



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B01J 8/12 (2019.02); B01J 19/24 (2019.02)

(21)(22) Заявка: 2016107375, 01.03.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.03.2016

Дата регистрации:
31.05.2019

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
05.03.2015 FR 15 51832

(43) Дата публикации заявки: 04.09.2017 Бюл. № 25

(45) Опубликовано: 31.05.2019 Бюл. № 16

Адрес для переписки:
129090, Москва, ул. Большая Спасская, д. 25,
строение 3, ООО "Юридическая фирма
Городисский и Партнеры"

(72) Автор(ы):

**БАЗЕР-БАШИ, Фредерик (FR),
ПЛЕ, Сесиль (FR),
САНЧЕС, Эрик (FR)**

(73) Патентообладатель(и):

ИФП ЭНЕРЖИ НУВЕЛЛЬ (FR)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: FR 2953738 A1, 17.06.2011. US
3909208 A, 30.09.1975. US 4277444 A,
07.07.1981. RU 2036711 C1, 09.06.1995.

(54) УСТРОЙСТВО СБОРА ГАЗООБРАЗНОЙ ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ РАДИАЛЬНОГО РЕАКТОРА

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройству сбора газообразной текучей среды для установок, работающих на подвижном слое с радиальной циркуляцией сырья, а также реактору с радиальным слоем, содержащему такое устройство, и способу каталитической конверсии углеводородного сырья с применением такого реактора. Устройство содержит вертикальную цилиндрическую сетку, которая является проницаемой для газообразной текучей среды и непроницаемой для частиц катализатора, и вертикальную цилиндрическую трубу, которая является проницаемой для газообразной текучей среды и непроницаемой для частиц катализатора и которая закреплена на сетке и расположена концентрично относительно сетки. При этом труба содержит одну или несколько зон,

проницаемых для газообразной текучей среды, и множество зон ограниченной проницаемости для газообразной текучей среды по сравнению с зоной, проницаемой для газообразной текучей среды, при этом каждая зона ограниченной проницаемости имеет меньшую пористость, чем проницаемая зона, причем пористость зоны определяют как соотношение между общей проницаемой площадью зоны и общей развернутой площадью зоны. Изобретение обеспечивает чистую потерю напора, превышающую потерю напора газообразной текучей среды вдоль ее пути в каталитическом слое и равномерное распределения сырья, а также уменьшение блокировки катализатора на сетке. 3 н. и 13 з.п. ф-лы, 10 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B01J 8/12 (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B01J 8/12 (2019.02); B01J 19/24 (2019.02)

(21)(22) Application: **2016107375, 01.03.2016**

(24) Effective date for property rights:
01.03.2016

Registration date:
31.05.2019

Priority:

(30) Convention priority:
05.03.2015 FR 15 51832

(43) Application published: **04.09.2017 Bull. № 25**

(45) Date of publication: **31.05.2019 Bull. № 16**

Mail address:
**129090, Moskva, ul. Bolshaya Spasskaya, d. 25,
stroenie 3, OOO "Yuridicheskaya firma
Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):
**BAZER-BASHI, Frederik (FR),
PLE, Sesil (FR),
SANCHES, Erik (FR)**

(73) Proprietor(s):
IFP ENERZHI NUVELL (FR)

(54) **DEVICE FOR COLLECTION OF GASEOUS FLUID MEDIUM FOR RADIAL REACTOR**

(57) Abstract:

FIELD: various technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to device for collection of gaseous fluid medium for installations operating on movable layer with radial circulation of raw material, as well as a reactor with a radial layer containing such a device, and a method for catalytic conversion of hydrocarbon material using such a reactor. Device comprises a vertical cylindrical grid which is permeable for gaseous fluid medium and particle-impermeable catalyst, and a vertical cylindrical pipe which is permeable for gaseous fluid medium and a catalyst-impermeable catalyst and which is fixed on the mesh and is concentric with respect to the mesh. At that, pipe contains one or several zones permeable for

gaseous fluid medium, and multiple zones of restricted permeability for gaseous fluid medium in comparison with zone permeable for gaseous fluid medium, wherein each zone of limited permeability has less porosity than the permeable zone, wherein the porosity of the zone is defined as the ratio between the total permeable area of the zone and the total unfolded area of the zone.

EFFECT: invention provides a pure head loss exceeding loss of pressure of gaseous fluid medium along its path in catalytic layer and uniform distribution of raw material, as well as reduced blocking of catalyst on grid.

16 cl, 10 dwg

Настоящее изобретение относится к устройству сбора газообразной текучей среды для установок, работающих на подвижном слое с радиальной циркуляцией сырья, которая предполагает прохождение через каталитический слой во всех направлениях, соответствующих радиусам, направленным от периферии к центру или от центра камеры к периферии. Объектом изобретения является также реактор с радиальным слоем, содержащий устройство сбора газообразных отходов реакции. Наконец, изобретение относится к способу каталитической конверсии углеводородного сырья с применением реактора с радиальным слоем.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Наиболее характерной установкой с таким радиальным потоком является установка для регенеративного риформинга углеводородных фракций типа бензинов, которые можно определить как фракции с интервалом дистилляции 80-250°C. Однако область применения настоящего изобретения является более широкой, и, кроме каталитического риформинга бензиновых фракций, можно указать скелетную изомеризацию различных олефиновых фракций с C4, C5 или способ обменного диспропорционирования, например, для производства пропилена. Этот список способов не является избыточным, и настоящее изобретение можно применять для любого типа каталитического способа с радиальным потоком и с газообразным сырьем. Так, в рамках новых энергетических технологий, например, в процессах превращения спирта в алкен тоже можно использовать этот тип технологии.

В некоторых установках с радиальным слоем, в том числе для регенеративного риформинга, применяют так называемый поток катализатора в подвижном слое, то есть медленный гравитационный поток частиц катализатора (или каталитического слоя), заключенных в кольцевое пространство, ограниченное стенкой реактора и газопроницаемой внутренней стенкой, непроницаемой для частиц катализатора, которая соответствует сборному каналу (или центральному коллектору), в котором собирают отходы реакции.

В альтернативном варианте подвижный каталитический слой можно заключить в пространство, как правило, кольцевое, образованное между так называемой «наружной» сеткой и сборным каналом, предпочтительно расположенными концентрично. Так называемая «наружная» сетка может быть образована путем сборки элементов сетки в виде чешуек (“scallop” в англо-саксонской терминологии). Как правило, газообразное сырье поступает через наружную периферию кольцевого слоя и проходит через каталитический слой по существу перпендикулярно к вертикальному направлению его потока. Затем отходы реакции попадают в сборный канал (или коллектор).

