

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **047404**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента
2024.07.17

(51) Int. Cl. **B01J 19/30** (2006.01)
B01J 8/06 (2006.01)

(21) Номер заявки
202390609

(22) Дата подачи заявки
2021.09.24

(54) **КОМПАКТИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ПСЕВДООЖИЖЕНИЯ
В НЕСУЩЕМ КАТАЛИЗАТОР УСТРОЙСТВЕ ДЛЯ ТРУБЧАТЫХ РЕАКТОРОВ И
СВЯЗАННЫЕ СПОСОБЫ**

(31) **2015185.8**

(56) **US-A-2310907**

(32) **2020.09.25**

GB-A-1564994

(33) **GB**

US-A-3990858

(43) **2023.05.24**

US-A-3838977

(86) **PCT/GB2021/052492**

US-A-4876072

(87) **WO 2022/064213 2022.03.31**

CA-A1-2789370

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ДЖОНСОН МАТТИ ДЭЙВИ
ТЕКНОЛОДЖИЗ ЛИМИТЕД (GB)**

(72) Изобретатель:
**Кларксон Джей Саймон, Клэкстон
Генри Артур, Маллам Бенджамин
Джоффри (GB)**

(74) Представитель:
**Нагорных И.М. (RU), Дунай Д.М.
(BY), Куликова Т.А. (RU)**

(57) В изобретении представлено несущее катализатор устройство (10) для вставки в трубу реактора трубчатого реактора, который содержит контейнер (100), содержащий частицы катализатора (171). Контейнер (100) дополнительно содержит компактирующий элемент (170) для уменьшения псевдоожигения частиц катализатора (171).

B1

047404

047404

B1

Изобретение относится к усовершенствованиям в несущих катализатор устройствах для трубчатых реакторов или усовершенствованиям, относящимся к несущим катализатор устройствам для трубчатых реакторов, и связанным с ними способам. В частности, настоящее изобретение относится к несущему катализатор устройству для вставки в трубу реактора трубчатого реактора и к способу заполнения несущего катализатор устройства.

Предпосылки создания изобретения

Традиционные реакторы, так называемые трубчатые реакторы с фиксированным слоем, содержат кожух реактора, содержащий множество труб, которые обычно имеют цилиндрическую форму и которые обычно непосредственно заполнены частицами катализатора. Во время эксплуатации теплоноситель протекает через кожух реактора с наружной стороны этих труб и тем самым регулирует температуру катализатора в трубах посредством теплообмена через стенку трубы. Таким образом, если реакция является экзотермической реакцией, теплоноситель позволит отводить тепло от катализатора, а если реакция является эндотермической реакцией, теплоноситель будет отдавать тепло катализатору.

Для некоторых реакций тепловые эффекты реакции являются умеренными, поэтому они либо не создают проблем, либо ими можно легко управлять. В некоторых случаях тепловые эффекты настолько малы, что можно использовать трубы большого диаметра. Преимущество этого заключается в том, что внутри трубы может содержаться большой объем катализатора.

Однако для более выраженных экзотермических или эндотермических реакций необходимо обеспечить эффективную теплопередачу через стенку трубы к теплоносителю, чтобы обеспечить возможность управления условиями внутри реактора для поддержания стабильной рабочей температуры таким образом, чтобы предотвратить возникновение неблагоприятных эффектов. Такие эффекты для экзотермических реакций могут включать в себя побочные реакции, повреждение катализатора, например спекание каталитически активных центров, и в худшем случае термический разгон. Неблагоприятные эффекты эндотермических реакций могут включать в себя гашение реакции.

Для достижения требуемой эффективности необходимо обеспечить максимальную площадь поверхности стенки трубы на единицу длины. В прошлом это достигалось посредством установки большего количества труб меньшего диаметра. Для некоторых реакций ограничение размера означает, что внутренний диаметр труб составляет только величину порядка примерно от 15 до 40 мм. Однако использование такого множества трубок увеличивает стоимость и сложность реактора.

Таким образом, в попытке смягчить эти проблемы был разработан альтернативный подход; в частности, приемлемый для реакций с более выраженным экзотермическим или эндотермическим эффектом, при котором катализатор не набивается непосредственно в трубы реактора, а вместо этого содержится на множестве несущих катализатор устройств, которые выполнены с возможностью размещения внутри трубы реактора.

Первый тип такого несущего катализатор устройства описан в WO2011/048361. Такая система направлена на оптимизацию теплопередачи через стенку трубы таким образом, что позволяет использовать более большие трубы и более большие объемы мелких частиц катализатора даже для реакций с более выраженным экзотермическим или эндотермическим эффектом. Несущее катализатор устройство, описанное в WO2011/048361, содержит круговой контейнер для удержания катализатора во время эксплуатации. Контейнер имеет перфорированную внутреннюю стенку, образующую трубу, перфорированную наружную стенку, верхнюю поверхность, закрывающую круговой контейнер, и нижнюю поверхность, закрывающую круговой контейнер. Поверхность, закрывающая нижнюю часть трубы, образована внутренней стенкой кругового контейнера. От перфорированной наружной стенки кругового контейнера из положения на нижней поверхности контейнера или вблизи нее и в положение ниже местоположения уплотнения вверх проходит юбка. Уплотнение расположено на верхней поверхности или вблизи нее и проходит от контейнера на такое расстояние, что оно выходит за пределы наружной поверхности юбки.

