, за исключением каналов потока, находится в порах, превышающих более чем около 20 ангстрем. Каналом потока считается та часть контактного фильтра, в которой протекает газ, если устойчивое состояние перепада давления приложено между точкой или местом, в котором подаваемый поток входит в контактный фильтр, и точкой или местом, в котором поток продукта покидает контактный фильтр. В контактном фильтре адсорбент включен в стенку канала потока.

Неограничивающие примеры адсорбирующих материалов, которые могут быть использованы со способом и системой, включают с высокой площадью поверхности больше, чем ( $>$ )  $10 \text{ м}^2/\text{г}$  и, предпочтительно,  $>75 \text{ м}^2/\text{г}$  оксид алюминия, микропористые цеолиты (предпочтительно цеолиты с размером частиц менее чем ( $<$ ) 1 мкм), другие микропористые материалы, мезопористые материалы и упорядоченные мезопористые материалы. Неограничивающие примеры этих материалов включают углероды, катионные цеолиты, цеолиты с высоким содержанием кремнезема, высококремнистые упорядоченные мезопористые материалы, материалы с золь-гелем, материалы ALPO (микропористые и мезопористые материалы, содержащие преимущественно алюминиевый фосфор и кислород), материалы SAPO (микропористые и мезопористые материалы, содержащие преимущественно кремний алюминиевый фосфор и кислород), MOF материалы (микропористые и мезопористые материалы, состоящие из металл-органического каркаса), и материалы ZIF (микропористые и мезопористые материалы, состоящие из цеолитных имидазолатных каркасов). Другие материалы включают микропористые и мезопористые сорбенты, замещенные функциональными группами. Примеры функциональных групп включают первичные, вторичные, третичные и другие не протонные основные группы, такие как амидины, гуанидины и бигуаниды.

В одном или более вариантах осуществления процесс короткоциклового адсорбции с использованием многогранных термоконтактных фильтров по настоящему изобретению представляет собой короткоцикловую температурную адсорбцию (TSA) или короткоцикловую адсорбцию с быстрым циклом перемены температуры (RCTSA). Для TSA общее время цикла обычно составляет менее 12 ч, предпочтительно менее 8 ч, предпочтительно менее 6 ч, предпочтительно менее 4 ч. Для RCTSA общее время цикла обычно составляет менее 600 с, предпочтительно, менее 200 с, более предпочтительно, менее 100 с и еще более предпочтительно менее 60 с.

Адсорбционные кинетические процессы разделения, устройства и системы, как описано выше, являются полезными для разработки и производства углеводородов, таких как обработка газа и нефти. В частности, предусмотренные процессы, устройства и системы полезны для быстрого, крупномасштабного эффективного отделения различных целевых газов из газовых смесей. В частности, способы, устройства и системы могут быть использованы для приготовления продуктов природного газа путем удаления загрязнений и тяжелых углеводородов, то есть углеводородов, имеющих, по меньшей мере, два атома углерода. Предусмотренные процессы, устройства и системы являются полезными для приготовления поступающих газообразных потоков для использования в коммунальных предприятиях, включая применения разделения, такие как контроль точки росы, подслащивание/детоксикация, контроль/защита от коррозии, обезвоживание, теплопроводность, кондиционирование и очистка. Примеры коммунальных предприятий, которые используют одно или более применений разделения, включают в себя генерацию топливного газа, уплотняющего газа, не питьевой воды, защитного газа, систем контроля и управления газом, хладагента, инертного газа и восстановления углеводородов. Примерами "не подлежащими превышению" или "целевой показатель" характеристик газовой продукции включает:

(a) 2 объемных процента (об.%)  $\text{CO}_2$ , 4 части на миллион (ppm)  $\text{H}_2\text{S}$ , (b) 50 ppm  $\text{CO}_2$ , 4 ppm  $\text{H}_2\text{S}$ , или (c) 1,5 об. %  $\text{CO}_2$ , 2 ppm  $\text{H}_2\text{S}$ .

Предусмотренные процессы, устройства и системы могут использоваться для удаления кислого газа



из потоков углеводородов. Технология очистки газа от кислых элементов может быть полезна для запасов газа, которые показывают более высокие концентрации кислого газа, то есть ресурсов кислого газа.

Поступающий потоки углеводородов сильно различаются по количеству кислого газа, например, от нескольких частей на миллион кислого газа до 90 объемных процентов кислого газа. Неограничивающие примеры концентраций кислого газа из примеров запасов газа включают концентрации, по меньшей мере:

- (a) 1 об.% H<sub>2</sub>S, 5 об.% CO<sub>2</sub>;
- (b) 1 об.% H<sub>2</sub>S, 15 об.% CO<sub>2</sub>;
- (c) 1 об.% H<sub>2</sub>S, 60 об.% CO<sub>2</sub>;
- (d) 15 об.% H<sub>2</sub>S, 15 об.% CO<sub>2</sub> и
- (e) 15 об.% H<sub>2</sub>S, 30 об.% CO<sub>2</sub>.