Однако применение реактора этого типа ограничено с точки зрения расхода сырья. Действительно, слишком большой расход сырья может привести к явлению блокировки катализатора на центральном коллекторе (“pinning” в англо-саксонской терминологии). Сила, которой действует сырье, циркулирующее радиально от наружной периферии слоя катализатора к центру, на частицы катализатора, прижимает их к стенке центрального коллектора, что приводит к повышению напряжения трения, противодействующего скольжению частиц вдоль стенки. Если поток сырья является достаточно сильным, то возникающая в результате сила трения оказывается достаточной, чтобы выдерживать вес каталитического слоя, поэтому гравитационное перемещение частиц катализатора прекращается по меньшей мере в некоторых областях, смежных со стенкой центрального коллектора. В этих областях частицы катализатора оказываются, если так можно выразиться, «заблокированными» (“pinned” в англо-саксонской терминологии) потоком газа и удерживаются неподвижно на стенке

коллектора. Явления блокировки частиц катализатора следует всячески избегать в каталитических реакторах, например, в реакторах каталитического риформинга углеводородного сырья, поскольку оно способствует реакциям деактивации катализатора (например, путем коксования), что со временем может воспрепятствовать дальнейшей эксплуатации реактора. Потенциально, если слой осадка катализатора вдоль стенок канала становится слишком толстым, необходимо уменьшить расход обрабатываемого газа и даже остановить установку с целью очистки упомянутого канала.

Кроме того, если потеря напора по всей высоте центрального коллектора не является постоянной, в реакционной секции возникают преимущественные пути (“channeling” в англо-саксонской терминологии), по которым проходит газообразная текучая среда. В зависимости от направления потока газообразной текучей среды эти преимущественные пути могут находиться в верхней или нижней частях реакционной секции и создавать диспропорции времени контакта между газообразной текучей средой и катализатором в реакционной секции упомянутого канала, которые могут стать причиной снижения выхода конверсии и/или избирательного действия каталитической реакции.

Поэтому из соображений равномерного распределения сырья необходимо, насколько это возможно, уравнивать общую потерю напора между каталитическим слоем и коллекторной трубой по всей высоте каталитического слоя. Для этого добавляют равномерно перфорированную трубу на центральном коллекторе, которая обеспечивает чистую потерю напора, превышающую потерю напора газообразной текучей среды вдоль ее пути в каталитическом слое.

Изобретение призвано предложить устройство сбора газообразной текучей среды для радиального коллектора, которое при применении в упомянутом реакторе меньше подвержено явлению “pinning” и для которого потери напора можно контролировать таким образом, чтобы ограничить диспропорции и, следовательно, снизить риски образования преимущественных путей для газообразной текучей среды внутри каталитического слоя.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Объектом настоящего изобретения является устройство сбора газообразной текучей среды, выполненное с возможностью размещения в реакционной секции с подвижным слоем катализатора радиального реактора, при этом упомянутое устройство сбора содержит вертикальную цилиндрическую сетку, проницаемую для газообразной текучей среды и непроницаемую для частиц катализатора, и вертикальную цилиндрическую трубу, закрепленную на упомянутой сетке и расположенную концентрично относительно упомянутой сетки. Труба, являющаяся проницаемой для газообразной текучей среды и непроницаемой для частиц катализатора, содержит одну или несколько зон, проницаемых для газообразной текучей среды и содержащих множество сквозных отверстий, и множество зон ограниченной проницаемости для газообразной текучей среды по сравнению с зоной, проницаемой для газообразной текучей среды. Каждая зона ограниченной проницаемости имеет меньшую пористость, чем так называемая проницаемая зона. Пористость зоны определяют как соотношение между общей проницаемой площадью упомянутой зоны и общей развернутой площадью упомянутой зоны. Согласно изобретению, пористость зоны ограниченной проницаемости составляет от 0 до 0,005, при этом подразумевается, что зона ограниченной проницаемости исключает любое пространство между сквозными отверстиями проницаемой или проницаемых зон.

Заявитель констатировал, что применение перфорированной трубы, имеющей одну или несколько зон ограниченной проницаемости и прилегающий к сетке, образуя устройство сбора, позволяет контролировать потерю напора на уровне упомянутой сетки. Меняя пористость цилиндрической трубы можно обеспечивать разную потерю напора по высоте сборной сетки и следовательно, адаптировать потери напора в зависимости от этой высоты.

Заявителем было неожиданно обнаружено, что присутствие выполненных на трубе зон ограниченной проницаемости для газообразной текучей среды позволяет также уменьшить блокировку катализатора на сетке по сравнению с простой сеткой, не содержащей прилегающей к ней трубы.

Таким образом, заявленное устройство сбора позволяет решить две проблемы, не внося изменений в сетку, которая является сложной и хрупкой по своей конструкции деталью.

В контексте изобретения устройство сбора выполнено с возможностью применения в реакторах с подвижным каталитическим слоем и с радиальной циркуляцией газообразного сырья, то есть в которых катализатор загружают непрерывно или периодически в реакционную зону и непрерывно или периодически извлекают из реактора.

Согласно изобретению, общая развернутая площадь зон «ограниченной проницаемости», как правило, составляет от 1% до 30% общей развернутой площади трубы.

Согласно частному варианту выполнения, сечение сетки и трубы имеет многоугольную форму по меньшей мере с тремя сторонами, при этом подразумевается, что число сторон сечений сетки и трубы является одинаковым.

Согласно частному варианту выполнения, пористость зоны ограниченной проницаемости равна 0, чтобы получить сплошную зону, при этом подразумевается, что сплошная зона исключает любое сплошное пространство между сквозными отверстиями проницаемой зоны.

Согласно другому варианту выполнения, пористость зоны ограниченной проницаемости отличается от 0, и упомянутая зона содержит сквозные отверстия.

Предпочтительно сквозные отверстия зоны ограниченной проницаемости отстоят друг от друга на шаг, превышающий шаг между сквозными отверстиями зоны, проницаемой для газообразной текучей среды.

Согласно еще одному варианту выполнения, площадь сквозных отверстий зоны ограниченной проницаемости меньше площади сквозных отверстий зоны, проницаемой для газообразной текучей среды.

Зоны ограниченной проницаемости могут быть расположены, образуя угол α от 0° до 90° относительно горизонтали.

В предпочтительном варианте выполнения сетка устройства сбора образована множеством вертикальных проволочных нитей, отстоящих друг от друга и неподвижно соединенных с множеством горизонтальных крепежных колец, и цилиндрическая труба неподвижно соединена с горизонтальными крепежными кольцами.

Заявленное устройство сбора может принимать конфигурацию, в которой цилиндрическая труба расположена во внутреннем пространстве, ограниченном сеткой, и концентрично относительно упомянутой сетки.

В альтернативном варианте заявленное устройство выполнено таким образом, что сетка расположена во внутреннем пространстве, ограниченном цилиндрической трубой, и концентрично относительно упомянутой цилиндрической трубы.

