

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202390608** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.05.24

(51) Int. Cl. **B01J 4/00** (2006.01)
B01J 8/00 (2006.01)
B01J 8/06 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.09.24

(54) ПОВОРОТНОЕ УДЕРЖИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРУБЧАТЫХ РЕАКТОРОВ

(31) **2015189.0**

(32) **2020.09.25**

(33) **GB**

(86) **PCT/GB2021/052490**

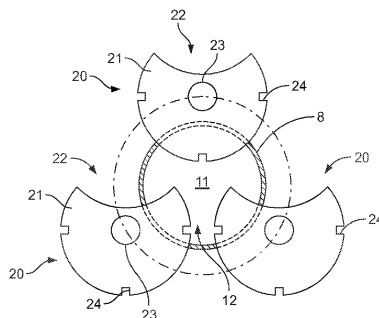
(87) **WO 2022/064211 2022.03.31**

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

(72) Изобретатель:
**Бейкер Роберт Майлс, Клэкстон Генри
Артур, Грэхэм Саймон, Шоу Дин
Грэхэм (GB)**

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

(57) Труба (8) реактора для трубчатого реактора (1) и удерживающее устройство (20), соединенное с трубой реактора; причем труба (8) реактора содержит удлиненную трубу, образующую канал (11) для приема катализатора (9) во время эксплуатации, и имеет выход (12) на одном конце канала для выгрузки катализатора (9) из канала; при этом удерживающее устройство (20) выполнено с возможностью поворота между первым положением и вторым положением; причем в первом положении удерживающее устройство (20), по меньшей мере, частично перекрывает выход (12) для удерживания катализатора (9) внутри канала; и во втором положении выход (12) в достаточной степени открыт для обеспечения выгрузки катализатора (9) из выхода (12).



A1

202390608

202390608

A1

ПОВОРОТНОЕ УДЕРЖИВАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ТРУБЧАТЫХ РЕАКТОРОВ

Настоящее описание относится к усовершенствованиям трубчатых реакторов или к усовершенствованиям, относящимся к трубчатым реакторам. В частности, настоящее описание относится к удерживающим устройствам для использования с трубами трубчатых реакторов.

Предпосылки создания изобретения

Традиционные реакторы, так называемые трубчатые реакторы с неподвижным слоем, содержат кожух реактора, содержащий множество труб реактора, 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 реактора и тем самым регулирует температуру катализатора в трубах реактора путем 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 незначительны, что можно использовать трубы реактора большого диаметра. Преимущество этого заключается в том, что внутри трубы реактора 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 путем установки большего количества труб реактора меньшего диаметра. Для некоторых реакций указанное ограничение размера означает, что внутренний диаметр труб реактора составляет лишь величину порядка приблизительно от 15 до 40 мм. Однако использование такого множества труб реактора увеличивает стоимость и сложность реактора.

Таким образом, в попытке смягчить эти проблемы был разработан альтернативный подход, в частности для более выраженных экзотермических или эндотермических реакций, при котором катализатор не набивается непосредственно в трубы реактора, а вместо этого содержится во множестве носителей катализатора, которые выполнены с возможностью размещения внутри трубы реактора.

Первый тип такого носителя катализатора описан в WO2011/048361. Такая система позволяет оптимизировать теплопередачу через стенку трубы таким образом, чтобы можно было использовать трубы большего размера и более значительные объемы более мелких частиц катализатора даже для реакций с более выраженным экзотермическим или эндотермическим эффектом. Носитель катализатора, описанный в WO 2011/048361, 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 носителя катализатора описан в WO2012/136971. В этой системе носитель катализатора содержит контейнер для удержания монолитного катализатора во время эксплуатации, причем указанный контейнер имеет нижнюю поверхность, закрывающую контейнер, и юбку, проходящую вверх от нижней поверхности указанного контейнера в положение ниже местоположения уплотнения и расположенную на некотором расстоянии от него, причем указанная юбка располагается таким образом, что между наружной поверхностью монолитного катализатора и юбкой имеется некоторое пространство; и уплотнение, расположенное на верхней поверхности монолитного катализатора или вблизи нее и проходящее от монолитного катализатора на такое расстояние, что оно выходит за пределы наружной поверхности юбки.

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

Для предотвращения потери локализованного катализатора в виде частиц из труб реактора были предложены различные средства, которые, как правило, включают сетку или решетку, постоянно удерживаемую на месте с помощью упругих средств или конструкций, прикрепленных к нижней трубной решетке или расположенных ниже нее. Для носителей катализатора в качестве удерживающей системы использовали опорную решетку, которая присоединена внутри реактора и прикреплена к нижней трубной решетке с помощью шпилек и болтов.

Как в трубчатых реакторах с неподвижным слоем, так и в трубчатых реакторах, выполненных с возможностью приема катализатора, содержащегося в носителях катализатора, может возникнуть необходимость опорожнения труб реактора от катализатора. Эта потребность может возникнуть, например, из-за того, что катализатор разлагается с течением времени и требуется его замена. Разложение может быть физическим, происходящим, например, вследствие таких процессов, как разрушение катализатора, вызванное повторяющимся расширением и сужением труб, или химическим, происходящим, например, вследствие порчи катализатора. Эта потребность также может возникать из-за необходимости проведения периодического осмотра или технического обслуживания трубчатого реактора.

Опорожнение труб реактора от катализатора может быть трудоемким, опасным и длительным процессом. Трубчатые реакторы могут содержать большое количество труб реактора. Каждая труба реактора может содержать значительный объем катализатора или большое количество носителей катализатора. Простой трубчатого реактора может привести к значительным затратам с точки зрения потерянного производственного времени. Кроме того, управляемая выгрузка катализатора в виде частиц или носителей катализатора может оказаться невозможной или трудновыполнимой при использовании известных систем удерживания.

Все указанные причины обуславливают необходимость разработки способа усовершенствования процесса опорожнения труб реактора от катализатора. В частности, было бы желательным обеспечить быструю и контролируемую выгрузку катализатора из реактора поочередно из каждой трубы.

Краткое описание изобретения

В первом аспекте настоящего изобретения предложена труба реактора для трубчатого реактора и удерживающее устройство, соединенное с трубой реактора; причем труба реактора имеет форму удлиненной трубы, образующей канал для приема катализатора во время эксплуатации, и имеет выход на одном конце канала для выгрузки катализатора из канала;

при этом удерживающее устройство выполнено с возможностью поворота между первым положением и вторым положением;
причем в первом положении удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход для удерживания катализатора внутри канала; и
во втором положении выход в достаточной степени открыт для обеспечения выгрузки катализатора из выхода.

Преимуществом является то, что это удерживающее устройство может быть усовершенствованным средством для опорожнения трубы реактора от катализатора.

Удерживающее устройство может быть выполнено с возможностью поворота вокруг оси, параллельной продольной оси удлиненной трубы и не совпадающей с этой осью.

Удерживающее устройство может содержать поворотную часть, выполненную с возможностью поворота между первым положением и вторым положением.

Поворотная часть может содержать по меньшей мере один перекрывающий участок и по меньшей мере один неперекрывающий участок, расположенные в различных кольцевых областях поворотной части;
причем в первом положении по меньшей мере один перекрывающий участок может быть выполнен с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода, а во втором положении по меньшей мере один неперекрывающий участок может быть выполнен с возможностью совмещения с выходом.

Поворотная часть может иметь центральную ось поворота, вокруг которой может поворачиваться указанная поворотная часть.

В некоторых вариантах осуществления поворотная часть может содержать поворотный диск.

Поворотный диск может содержать дисковую часть и по меньшей мере одно отверстие;

причем в первом положении дисковая часть может быть выполнена с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода для удержания катализатора внутри канала, а во втором положении по меньшей мере одно отверстие может быть выполнено с возможностью совмещения с выходом.

По меньшей мере одно отверстие может представлять собой по меньшей мере одно открытое отверстие, которое проходит к периферии дисковой части и образует по меньшей мере один вырезанный сегмент поворотного диска.

В некоторых вариантах осуществления вырезанный сегмент или каждый вырезанный сегмент поворотного диска может иметь форму линзы.

В некоторых вариантах осуществления дисковая часть может иметь серповидную форму.

Поворотная часть может содержать одно, два, три или четыре отверстия. Это может иметь место, в частности, в том случае, когда удерживающее устройство выполнено с возможностью управления выгрузкой катализатора из одного, двух, трех или четырех выходов.

В некоторых вариантах осуществления поворотная часть может содержать плечо или лепесток, либо лепесток;

причем в первом положении плечо или лепесток, либо лепесток могут быть выполнены с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода для удержания катализатора внутри канала, а во втором положении плечо или лепесток, либо лепесток могут быть выполнены с возможностью несовмещения с выходом.

В некоторых вариантах осуществления поворотная часть может содержать два, три или четыре плеча или лепестка, либо лепестка. Это может иметь место, в

частности, в том случае, когда удерживающее устройство выполнено с возможностью управления выгрузкой катализатора из двух, трех или четырех выходов.

В некоторых вариантах осуществления канал может быть выполнен с возможностью во время эксплуатации принимать катализатор в виде множества носителей катализатора, которые содержат катализатор и выполнены с возможностью ввода в канал;

причем в первом положении удерживающее устройство может по меньшей мере частично перекрывать выход, чтобы удерживать множество носителей катализатора внутри канала; и

во втором положении выход может быть в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку множества носителей катализатора из выхода.

В первом положении удерживающее устройство может быть выполнено с возможностью поддержания одного крайнего из множества носителей катализатора.

В первом положении удерживающее устройство:

может непосредственно поддерживать один крайний из множества носителей катализатора путем приведения в контакт с одним крайним из множества носителей катализатора; или

может опосредованно поддерживать один крайний из множества носителей катализатора путем приведения в контакт с поддерживающим устройством, которое поддерживает один крайний из множества носителей катализатора.

В некоторых других вариантах осуществления канал может быть выполнен с возможностью во время эксплуатации принимать катализатор в виде частиц катализатора, которые засыпают в канал;

причем в первом положении удерживающее устройство может по меньшей мере частично перекрывать выход с целью удержания частиц катализатора внутри канала; и

во втором положении выход может быть в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку частиц катализатора из выхода.