В одном или более вариантах осуществления потоки, подаваемые к слою адсорбента и удаляемые из слоя адсорбента могут иметь разные составы. Например, поток, содержащий углеводород, может иметь более 0,005 об.% CO<sub>2</sub> в расчете на общий объем подаваемого газового потока, а адсорбирующий материал в слое адсорбента имеет более высокую селективность по отношению к CO<sub>2</sub> по сравнению с углеводородами. Также, поток продукта может иметь более 98 об.% углеводородов в расчете на общий объем потока продукта. Дополнительно, подаваемый газообразный поток может быть потоком, содержащим углеводороды, имеющие более 20 об.% CO<sub>2</sub> в расчете на общий объем газосодержащего потока.

Принимая во внимание множество вероятных вариантов осуществления, к которым могут быть применены принципы изобретения, следует учитывать, что проиллюстрированные варианты осуществления являются только предпочтительными примерами изобретения и не должны восприниматься как ограничивающие объем изобретения.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Блок со слоем адсорбента для циклического процесса короткоциклового адсорбции, содержащий корпус, имеющий внутреннюю область;
  - узел многогранных контактных фильтров, расположенных во внутренней области, при этом каждый из промежуточных многогранных контактных фильтров имеет один или более внутренних каналов внутри каждого из многогранных контактных фильтров и один или более внешних каналов, образованных между двумя или более многогранными контактными фильтрами в узле многогранных контактных фильтров, причем по меньшей мере одна внешняя поверхность каждого из многогранных контактных фильтров имеет адсорбирующее покрытие; и
  - при этом блок со слоем адсорбента выполнен с возможностью изоляции прямого сообщения по текучей среде между текучими средами в одном или более внутренних каналах и текучими средами в одном или более внешних каналах и упомянутые каналы выполнены с возможностью осуществления теплопередачи между текучими средами и одной или более поверхностями упомянутого контактного фильтра.
2. Блок по п.1, причем каждый упомянутый многогранный контактный фильтр поддерживает внешнее адсорбирующее покрытие от 100 до 200 мкм и также включает в себя один или более внутренних проходов или каналов для текучей среды.
3. Блок по п.1, дополнительно содержащий элемент распределения подачи, соединенный с одним или более упомянутыми многогранными контактными фильтрами, при этом элемент распределения подачи выполнен с возможностью
  - обеспечения сообщения по текучей среде между зоной подачи вторичной текучей среды и одним или более внутренними каналами;
  - обеспечения сообщения по текучей среде между зоной подачи первичной текучей среды и одним или более внешними каналами и
  - изоляции прямого сообщения по текучей среде между одним или более внешними каналами и одним или более внутренними каналами.
4. Блок по любому одному из пп.1-3, дополнительно содержащий элемент отвода продукта, соединенный с одним или более упомянутыми многогранными контактными фильтрами, при этом элемент отвода продукта выполнен с возможностью
  - обеспечения сообщения по текучей среде между зоной отвода вторичной текучей среды и одним или более внутренними каналами;
  - обеспечения сообщения по текучей среде между зоной отвода первичной текучей среды и одним или более внешними каналами и
  - изоляции прямого сообщения по текучей среде между одним или более внешними каналами и одним или более внутренними каналами.
5. Блок по любому одному из пп.3-4, в котором один или более из элементов распределения подачи и элемента отвода продукта соединен с одним или более упомянутыми многогранными контактными фильтрами посредством сварки.

6. Блок по любому одному из пп.1-5, дополнительно содержащий один или более разделительных элементов, связанных с одним из тепловых многогранных контактных фильтров и выполненных с возможностью обеспечения дополнительных каналов или опор для упомянутого узла.

7. Блок по п.6, в котором один или более разделительных элементов имеют высоту между 25 и 500 мкм.

8. Блок по любому одному из пп.1-7, в котором корпус выполнен с возможностью работы при давлении от 0 бар абсолютного давления до 100 бар абсолютного давления внутри внутренней области упомянутого корпуса.

9. Блок по любому одному из пп.1-8, в котором один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,5 и 3,0.

10. Блок по любому одному из пп.1-8, в котором один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,8 и 1,2.

11. Блок по любому одному из пп.1-10, в котором один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены с возможностью обеспечения, по существу, параллельного и изолированного потока текучей среды вдоль осевой длины упомянутых многогранных контактных фильтров.