Другим объектом изобретения является реактор с радиальной циркуляцией газообразной текучей среды, содержащий:

- наружный кожух, образующий камеру, расположенную вдоль главной вертикальной оси и имеющую реакционную зону, содержащую слой частиц катализатора;
- 5 - по меньшей мере одно средство подачи сырья;
- по меньшей мере одно средство удаления отходов каталитической реакции;
- по меньшей мере одно средство подачи катализатора для загрузки катализатора в реакционную зону;
- по меньшей мере одно средство удаления катализатора, сообщаемое с
- 10 реакционной зоной; и
- заявленное устройство сбора, которое сообщается со средством удаления отходов и в котором сетка устройства сбора входит в контакт с частицами катализатора каталитического слоя.

Согласно варианту выполнения, реактор дополнительно содержит цилиндрическую

15 сетку распределения газообразной текучей среды, непроницаемую для катализатора, расположенную между наружным кожухом и устройством сбора, образуя кольцевую зону распределения, заключенную между кожухом и цилиндрической стенкой распределения газообразной текучей среды, кольцевую каталитическую зону, заключенную между цилиндрической сеткой распределения газообразной текучей среды

20 и устройством сбора, и пространство сбора, ограниченное устройством сбора.

В альтернативном варианте реактор в соответствии с изобретением не содержит сетки распределения газообразной текучей среды, но содержит множество труб

распределения газообразной текучей среды, соединенных с распределительной камерой и погруженных в кольцевую каталитическую зону, которая ограничена камерой и

25 устройством сбора.

Согласно альтернативному варианту выполнения, реактор дополнительно содержит цилиндрическую сетку распределения газообразной текучей среды, непроницаемую для катализатора, и устройство сбора расположено между кожухом и цилиндрической

30 сеткой распределения газообразной текучей среды, образуя наружную кольцевую зону сбора, заключенную между кожухом и устройством сбора, кольцевую каталитическую зону, заключенную между цилиндрической сеткой распределения газообразной текучей среды и устройством сбора, и пространство распределения, ограниченное цилиндрической сеткой распределения газообразной текучей среды.

Наконец, объектом изобретения является способ каталитической конверсии

35 углеводородного сырья с применением заявленного реактора, согласно которому:

- углеводородное сырье в газообразном виде непрерывно подают в каталитический слой, содержащийся в реакторе;

- углеводородное сырье, проходящее радиально через каталитический слой, вводят в контакт с катализатором для получения газообразных отходов; и
- 40 - упомянутые отходы удаляют после их прохождения через устройство сбора.

Применяемый каталитический слой является подвижным, поэтому катализатор подают непрерывно или периодически в реакционную зону и извлекают непрерывно или периодически из реакционной зоны.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

45 Другие отличительные признаки и преимущества изобретения будут более очевидны из нижеследующего описания, представленного исключительно в качестве иллюстративных и не ограничительных примеров его осуществления со ссылками на прилагаемые чертежи, на которых:

Фиг. 1 изображает вид в изометрии с частичным разрезом известного реактора с радиальным потоком.

Фиг. 2 - детальный вид в разрезе по плоскости, перпендикулярной к вертикальной оси устройства сбора, показанного на фиг. 1.

5 Фиг. 3 - вид в плане трубы известного устройства сбора.

Фиг. 4-8 - вид в плане различных конфигураций трубы в соответствии с изобретением.

Фиг. 9 - вид заявленного реактора в разрезе по плоскости, перпендикулярной к вертикальной оси реактора.

10 Фиг. 10 - вид другого варианта выполнения реактора в разрезе по плоскости, перпендикулярной к вертикальной оси реактора.

Показанный на фиг. 1 известный реактор 1 с радиальным слоем имеет снаружи вид баллона, образующего цилиндрическую камеру 2, расположенную вдоль вертикальной оси АХ симметрии. В своей верхней части камера 2 содержит первое отверстие 3 и в своей нижней части второе отверстие 4. Отверстия 3 и 4 предназначены соответственно
15 для подачи и удаления текучей среды, проходящей через реактор 1. Следует отметить, что функции отверстий 3 и 4 можно поменять на обратные, то есть отверстие 4 служит отверстием подачи текучей среды, а отверстие 3 является отверстием удаления отходов реакции.

Внутри этого цилиндрического резервуара находится каталитический слой 7 в виде
20 вертикального цилиндрического кольца, ограниченный с внутренней стороны центральным устройством 8 сбора, удерживающим катализатор, и с наружной стороны так называемой «наружной» сеткой 5 либо такого же типа, как и сетка устройства 8 сбора, либо устройством, представляющим собой сборку элементов сетки в виде чешуек 6, расположенных в продольном направлении, как показано на фиг. 1. Эти элементы
25 сетки в виде чешуек 6, образующие каналы, известны под англо-саксонским названием "scallops". Эти каналы 6 удерживаются резервуаром и прижаты к внутренней стороне камеры параллельно оси АХ, образуя по существу цилиндрический внутренний кожух. Элементы сетки в виде чешуек 6 напрямую сообщаются с первым отверстием, например,
30 проникает через ажурную стенку каналов 6 и пересекает слой твердых частиц катализатора 7, сходясь радиально к центру реактора 1. Таким образом, сырье входит в контакт с катализатором и претерпевает химические превращения, например, вступает в реакцию каталитического риформинга с образованием отходов реакции. Затем отходы реакции собирает центральное устройство 8 сбора, которое в данном случае сообщается
35 с вторым отверстием 4 реактора. Устройство сбора содержит цилиндрическую сетку 9 и цилиндрическую трубу 10, расположенную в пространстве, описанном цилиндрической сеткой 9. Сетка 9, действующая наподобие сита, выполнена таким образом, что является проницаемой для газообразной текучей среды и непроницаемой для частиц катализатора. Цилиндрическая труба 10 тоже является ажурной, то есть содержит сквозные отверстия.

40 Во время работы газообразная текучая среда поступает в первое отверстие 3 и распределяется по высоте реактора, после чего проходит радиально через «наружную» сетку 5, затем радиально через слой частиц катализатора 7, где она входит в контакт с катализатором и производит отходы, которые впоследствии собираются устройством 8 и удаляются через второе отверстие 4.

45 Такой реактор может также работать с непрерывным гравитационным потоком катализатора в кольцевом каталитическом слое 7. В случае, представленном на фиг. 1, реактор дополнительно содержит средства 11 подачи катализатора в кольцевой слой, расположенные в верхней части реактора, и средства 11' извлечения катализатора,

которые расположены в нижней части реактора.

Как правило, трубу 10 соединяют с сеткой 9, например, при помощи болтов или посредством сварки или с применением любой другой известной специалисту технологии.