Труба реактора и удерживающее устройство могут дополнительно содержать поддерживающее устройство, которое поддерживает частицы катализатора внутри канала;

причем в первом положении удерживающее устройство может по меньшей мере частично перекрывать выход для удержания поддерживающего устройства и, следовательно, частиц катализатора внутри канала; и

во втором положении выход может быть в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку поддерживающего устройства и, соответственно, частиц катализатора из выхода.

Поддерживающее устройство может иметь любую подходящую форму. Например, поддерживающее устройство может содержать полую или пористую часть с по меньшей мере верхней сеткой для поддержки катализатора в виде частиц. Альтернативно поддерживающее устройство может содержать инертный поддерживающий материал. Инертный поддерживающий материал может содержать инертные шарики, например шарики из оксида алюминия, которые имеют больший диаметр, чем катализатор в виде частиц. Инертные шарики могут быть отсортированы по размеру, чтобы избежать потери катализатора из трубы реактора. Альтернативно поддерживающее устройство может содержать одну или более спиральных пружин, которые растягиваются относительно стенки трубы реактора для удержания катализатора в виде частиц, как в корзине.

Во втором аспекте настоящего изобретения предложен трубчатый реактор, содержащий множество труб реактора и множество удерживающих устройств; причем каждая труба реактора содержит удлиненную трубу, образующую канал для приема катализатора во время эксплуатации, и имеет выход на одном конце канала для выгрузки катализатора из канала;

при этом каждое удерживающее устройство соединено с одной или более трубами реактора и выполнено с возможностью поворота между первым положением и вторым положением;

причем в своем первом положении каждое удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора для удержания катализатора внутри канала одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора; и в своем втором положении выход по меньшей мере одной из соединенных с ним одной или более труб реактора в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку катализатора из указанного выхода.

В своем первом положении каждое удерживающее устройство может по меньшей мере частично перекрывать выход всех из соединенных с ним одной или более труб реактора для удержания катализатора внутри канала всех из соединенных с ним одной или более труб реактора.

В своем втором положении выход по меньшей мере двух или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора может быть в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку катализатора из указанных выходов.

Каждая труба реактора может иметь два, три или четыре удерживающих устройства, связанных с ее выходом.

В некоторых вариантах осуществления каждое из множества удерживающих устройств может быть выполнено с возможностью поворота независимо друг от друга.

В некоторых других вариантах осуществления два или более из множества удерживающих устройств могут быть соединены друг с другом для обеспечения возможности их синхронного поворота.

Два или более удерживающих устройства могут быть соединены друг с другом соединительным элементом, причем этот соединительный элемент может быть выполнен с возможностью приведения в действие для поворота двух или более удерживающих устройств.

Множество труб реактора может быть расположено в виде закономерной структуры на равном расстоянии друг от друга, при этом в каждой паре трубы реактора отстоят друг от друга на одинаковое расстояние D между их центрами; множество удерживающих устройств также может быть расположено в виде закономерной структуры на равном расстоянии друг от друга, при этом в каждой паре удерживающие устройства отстоят друг от друга на одинаковое расстояние D между их центрами; и закономерная структура с расположенными на равном расстоянии друг от друга удерживающими устройствами может быть смещена относительно закономерной структуры с расположенными на равном расстоянии друг от друга трубами реактора.

Каждое удерживающее устройство может быть выровнено в промежутке между двумя, необязательно между тремя или четырьмя трубами реактора.

Каждое удерживающее устройство может быть выполнено с возможностью поворота вокруг оси, параллельной продольным осям удлиненных труб и не совпадающей с этими осями.

Каждое удерживающее устройство может содержать поворотную часть, выполненную с возможностью поворота между ее первым положением и ее вторым положением.

Каждая поворотная часть может содержать по меньшей мере один перекрывающийся участок и по меньшей мере один неперекрывающийся участок, расположенные в различных кольцевых областях поворотной части;

причем в своем первом положении по меньшей мере один перекрывающий участок может быть выполнен с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора, и в своем втором положении по меньшей мере один неперекрывающий участок может быть выполнен с возможностью совмещения с выходом одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора.

Каждая поворотная часть может иметь центральную ось поворота, вокруг которой может поворачиваться указанная поворотная часть.

В некоторых вариантах осуществления каждая поворотная часть может содержать поворотный диск.

Поворотный диск может содержать дисковую часть и по меньшей мере одно отверстие;

причем в своем первом положении дисковая часть может быть выполнена с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода одной, некоторых или всех из соединенных с ней одной или более труб реактора, и в своем втором положении по меньшей мере одно отверстие может быть выполнено с возможностью совмещения с выходом одной, некоторых или всех из соединенных с ней одной или более труб реактора.

По меньшей мере одно отверстие может представлять собой по меньшей мере одно открытое отверстие, которое проходит к периферии дисковой части и образует по меньшей мере один вырезанный сегмент поворотного диска.

Вырезанный сегмент или каждый вырезанный сегмент поворотного диска может иметь форму линзы.

Каждая дисковая часть может иметь серповидную форму.

Каждая поворотная часть может содержать одно, два, три или четыре отверстия. Это может иметь место, в частности, в том случае, когда удерживающее устройство выполнено с возможностью управления выгрузкой катализатора из одного, двух, трех или четырех выходов.

Каждая поворотная часть может содержать плечо или лепесток, либо лепесток; причем в первом положении плечо или лепесток, либо лепесток могут быть выполнены с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода одной, некоторых или всех из соединенных с ними одной или более труб реактора, а во втором положении плечо или лепесток, либо лепесток могут быть выполнены с возможностью несовмещения с выходом одной, некоторых или всех из соединенных с ними одной или более труб реактора.

В своем первом положении плечо или лепесток, либо лепесток могут проходить поперек двух или более соответствующих труб реактора.

Плечо или лепесток могут быть прямыми или изогнутыми.

Каждая поворотная часть может содержать два, три или четыре плеча или лепестка. Это может иметь место, в частности, в том случае, когда удерживающее устройство выполнено с возможностью управления выгрузкой катализатора из двух, трех или четырех выходов.

Трубчатый реактор может дополнительно содержать трубную решетку, поддерживающую множество труб реактора, причем множество удерживающих устройств может быть установлено на трубную решетку.

В некоторых вариантах осуществления множество удерживающих устройств может быть установлено на резьбовые шпильки трубной решетки.

В некоторых вариантах осуществления трубная решетка может представлять собой нижнюю трубную решетку.

Трубчатый реактор может дополнительно содержать множество фиксирующих элементов для избирательного предотвращения поворота удерживающих устройств.

Каждый фиксирующий элемент может содержать фиксирующую часть, которая может взаимодействовать с одним или более удерживающими устройствами для блокирования поворота указанных удерживающих устройств.

В некоторых вариантах осуществления каждый канал может быть выполнен с возможностью во время эксплуатации принимать катализатор в виде множества носителей катализатора, которые содержат катализатор и выполнены с возможностью ввода в канал;

причем в своем первом положении каждое удерживающее устройство может по меньшей мере частично перекрывать выход одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора для удержания множества носителей катализатора внутри канала одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора; и

в своем втором положении выход по меньшей мере одной из соединенных с ним одной или более труб реактора может быть в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку множества носителей катализатора из указанного выхода.

В своем первом положении каждое удерживающее устройство может быть выполнено с возможностью поддержания одного крайнего из множества носителей катализатора.

В своем первом положении каждое удерживающее устройство:

может непосредственно поддерживать один крайний из множества носителей катализатора путем приведения в контакт с одним крайним из множества носителей катализатора; или

может опосредованно поддерживать один крайний из множества носителей катализатора путем приведения в контакт с поддерживающим устройством, которое поддерживает один крайний из множества носителей катализатора.

Поддерживающее устройство можно сначала втолкнуть или поместить в трубу реактора, а затем добавить множество носителей катализатора.

В некоторых других вариантах осуществления каждый канал может быть выполнен с возможностью во время эксплуатации принимать катализатор в виде частиц катализатора, которые засыпают в канал;

причем в своем первом положении каждое удерживающее устройство может по меньшей мере частично перекрывать выход одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора для удержания частиц катализатора внутри канала одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора; и

в своем втором положении выход по меньшей мере одной из соединенных с ним одной или более труб реактора может быть в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку частиц катализатора из указанного выхода.

В некоторых вариантах осуществления трубчатый реактор может дополнительно содержать множество поддерживающих устройств, которые поддерживают частицы катализатора внутри каналов;

причем в своем первом положении каждое удерживающее устройство может по меньшей мере частично перекрывать выход одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора для удержания поддерживающего устройства и, следовательно, частиц катализатора внутри канала одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора; и во втором положении выход одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора может быть в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку поддерживающего устройства и, соответственно, частиц катализатора из указанного выхода или выходов.

В третьем аспекте настоящего изобретения предложен способ загрузки катализатора в трубу трубчатого реактора и выгрузки из нее, причем труба реактора содержит удлиненную трубу, образующую канал для приема катализатора, и имеет выход на одном конце канала для выгрузки катализатора из канала, при этом способ загрузки включает:

соединение удерживающего устройства с выходом трубы реактора;

поворот удерживающего устройства в первое положение, в котором оно по меньшей мере частично перекрывает выход;

загрузку катализатора в трубу реактора таким образом, чтобы он удерживался и поддерживался удерживающим устройством;

причем способ выгрузки включает:

поворот удерживающего устройства во второе положение, в котором выход в достаточной степени открыт; и

выгрузку катализатора из выхода.

С выходом трубы реактора могут быть соединены два или более удерживающих устройства; и способ загрузки может включать:

поворот каждого из двух или более удерживающих устройств в их первое положение, в котором они по меньшей мере частично перекрывают выход;

загрузку катализатора в трубу реактора таким образом, чтобы он удерживался и поддерживался удерживающими устройствами;

причем способ выгрузки может включать:

поворот каждого из двух или более удерживающих устройств в их второе положение, в котором выход в достаточной степени открыт; и
выгрузку катализатора из выхода.