12. Способ изготовления блока со слоем адсорбента по п.1, включающий этапы, на которых изготавливают множество многогранных контактных фильтров, при этом каждый из множества многогранных контактных фильтров содержит один или более внутренних каналов внутри каждого из многогранных контактных фильтров и причем по меньшей мере одна из внешних поверхностей каждого из многогранных контактных фильтров имеет адсорбирующее покрытие;

скрепляют два или несколько из множества многогранных контактных фильтров друг с другом для образования узла многогранных контактных фильтров, при этом один или более внешних каналов образованы между двумя или более многогранными контактными фильтрами и упомянутые каналы выполнены с возможностью осуществления теплопередачи между текучими средами и одной или более поверхностями упомянутого контактного фильтра;

конструируют корпус блока со слоем адсорбента, при этом корпус блока со слоем адсорбента имеет внутреннюю область; и

располагают узел контактных фильтров во внутренней области корпуса блока со слоем адсорбента.

13. Способ по п.12, в котором один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены с возможностью обеспечения, по существу, параллельного и изолированного потока текучей среды вдоль осевой длины упомянутых многогранных контактных фильтров.

14. Способ по любому одному из пп.12-13, в котором изготовление множества многогранных контактных фильтров дополнительно включает этапы, на которых

образуют основной участок в форме многоугольника, имеющий первый конец и второй конец, причем основной участок выполнен с возможностью обеспечения одного или более внутренних каналов через осевую длину от первого конца ко второму концу, причем один или более внутренних каналов обеспечивают один или более изолированных проходов потока текучей среды из первого отверстия на первом конце основного участка вдоль осевой длины участка тела ко второму отверстию на втором конце основного участка;

располагают адсорбирующее покрытие, по меньшей мере, на одной внешней поверхности основного участка;

образуют первый концевой участок, соединенный с первым концом основного участка; и

образуют второй концевой участок, соединенный со вторым концом основного участка.

15. Способ по любому одному из пп.12-14, в котором адсорбирующее покрытие содержит одно или более из алюминия, микропористых цеолитов, углеродов, катионных цеолитов, цеолитов с высоким содержанием кремнезема, высококремнистых упорядоченных мезопористых материалов, золь-гелей, материалов ALPO, материалов SAPO, материалов MOP и материалов ZIP.

16. Способ по любому одному из пп.12-15, дополнительно включающий расположение гильзы вокруг участка узла тепловых многогранных контактных фильтров.

17. Способ по любому из пп.12-16, дополнительно включающий соединение элемента распределения подачи с одним или более тепловыми многогранными контактными фильтрами на первом конце узла тепловых многогранных контактных фильтров, причем элемент распределения подачи выполнен с возможностью

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной подачи вторичной текучей среды и одним или более внутренними каналами;

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной подачи первичной текучей среды и одним или более внешними каналами и

изоляции прямого сообщения по текучей среде между одним или более внешними каналами и одним или более внутренними каналами.

18. Способ по любому из пп.12-17, дополнительно включающий соединение элемента отвода про-

дукта с одним или более многогранными контактными фильтрами на втором конце узла многогранных контактных фильтров, причем элемент отвода продукта выполнен с возможностью

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной отвода вторичной текучей среды и одним или более внутренними каналами;

обеспечения сообщения по текучей среде между зоной отвода первичной текучей среды и одним или более внешними каналами и

изоляции прямого сообщения по текучей среде между одним или более внешними каналами и одним или более внутренними каналами.

19. Способ по любому одному из пп.12-18, дополнительно включающий размещение уплотнительного компонента между корпусом и узлом многогранных контактных фильтров, причем уплотнительный компонент выполнен с возможностью предотвращения прохождения текучих сред между корпусом и узлом многогранных контактных фильтров.

20. Способ по любому одному из пп.12-18, дополнительно включающий образование одного или более разделительных элементов для каждого из многогранных контактных фильтров и выполненных с возможностью обеспечения дополнительных каналов или опор для упомянутого узла.

21. Способ по п.20, в котором один или более разделительных элементов имеют высоту между 25 и 500 мкм.

22. Способ по любому одному из пп.12-21, в котором один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,5 и 3,0.

23. Способ по любому одному из пп.12-21, в котором один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,8 и 1,2.

24. Способ циклической короткоцикловой адсорбции для удаления загрязнений из поступающих потоков газа, включающий этапы, на которых:

а) пропускают поступающий газообразный поток через блок со слоем адсорбента по п.1 для отделения одного или более загрязнений от поступающего газообразного потока для образования потока продукта;

б) прерывают протекание поступающего газообразного потока;

с) выполняют этап снижения давления, при этом этап снижения давления снижает давление внутри блока со слоем адсорбента;

д) выполняют этап продувки, при этом этап продувки снижает давление внутри блока со слоем адсорбента и при этом этап продувки включает прохождение продувочного потока к через один или более внешних каналов;