На фиг. 2 заявленное устройство 8 сбора представлено детально в разрезе по плоскости, перпендикулярной к вертикальной оси АХ. Сетка 9 выполнена путем сборки профилированных проволочных нитей 12, расположенных параллельно друг другу вдоль вертикальной оси устройства сбора. Например, проволочные нити могут иметь V-образный профиль. Как показано на фиг. 2, вертикальные проволочные нити 12 имеют первую сторону 13 и противоположную вторую сторону 14. В рамках изобретения первая сторона 13 является стороной, входящей в контакт с частицами катализатора каталитического слоя, когда канал применяют в радиальном реакторе. Вторая сторона 14, которую можно обозначить как «задняя», соответствует стороне, которая не входит в контакт со слоем катализатора, когда канал применяют в радиальном реакторе. Профилированные проволочные нити 12 удерживаются вместе при помощи набора горизонтальных металлических крепежных колец 15, закрепленных сваркой на второй стороне 14 вертикальных проволочных нитей в любой точке контакта с последними. Предпочтительно крепежные кольца 15 равномерно расположены вдоль высоты сетки 9. Благодаря этому расположению вертикальных проволочных нитей 12 и крепежных колец 15, сетка 9 имеет на своей периферии ажурную стенку. Проволочные нити 12 и кольца 14 расположены таким образом, что образованные между ними пространства пропускают газообразную текучую среду, но задерживают частицы катализатора.

Устройство 8 сбора дополнительно содержит цилиндрическую трубу 10, которая, например, расположена во внутреннем пространстве, ограниченном сеткой 9, и которая прилегает к упомянутой сетке 9. В частности, труба 10 соединена с «задней» стороной профилированных проволочных нитей 12 через крепежные кольца 15. Кроме того, в трубе 10 выполнено множество сквозных отверстий 16, поэтому проходящая радиально через сетку газообразная текучая среда может также проходить через трубу 10.

Следует отметить, что, согласно изобретению, сечение сетки и трубы может иметь многоугольную форму по меньшей мере с 3 сторонами, при этом подразумевается, что число сторон сечений сетки и трубы является одинаковым.

На фиг. 3 в плане представлена известная развернутая труба 10. Труба 10 может быть выполнена из перфорированной металлической пластины. Как правило, известная труба содержит единую зону, проницаемую для газообразной текучей среды и содержащую сквозные отверстия 16, равномерно выполненные на поверхности и по высоте упомянутой трубы. В примере, представленном на фиг. 3, отверстия 16 выполнены таким образом, что образуют сеть в виде треугольника с равномерным шагом между смежными отверстиями.

На фиг. 4 представлен первый вариант выполнения трубы 10, входящей в состав устройства сбора в соответствии с изобретением. Труба 10 содержит множество зон 17а и 17б (показаны пунктиром), имеющих сквозные отверстия 16 и являющихся проницаемыми для газообразной текучей среды, и множество так называемых зон 18 «ограниченной проницаемости» по отношению к газообразной текучей среде. Как показано на фиг. 4, зоны 17а и 17б, проницаемые для газообразной текучей среды, имеют такую же конфигурацию, что и соответствующие зоны трубы, показанной на фиг. 3, то есть образуют сеть в виде треугольника сквозных отверстий 16 с равномерным шагом между смежными отверстиями. Разумеется, можно расположить сквозные отверстия 16 в виде равномерной сети в виде квадрата или прямоугольника. В альтернативном варианте сквозные отверстия можно расположить произвольно. В

контексте изобретения зона ограниченной проницаемости соответствует зоне, пористость которой, определяемая как соотношение между общей проницаемой площадью упомянутой зоны (то есть общей площадью отверстий) и общей развернутой площадью упомянутой зоны, составляет от 0 до 0,005. Так называемая зона «ограниченной проницаемости» обязательно имеет меньшую пористость, чем так называемая «проницаемая» зона. Так называемая «проницаемая» зона имеет, таким образом, пористость, которая является соотношением между общей проницаемой площадью упомянутой зоны (то есть общей площадью отверстий) и общей развернутой площадью упомянутой зоны, превышающую 0,0055 и предпочтительно составляющую от 0,0055 до 0,08 и еще предпочтительнее - от 0,0065 до 0,065.

Например, если зона ограниченной проницаемости имеет общую развернутую площадь 1 м^2 и содержит 50 сквозных отверстий радиусом 1,12 см, пористость упомянутой зоны равна:

$$P = (50 \times (\pi \times (1,12 \cdot 10^{-2})^2)) / (1) = 0,02$$

В варианте выполнения, представленном на фиг. 4, зона ограниченной проницаемости имеет пористость, равную 0, соответствует сплошной непроницаемой зоне и не имеет сквозных отверстий, при этом подразумевается, что сплошная непроницаемая зона исключает любое сплошное пространство, заключенное между сквозными отверстиями проницаемой зоны.

Согласно изобретению, зона «ограниченной проницаемости» может быть расположена под углом α относительно горизонтали, составляющим от 0° до 90° . В примере, представленном на фиг. 4, зона 18 «ограниченной проницаемости» является сплошной зоной, образующей непрерывную сплошную полосу, проходящую вдоль вертикальной оси трубы, то есть образующую угол α относительно горизонтали, равный 90° .

Согласно изобретению, труба может содержать множество зон, проницаемых для газообразной текучей среды, разделенных зоной «ограниченной проницаемости» для газообразной текучей среды.

На фиг. 5 представлен другой вариант конфигурации трубы 10 устройства сбора в соответствии с изобретением, которая отличается от показанной на фиг. 4 тем, что зона 18 «ограниченной проницаемости» (в данном случае непрерывная сплошная зона) проходит в направлении, которое образует угол α относительно горизонтали, равный 45° . После сворачивания пластины в трубу зона 18 «ограниченной проницаемости» образует спираль или спиралевидный участок вокруг трубы.

В рамках изобретения труба устройства сбора может содержать единственную зону «ограниченной проницаемости», образующую непрерывную спираль вокруг трубы, или в альтернативном варианте множество параллельных друг другу спиралей или спиралевидных участков вокруг трубы.

На фиг. 6 показан еще один вариант выполнения, в котором труба содержит множество зон, проницаемых для газообразной текучей среды, в данном случае две проницаемые зоны 17a, 17b, и четыре зоны 18a, 18b, 18c и 18d «ограниченной проницаемости». Сплошные зоны 18a и 18b перекрещиваются и проходят в направлении, образующем угол α относительно горизонтали, соответственно равный 90° и 0° . Кроме того, труба содержит две другие зоны 18c и 18d «ограниченной проницаемости» в нижней части трубы, разделенные сплошной зоной 18a, и соответственно проницаемые зоны 17a и 17b, разделенные сплошной зоной 18b. Пористость зон 18c и 18d уменьшают по сравнению с пористостью зон 17a и 17b (проницаемых), увеличивая шаг между сквозными отверстиями (то есть уменьшая плотность сквозных отверстий) в зонах.