Трубчатый реактор может содержать множество труб реактора и множество удерживающих устройств; и способ загрузки может включать:

поворот каждого удерживающего устройства в его первое положение, в котором оно по меньшей мере частично перекрывает выход по меньшей мере одной трубы реактора;

загрузку катализатора в трубы реактора таким образом, чтобы они удерживались и поддерживались удерживающими устройствами;

причем способ выгрузки может включать:

поворот одного или более удерживающих устройств в их второе положение таким образом, чтобы выход по меньшей мере одной из труб реактора был в достаточной степени открыт; и

выгрузку катализатора из указанного выхода или выходов.

В некоторых вариантах осуществления трубы реактора можно опорожнять поочередно путем избирательного поворота удерживающих устройств для обеспечения достаточного открытия выхода только одной трубы реактора за один раз.

В некоторых других вариантах осуществления трубы реактора можно опорожнять по две или более за один раз путем избирательного поворота удерживающих устройств для обеспечения достаточного открытия выходов двух или более труб реактора одновременно.

В некоторых вариантах осуществления катализатор может быть загружен в каждый канал путем обеспечения катализатора во множестве носителей катализатора и загрузки множества носителей катализатора в каждый канал.

В некоторых других вариантах осуществления катализатор может быть загружен в каждый канал путем засыпки катализатора в виде частиц в каждый канал.

Трубчатые реакторы, трубы реактора и удерживающие устройства, раскрытые в настоящем описании, могут использоваться для широкого спектра процессов. Примеры приемлемых процессов включают в себя реакторы для экзотермических реакций, таких как реакции получения метанола, реакции получения аммиака, реакции метанирования, реакции конверсии водяного пара, реакции окисления, такие как реакции получения формальдегида, малеинового ангидрида и этиленоксида, реакции Фишера — Тропша и т. п. Эндотермические реакции, такие

как реакции предриформинга, парового риформинга, дегидрирования и т. п., также могут быть осуществлены в реакторах, содержащих носители катализатора согласно настоящему изобретению.

Трубчатые реакторы, трубы реактора и удерживающие устройства согласно настоящему изобретению предпочтительно могут обеспечивать возможность использования катализатора в среде с высокоэкзотермическими или эндотермическими реакциями.

Катализатор согласно настоящему изобретению может быть обеспечен, например, в виде свободных частиц катализатора, либо в виде монолитного катализатора, или частиц катализатора или монолитов, содержащихся в носителе катализатора. Катализатор может быть обеспечен в виде одного слоя катализатора или множества слоев катализатора. Носитель катализатора может быть выполнен с возможностью промотирования потока через катализатор в осевом и/или радиальном направлениях. В некоторых вариантах осуществления носитель катализатора может быть выполнен с возможностью преимущественного промотирования потока через катализатор в радиальном направлении.

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 схематический вид трубчатого реактора;

на Фиг. 2 представлен схематический вид участка трубы реактора, содержащей носители катализатора;

на Фиг. 3 представлен схематический вид участка еще одной трубы реактора, содержащей катализатор;

на Фиг. 4 представлен схематический вид участка еще одной трубы реактора, содержащей катализатор и поддерживающее устройство;

на Фиг. 5 представлен схематический вид участка трубчатого реактора;

на Фиг. 6 представлен схематический вид с торца трубы реактора и трех удерживающих устройств в первом положении;

на Фиг. 7 показана система по Фиг. 6 с удерживающими устройствами во втором положении;

на Фиг. 8 представлен схематический вид с торца множества труб реактора и удерживающих устройств;

на Фиг. 9 представлен схематический вид с торца множества труб реактора и множества удерживающих устройств другого типа;

на Фиг. 10 представлен вид в поперечном сечении носителя катализатора;

на Фиг. 11 представлен вид в перспективе с пространственным разделением компонентов носителя катализатора, показанного на Фиг. 10; и

на Фиг. 12 представлен вид в перспективе носителя катализатора, показанного на Фиг. 10.

Подробное описание

Далее исключительно в качестве примера будут описаны аспекты и варианты осуществления настоящего изобретения со ссылкой на вертикально ориентированный трубчатый реактор, имеющий множество вертикальных труб реактора, проходящих между верхней трубной решеткой и нижней трубной решеткой. Однако следует понимать, что настоящее изобретение также может быть применено к другим конфигурациям трубчатого реактора, которые могут включать другие ориентации.

Кроме того, в настоящем описании любая ссылка на положение, например такие термины, как верхний, нижний, верхняя часть, нижняя часть, поверх, под и т. п., используется 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.

На Фиг. 1 показана типовая схема компоновки трубчатого реактора 1 согласно настоящему изобретению. Трубчатый реактор 1 содержит корпус 2. Внутренняя часть корпуса может быть разделена на верхнее пространство 3, зону 4 теплообмена и нижнее пространство 5 двумя трубными решетками — верхней трубной решеткой 6 и нижней трубной решеткой 7. Верхняя трубная решетка 6 отделяет верхнее пространство 3 от зоны 4 теплообмена. Нижняя трубная решетка 7 отделяет нижнее пространство 5 от зоны 4 теплообмена.

Множество труб 8 реактора проходят между верхней трубной решеткой 6 и нижней трубной решеткой 7. Каждая труба 8 реактора содержит удлиненную трубу, образующую канал 11, и имеет выход 12 на одном конце канала 11. Выход 12 может находиться на нижнем конце трубы 8 реактора. Вход 13 трубы 8 реактора может быть обеспечен на противоположном конце трубы 8 реактора, например на верхнем конце.

Может быть обеспечено большое количество труб 8 реактора, например от 20 до 80 000 труб 8 реактора. Канал 11 каждой трубы 8 реактора может иметь, например, внутренний диаметр от 20 до 150 мм. В некоторых вариантах осуществления внутренний диаметр может составлять приблизительно 85 мм.

Каждая труба 8 реактора выполнена с возможностью во время эксплуатации принимать катализатор 9 внутрь канала 11. Катализатор 9 может быть рассыпным или может быть упакован в различных формах.

В первом примере, как показано на Фиг. 2, катализатор 9 может быть упакован во множество носителей 10 катализатора. Носители 10 катализатора могут быть размещены в виде многоуровневой структуры носителей 10 катализатора в канале 11 каждой трубы 8 реактора. Одно или более поддерживающих устройств 10a могут быть обеспечены в нижней части указанной многоуровневой структуры. Поддерживающее (-ие) устройство (-а) 10a может (могут) не содержать катализатор 9 и может (могут) служить для предотвращения размещения катализатора 9 в трубчатом реакторе 1 на уровне нижней трубной решетки 7, как

показано на Фиг. 5. Другими словами, поддерживающее (-ие) устройство (-а) 10a может (могут) позволить обеспечить, чтобы весь катализатор 9 был расположен в пределах зоны 4 теплообмена трубчатого реактора 1.

Носители 10 катализатора могут иметь различные формы. Некоторые из подходящих примеров описаны в WO 2011/048361, WO2012/136971 и WO2016/050520. Еще один пример подходящего носителя 10 катализатора показан на Фиг. 10–12 и будет дополнительно описан ниже.

Каждое поддерживающее устройство 10a может иметь любую подходящую форму. В одном примере поддерживающее устройство 10a может иметь такую же или аналогичную форму, что и носитель 10 катализатора, но без заполнения катализатором 9.

Во втором примере, как показано на Фиг. 3 и 4, катализатор 9 может представлять собой частицы катализатора, которые засыпают в канал 11 каждой трубы 8 реактора. Одно или более поддерживающих устройств 10b могут быть обеспечены в нижней части слоя катализатора 9 в виде частиц, как показано на Фиг. 4. Как указано выше, поддерживающее (-ие) устройство (-а) 10b может (могут) служить для предотвращения размещения катализатора 9 в трубчатом реакторе 1 на уровне нижней трубной решетки 7, как показано на Фиг. 5. В результате поддерживающее (-ие) устройство (-а) 10b может (могут) способствовать обеспечению того, чтобы весь катализатор 9 был расположен в пределах зоны 4 теплообмена трубчатого реактора 1.

Каждое поддерживающее устройство 10b может иметь любую подходящую форму. В одном примере поддерживающее устройство 10b может иметь полую или пористую часть с по меньшей мере верхней сеткой для поддержки катализатора 9 в виде частиц. Еще в одном примере поддерживающее устройство 10b может содержать инертный поддерживающий материал, такой как шарики из оксида алюминия, которые имеют больший диаметр, чем катализатор в виде частиц. Шарики из оксида алюминия могут быть отсортированы по размеру, чтобы избежать потери катализатора из трубы 8 реактора. Например, для катализатора в

виде частиц, имеющего частицы диаметром 3 мм, шарики из оксида алюминия могут представлять собой слой из 6 мм шариков, расположенный поверх слоя шариков размером 13 мм, расположенного поверх слоя шариков размером 25 мм. Еще в одном примере поддерживающее устройство 10b может содержать одну или более спиральных пружин, которые растягиваются относительно стенки трубы реактора и удерживают катализатор в виде частиц, как в корзине.

Как правило, желательно, чтобы катализатор 9 или носители 10 катализатора покрывали всю или по существу всю длину трубы 8 реактора между верхней трубной решеткой 6 и нижней трубной решеткой 7, т. е. чтобы они покрывали всю или по существу всю длину зоны 4 теплообмена.

Как правило, рассыпной катализатор 9 или носители 10 катализатора загружают во входы 13 на верхних концах труб 8 реактора при заполнении труб 8 реактора и выгружают из выходов 12 на нижних концах труб 8 реактора при опорожнении труб 8 реактора.

В верхнем пространстве 3 может быть обеспечен доступ к верхнему концу труб 8 реактора для обеспечения загрузки катализатора 9 или носителей 10 катализатора в трубы 8 реактора. Нижнее пространство 5 может обеспечивать доступ к нижнему концу труб 8 реактора для обеспечения выгрузки катализатора 9 или носителей 10 катализатора из труб 8 реактора.