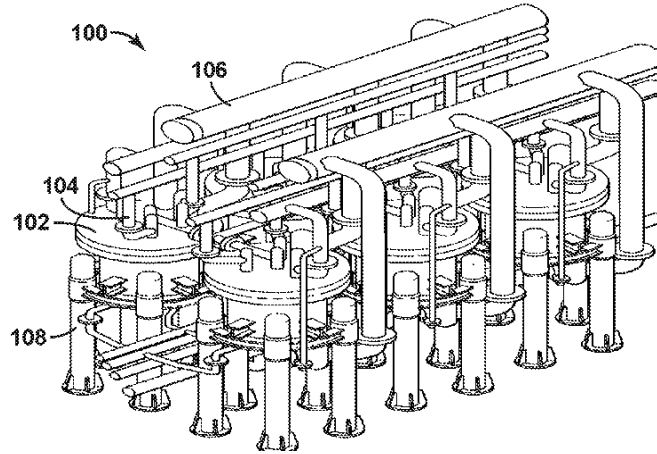
е) выполняют этап повторного повышения давления, при этом этап повторного повышения давления увеличивает давление внутри блока со слоем адсорбента; и

ф) повторяют этапы а)-е) по меньшей мере для одного дополнительного цикла,

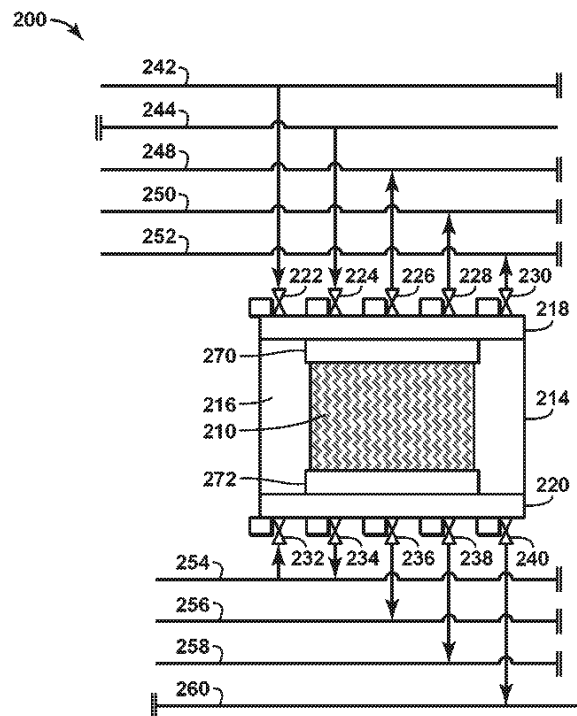
при этом поступающий газообразный поток и продувочный поток пропускают через один или более внешних проходов и выполняют один или более из этапов а)-е) в то время, когда текучую среду пропускают через один или более внутренних каналов для управления температурой адсорбирующего покрытия во время соответствующего этапа.

25. Способ по п.24, в котором один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,5 и 3,0.

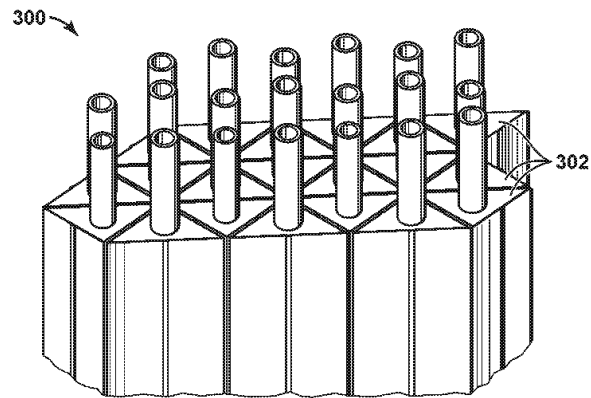
26. Способ по п.24, в котором один или более внутренних каналов и один или более внешних каналов выполнены таким образом, что отношение общей площади внутренних каналов к общей площади внешних каналов находится в диапазоне между 0,8 и 1,2.