Этот вариант выполнения свидетельствует о том, что можно менять потерю напора локально в зависимости от высоты трубы устройства сбора, чтобы поддерживать постоянный газовый поток вдоль устройства сбора и, следовательно, в каталитическом слое и ограничивать таким образом образование преимущественных путей (“channeling”) в каталитическом слое.

Уменьшение проницаемости зоны приводит к увеличению потери напора на уровне этой зоны. В данном случае, когда газообразная текучая среда циркулирует восходящим и радиальным потоком, она претерпевает более значительную потерю напора в верхней части реактора. Для обеспечения однородного потока по высоте сборной сетки предпочтительно создавать потерю напора в нижнем участке решетки, благодаря цилиндрической трубе, которая содержит зоны ограниченной проницаемости в своем нижнем участке, тогда как ее верхний участок может не иметь зон ограниченной проницаемости.

Расположение проницаемых зон и зон ограниченной проницаемости меняют местами, когда устройство сбора используют в реакторе, в котором газообразную текучую среду нагнетают через головку реактора, а отходы реакции собирают на дне реактора. В этой ситуации потеря напора больше на дне реактора, чем в головке реактора.

Другим преимуществом применения заявленного устройства сбора в реакторе с подвижным слоем катализатора, описанном со ссылками на фиг. 1, является возможность уменьшения размера такого реактора. Действительно, можно уменьшить пространство распределения газообразной текучей среды, заключенное между реактором и распределительной сеткой, даже за счет увеличения потери напора текучей среды в этом пространстве, которую можно восстановить на уровне заявленного устройства сбора посредством адаптации пористости на уровне цилиндрической трубы.

На фиг. 7 показан еще один вариант конфигурации трубы 10 заявленного устройства сбора, в котором зоны 18a и 18b «ограниченной проницаемости» по сравнению с проницаемыми зонами 17, которые в данном случае являются сплошными зонами, расположены, образуя соответственно угол α и $-\alpha$ относительно горизонтали, и встречаются на одном из своих концов, образуя непрерывную сплошную полосу в виде “V”. Альтернативно этому варианту выполнения две зоны 18a и 18b «ограниченной проницаемости» могут перекрещиваться в виде X, при этом первая зона «ограниченной проницаемости» имеет наклон под углом α относительно горизонтали, а вторая зона «ограниченной проницаемости» имеет наклон под углом $-\alpha$ относительно горизонтали. Это варианты выполнения можно изменить таким образом, чтобы труба имела множество зон «ограниченной проницаемости» в виде “V” и/или “X” вокруг упомянутой трубы.

Другой вариант выполнения трубы заявленного устройства сбора, показан в плане на фиг. 8. Труба содержит множество зон, проницаемых для газообразной текучей среды, и множество зон 18 «ограниченной проницаемости» для газообразной текучей среды, которые расположены таким образом, чтобы часть зон «ограниченной проницаемости» находилась в верхней половине труба, а другая часть зон «ограниченной проницаемости» - в нижней половине трубы. Кроме того, в варианте выполнения, представленном на фиг. 8, зоны 18 «ограниченной проницаемости» расположены с чередованием в верхней половине и в нижней половине трубы.

Независимо от расположения зон «ограниченной проницаемости», предпочтительно они проходят на расстоянии, составляющем от 10% до 100% высоты трубы и еще предпочтительнее - от 50% до 100% высоты трубы.

Число зон «ограниченной проницаемости» для газообразной текучей среды и их

размер можно выбирать таким образом, чтобы общая развернутая площадь упомянутых зон «ограниченной проницаемости» составляла от 1% до 30% общей развернутой площади трубы.

Кроме того, необходимо отметить, что в рамках изобретения для изменения пористости зон «ограниченной проницаемости» можно использовать размер сквозных отверстий и/или число отверстий. Согласно изобретению, сквозные отверстия могут иметь любую форму, например, круглую, треугольную, квадратную или прямоугольную форму.

Заявитель неожиданно установил, что при одной и той же скорости газа, проходящего через устройство сбора (сетка + перфорированная труба), применение трубы, содержащей зоны «ограниченной проницаемости» для газообразной текучей среды, позволяет ограничить толщину осадка частиц, блокируемого газовым потоком, по сравнению с известным устройством сбора, выполненным в виде сетки, к которой прилегает труба, не имеющая зон «ограниченной проницаемости». Таким образом, присутствие зон «ограниченной проницаемости» позволяет создать на сетке зоны, где частицы пристают меньше и на которых твердый осадок не может увеличиваться, то есть толщина осадка, образующегося на сетке, оказывается ограниченной. Таким образом, уменьшая количество катализатора, «заблокированного» осадком, уменьшают долю «неактивного» катализатора и, следовательно, повышают каталитическую эффективность реактора.

Объектом изобретения является также способ каталитической обработки углеводородного сырья в радиальном реакторе с подвижным слоем катализатора. Реактор в соответствии с изобретением содержит:

- кожух, образующий камеру, расположенную вдоль главной вертикальной оси и имеющую реакционную зону, содержащую слой частиц катализатора;
- по меньшей мере одно средство подачи сырья;
- по меньшей мере одно средство удаления отходов каталитической реакции;
- по меньшей мере одно средство подачи катализатора для загрузки катализатора в реакционную зону;
- по меньшей мере одно средство удаления катализатора, сообщаемое с реакционной зоной; и
- заявленное устройство сбора отходов, расположенное в реакционной зоне и сообщаемое со средством удаления отходов.

Кроме того, реактор может факультативно включать в себя так называемую сетку «распределения газообразной текучей среды», проницаемую для газов и непроницаемую для частиц катализатора, которая расположена в камере концентрично относительно устройства сбора и сетки устройства сбора и входит в контакт с частицами катализатора каталитического слоя.

В варианте выполнения, представленном на фиг. 9, реактор является реактором с центростремительной радиальной циркуляцией (то есть газовый поток проходит от периферии камеры к центру камеры). Реактор содержит кожух 20, который ограничивает камеру, в которой расположены так называемая «наружная» цилиндрическая сетка 21, проницаемая для газов и непроницаемая для катализатора, и устройство 8 сбора в соответствии с изобретением. Наружная сетка 21 расположена между кожухом 20 и устройством 8 сбора концентрично относительно устройства сбора. Устройство 8 сбора выполнено таким образом, чтобы его сборная сетка (не показана) входила в контакт с катализатором. В такой конфигурации реактор содержит «наружную» кольцевую зону 22, заключенную между кожухом 20 и так называемой «наружной» сеткой 21,

кольцевую каталитическую зону 23, заключенную между так называемой «наружной» сеткой 21 и устройством 8 сбора, и цилиндрическое сборное пространство 24, ограниченное устройством 8 сбора. Так называемая «наружная» сетка 21 может представлять собой перфорированную пластину или сетку, образованную из профилированных проволочных нитей и металлических стержней, или соединение элементов сетки в виде чешуек (или “scallops” в англо-саксонской терминологии). Во время работы газообразное сырье нагнетают либо через дно, либо через вершину реактора в кольцевую распределительную зону 22, после чего оно проходит через так называемую «наружную» сетку, затем по существу радиально через слой частиц катализатора кольцевой каталитической зоны 23. В кольцевой каталитической зоне 23 газообразная текучая среда вступает в контакт с катализатором с образованием газообразных отходов реакции, которые собираются в пространстве 24 устройства 8 сбора и которые затем извлекаются либо в вершине реактора (если сырье подают через дно реактора), либо на дне реактора (если сырье подают через вершину реактора).