В соответствии с настоящим описанием и как показано в качестве примера на Фиг. 2–5, каждая труба 8 реактора имеет одно или более соединенных с ней удерживающих устройств 20. Например, с помощью одного удерживающего устройства 20 можно управлять выгрузкой катализатора 9 из каждой трубы 8 реактора. Альтернативно два, три, четыре или более удерживающих устройств 20 могут быть соединены с выходом 12 каждой трубы 8 реактора.

Каждое удерживающее устройство 20 выполнено с возможностью поворота между первым положением и вторым положением. В первом положении удерживающее

устройство 20 по меньшей мере частично перекрывает выход 12 трубы 8 реактора таким образом, чтобы удерживать катализатор 9 внутри канала 11. Во втором положении выход 12 в достаточной степени открыт для обеспечения возможности выгрузки катализатора 9 из выхода 12.

Удерживающее устройство 20 может быть выполнено с возможностью поворота вокруг оси, параллельной продольной оси соединенной с ним удлиненной трубы 8 и не совпадающей с этой осью.

Удерживающее устройство 20 может быть расположено на выходе 12 трубы 8 реактора или рядом с этим выходом. Например, как показано на Фиг. 2–5, удерживающее устройство 20 в своем первом положении может частично или полностью проходить поперек выхода 12 трубы 8 реактора.

Удерживающее устройство 20 может быть непосредственно или опосредованно прикреплено к трубе 8 реактора и/или к нижней трубной решетке 7. Например, удерживающее устройство 20 может быть установлено на резьбовую шпильку нижней трубной решетки 7.

Каждое удерживающее устройство 20 может быть выровнено в промежутке между двумя, необязательно между тремя или четырьмя трубами 8 реактора.

Удерживающее устройство 20 может быть изготовлено из любого подходящего материала. Такой материал обычно выбирают таким образом, чтобы он выдерживал рабочие условия реактора. Как правило, удерживающее устройство 20 изготавливают из углеродистой стали, алюминия, нержавеющей стали, других сплавов или любого материала, способного выдерживать условия реакции.

Удерживающее устройство 20 может содержать поворотную часть, выполненную с возможностью поворота между первым положением и вторым положением. Поворотная часть может иметь центральную ось поворота, вокруг которой может поворачиваться указанная поворотная часть.

Поворотная часть может содержать по меньшей мере один перекрывающий участок и по меньшей мере один неперекрывающий участок, расположенные в различных кольцевых областях поворотной части.

В первом положении по меньшей мере один перекрывающий участок может быть выполнен с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода 12, а во втором положении по меньшей мере один неперекрывающий участок может быть выполнен с возможностью совмещения с выходом 12.

В первом положении поворотной части можно использовать частичное перекрытие выхода 12, когда катализатор 9 упакован в носители 10 катализатора либо когда поддерживающее устройство 10a, 10b используют для поддержания носителей 10 катализатора или слоя катализатора 9 в виде частиц, поскольку предпочтительные носители 10 катализатора и/или поддерживающие устройства 10a, 10b, имеющие жесткую форму, могут эффективно удерживаться в канале 11 за счет сужения отверстия выхода 12.

В качестве одного примера поворотная часть содержит поворотный диск, как показано, например, на Фиг. 6 и 7. На Фиг. 6 представлен вид с торца одной трубы 8 реактора и трех удерживающих устройств 20, которые соединены с выходом 12 трубы 8 реактора.

Три удерживающих устройства 20 могут быть распределены по периферии трубы 8 реактора. Необязательно они могут быть расположены с равномерным распределением. В проиллюстрированном примере три удерживающих устройства 20 разнесены приблизительно на 120° друг от друга.

Поворотный диск может содержать дисковую часть 21, например образующую перекрывающий участок, и по меньшей мере одно отверстие 22, образующее, например, один или более неперекрывающих участков. Дисковая часть 21 может быть плоской. Она может быть образована, например, из листового материала. Дисковая часть 21 может иметь толщину от 5 до 25 мм.

Дисковая часть 21 может быть выполнена с возможностью поворота вокруг оси 23 поворота, которая может быть расположена в центре дисковой части 21. Дисковая часть 21 может иметь серповидную форму, т. е. иметь общую форму вогнуто-выпуклой области, ограниченную двумя дугами круга.

В проиллюстрированном на Фиг. 6 и 7 примере на каждом удерживающем устройстве 20 может быть образовано одно отверстие 22. Отверстие 22 может проходить к периферии дисковой части 21, образуя вырезанный сегмент поворотного диска. Вырезанный сегмент может иметь форму линзы, т. е. иметь общую форму выпуклой области, ограниченную двумя дугами круга, соединенными друг с другом в их конечных точках.

Дисковая часть 21 может иметь один или более пазов 24 на периферическом крае. Указанные пазы 24 могут обеспечивать якорную точку для зацепления инструмента с целью поворота дисковой части 21 из ее первого положения в ее второе положение.

На Фиг. 6 все три удерживающих устройства 20 показаны в их первых положениях. В своем первом положении каждая дисковая часть 21 может быть выполнена с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода 12. Это позволяет удерживать, например, носитель 10 катализатора внутри канала 11. В частности, положение оси 23 поворота и диаметр дисковой части 21 могут быть такими, чтобы в своем первом положении по меньшей мере участок дисковой части 21 частично проходил поперек выхода 12 и, в частности, проходил указанным образом в достаточной степени для предотвращения прохождения носителя 10 катализатора за пределы уровня удерживающего устройства 20.

На Фиг. 7 показаны все три удерживающих устройства 20, которые были повернуты в их второе положение. В своем втором положении отверстие 22 каждого удерживающего устройства 20 может быть совмещено с выходом 12. В частности, это совмещение является таким, чтобы было образовано достаточно

большое окно между удерживающими устройствами 20 для возможности прохождения носителя 10 катализатора за пределы уровня удерживающего устройства 20 и из трубы 8 реактора.

На практике трубчатый реактор 1 содержит большое количество труб 8 реактора. Трубы 8 реактора, как правило, расположены в виде закономерного массива между верхней трубной решеткой 6 и нижней трубной решеткой 7. Если смотреть с конца, например, если смотреть на нижнюю трубную решетку 7 снизу, трубы 8 реактора могут быть расположены в виде закономерной структуры. Зазоры между соседними трубами 8 реактора могут быть постоянными и равными. Трубы 8 реактора могут быть расположены в виде четырехугольной структуры, например, с разбивкой по квадрату, в соответствии с которой трубы 8 реактора образуют ряды и столбцы, и рядом с каждой трубой 8 реактора расположены до восьми соседних труб 8 реактора. Альтернативно еще в одном примере трубы 8 реактора могут быть расположены с разбивкой по треугольнику, при которой трубы 8 реактора скомпонованы в виде треугольных подблоков из трех труб 8 реактора, и рядом с каждой трубой 8 реактора расположены до шести соседних труб 8 реактора. Следует понимать, что возможны и другие варианты расположения.

На Фиг. 8 показан вид с торца участка трубчатого реактора 8, в котором множество труб 8 реактора расположены с разбивкой по треугольнику. Как показано на Фиг. 8, каждое удерживающее устройство 20 может быть соединено с более чем одной трубой 8 реактора. Каждое удерживающее устройство 20 выровнено в промежутке между тремя трубами 8 реактора.

Трубы 8 реактора могут быть расположены в виде закономерной структуры на равном расстоянии друг от друга, при этом в каждой паре трубы 8 реактора отстоят друг от друга на одинаковое расстояние D между их центрами, и удерживающие устройства 20 также могут быть расположены в виде закономерной структуры на равном расстоянии друг от друга, при этом в каждой паре удерживающие устройства 20 отстоят друг от друга на одинаковое расстояние D между их центрами. Однако следует отметить, как для примера показано на Фиг. 8,

закономерная структура с расположенными на равном расстоянии друг от друга удерживающими устройствами 20 смещена относительно закономерной структуры с расположенными на равном расстоянии друг от друга трубами 8 реактора.

Например, как показано на фигуре, с трубой 8a реактора соединены три удерживающих устройства 20a, 20b и 20c. С трубой 8b реактора также соединены три удерживающих устройства 20c, 20d и 20e. Следует отметить, что удерживающее устройство 20c соединено как с трубой 8a реактора, так и с трубой 8b реактора.

Как показано на Фиг. 8, из трубы 8a реактора можно свободно выгружать носители 10 катализатора, поскольку все из удерживающих устройств 20a, 20b и 20c находятся в их втором положении по отношению к трубе 8a реактора, т. е. их отверстия совмещены с выходом 12 трубы 8a реактора. В то же время удерживающее устройство 20c находится в своем первом положении относительно трубы 8b реактора, поскольку его дисковая часть 22c частично перекрывает выход 12 трубы 8b реактора.

Таким образом, как видно на фигуре, удерживающими устройствами 20 можно избирательно управлять для управления выгрузкой катализатора из соответствующих труб 8 реактора путем избирательного поворота удерживающих устройств 20.

Все удерживающие устройства 20 могут быть выполнены с возможностью поворота независимо друг от друга. Например, оператор может вручную поворачивать каждое удерживающее устройство 20, например, путем введения ручного инструмента в зацепление с пазами 24 конкретного удерживающего устройства 20.

Альтернативно два или более удерживающих устройства 20 могут быть соединены друг с другом для обеспечения возможности их синхронного поворота. Например, два или более удерживающих устройства 20 могут быть соединены соединительным

элементом. Один соединительный элемент может поворачивать группу удерживающих устройств 20, например, поворот некоторых или всех удерживающих устройств 20 в одном ряду или столбце, либо в одном треугольном подблоке может обеспечивать один соединительный элемент.

Трубчатый реактор 1 может дополнительно содержать множество фиксирующих элементов 30 для избирательного предотвращения поворота удерживающих устройств 20. В проиллюстрированном на Фиг. 8 примере каждый фиксирующий элемент 30 может содержать фиксирующую часть, которая может входить в зацепление с одним или более удерживающими устройствами 20 для блокирования поворота указанных удерживающих устройств 20. Каждый фиксирующий элемент 30 может иметь форму и размеры, обеспечивающие взаимное зацепление и/или взаимодействие с одним или более удерживающими устройствами 20. Например, форма фиксирующего элемента 30 может быть такой, чтобы он взаимодействовал с дисковой частью 21 одного или более удерживающих устройств 20. Как показано на Фиг. 8, фиксирующий элемент 30 может представлять собой круговой диск, выполненный с возможностью взаимодействия с дисковыми частями 21 одного, двух или трех соседних удерживающих устройств 20, занимая пустоты отверстий 22.