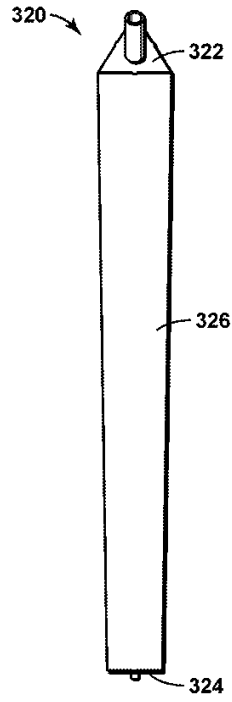
Фиг. 1



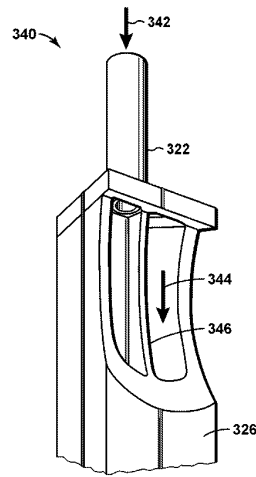
Фиг. 2



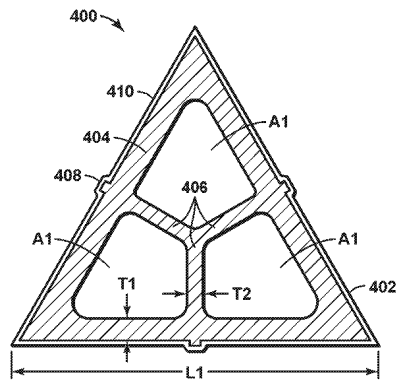
Фиг. 3А



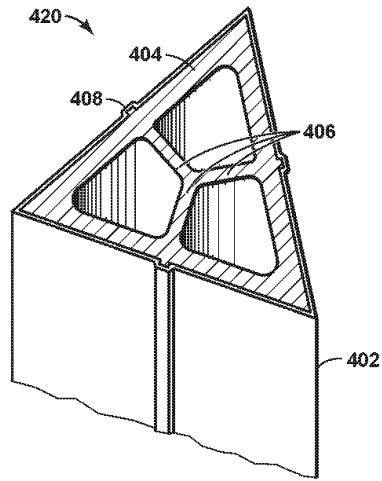
Фиг. 3В



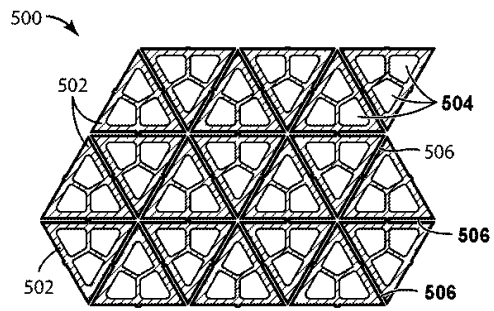
Фиг. 3С



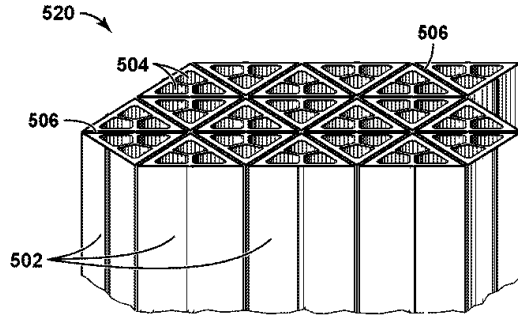
Фиг. 4А



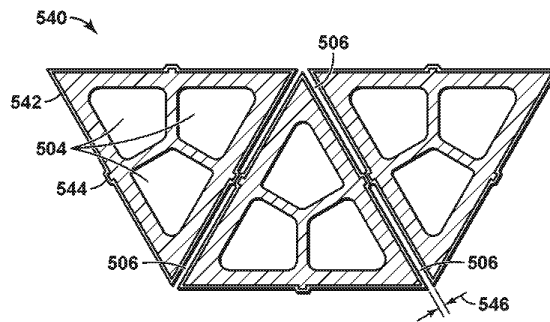
Фиг. 4В



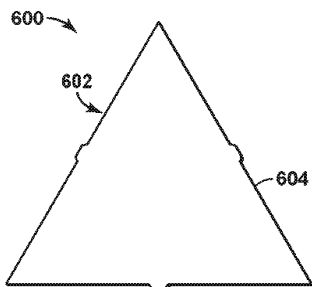
Фиг. 5А