Второй тип такого несущего катализатор устройства описан в WO2016/050520. В этой системе несущее катализатор устройство содержит контейнер для удерживания катализатора во время эксплуатации. Контейнер имеет нижнюю поверхность, закрывающую контейнер, и верхнюю поверхность. Наружная стенка несущего устройства проходит от нижней поверхности к верхней поверхности, а уплотнение проходит от контейнера на такое расстояние, что оно выходит за пределы наружной стенки несущего устройства. Наружная стенка несущего устройства имеет отверстия, расположенные ниже уплотнения.

В несущих катализатор устройствах, заполненных катализатором в виде частиц, может происходить осаждение, например во время транспортировки. Осаждение может приводить к образованию пустоты или зазора, в котором частицы катализатора во время эксплуатации могут приводиться в псевдооживенное состояние газами, проходящими через катализатор. В некоторых случаях псевдооживление может приводить к истиранию катализатора, что может привести к утечке катализатора из контейнера и, соответственно, к возможности усиления псевдооживления.

Целью изобретения является решение проблемы псевдооживления катализатора в несущих катализатор устройствах.

Краткое описание изобретения

В первом аспекте настоящего изобретения предложен несущий катализатор устройство для вставки в трубу реактора трубчатого реактора, причем несущий катализатор устройство содержит контейнер, в котором содержатся частицы катализатора;

при этом контейнер дополнительно содержит компактирующий элемент для уменьшения псевдоожижения частиц катализатора.

Преимущественно компактирующий элемент уменьшает псевдоожижение частиц катализатора посредством приложения усилия сжатия к частицам катализатора. Таким образом, компактирующий элемент может снижать перемещение частиц катализатора внутри контейнера во время работы. Это, в свою очередь, уменьшает истирание и эрозию частиц катализатора. Это может обеспечивать преимущество, состоящее в увеличении срока службы катализатора и/или увеличении эффективности каталитической реакции, в которой используется катализатор.

В некоторых вариантах осуществления компактирующий элемент может представлять собой сжимаемый элемент.

Сжимаемый элемент может быть расположен между частицами катализатора и верхней частью контейнера. В некоторых вариантах осуществления сжимаемый элемент может быть расположен между частицами катализатора и крышкой или закрывающим концом контейнера. Сжимаемый элемент может быть расположен непосредственно смежно с крышкой или закрывающим концом контейнера. После закрытия контейнера сжимаемый элемент прижимается к катализатору.

Сжимаемый элемент может быть прикреплен к крышке или закрывающему концу контейнера, например к нижней стороне крышки или закрывающего конца. Прикрепление может быть выполнено с помощью приемлемого фиксатора, например адгезива, зажимов, заклепок и т.п. В альтернативном варианте осуществления сжимаемый элемент может быть отделен от крышки или закрывающего конца.

Сжимаемый элемент может содержать подкладку из сжимаемого материала. Сжимаемый элемент может иметь толщину одной подкладки или может иметь толщину, образованную из множества подкладок, собранных вместе. Множество подкладок могут быть соединены вместе с помощью приемлемого фиксатора, например адгезива, соединения нитками, соединения скобами и т.п.

В некоторых вариантах осуществления сжимаемый элемент может содержать керамический материал. Керамический материал может состоять из жаростойких керамических волокон, включая волокна из жаростойкого оксида. В некоторых примерах керамический материал может содержать волокна из оксида алюминия, волокна из кремнезема, алюмосиликатные волокна, волокна из оксида титана, волокна из оксида циркония или смесь двух или более из них. Керамический материал может содержать нетканый материал.

Частицы катализатора могут образовывать слой катализатора, а компактирующий элемент может быть расположен у верхнего конца слоя катализатора.

Сжимаемый материал может иметь насыпную плотность менее примерно 400 кг/м^3 , предпочтительно менее примерно 200 кг/м^3 , необязательно от 100 до 200 кг/м^3 , необязательно от 150 до 200 кг/м^3 . Было обнаружено преимущество, состоящее в том, что эти более низкие насыпные плотности могут быть особенно эффективными при уменьшении степени псевдоожижения частиц катализатора. В частности, сжимаемый элемент с такой насыпной плотностью может иметь меньшую склонность к проседанию вглубь слоя частиц катализатора во время работы. Удерживая сжимаемый элемент поверх слоя катализатора, можно добиться улучшенного режима потока внутри контейнера.

Слой катализатора может содержать слой катализатора с радиальным направлением потока или слой катализатора с осевым направлением потока.

В некоторых вариантах осуществления контейнер может содержать круговую камеру, содержащую частицы катализатора, причем круговая камера имеет перфорированную внутреннюю стенку камеры, образующую внутренний канал, перфорированную наружную стенку камеры, верхнюю поверхность, закрывающую круговую камеру, и нижнюю поверхность, закрывающую круговую камеру. Приемлемые контейнеры описаны, например, в WO2011/048361 и WO2016/050520.

Компактирующий элемент может находиться внутри круговой камеры поверх частиц катализатора. Компактирующий элемент может содержать круговой элемент. Компактирующий элемент может быть выполнен с возможностью посадки с натягом внутри круговой камеры.

В некоторых вариантах осуществления компактирующий элемент может содержать трамбовочный элемент, выполненный с возможностью трамбования частиц катализатора. Трамбовочный элемент может содержать часть крышки или закрывающего конца контейнера. Например, трамбовочный элемент может содержать часть крышки или закрывающего конца, который имеет такую форму, которая при закрытии выступает внутрь контейнера для контактирования с частицами катализатора и их утрамбовывания. В альтернативном варианте осуществления трамбовочный элемент может быть расположен между крышкой или закрывающим концом контейнера и частицами катализатора. Трамбовочный элемент может содержать жесткую, упругую и/или сжимающую часть. Например, трамбовочный элемент может содержать подвижную металлическую пластину или сетку, образованную из металла, такого как сталь.