Согласно альтернативному варианту выполнения (не показан), реактор содержит не цилиндрическую сетку 21, а множество распределительных труб, соединенных с распределительной камерой (внешней или внутренней по отношению к реактору) и погруженных в реакционную зону, которые позволяют распределять газообразное сырье в каталитической зоне 23.

На фиг. 10 показан еще один вариант выполнения реактора в соответствии с изобретением, в котором применяют заявленное устройство 8 сбора, расположенное между камерой 20 и цилиндрической сеткой 25 распределения газообразной текучей среды, которая расположена в центре камеры 20. Сетка 25 может быть такой же, как и сетка 21, описанная со ссылками на фиг. 9. Следует отметить, что в этой конфигурации устройство сбора расположено в реакторе таким образом, чтобы сборная сетка (на фиг. 10 не показана) входила напрямую в контакт с катализатором.

Как показано на фиг. 10, реактор содержит цилиндрическую зону 26, в которой циркулирует газообразная текучая среда, кольцевую каталитическую зону 23, ограниченную распределительной сеткой 25 и устройством 8 сбора, и наружную сборную цилиндрическую зону 27, ограниченную между камерой 20 и устройством 8 сбора. Эта конфигурация реактора предусмотрена для обработки газообразной текучей среды, которая циркулирует радиально в центробежном направлении, как показано стрелками на фиг. 10. Газообразное сырье нагнетают либо через дно, либо через вершину реактора в цилиндрическую распределительную зону 26, затем оно проходит через сетку 25, после чего проходит по существу радиально через слой частиц катализатора кольцевой каталитической зоны 23. В кольцевой каталитической зоне 23 газообразная текучая среда вступает в контакт с катализатором с образованием газообразных отходов реакции, которые собираются в пространстве 27, заключенном между камерой и устройством 8 сбора. После этого отходы реакции извлекаются либо в вершине реактора (если сырье подают через дно реактора), либо на дне реактора (если сырье подают через вершину реактора).

Согласно не показанному варианту выполнения, реактор в соответствии с изобретением не содержит сетки распределения газообразной текучей среды, а содержит множество труб распределения газообразной текучей среды, соединенных с распределительной камерой и погруженных в кольцевую каталитическую зону, которая ограничена камерой и устройством сбора.

Реактор в соответствии с изобретением может быть реактором с подвижным каталитическим слоем, где катализатор подают непрерывно или периодически в реактор

и извлекают из упомянутого реактора соответственно непрерывно или периодически.

Реактор и способ в соответствии с изобретением можно применять для реализации реакций с радиальной циркуляцией газообразной текучей среды, таких, например, как реакция каталитического риформинга углеводородной фракции, скелетная изомеризация олефинов, реакция обменного диспропорционирования для производства пропилена, реакция олигокрекинга.

(57) Формула изобретения

1. Устройство (8) сбора газообразной текучей среды, выполненное с возможностью размещения в реакционной секции с подвижным слоем катализатора радиального реактора, при этом упомянутое устройство сбора содержит вертикальную цилиндрическую сетку (9), проницаемую для газообразной текучей среды и непроницаемую для частиц катализатора, и вертикальную цилиндрическую трубу (10), закрепленную на упомянутой сетке (9) и расположенную концентрично относительно упомянутой сетки, при этом упомянутая труба является проницаемой для газообразной текучей среды и непроницаемой для частиц катализатора, в котором труба (10) содержит одну или несколько зон (17a, 17b), проницаемых для газообразной текучей среды, и множество зон (18a, 18b, 18c, 18d) «ограниченной проницаемости» для газообразной текучей среды по сравнению с зоной, проницаемой для газообразной текучей среды, при этом каждая зона ограниченной проницаемости имеет меньшую пористость, чем так называемая проницаемая зона, при этом пористость зоны определяют как соотношение между общей проницаемой площадью упомянутой зоны и общей развернутой площадью упомянутой зоны, и в котором пористость зоны ограниченной проницаемости составляет от 0 до 0,005, при этом подразумевается, что зона ограниченной проницаемости исключает любое пространство между сквозными отверстиями проницаемой зоны.

2. Устройство сбора по п. 1, в котором общая развернутая площадь зон «ограниченной проницаемости» составляет от 1% до 30% общей развернутой площади трубы.

3. Устройство сбора по одному из пп. 1 или 2, в котором сечение сетки (9) и трубы (10) имеет многоугольную форму по меньшей мере с тремя сторонами, при этом подразумевается, что число сторон сечений сетки и трубы является одинаковым.

4. Устройство сбора по п. 1, в котором пористость зоны ограниченной проницаемости равна 0, чтобы получить сплошную зону, при этом подразумевается, что сплошная зона исключает любое сплошное пространство между сквозными отверстиями проницаемой зоны.

5. Устройство сбора по п.1, в котором пористость зоны ограниченной проницаемости отличается от 0, и упомянутая зона содержит сквозные отверстия.

6. Устройство сбора по п. 5, в котором сквозные отверстия зоны ограниченной проницаемости отстоят друг от друга на шаг, превышающий шаг между сквозными отверстиями зоны, проницаемой для газообразной текучей среды.

7. Устройство сбора по п.5, в котором площадь сквозных отверстий зоны «ограниченной проницаемости» меньше площади сквозных отверстий зоны, проницаемой для газообразной текучей среды.

8. Устройство сбора по п.1, в котором зоны «ограниченной проницаемости» расположены, образуя угол α от 0° до 90° относительно горизонтали.

9. Устройство сбора по п.1, в котором сетка (9) образована множеством вертикальных проволочных нитей (12), отстоящих друг от друга и неподвижно соединенных с

множеством горизонтальных крепежных колец (15), и цилиндрическая труба (10) неподвижно соединена с горизонтальными крепежными кольцами (15).

10. Устройство сбора по п.1, в котором цилиндрическая труба (10) расположена во внутреннем пространстве, ограниченном сеткой, и концентрично относительно упомянутой сетки (9).