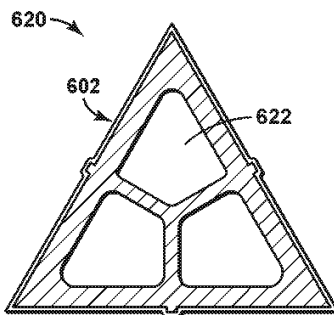
Фиг. 5В



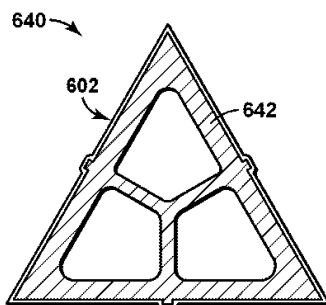
Фиг. 5С



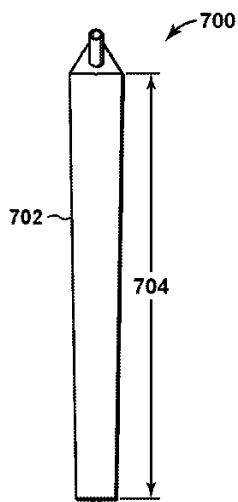
Фиг. 6А



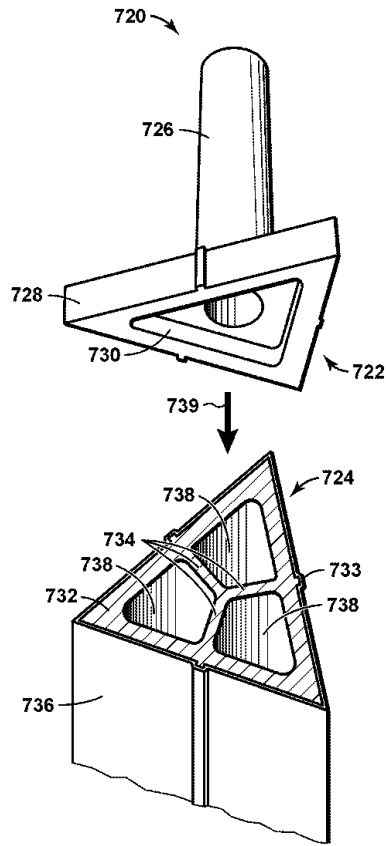
Фиг. 6В



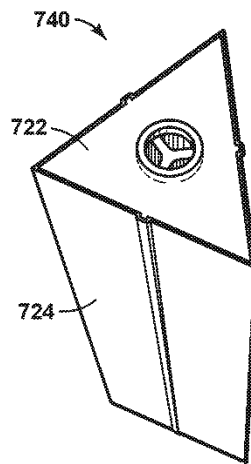
Фиг. 6С



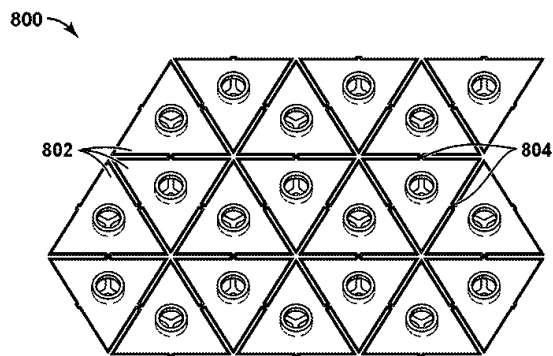
Фиг. 7А



Фиг. 7В

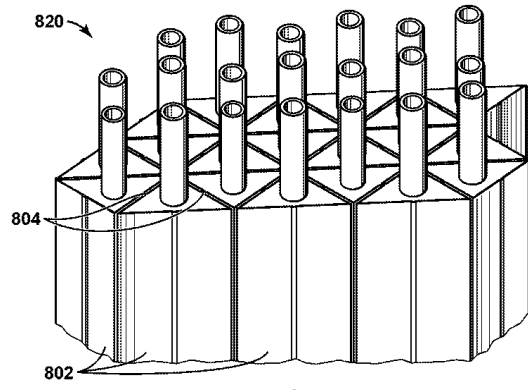


Фиг. 7С

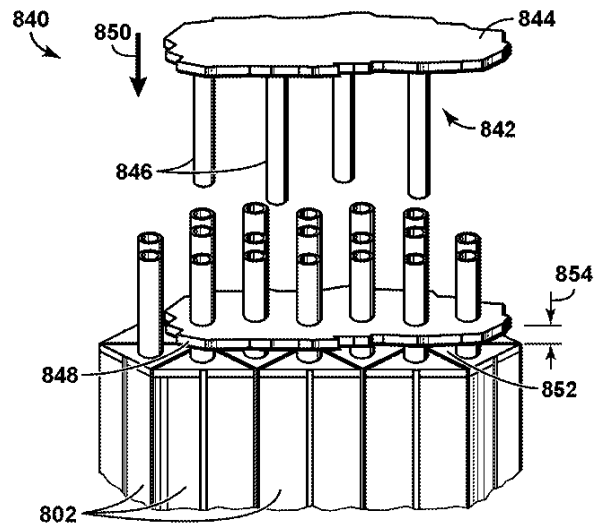