В некоторых вариантах осуществления компактирующий элемент может содержать вспучивающийся материал. Вспучивающийся материал может быть расположен между крышкой или закрывающим

концом контейнера и частицами катализатора и при нагревании расширяться для заполнения любой пустоты или зазора между частицами катализатора и крышкой или закрывающим концом. Вспучивающийся материал может быть выполнен с возможностью расширения в достаточной степени для заполнения любой пустоты или зазора или для обеспечения усилия сжатия между крышкой или закрывающим концом и частицами катализатора. Можно включать один или более вспучивающихся материалов

Желательно, чтобы сжимаемый элемент или вспучивающийся материал не содержал катализаторных ядов. Катализаторные яды, как правило, включают в себя соединения серы, галогенсодержащие соединения, соединения щелочных металлов и тяжелые металлы, такие как ртуть, которые могут оказывать негативное влияние на функционирование катализатора во время эксплуатации.

Во втором аспекте настоящего изобретения предложен способ заполнения несущего катализатор устройства, включающий стадии:

- i) заполнения открытого контейнера для несущего катализатор устройства частицами катализатора;
- ii) обеспечения компактирующего элемента на контейнере или в контейнере; и
- iii) закрытие открытого контейнера для сжатия частиц катализатора с использованием компактирующего элемента и образования закрытого контейнера несущего катализатор устройства.

На стадии i) частицы катализатора могут образовывать слой катализатора.

Сначала открытый контейнер могут заполнять частицами катализатора, а затем в открытый контейнер могут устанавливать компактирующий элемент таким образом, чтобы компактирующий элемент располагался на верхнем конце слоя катализатора.

Компактирующий элемент может содержать сжимаемый элемент или трамбовочный элемент, и закрытие открытого контейнера может приводить к прижатию сжимаемого элемента или трамбовочного элемента к частицам катализатора.

На стадии iii) открытый контейнер может быть закрыт посредством примыкания крышки или закрывающего конца к несущему катализатор устройству, а закрытие крышки или закрывающего конца может прижимать сжимаемый элемент к частицам катализатора. В альтернативном варианте осуществления компактирующий элемент может содержать трамбовочный элемент и закрытие открытого контейнера может привести к тому, что трамбовочный элемент утрамбует частицы катализатора для уплотнения слоя катализатора.

В альтернативном варианте осуществления компактирующий элемент может содержать вспучивающийся материал.

Настоящие способы и несущие катализатор устройства можно эффективно использовать для широкого диапазона процессов. Примеры приемлемых применений включают в себя процессы и реакторы для экзотермических реакций, таких как реакции получения метанола, реакции получения аммиака, реакции метанирования, реакции паровой конверсии, реакции окисления, такие как реакции получения малеинового ангидрида и этиленоксида, и т.п. Особенно предпочтительным является применение в процессах и реакторах для проведения реакции Фишера-Тропша.

Эндотермические реакции, такие как реакции предриформинга, дегидрирования и т.п., также можно проводить в сочетании с существующими способами и несущими катализатор устройствами.

Несущие катализатор устройства настоящего изобретения могут быть заполнены или частично заполнены любым катализатором, приемлемым для предполагаемой реакции. Например, катализатор Фишера-Тропша можно использовать для реакции Фишера-Тропша. Предпочтительными являются кобальтсодержащие катализаторы Фишера-Тропша. Катализатор может быть обеспечен в виде частиц катализатора. Катализатор может быть обеспечен в виде одного слоя катализатора или множества слоев катализатора. Несущее катализатор устройство может быть выполнено с возможностью промотирования потока через катализатор в осевом и/или радиальном направлениях. В некоторых вариантах осуществления несущее катализатор устройство может быть выполнено с возможностью преимущественного промотирования потока через катализатор в радиальном направлении.

Несущее катализатор устройство настоящего изобретения может быть образовано из любого приемлемого материала. Такой материал обычно выбирают таким образом, чтобы он выдерживал рабочие условия трубчатого реактора. Несущее катализатор устройство может быть изготовлено из углеродистой стали, алюминия, нержавеющей стали, других сплавов или любого материала, способного выдерживать условия реакции.

Краткое описание графических материалов

Далее варианты осуществления настоящего изобретения будут описаны только в качестве примера со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых:

на фиг. 1 представлен вид в перспективе несущего катализатор устройства;

на фиг. 2 представлен вид в поперечном сечении несущего катализатор устройства, показанного на фиг. 1;

на фиг. 3 представлен вид в перспективе с пространственным разделением компонентов несущего катализатор устройства, показанного на фиг. 1;

на фиг. 4 представлен вид в перспективе компактирующего элемента несущего катализатор устройства, показанного на фиг. 1;

на фиг. 5 представлен вид в поперечном сечении другого несущего катализатор устройства с альтернативным уплотняющим элементом.

Подробное описание

В дальнейшем аспекты и варианты осуществления настоящего изобретения будут описаны только в качестве примера со ссылкой на примеры конфигураций несущего катализатор устройства. Однако следует понимать, что в соответствии с настоящим изобретением несущие катализатор устройства могут принимать различные формы. Например, как и примеры, описанные в настоящем документе, несущие катализатор устройства 10 могут принимать другие формы, включая без ограничений формы, описанные в документах WO2011/048361 и WO2016/050520, содержание которых полностью включено в настоящий документ путем ссылки.