Фиксирующие элементы 30 могут быть выполнены с возможностью перемещения между заблокированным положением и незаблокированным положением. Это перемещение может происходить в направлении, перпендикулярном плоскости удерживающих устройств 20. Например, перемещение фиксирующих элементов 30 в их незаблокированное положение может включать подъем или опускание фиксирующих элементов 30 за пределы плоскости дисковых частей 21.

Фиксирующие элементы 30 могут быть соединены друг с другом для обеспечения возможности их синхронного перемещения.

Фиксирующие элементы 30 могут быть расположены в виде закономерной структуры на равном расстоянии друг от друга.

Еще в одном примере поворотная часть содержит по меньшей мере одно плечо или по меньшей мере один лепесток, как показано, например, на Фиг. 9. На Фиг. 9 показан вид с торца участка трубчатого реактора 8, в котором трубы реактора расположены с разбивкой по треугольнику. Как показано на Фиг. 9, каждое удерживающее устройство 20 может быть соединено с более чем одной трубой 8 реактора.

Три удерживающих устройства 20 могут быть распределены по периферии каждой трубы 8 реактора. Необязательно они могут быть расположены с равномерным распределением. В проиллюстрированном примере три удерживающих устройства 20 разнесены приблизительно на 120° друг от друга.

Как показано на фигуре, каждая поворотная часть содержит три плеча или лепестка 41. Три плеча или лепестка 41 могут быть разнесены приблизительно на 120° друг от друга. Поворотная часть может быть выполнена с возможностью поворота вокруг оси 42 поворота, которая может быть расположена в центре поворотной части.

В других примерах каждая поворотная часть может содержать одно, два, четыре или более плечей или лепестков 41. Необязательно количество плечей или лепестков 41 может быть равно количеству соседних труб 8 реактора, с которыми соединена поворотная часть, т. е. поворотная часть 8, расположенная в промежутке между тремя трубами 8 реактора, может иметь три плеча или лепестка 41.

Как отмечено выше, удерживающие устройства 20 могут быть непосредственно или опосредованно установлены на нижнюю трубную решетку 7. Как показано на фигуре, удерживающие устройства 20 установлены, например, на резьбовые шпильки, содержащие часть поддерживающей конструкции, соединенной с нижней трубной решеткой 7.

Каждое удерживающее устройство 20 выполнено с возможностью поворота между первым положением и вторым положением. В первом положении плечо или лепесток 41 или каждое указанное плечо или каждый указанный лепесток могут быть выполнены с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода 12 трубы 8 реактора для удержания катализатора 9 внутри канала 11. Во втором положении плечо или лепесток 41 или каждое указанное плечо или каждый указанный лепесток могут быть выполнены с возможностью несовмещения с выходом 12.

В своем первом положении плечо или лепесток 41 или каждое указанное плечо или каждый указанный лепесток могут проходить поперек одной, двух или более соответствующих труб 8 реактора. Плечо или лепесток 41 или каждое указанное плечо или каждый указанный лепесток могут быть прямыми или изогнутыми.

На Фиг. 9 показано удерживающее устройство 20i в его первом положении. В своем первом положении каждое плечо или лепесток 41 могут быть выполнены с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода 12 соседней трубы 8 реактора. Это позволяет удерживать катализатор 9, носитель 10 катализатора либо поддерживающее устройство 10a или 10b внутри канала 11. В частности, положение оси 42 поворота и длины плечей или лепестков 41 могут быть такими, чтобы по меньшей мере дистальный участок плеча или лепестка 41 в своем первом положении частично проходил поперек выхода 12 и, в частности, проходил в достаточной степени для предотвращения пропускания носителя 10 катализатора либо поддерживающих устройств 10a или 10b за пределы уровня удерживающего устройства 20. Таким образом, плечи или лепестки 41 в их первом положении могут быть выполнены с возможностью поддержания одного крайнего из множества носителей 10 катализатора. Указанное поддержание может представлять собой непосредственное поддержание одного крайнего из множества носителей 10 катализатора путем приведения в контакт с одним крайним из множества носителей 10 катализатора или может представлять собой опосредованное поддержание одного крайнего из множества носителей 10 катализатора путем приведения в контакт с поддерживающим устройством 10a,

которое само поддерживает один крайний из множества носителей 10 катализатора.

На Фиг. 9 показано удерживающее устройство 20j в его втором положении. В своем втором положении плечи или лепестки 41 поворачивают и выводят из положения совмещения с выходами 12 для обеспечения прохождения катализатора 9 или носителя 10 катализатора за пределы уровня удерживающего устройства 20 и из трубы 8 реактора.

Таким образом, как и в предыдущих примерах, удерживающими устройствами 20 можно избирательно управлять для управления выгрузкой катализатора 9 из соответствующих труб 8 реактора путем избирательного поворота удерживающих устройств 20.

Как было указано ранее, все удерживающие устройства 20 могут быть выполнены с возможностью поворота независимо друг от друга. Например, оператор может вручную поворачивать каждое удерживающее устройство 20. Альтернативно два или более удерживающих устройства 20 могут быть соединены друг с другом для обеспечения возможности их синхронного поворота. Например, два или более удерживающих устройства 20 могут быть соединены соединительным элементом. Один соединительный элемент может поворачивать группу удерживающих устройств 20, например, поворот некоторых или всех удерживающих устройств 20 в одном ряду или столбце, либо в одном треугольном подблоке может обеспечивать один соединительный элемент.

Во время эксплуатации катализатор 9 (насыпной или упакованный, например, в носители 10 катализатора) может быть загружен в каждую трубу 8 трубчатого реактора 1 путем поворота по меньшей мере одного удерживающего устройства 20, соединенного с этой трубой 8 реактора, в его первое положение, в котором оно по меньшей мере частично перекрывает выход 12. Затем катализатор 9 может быть загружен в трубу 8 реактора таким образом, чтобы он удерживался и необязательно поддерживался удерживающим устройством 20. Для опорожнения трубы 8 реактора удерживающее устройство 20 может быть повернуто в его второе

положение, в котором выход 12 в достаточной степени открыт для возможности выгрузки катализатора 9 из выхода 12.

Если два из более удерживающих устройств 20 соединены с одной трубой 8 реактора, то одно или более, либо все из соответствующих удерживающих устройств 20 могут быть перемещены в их первое положение перед загрузкой катализатора 9.

Опорожнение труб 8 реактора можно осуществлять поочередно путем выборочного поворота удерживающих устройств 20 для обеспечения достаточного открытия выхода 12 только одной трубы 8 реактора за один раз. Альтернативно трубы 8 реактора можно опорожнять по две или более за один раз путем избирательного поворота удерживающих устройств 20 для обеспечения достаточного открытия выходов 12 двух или более труб 8 реактора одновременно.

Как отмечено выше, катализатор 9 может быть упакован в носитель 10 катализатора. Пример подходящего носителя 10 катализатора показан для примера на Фиг. 10–12. Однако, как было отмечено выше, следует понимать, что в соответствии с настоящим описанием изобретения носители 10 катализатора могут иметь различные формы. Например, как и примеры, описанные в настоящем документе, носители 10 катализатора могут принимать другие формы, включая, без ограничений, формы, описанные в документах WO2011/048361, WO2012/136971 и WO2016/050520, содержание которых полностью включено в настоящий документ путем ссылки.

Носитель 10 катализатора может по существу содержать контейнер, имеющий размеры, которые меньше, чем внутренний размер трубы 8 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 8 реактора, когда носитель 10 катализатора находится на его месте внутри трубы 8 реактора. Такие параметры, как длина и диаметр

носителя, могут быть выбраны с учетом особенностей различных реакций и конфигураций трубы 8 реактора.

Как показано на Фиг. 10–12, носитель 10 катализатора может содержать контейнер 100 для удержания 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 носителя 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 носителя. Наружная стенка 103 носителя может иметь отверстия 105, расположенные под уплотнением 104.

Как показано на Фиг. 10, по меньшей мере в некоторых вариантах осуществления носитель 10 катализатора 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. 11, носитель 10 катализатора может быть образован 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.

Носитель 10 катализатора может быть изготовлен из любого приемлемого материала. Такой материал обычно выбирают таким образом, чтобы он выдерживал рабочие условия реактора. Как правило, носитель катализатора 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 носителя 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 реагентам и продуктам проходить через стенки или трубы.

Нижняя поверхность 101, например нижний колпачок 123, может иметь такую форму, чтобы зацепляться с верхним концом другого носителя 10 катализатора. 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 носителя 10 катализатора. Например, верхний колпачок 125 может содержать круговое кольцо 131, которое выступает из корпуса 132 кругового вкладыша. Круговое кольцо 131 может иметь такие 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 такие 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.

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

Отверстия 105 в наружной стенке 103 носителя 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 8 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 носителя или верхней поверхности 102 носителя 10 катализатора. Фланец 140 может иметь такие размеры, чтобы они превышали внутренний диаметр трубы 8 реактора таким образом, что, когда носитель 10 катализатора вставляется в трубу 8 реактора, он деформируется для размещения внутри трубы 8 реактора и взаимодействия с ней.

В проиллюстрированном примере, представленном на Фиг. 10, 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 носителя 10 катализатора.

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

Во время вставки в трубу 8 реактора уплотнение 104 носителя 10 катализатора может герметично взаимодействовать с внутренней поверхностью трубы 8 реактора. В частности, взаимодействие уплотнения 104 с трубой 8 реактора может привести к деформации уплотнения 104.

Деформация уплотнения 104 может привести к возникновению усилий противодействия, которые могут способствовать поддержанию осевого положения носителей 10 катализатора внутри трубы 8 реактора после установки. Кроме того, деформация уплотнения 104 может способствовать обеспечению непроницаемого для жидкостей и или газонепроницаемого уплотнения между верхним концом носителей 10 катализатора и внутренней поверхностью трубы 8 реактора.