11. Устройство сбора по п.1, в котором сетка расположена во внутреннем пространстве, ограниченном цилиндрической трубой (10), и концентрично относительно упомянутой цилиндрической трубы (10).

12. Реактор с радиальной циркуляцией газообразной текучей среды, содержащий:

10 - наружный кожух (20), образующий камеру, расположенную вдоль главной вертикальной оси и имеющую реакционную зону, содержащую слой частиц катализатора;

- по меньшей мере одно средство подачи сырья;

- по меньшей мере одно средство удаления отходов каталитической реакции;

15 - по меньшей мере одно средство подачи катализатора для загрузки катализатора в реакционную зону;

- по меньшей мере одно средство удаления катализатора, сообщаемое с реакционной зоной; и

20 - устройство (8) сбора по одному из пп. 1-11, которое сообщается со средством удаления отходов и в котором сетка устройства сбора входит в контакт с частицами катализатора каталитического слоя.

13. Реактор по п. 12, дополнительно содержащий цилиндрическую сетку (21) распределения газообразной текучей среды, непроницаемую для катализатора, расположенную между наружным кожухом и устройством сбора, образуя кольцевую зону (22) распределения, заключенную между кожухом (20) и цилиндрической сеткой (21) распределения газообразной текучей среды, кольцевую каталитическую зону (23), заключенную между цилиндрической сеткой (21) распределения газообразной текучей среды и устройством (8) сбора, и пространство (24) сбора, ограниченное устройством (8) сбора.

30 14. Реактор по п. 12, дополнительно содержащий цилиндрическую сетку (25) распределения газообразной текучей среды, непроницаемую для катализатора, при этом устройство (8) сбора расположено между кожухом (2) и цилиндрической сеткой (25) распределения газообразной текучей среды, образуя наружную кольцевую зону (27) сбора, заключенную между кожухом (20) и устройством (8) сбора, кольцевую каталитическую зону (23), заключенную между цилиндрической сеткой (5) распределения газообразной текучей среды и устройством (8) сбора, и пространство (26) распределения, ограниченное цилиндрической сеткой (25) распределения газообразной текучей среды.

15. Способ каталитической конверсии углеводородного сырья с применением реактора по одному из пп. 12-14, согласно которому:

40 - углеводородное сырье в газообразном виде непрерывно подают в каталитический слой, содержащийся в реакторе;

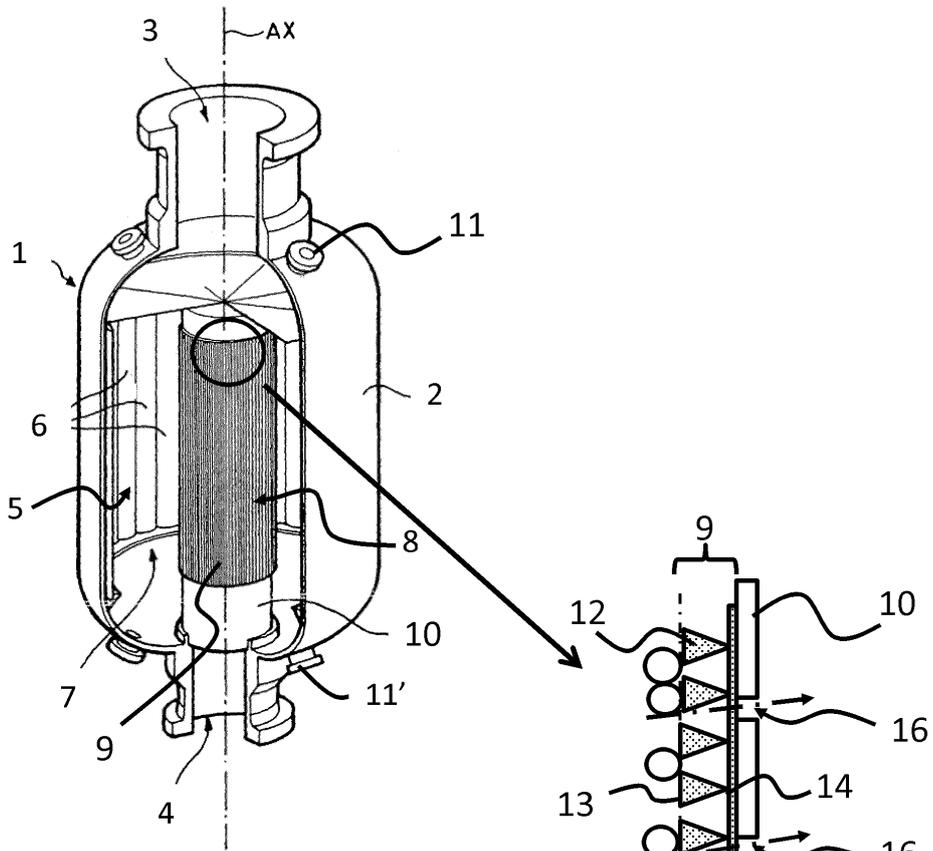
- углеводородное сырье, проходящее радиально через каталитический слой, вводят в контакт с катализатором для получения газообразных отходов; и

- упомянутые отходы удаляют после их прохождения через устройство сбора.

45 16. Способ по п. 15, в котором каталитический слой является подвижным, и катализатор подают непрерывно или периодически в реактор и извлекают из упомянутого реактора соответственно непрерывно или периодически.