Кроме того, в данном описании любое упоминание положения; например, такие термины, как верхний, нижний, верхняя часть, нижняя часть, поверх, под и т.п., используются применительно к положению частей, как это показано на соответствующих чертежах, но их не следует рассматривать как имеющие ограничительный характер в отношении возможного положения таких частей во время фактической эксплуатации. Например, часть, описанная как ориентированная вертикально, также может быть ориентирована горизонтально.

Пример несущего катализатор устройства 10 в соответствии с настоящим изобретением показан в качестве примера на фиг. 1-3.

Несущее катализатор устройство 10 может по существу содержать контейнер, имеющий размеры, которые меньше, чем внутренний размер трубы реактора, в которой он должен быть размещен во время эксплуатации. Как правило, обеспечено уплотнение, которое имеет такой размер, чтобы оно взаимодействовало с внутренней стенкой трубы реактора, когда несущее катализатор устройство 10 находится в положении внутри трубы реактора. Такие параметры, как длина и диаметр несущего устройства, могут быть выбраны с учетом особенностей различных реакций и конфигураций трубы реактора.

Как показано на фиг. 1-3, несущее катализатор устройство 10 может содержать контейнер 100 для удержания частиц катализатора во время эксплуатации. Контейнер 100 может по существу иметь нижнюю поверхность 101, закрывающую нижний конец контейнера 100, и верхнюю поверхность 102 на верхнем конце контейнера 100. Наружная стенка 103 несущего устройства может проходить от нижней поверхности 101 к верхней поверхности 102. Уплотнение 104 может проходить от контейнера 100 на расстояние, которое выходит за пределы наружной стенки 103 несущего устройства. Наружная стенка 103 несущего устройства может иметь отверстия 105, расположенные под уплотнением 104.

Как показано на фиг. 2, по меньшей мере в некоторых вариантах осуществления несущее катализатор устройство 10 может, в частности, содержать круговой контейнер 110 для удержания катализатора во время эксплуатации. Круговой контейнер 110 может содержать перфорированную внутреннюю стенку 111 контейнера, которая образует внутренний канал 112, и перфорированную наружную стенку 113 контейнера, которая может быть концентрически расположена вокруг перфорированной внутренней стенки 111 контейнера. Круговая верхняя поверхность 114 может закрывать верхний конец кругового контейнера 110, а круговая нижняя поверхность 115 может закрывать нижний конец кругового контейнера 110. Нижний конец внутреннего канала 112 может быть закрыт торцевой поверхностью 116 канала, за исключением одного или более дренажных отверстий (не показаны), которые могут быть обеспечены в нижнем конце внутреннего канала 112. Торцевая поверхность 116 канала может быть выполнена за одно целое с внутренней стенкой 111 контейнера или отдельно от нее.

Как показано на виде с пространственным разделением компонентов, представленным на фиг. 3, несущее катализатор устройство 10 может быть образовано из ряда отдельных компонентов, которые могут быть собраны вместе любыми подходящими средствами, включая, например, сварку. В некоторых вариантах осуществления такие компоненты могут включать перфорированную внутреннюю трубу 120, перфорированную промежуточную трубу 121, наружную трубу 122, нижний колпачок 123, круговое кольцо 124, верхний колпачок 125 и круговое уплотнительное кольцо 126.

Несущее катализатор устройство 10 может быть изготовлено из любого приемлемого материала. Такой материал обычно выбирают таким образом, чтобы он выдерживал рабочие условия реактора. Как правило, несущее катализатор устройство изготавливается из углеродистой стали, алюминия, нержавеющей стали, других сплавов или любого материала, способного выдерживать условия реакции.

Приемлемые толщины компонентов составляют порядка от примерно 0,1 мм до примерно 1,0 мм, предпочтительно примерно от 0,3 мм до примерно 1,0 мм.

Перфорированная внутренняя труба 120 может содержать перфорированную внутреннюю стенку 111 контейнера. Перфорированная промежуточная труба 121 может содержать перфорированную наружную стенку 113 контейнера. Наружная труба 122 может содержать наружную стенку 103 несущего устройства и определять отверстия 105. Нижний колпачок 123 может содержать нижнюю поверхность 101 и/или круговую нижнюю поверхность 115. Нижний колпачок 123 может также проходить через перфорированную внутреннюю трубу 120 для включения круговой поверхности 116 канала. Круговое верхнее кольцо 124 и верхний колпачок 125 могут содержать круговую верхнюю поверхность 114 и могут содержать по меньшей мере часть верхней поверхности 102. Круговое уплотнительное кольцо 126 может содержать уплотнение 104.

Размер перфорационных отверстий в перфорированной внутренней трубе 120 и перфорированной промежуточной трубе 121 выбирают таким образом, чтобы обеспечить равномерный поток реагентов и продуктов через катализатор, при этом сохраняя катализатор внутри кругового контейнера 110. Таким образом, следует понимать, что их размер будет зависеть от размера используемых частиц катализатора. В альтернативной системе размер перфорационных отверстий может быть более большим, но при этом может иметься фильтровальная сетка, покрывающая перфорационные отверстия для обеспечения сохранения катализатора внутри кругового контейнера 110.

Следует понимать, что перфорационные отверстия могут иметь любую приемлемую конфигурацию. Действительно, если стенка или труба описана как перфорированная, все, что требуется, - это наличие средств, позволяющих реагенту(ам) и продукту(ам) проходить через стенки или трубы.