Фиг. 8А

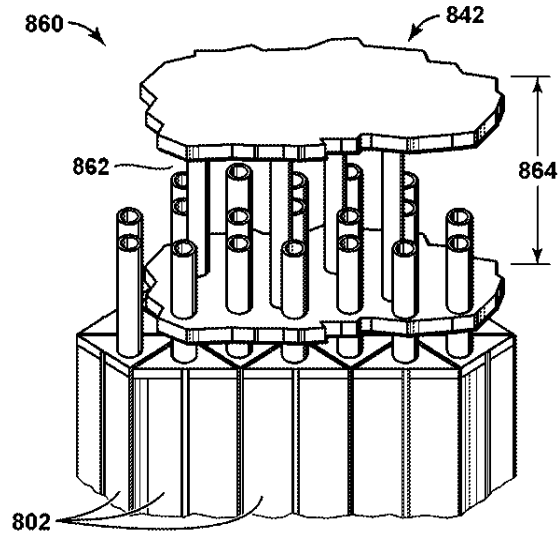




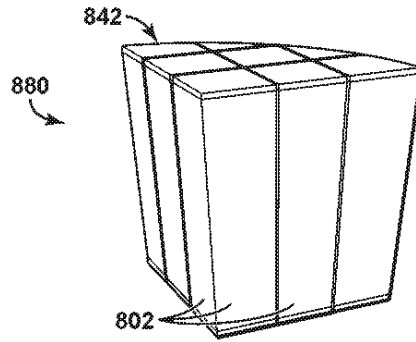
Фиг. 8В



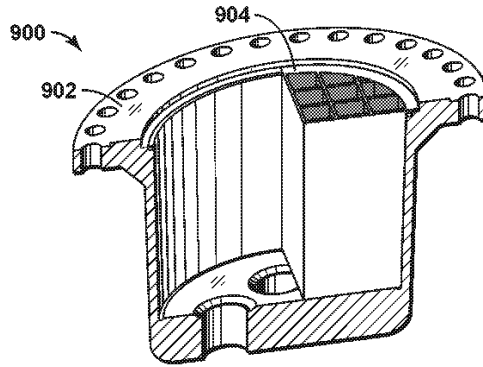
Фиг. 8С



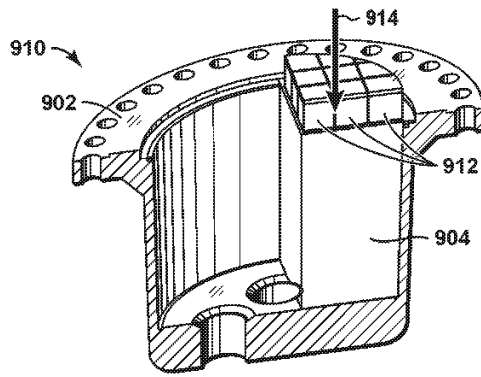
Фиг. 8D



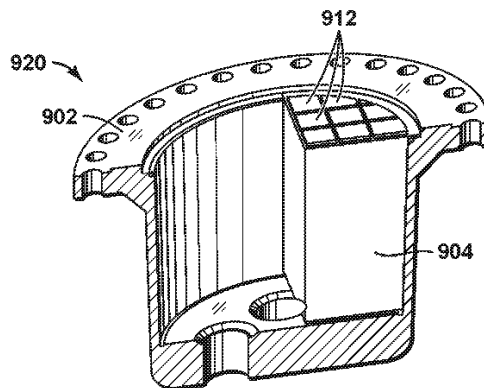
Фиг. 8Е



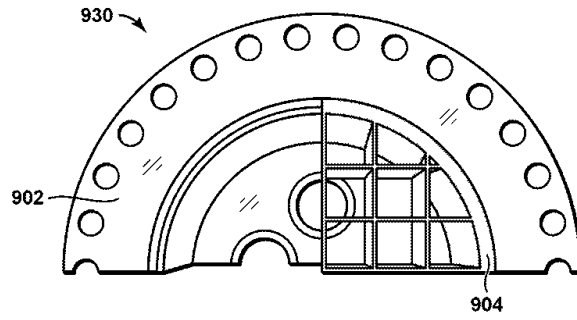
Фиг. 9А



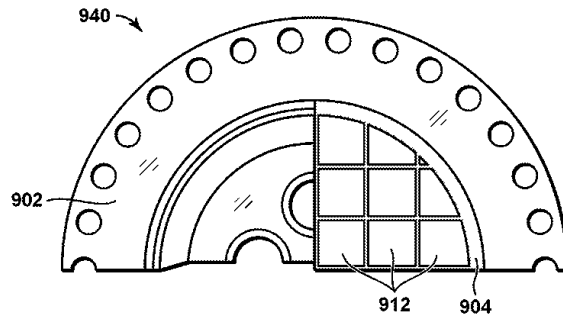
Фиг. 9В



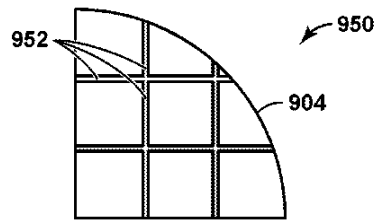