После установки в трубу 8 реактора носители 10 катализатора могут образовывать многоуровневую структуру, один поверх другого, при этом их продольные оси выровнены и совпадают друг с другом. Как отмечено выше, стопка носителей 10 катализатора может непосредственно или опосредованно поддерживаться удерживающими устройствами 20, когда они находятся в своих первых положениях.

Во время эксплуатации в трубчатом реакторе 1 с нисходящим потоком реагент (-ы) протекает (-ют) вниз по трубе 8 реактора и, таким образом, сначала контактирует (-ют) с верхней поверхностью 102 самого верхнего носителя 10 катализатора в стопочной структуре. Уплотнение 104 не допускает прохождения реагента (-ов) мимо боковой стороны носителя 10 катализатора. Таким образом, верхняя поверхность 102 направляет реагенты вовнутрь через боковые отверстия 133 в

центральный вход 134 на верхнем конце внутреннего канала 112 с внутренней стороны внутренней стенки 111 контейнера, образованной перфорированной внутренней трубой 120.

Затем реагент (-ы) поступает (-ют) в круговой контейнер 110 через перфорированную внутреннюю трубу 120, а затем проходит (-ят) в радиальном направлении через слой катализатора по направлению к наружной стенке 113 контейнера, образованной перфорированной промежуточной трубой 121. Во время этого прохождения реагент (-ы) контактирует (-ют) с катализатором и происходит реакция с образованием продукта (-ов).

Непрореагировавший реагент и продукт затем вытекают из кругового контейнера 110 через перфорированную промежуточную трубу 121. Затем наружная стенка 103 носителя, образованная наружной трубой 122, направляет реагент и продукт вверх между внутренней поверхностью наружной стенки 103 носителя и перфорированной промежуточной трубой 121 до тех пор, пока они не достигнут отверстий 105 в наружной стенке 103 носителя. Затем они направляются через отверстия 105 и протекают вниз между наружной поверхностью наружной стенки 103 носителя и внутренней поверхностью трубы 8 реактора, где происходит теплопередача.

Затем непрореагировавшие реагенты и продукты могут контактировать с верхней поверхностью 102 нижележащего носителя 10 катализатора в стопочной структуре, и описанный выше способ может быть повторен. Этот процесс может повторяться по мере того, как реагент (-ы) и продукт (-ы) проходят вниз по стопочной структуре до тех пор, пока они не будут собраны за пределами нижнего конца трубы 8 реактора.

Некоторые из продуктов, особенно жидкие продукты, могут вытекать из внутреннего канала 112 через дренажное отверстие, образованное в торцевой поверхности 116 канала, во внутренний канал 112 нижележащего носителя 10 катализатора. Затем указанные продукты могут продолжать стекать вниз по

стопочной структуре носителей 10 катализатора, после чего их собирают на выходе 12 на нижнем конце труб 8 реактора.

Другие аспекты и варианты осуществления настоящего описания изложены в следующих пунктах.

Пункт 1. Труба реактора для трубчатого реактора и удерживающее устройство, соединенное с трубой реактора;

причем труба реактора имеет форму удлиненной трубы, образующей канал для приема катализатора во время эксплуатации, и имеет выход на одном конце канала для выгрузки катализатора из канала;

при этом удерживающее устройство выполнено с возможностью поворота между первым положением и вторым положением;

причем в первом положении удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход для удерживания катализатора внутри канала; и

во втором положении выход в достаточной степени открыт для обеспечения выгрузки катализатора из выхода.

Пункт 2. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 1, причем удерживающее устройство выполнено с возможностью поворота вокруг оси, параллельной продольной оси удлиненной трубы и не совпадающей с этой осью.

Пункт 3. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 1 или 2, причем удерживающее устройство содержит поворотную часть, выполненную с возможностью поворота между первым положением и вторым положением.

Пункт 4. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 3, причем поворотная часть содержит по меньшей мере один перекрывающий участок и по меньшей мере один неперекрывающий участок, расположенные в различных кольцевых областях поворотной части;

при этом в первом положении по меньшей мере один перекрывающий участок выполнен с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода, а во

втором положении по меньшей мере один неперекрывающийся участок выполнен с возможностью совмещения с выходом.

Пункт 5. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 3 или 4, причем поворотная часть имеет центральную ось поворота, вокруг которой может поворачиваться указанная поворотная часть.

Пункт 6. Труба реактора и удерживающее устройство по любому из пп. 3–5, причем поворотная часть содержит поворотный диск.

Пункт 7. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 6, причем поворотный диск содержит дисковую часть и по меньшей мере одно отверстие; при этом в первом положении дисковая часть выполнена с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода для удержания катализатора внутри канала, а во втором положении по меньшей мере одно отверстие выполнено с возможностью совмещения с выходом.

Пункт 8. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 7, причем по меньшей мере одно отверстие представляет собой по меньшей мере одно открытое отверстие, которое проходит к периферии дисковой части и образует по меньшей мере один вырезанный сегмент поворотного диска.

Пункт 9. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 8, причем вырезанный сегмент или каждый вырезанный сегмент поворотного диска имеет форму линзы.

Пункт 10. Труба реактора и удерживающее устройство по любому из пп. 7–9, причем дисковая часть имеет серповидную форму.

Пункт 11. Труба реактора и удерживающее устройство по любому из пп. 7–10, причем поворотная часть содержит одно, два, три или четыре отверстия.

Пункт 12. Труба реактора и удерживающее устройство по любому из пп. 3–11, причем поворотная часть содержит плечо или лепесток; при этом в первом положении плечо или лепесток выполнены с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода для удержания катализатора внутри канала, а во втором положении плечо или лепесток выполнены с возможностью несовмещения с выходом.

Пункт 13. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 12, причем поворотная часть содержит два, три или четыре плеча или лепестка.

Пункт 14. Труба реактора и удерживающее устройство по любому из предшествующих пунктов, причем канал выполнен с возможностью во время эксплуатации принимать катализатор в виде множества носителей катализатора, которые содержат катализатор и выполнены с возможностью ввода в этот канал; при этом в первом положении удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход, чтобы удерживать множество носителей катализатора внутри канала; и во втором положении выход в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку множества носителей катализатора из выхода.

Пункт 15. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 14, причем в первом положении удерживающее устройство выполнено с возможностью поддержания одного крайнего из множества носителей катализатора.

Пункт 16. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 15, причем в первом положении удерживающее устройство:
непосредственно поддерживает один крайний из множества носителей катализатора путем приведения в контакт с одним крайним из множества носителей катализатора; или
опосредованно поддерживает один крайний из множества носителей катализатора путем приведения в контакт с поддерживающим устройством, которое поддерживает один крайний из множества носителей катализатора.

Пункт 17. Труба реактора и удерживающее устройство по любому из пп. 1–13, причем канал выполнен с возможностью во время эксплуатации принимать катализатор в виде частиц, которые засыпают в канал; при этом в первом положении удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход для удержания частиц катализатора внутри канала; и во втором положении выход в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку частиц катализатора из выхода.

Пункт 18. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 17, дополнительно содержащее поддерживающее устройство, которое поддерживает частицы катализатора внутри канала; причем в первом положении удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход для удержания поддерживающего устройства и, следовательно, частиц катализатора внутри канала; и во втором положении выход в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку поддерживающего устройства и, соответственно, частиц катализатора из выхода.

Пункт 19. Трубчатый реактор, содержащий множество труб реактора и множество удерживающих устройств; причем каждая труба реактора содержит удлиненную трубу, образующую канал для приема катализатора во время эксплуатации, и имеет выход на одном конце канала для выгрузки катализатора из канала; при этом каждое удерживающее устройство соединено с одной или более трубами реактора и выполнено с возможностью поворота между первым положением и вторым положением; причем в своем первом положении каждое удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора для удержания катализатора внутри канала одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора; и

в своем втором положении выход по меньшей мере одной из соединенных с ним одной или более труб реактора в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку катализатора из указанного выхода.

Пункт 20. Трубчатый реактор по п. 19, в котором в своем первом положении каждое удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход всех из соединенных с ним одной или более труб реактора для удержания катализатора внутри канала всех из соединенных с ним одной или более труб реактора.

Пункт 21. Трубчатый реактор по п. 19 или 20, в котором в своем втором положении выход по меньшей мере двух или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку катализатора из указанных выходов.

Пункт 22. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–21, в котором каждая труба реактора имеет два, три или четыре удерживающих устройства, соединенных с ее выходом.

Пункт 23. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–22, в котором каждое из множества удерживающих устройств выполнено с возможностью поворота независимо от других устройств.

Пункт 24. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–22, в котором два или более из множества удерживающих устройств соединены друг с другом для обеспечения возможности их синхронного поворота.

Пункт 25. Трубчатый реактор по п. 24, в котором два или более удерживающих устройства соединены друг с другом соединительным элементом, причем этот соединительный элемент выполнен с возможностью приведения в действие для поворота двух или более удерживающих устройств.

Пункт 26. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–25, в котором множество труб реактора расположены в виде закономерной структуры на равном расстоянии друг от друга, при этом в каждой паре трубы реактора отстоят друг от друга на одинаковое расстояние D между их центрами;

множество удерживающих устройств также расположены в виде закономерной структуры на равном расстоянии друг от друга, при этом в каждой паре удерживающие устройства отстоят друг от друга на одинаковое расстояние D между их центрами; и

закономерная структура с расположенными на равном расстоянии друг от друга удерживающими устройствами смещена относительно закономерной структуры с расположенными на равном расстоянии друг от друга трубами реактора.

Пункт 27. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–26, в котором каждое удерживающее устройство выровнено в промежутке между двумя, необязательно между тремя или четырьмя трубами реактора.

Пункт 28. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–27, в котором каждое удерживающее устройство выполнено с возможностью поворота вокруг оси, параллельной продольным осям удлиненных труб и не совпадающей с этими осями.

Пункт 29. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–28, в котором каждое удерживающее устройство содержит поворотную часть, выполненную с возможностью поворота между ее первым положением и ее вторым положением.