Нижняя поверхность 101, например нижний колпачок 123, может иметь такую форму, чтобы зацепляться с верхним концом другого несущего катализатор устройства 10. Например, нижняя поверхность 101 может содержать круговое углубление 130 вокруг перфорированной внутренней трубы 120. Верхний колпачок 125 может иметь такую форму, чтобы зацепляться в круговом углублении 130 другого несущего катализатор устройства 10. Например, верхний колпачок 125 может содержать круговое кольцо 131, которое выступает из корпуса 132 кругового вкладыша. Круговое кольцо 131 может иметь такую форму и размеры, чтобы оно могло размещаться в круговом углублении 130.

Нижняя поверхность 101, например нижний колпачок 123 и/или торцевая поверхность 116 канала, может включать одно или более дренажных отверстий. При наличии одного или более дренажных отверстий они могут быть покрыты фильтровальной сеткой.

Круговое верхнее кольцо 124 может иметь такую форму и размеры, чтобы зацепляться в верхнем конце наружной трубы 122. Корпус 132 кругового вкладыша верхнего колпачка 125 может иметь наружный диаметр, обеспечивающий возможность зацепления с центральным отверстием кругового верхнего кольца 124. Зацепление верхнего колпачка 125 с круговым верхним кольцом 124 может обеспечивать зажатие и удержание кругового уплотнительного кольца 126 в соответствующем положении.

Верхний колпачок 125 может содержать центральное впускное отверстие 134 в корпусе 132 кругового вкладыша для обеспечения ввода жидкостей и газов в верхний конец внутреннего канала 112. Круговое кольцо 131 может содержать боковые отверстия 133, которые позволяют жидкостям и газам достигать центрального впускного отверстия 134.

Верхний колпачок 125 и круговое верхнее кольцо 124 могут вместе содержать крышку несущего катализатор устройства 10, которую можно использовать для закрытия верхнего конца кругового контейнера 110. В альтернативном варианте осуществления можно использовать крышку или закрывающий конец, образованный из одного компонента.

Наружная стенка 103 несущего устройства может быть гладкой или иметь некоторую форму. Приемлемые формы включают в себя складки, гофры и т.п.

Отверстия 105 в наружной стенке 103 несущего устройства могут иметь любую конфигурацию. В некоторых вариантах осуществления отверстия 105 могут представлять собой отверстия или пазы.

Уплотнение 104 может быть образовано любым приемлемым образом. Однако обычно оно бывает достаточно сжимаемым, чтобы вмещать трубу реактора наименьшего диаметра. Уплотнение 104 обычно представляет собой гибкое скользящее уплотнение. В некоторых вариантах осуществления уплотнение 104 может содержать деформируемый фланец 140, проходящий от наружной стенки 103 несущего устройства или верхней поверхности 102 несущего катализатор устройства 10. Фланец 140 может иметь такие размеры, чтобы они превышали внутренний диаметр трубы реактора таким образом, что, когда несущее катализатор устройство 10 вставляется в трубу реактора, он деформируется для размещения внутри трубы реактора и взаимодействия с ней.

В проиллюстрированном примере, представленном на фиг. 2, деформируемый фланец 140 содержит наружную часть кругового уплотнительного кольца 126. Внутренняя часть 141 кругового уплотнительного кольца 126 может образовывать зажимную поверхность, которая размещена и удерживается между верхним колпачком 125 и круговым верхним кольцом 124. Деформируемый фланец 140 может быть наклонен относительно внутренней части 141. Деформируемый фланец 140 может быть наклонен к верхнему концу несущего катализатор устройства 10.

Наружная стенка 103 несущего устройства может продолжаться над уплотнением 104. Таким образом, уплотнение 104 может быть расположено в верхней части несущего катализатор устройства 10, необязательно в виде части верхней поверхности 102, или оно может быть расположено в приемлемой точке на наружной стенке 103 несущего устройства при условии, что она расположена над отверстиями 105 в наружной стенке 103 несущего устройства.

Как показано на фиг. 2 в качестве примера, компактирующий элемент 170 может быть обеспечен в контейнере 100 для уменьшения псевдооживления частиц катализатора 171.

В проиллюстрированном примере на фиг. 2 и 4 компактирующий элемент 170 содержит сжимаемый элемент 180, выполненный с возможностью приложения усилия сжатия к частицам катализатора 171 в круговом канале 110. Сжимаемый элемент 180 расположен между частицами катализатора 171 и верхней частью контейнера; в частности, между частицами катализатора 171 и верхним колпачком 125 и

круговым верхним кольцом 124. Таким образом, сжимаемый элемент 180 может быть расположен между частицами катализатора 171 и крышкой или закрывающим концом контейнера 100.

Частицы катализатора 171 могут образовывать слой катализатора, а сжимаемый элемент 180 может быть расположен на верхнем конце слоя катализатора. Слой катализатора может содержать слой катализатора с радиальным направлением потока или слой катализатора с осевым направлением потока.

Сжимаемый элемент 180 может содержать подкладку 182 из сжимаемого материала, как показано, например, на фиг. 4.

Сжимаемый элемент 180 может содержать керамический материал, например жаростойкие керамические волокна, включая волокна из жаростойкого оксида. В некоторых примерах керамический материал содержит волокна из оксида алюминия, волокна из кремнезема, алюмосиликатные волокна, волокна из оксида титана, волокна из оксида циркония или смесь двух или более из них.