1

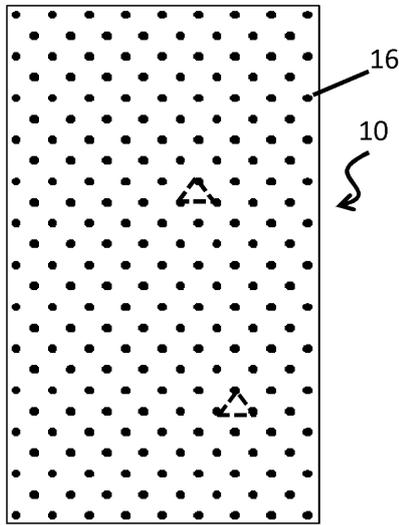
1/4



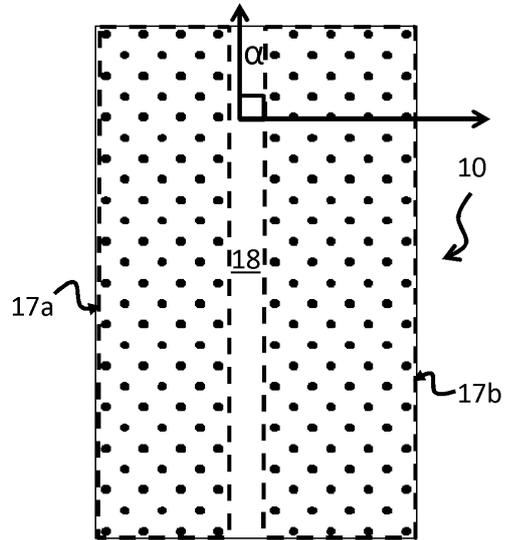
ФИГ. 1

ФИГ. 2

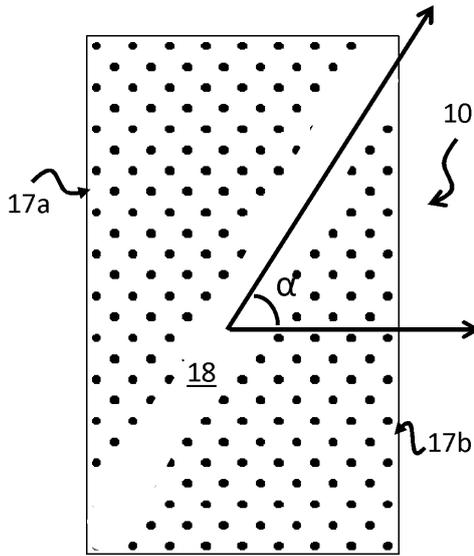
2



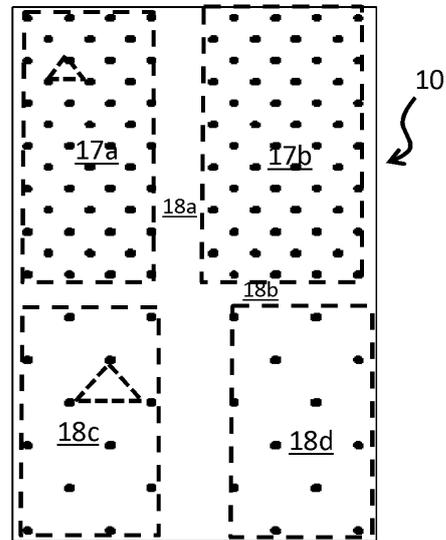
ФИГ. 3



ФИГ. 4

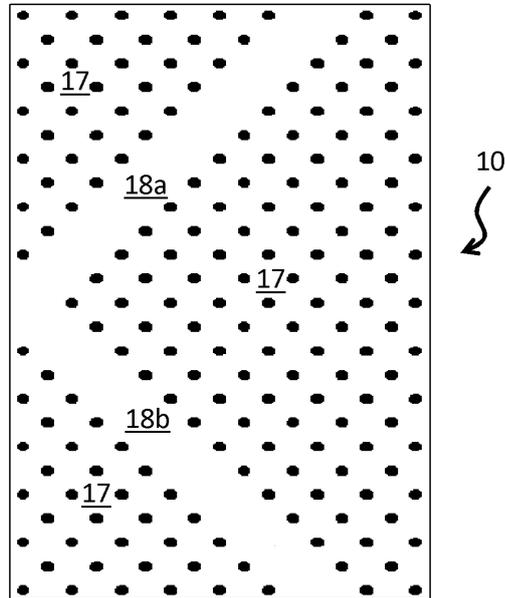


ФИГ. 5

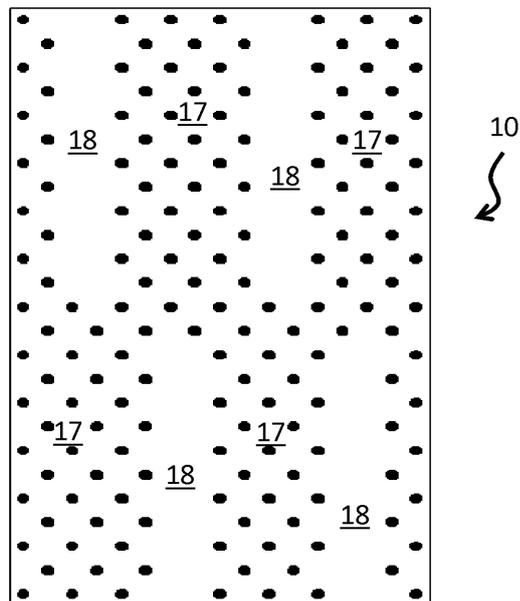


ФИГ. 6

3/4

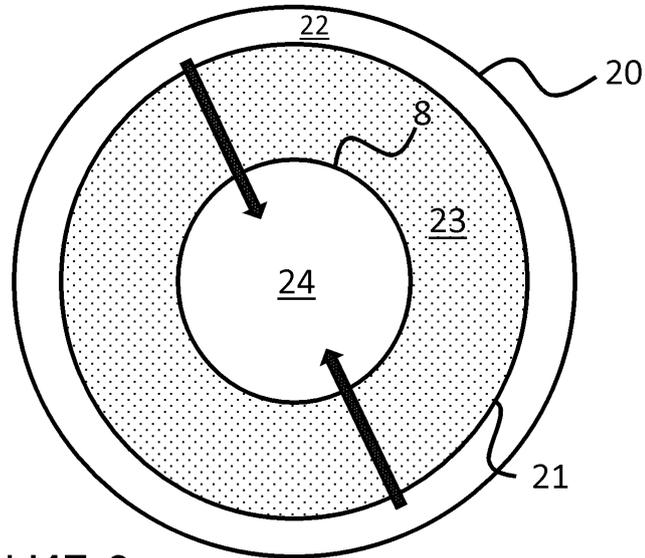


ФИГ. 7

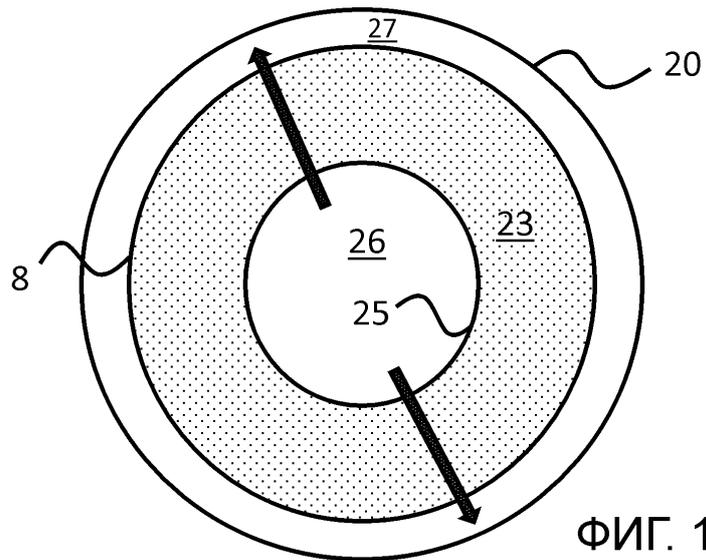


ФИГ. 8

4/4



ФИГ. 9



ФИГ. 10