Фиг. 9С



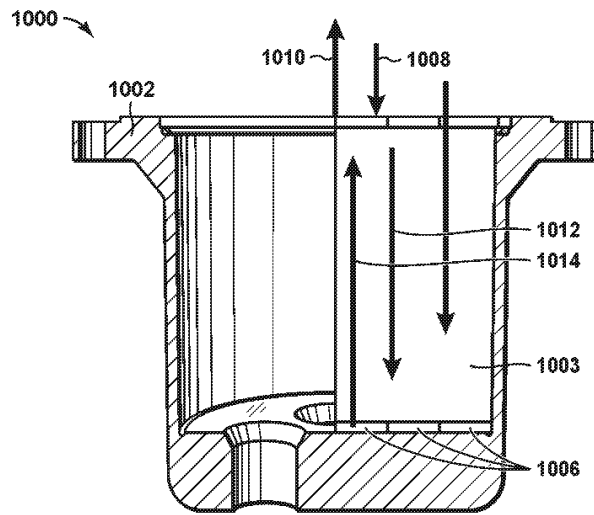
Фиг. 9D



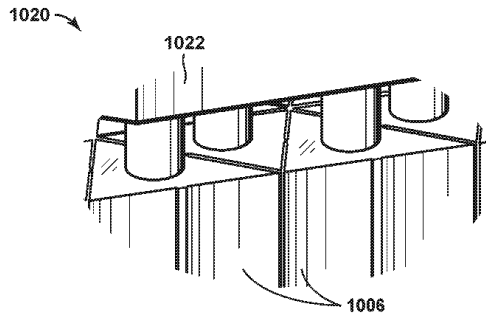
Фиг. 9E



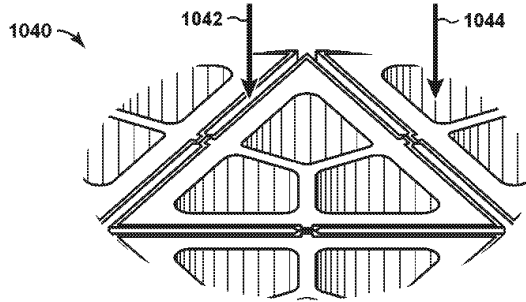
Фиг. 9F



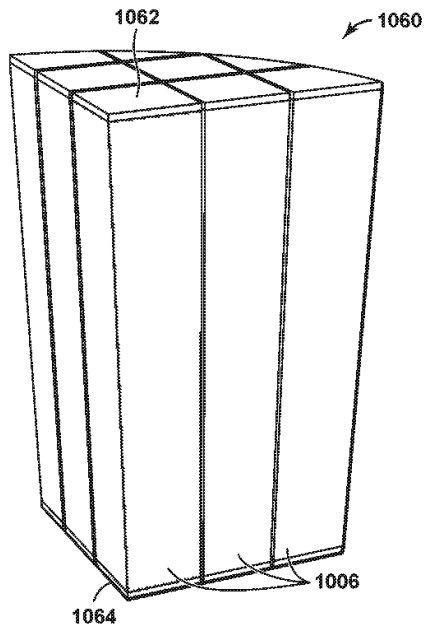
Фиг. 10A



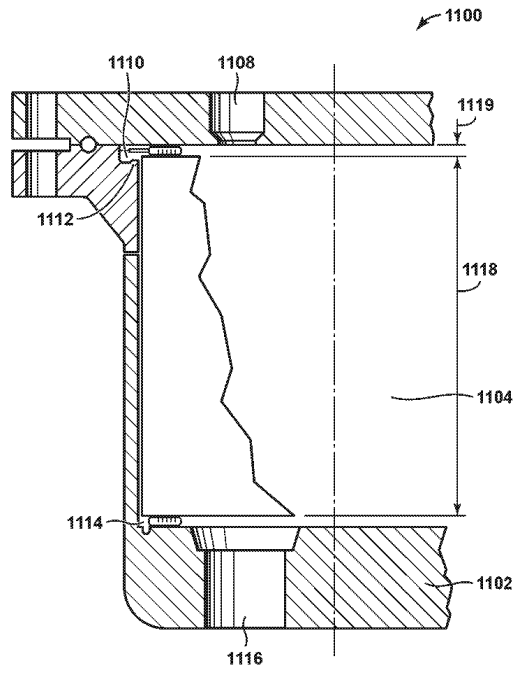
Фиг. 10В



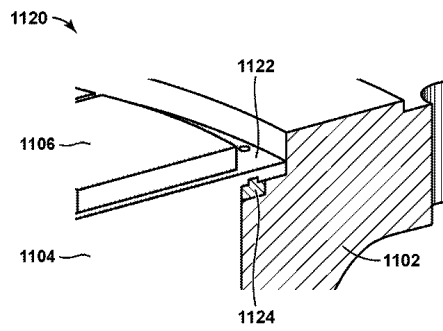
Фиг. 10С



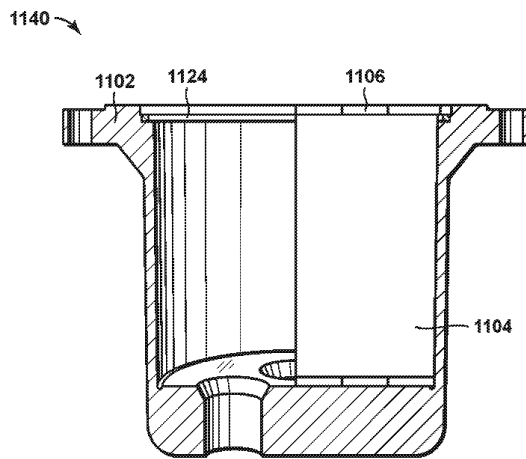
Фиг. 10D



Фиг. 11А



Фиг. 11В



Фиг. 11С