Керамический материал может быть выполнен в форме нетканого материала.

Сжимаемый материал может иметь насыпную плотность менее примерно 400 кг/м^3 , предпочтительно менее примерно 200 кг/м^3 , необязательно от 100 до 200 кг/м^3 , необязательно от 150 до 200 кг/м^3 .

Сжимаемый элемент 180 может иметь такие форму и размеры, чтобы вмещаться в контейнер 100, например в круговой контейнер 110. Как показано на фиг. 2, сжимаемый элемент 180 может быть посажен внутрь кругового контейнера 110 поверх частиц катализатора 171.

Чтобы упростить эту процедуру, сжимаемый элемент 180 содержит круговой элемент, имеющий центральное отверстие 183. Круговой элемент может быть выполнен с возможностью размещения в круговом контейнере 110, окружающем внутреннюю стенку 111 контейнера. В некоторых примерах сжимаемый элемент 180 может быть выполнен с возможностью посадки с натягом внутри кругового контейнера 110.

В некоторых вариантах осуществления компактирующий элемент 170 может содержать вспучивающийся материал.

В некоторых вариантах осуществления компактирующий элемент 170 может содержать трамбовочный элемент 190, выполненный с возможностью трамбования частиц катализатора 171.

Как показано на фиг. 5, трамбовочный элемент 190 может содержать часть крышки или закрывающего конца контейнера 100. В проиллюстрированном примере эта часть может представлять собой круговой выступ 191 на нижней стороне крышки или закрывающего конца, который имеет такую форму, которая выступает внутрь кругового контейнера 110 для контактирования с частицами катализатора 171 и их утрамбовывания.

В соответствии с приведенными выше вариантами осуществления, когда крышка или закрывающий конец контейнера 100 закрыты, компактирующий элемент 170 (сжимаемый элемент 180 и/или трамбовочный элемент 190) спрессовывает, сжимает и/или уплотняет частицы катализатора 171.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Несущее катализатор устройство для вставки в трубу реактора трубчатого реактора, причем несущее катализатор устройство содержит контейнер, в котором содержатся частицы катализатора;

при этом контейнер дополнительно содержит компактирующий элемент для уменьшения псевдооживления частиц катализатора, при этом компактирующий элемент содержит сжимаемый элемент, выполненный с возможностью приложения усилия сжатия к частицам катализатора.

2. Несущее катализатор устройство по п.1, в котором сжимаемый элемент расположен между частицами катализатора и верхней частью контейнера.

3. Несущее катализатор устройство по п.1 или 2, в котором сжимаемый элемент расположен между частицами катализатора и крышкой или закрывающим концом контейнера.

4. Несущее катализатор устройство по любому из пп.1-3, в котором сжимаемый элемент содержит одну или более подкладок из сжимаемого материала.

5. Несущее катализатор устройство по любому из пп.1-4, в котором сжимаемый элемент содержит керамический материал.

6. Несущее катализатор устройство по п.5, в котором керамический материал содержит жаростойкие керамические волокна.

7. Несущее катализатор устройство по п.5 или 6, в котором керамический материал содержит волокна из оксида алюминия, волокна из кремнезема, алюмосиликатные волокна, волокна из оксида титана, волокна из оксида циркония или смесь двух или более из них.

8. Несущее катализатор устройство по любому из пп.5-7, в котором керамический материал содержит нетканый материал.

9. Несущее катализатор устройство по любому из пп.5-8, в котором сжимаемый материал имеет насыпную плотность менее примерно 400 кг/м^3 , предпочтительно менее примерно 200 кг/м^3 , необязательно от 100 до 200 кг/м^3 , необязательно от 150 до 200 кг/м^3 .

10. Несущее катализатор устройство по любому предшествующему пункту, в котором частицы катализатора образуют слой катализатора, а компактирующий элемент расположен на верхнем конце слоя катализатора.

11. Несущее катализатор устройство по п.10, в котором слой катализатора содержит слой катализатора с радиальным направлением потока или слой катализатора с осевым направлением потока.

12. Несущее катализатор устройство по любому предшествующему пункту, в котором контейнер содержит круговую камеру, содержащую частицы катализатора, причем круговая камера имеет перфорированную внутреннюю стенку камеры, образующую внутренний канал, перфорированную наружную стенку камеры, верхнюю поверхность, закрывающую круговую камеру, и нижнюю поверхность, закрывающую круговую камеру; и

при этом необязательно компактирующий элемент находится внутри круговой камеры поверх частиц катализатора.

13. Несущее катализатор устройство по п.12, в котором компактирующий элемент содержит круговой элемент.

14. Несущее катализатор устройство по п.12 или 13, в котором компактирующий элемент выполнен с возможностью посадки с натягом внутри круговой камеры.

15. Несущее катализатор устройство по п.1, в котором компактирующий элемент содержит трамбовочный элемент, выполненный с возможностью трамбования частиц катализатора.

16. Несущее катализатор устройство по п.15, в котором трамбовочный элемент содержит часть крышки или закрывающего конца контейнера или при этом трамбовочный элемент расположен между крышкой или закрывающим концом контейнера и частицами катализатора.

17. Несущее катализатор устройство по п.15 или 16, в котором трамбовочный элемент содержит жесткую, упругую и/или сжимающую часть.

18. Несущее катализатор устройство по п.1, в котором компактирующий элемент содержит вспучивающийся материал.