Пункт 30. Трубчатый реактор по п. 29, в котором каждая поворотная часть содержит по меньшей мере один перекрывающийся участок и по меньшей мере один неперекрывающийся участок, расположенные в различных кольцевых областях поворотной части;

причем в своем первом положении по меньшей мере один перекрывающийся участок выполнен с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора, и в

своем втором положении по меньшей мере один неперекрывающий участок выполнен с возможностью совмещения с выходом одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора.

Пункт 31. Трубчатый реактор по п. 29 или 30, в котором каждая поворотная часть имеет центральную ось поворота, вокруг которой может поворачиваться указанная поворотная часть.

Пункт 32. Трубчатый реактор по любому из пп. 29–31, в котором каждая поворотная часть содержит поворотный диск.

Пункт 33. Трубчатый реактор по п. 32, в котором поворотный диск содержит дисковую часть и по меньшей мере одно отверстие; причем в своем первом положении дисковая часть выполнена с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода одной, некоторых или всех из соединенных с ней одной или более труб реактора, и в своем втором положении по меньшей мере одно отверстие выполнено с возможностью совмещения с выходом одной, некоторых или всех из соединенных с ней одной или более труб реактора.

Пункт 34. Трубчатый реактор по п. 33, в котором по меньшей мере одно отверстие представляет собой по меньшей мере одно открытое отверстие, которое проходит к периферии дисковой части и образует по меньшей мере один вырезанный сегмент поворотного диска.

Пункт 35. Трубчатый реактор по п. 34, в котором вырезанный сегмент или каждый вырезанный сегмент поворотного диска имеет форму линзы.

Пункт 36. Трубчатый реактор по любому из пп. 33–35, в котором каждая дисковая часть имеет серповидную форму.

Пункт 37. Трубчатый реактор по любому из пп. 29–36, в котором каждая поворотная часть содержит одно, два, три или четыре отверстия.

Пункт 38. Трубчатый реактор по любому из пп. 29–37, в котором каждая поворотная часть содержит плечо или лепесток; причем в первом положении плечо или лепесток выполнены с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода одной, некоторых или всех из соединенных с ними одной или более труб реактора, а во втором положении плечо или лепесток выполнены с возможностью несовмещения с выходом одной, некоторых или всех из соединенных с ними одной или более труб реактора.

Пункт 39. Трубчатый реактор по п. 38, в котором в своем первом положении плечо или лепесток проходит поперек двух или более соответствующих труб реактора.

Пункт 40. Трубчатый реактор по п. 38 или п. 39, в котором плечо или лепесток является прямым или изогнутым.

Пункт 41. Трубчатый реактор по любому из пп. 38–40, в котором каждая поворотная часть содержит два, три или четыре плеча или лепестка.

Пункт 42. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–41, дополнительно содержащий трубную решетку, поддерживающую множество труб реактора; причем множество удерживающих устройств установлены на трубную решетку.

Пункт 43. Трубчатый реактор по п. 42, в котором множество удерживающих устройств установлены на резьбовые шпильки трубной решетки.

Пункт 44. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–43, дополнительно содержащий множество фиксирующих элементов для избирательного предотвращения поворота удерживающих устройств.

Пункт 45. Трубчатый реактор по п. 44, в котором каждый фиксирующий элемент содержит фиксирующую часть, которая может входить в зацепление с

одним или более удерживающими устройствами для блокирования поворота указанных удерживающих устройств.

Пункт 46. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–45, в котором каждый канал выполнен с возможностью во время эксплуатации принимать катализатор в виде множества носителей катализатора, которые содержат катализатор и выполнены с возможностью ввода в канал;

причем в своем первом положении каждое удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора для удержания множества носителей катализатора внутри канала одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора; и

в своем втором положении выход по меньшей мере одной из соединенных с ним одной или более труб реактора в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку множества носителей катализатора из указанного выхода.

Пункт 47. Трубчатый реактор по п. 46, в котором в своем первом положении каждое удерживающее устройство выполнено с возможностью поддержания одного крайнего из множества носителей катализатора.

Пункт 48. Трубчатый реактор по п. 47, в котором в своем первом положении каждое удерживающее устройство:

непосредственно поддерживает один крайний из множества носителей катализатора путем приведения в контакт с одним крайним из множества носителей катализатора; или

опосредованно поддерживает один крайний из множества носителей катализатора путем приведения в контакт с поддерживающим устройством, которое поддерживает один крайний из множества носителей катализатора.

Пункт 49. Трубчатый реактор по любому из пп. 19–45, в котором каждый канал выполнен с возможностью во время эксплуатации принимать катализатор в виде частиц, которые засыпают в канал;

причем в своем первом положении каждое удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора для удержания частиц катализатора внутри канала одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более соответствующих труб реактора; и

в своем втором положении выход по меньшей мере одной из соединенных с ним одной или более труб реактора в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку частиц катализатора из указанного выхода.

Пункт 50. Трубчатый реактор по п. 49, дополнительно содержащий множество поддерживающих устройств, которые поддерживают частицы катализатора внутри каналов;

причем в своем первом положении каждое удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора для удержания поддерживающего устройства и, следовательно, частиц катализатора внутри канала одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора; и

во втором положении выход одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку поддерживающего устройства и, соответственно, частиц катализатора из указанного выхода или выходов.

Пункт 51. Способ загрузки катализатора в трубу трубчатого реактора и выгрузки из нее, причем труба реактора содержит удлиненную трубу, образующую канал для приема катализатора, и имеет выход на одном конце канала для выгрузки катализатора из канала, при этом способ загрузки включает:

соединение удерживающего устройства с выходом трубы реактора;

поворот удерживающего устройства в первое положение, в котором оно по меньшей мере частично перекрывает выход;

загрузку катализатора в трубу реактора таким образом, чтобы он удерживался и поддерживался удерживающим устройством;

причем способ выгрузки включает:

поворот удерживающего устройства во второе положение, в котором выход в достаточной степени открыт; и

выгрузку катализатора из выхода.

Пункт 52. Способ по п. 51, в котором два или более удерживающих устройства соединены с выходом трубы реактора; и при этом способ загрузки включает:

поворот каждого из двух или более удерживающих устройств в их первое положение, в котором они по меньшей мере частично перекрывают выход;

загрузку катализатора в трубу реактора таким образом, чтобы он удерживался и поддерживался удерживающими устройствами;

причем способ выгрузки включает:

поворот каждого из двух или более удерживающих устройств в их второе положение, в котором выход в достаточной степени открыт; и

выгрузку катализатора из выхода.

Пункт 53. Способ по п. 51 или 52, в котором трубчатый реактор содержит множество труб реактора и множество удерживающих устройств; и при этом способ загрузки включает:

поворот каждого удерживающего устройства в его первое положение, в котором оно по меньшей мере частично перекрывает выход по меньшей мере одной трубы реактора;

загрузку катализатора в трубы реактора таким образом, чтобы они удерживались и поддерживались удерживающими устройствами;

причем способ выгрузки включает:

поворот одного или более удерживающих устройств в их второе положение таким образом, чтобы выход по меньшей мере одной из труб реактора был в достаточной степени открыт; и

выгрузку катализатора из указанного выхода или выходов.

Пункт 54. Способ по п. 53, в котором трубы реактора опорожняют поочередно путем избирательного поворота удерживающих устройств для обеспечения достаточного открытия выхода только одной трубы реактора за один раз.

Пункт 55. Способ по п. 53, в котором трубы реактора опорожняют по две или более за один раз путем избирательного поворота удерживающих устройств для обеспечения достаточного открытия выходов двух или более труб реактора одновременно.

Пункт 56. Способ по любому из пп. 51–55, в котором катализатор загружают в каждый канал путем обеспечения катализатора во множестве носителей катализатора и загрузки множества носителей катализатора в каждый канал.

Пункт 57. Способ по любому из пп. 51–55, в котором катализатор загружают в каждый канал путем засыпки катализатора в виде частиц в каждый канал.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Труба реактора для трубчатого реактора и удерживающее устройство, соединенное с трубой реактора;

причем труба реактора имеет форму удлиненной трубы, образующей канал для приема катализатора во время эксплуатации, и имеет выход на одном конце канала для выгрузки катализатора из канала;

при этом удерживающее устройство выполнено с возможностью поворота между первым положением и вторым положением;

причем в первом положении удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход для удерживания катализатора внутри канала; и

во втором положении выход в достаточной степени открыт для обеспечения выгрузки катализатора из выхода.

2. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 1, причем удерживающее устройство выполнено с возможностью поворота вокруг оси, параллельной продольной оси удлиненной трубы и не совпадающей с этой осью.

3. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 1 или 2, причем удерживающее устройство содержит поворотную часть, выполненную с возможностью поворота между первым положением и вторым положением.

4. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 3, причем поворотная часть содержит поворотный диск.

5. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 4, причем поворотный диск содержит дисковую часть и по меньшей мере одно отверстие;

при этом в первом положении дисковая часть выполнена с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода для удержания катализатора внутри канала, а во втором положении по меньшей мере одно отверстие выполнено с возможностью совмещения с выходом;

и необязательно при этом вырезанный сегмент или каждый вырезанный сегмент поворотного диска имеет форму линзы, а дисковая часть имеет серповидную форму.

6. Труба реактора и удерживающее устройство по п. 3, причем поворотная часть содержит плечо или лепесток;

при этом в первом положении плечо или лепесток выполнены с возможностью по меньшей мере частичного перекрытия выхода для удержания катализатора внутри канала, а во втором положении плечо или лепесток выполнены с возможностью несовмещения с выходом.

7. Труба реактора и удерживающее устройство по любому из предшествующих пунктов, причем канал выполнен с возможностью принимать во время эксплуатации катализатор в виде множества носителей катализатора, которые содержат катализатор и выполнены с возможностью ввода в канал;

при этом в первом положении удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход, чтобы удерживать множество носителей катализатора внутри канала; и

во втором положении выход в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку множества носителей катализатора из выхода.