19. Способ заполнения несущего катализатор устройства, включающий стадии:

- i) заполнения открытого контейнера несущего катализатор устройства частицами катализатора;
- ii) установки компактирующего элемента на контейнере или в контейнере и
- iii) закрытие открытого контейнера для сжатия частиц катализатора с использованием компактирующего элемента и образования закрытого контейнера несущего катализатор устройства;

при этом компактирующий элемент содержит сжимаемый элемент и при закрытии открытого контейнера сжимаемый элемент прижимается к частицам катализатора.

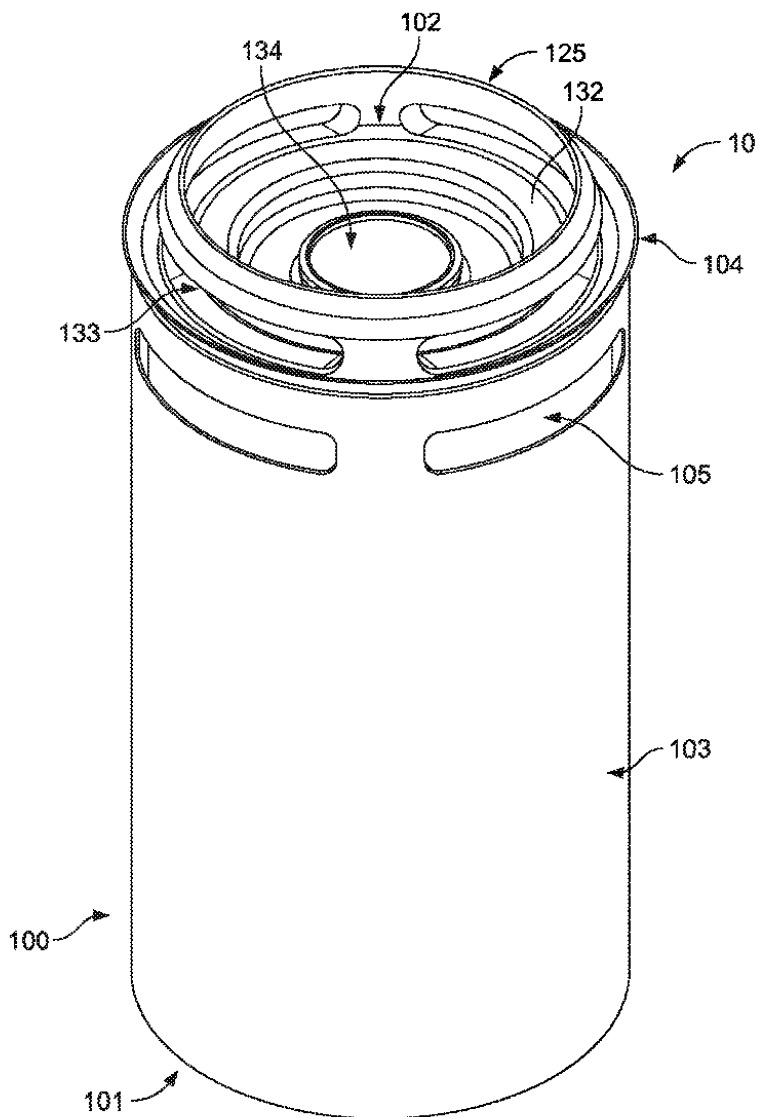
20. Способ по п.19, в котором на стадии i) частицы катализатора образуют слой катализатора.

21. Способ по п.20, в котором открытый контейнер сначала заполняют частицами катализатора, а затем в открытый контейнер устанавливают компактирующий элемент таким образом, чтобы компактирующий элемент располагался на верхнем конце слоя катализатора.

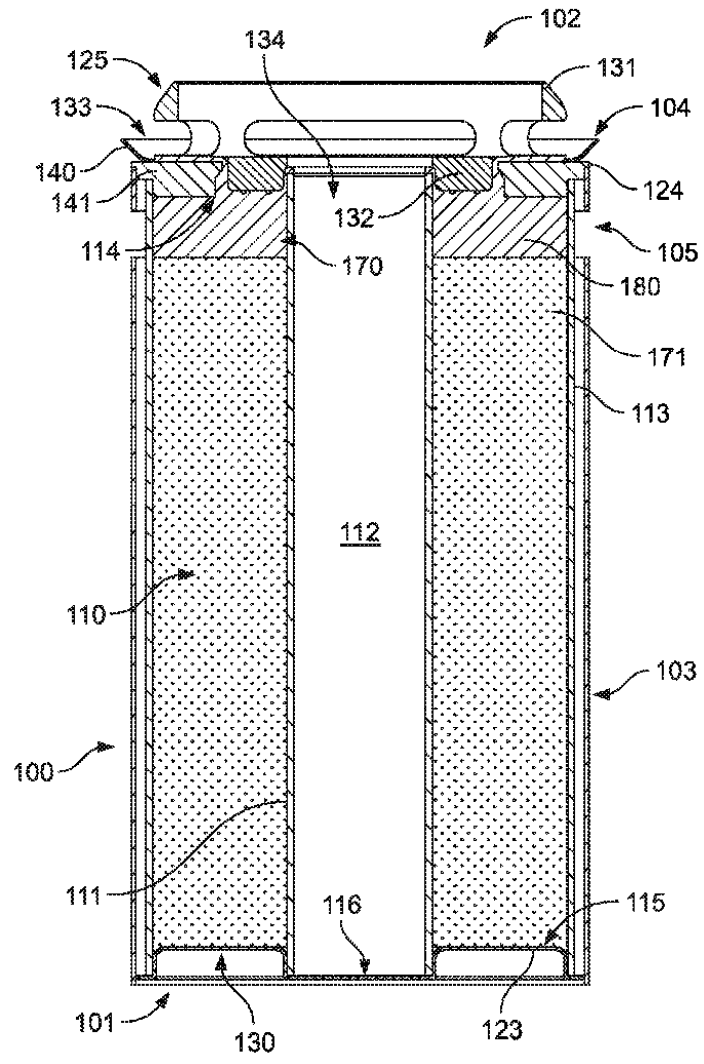
22. Способ по любому из пп.19-21, в котором на стадии iii) открытый контейнер закрывают посредством примыкания крышки или закрывающего конца к несущему катализатор устройству, и при закрытии крышки или закрывающего конца сжимаемый элемент прижимается к частицам катализатора.

23. Способ любому из пп.19-21, в котором компактирующий элемент содержит трамбовочный элемент, и при закрытии открытого контейнера трамбовочный элемент утрамбовывает частицы катализатора для уплотнения слоя катализатора.

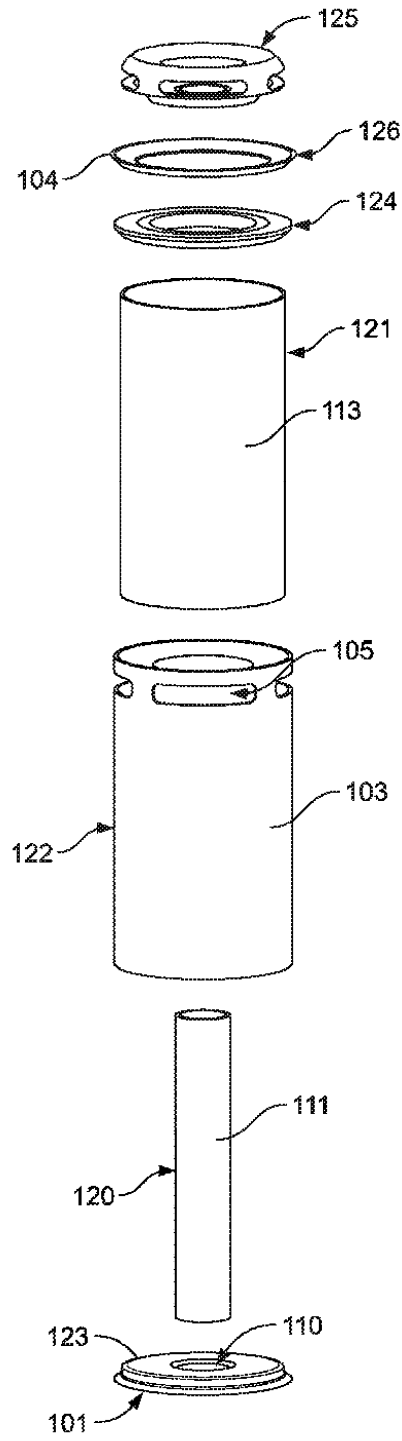
24. Способ по любому из пп.19-21, в котором компактирующий элемент содержит вспучивающийся материал, и нагревание вспучивающегося материала в закрытом контейнере вызывает его расширение между частицами катализатора и закрытым контейнером.



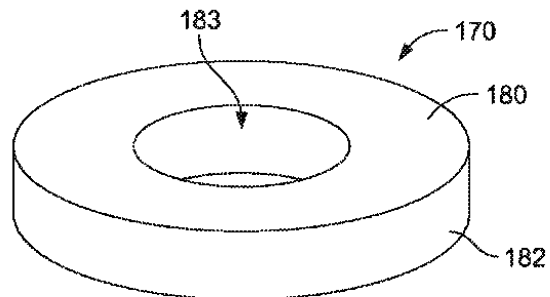
Фиг. 1



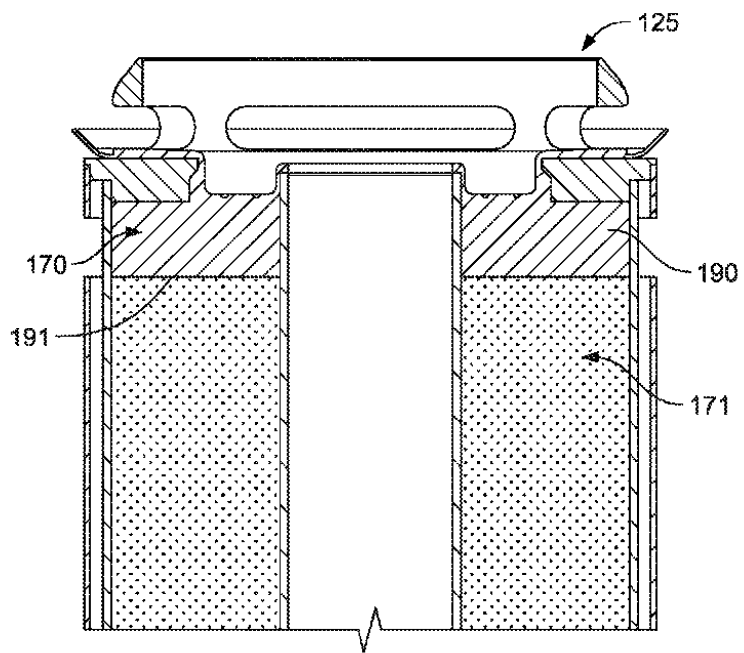
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