8. Трубчатый реактор, содержащий множество труб реактора и множество удерживающих устройств;

причем каждая труба реактора содержит удлиненную трубу, образующую канал для приема катализатора во время эксплуатации, и имеет выход на одном конце канала для выгрузки катализатора из канала;

при этом каждое удерживающее устройство соединено с одной или более трубами реактора и выполнено с возможностью поворота между первым положением и вторым положением;

причем в своем первом положении каждое удерживающее устройство по меньшей мере частично перекрывает выход одной, некоторых или всех из соединенных с

ним одной или более труб реактора для удержания катализатора внутри канала одной, некоторых или всех из соединенных с ним одной или более труб реактора; и в своем втором положении выход по меньшей мере одной из соединенных с ним одной или более труб реактора в достаточной степени открыт, чтобы обеспечить выгрузку катализатора из указанного выхода.

9. Трубчатый реактор по п. 8, в котором каждая труба реактора имеет два, три или четыре удерживающих устройства, соединенных с ее выходом.

10. Трубчатый реактор по п. 8 или 9, в котором каждое из множества удерживающих устройств выполнено с возможностью поворота независимо от других устройств; или

при этом два или более из множества удерживающих устройств соединены друг с другом для обеспечения возможности их синхронного поворота.

11. Трубчатый реактор по любому из пп. 8–10, в котором каждое удерживающее устройство выровнено в промежутке между двумя, необязательно между тремя или четырьмя трубами реактора.

12. Трубчатый реактор по любому из пп. 8–11, в котором каждое удерживающее устройство выполнено с возможностью поворота вокруг оси, параллельной продольным осям удлиненных труб и не совпадающей с этими осями.

13. Трубчатый реактор по любому из пп. 8–12, дополнительно содержащий трубную решетку, поддерживающую множество труб реактора; причем множество удерживающих устройств установлены на трубную решетку; и необязательно при этом множество удерживающих устройств установлены на резьбовые шпильки трубной решетки.

14. Трубчатый реактор по любому из пп. 8–12, дополнительно содержащий множество фиксирующих элементов для избирательного предотвращения поворота удерживающих устройств;

и необязательно при этом каждый фиксирующий элемент содержит фиксирующую часть, которая выполнена с возможностью взаимодействия с одним или более удерживающими устройствами для блокирования поворота указанных удерживающих устройств.

15. Способ загрузки катализатора в трубу трубчатого реактора и выгрузки из нее, причем труба реактора содержит удлиненную трубу, образующую канал для приема катализатора, и имеет выход на одном конце канала для выгрузки катализатора из канала, при этом способ загрузки включает:

соединение удерживающего устройства с выходом трубы реактора;

поворот удерживающего устройства в первое положение, в котором оно по меньшей мере частично перекрывает выход;

загрузку катализатора в трубу реактора таким образом, чтобы он удерживался и поддерживался удерживающим устройством;

причем способ выгрузки включает:

поворот удерживающего устройства во второе положение, в котором выход в достаточной степени открыт; и

выгрузку катализатора из выхода.

16. Способ по п. 15, в котором два или более удерживающих устройства соединены с выходом трубы реактора; и при этом способ загрузки включает:

поворот каждого из двух или более удерживающих устройств в их первое положение, в котором они по меньшей мере частично перекрывают выход;

загрузку катализатора в трубу реактора таким образом, чтобы он удерживался и поддерживался удерживающими устройствами;

причем способ выгрузки включает:

поворот каждого из двух или более удерживающих устройств в их второе положение, в котором выход в достаточной степени открыт; и

выгрузку катализатора из выхода.

17. Способ по п. 15 или 16, в котором трубчатый реактор содержит множество труб реактора и множество удерживающих устройств; и при этом способ загрузки включает:

поворот каждого удерживающего устройства в его первое положение, в котором оно по меньшей мере частично перекрывает выход по меньшей мере одной трубы реактора;

загрузку катализатора в трубы реактора таким образом, чтобы они удерживались и поддерживались удерживающими устройствами;

причем способ выгрузки включает:

поворот одного или более удерживающих устройств в их второе положение таким образом, чтобы выход по меньшей мере одной из труб реактора был в достаточной степени открыт; и

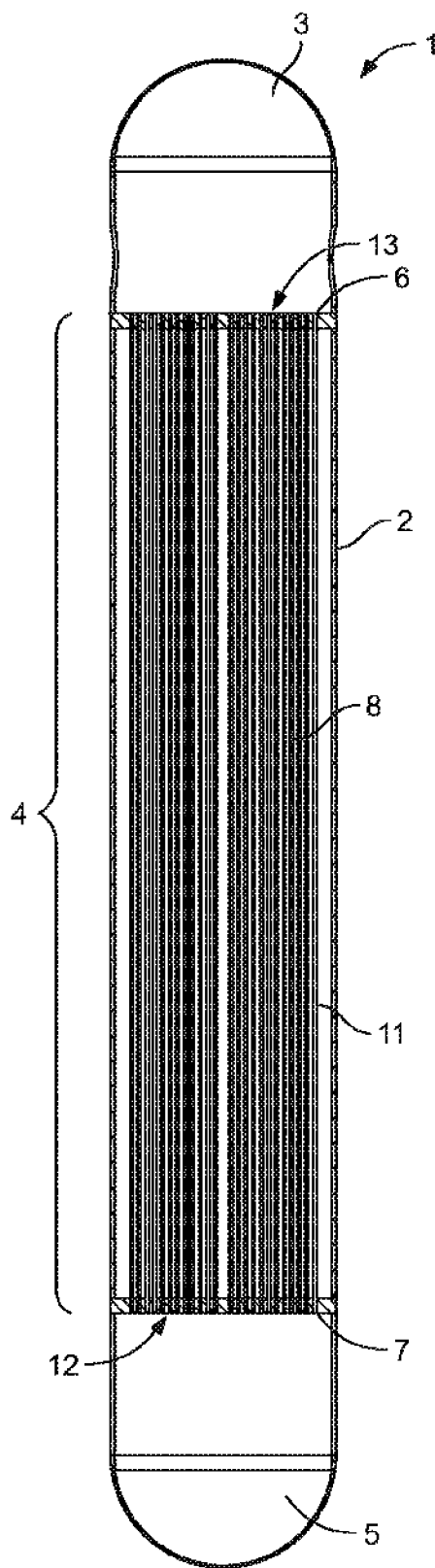
выгрузку катализатора из указанного выхода или выходов.

18. Способ по п. 17, в котором трубы реактора опорожняют поочередно путем избирательного поворота удерживающих устройств для обеспечения достаточного открытия выхода только одной трубы реактора за один раз; или

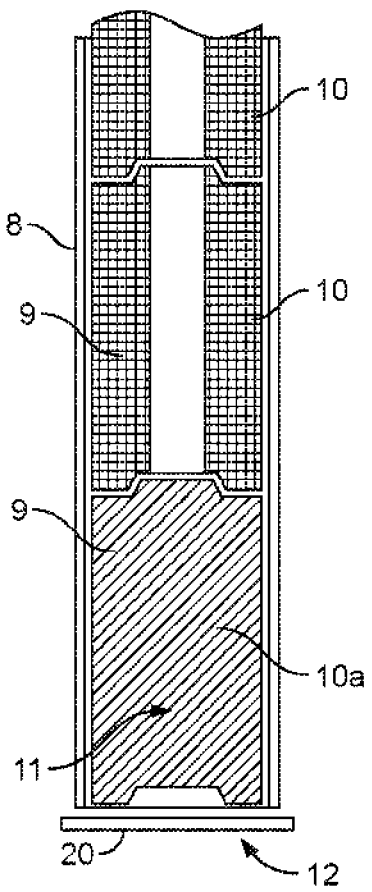
при этом трубы реактора опорожняют по две или более за один раз путем избирательного поворота удерживающих устройств для обеспечения достаточного открытия выходов двух или более труб реактора одновременно.

19. Способ по любому из пп. 15–18, в котором катализатор загружают в каждый канал путем обеспечения катализатора во множестве носителей катализатора и загрузки множества носителей катализатора в каждый канал.

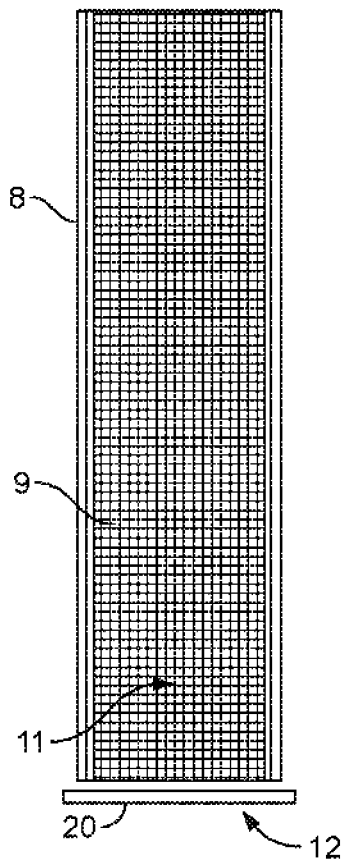
20. Способ по любому из пп. 15–18, в котором катализатор загружают в каждый канал путем засыпки катализатора в виде частиц в каждый канал.



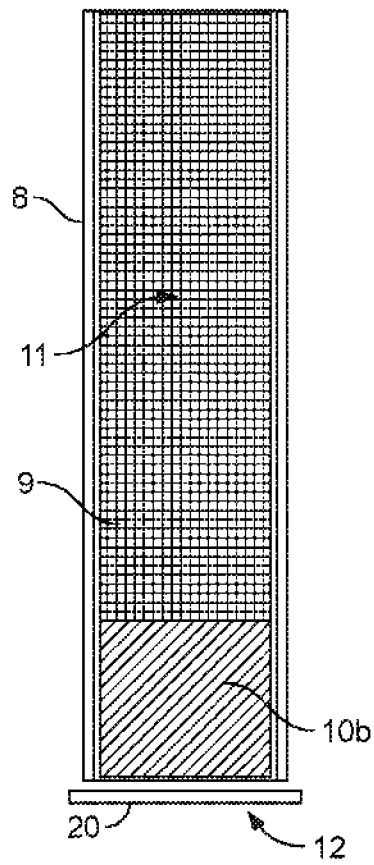
ФИГ. 1



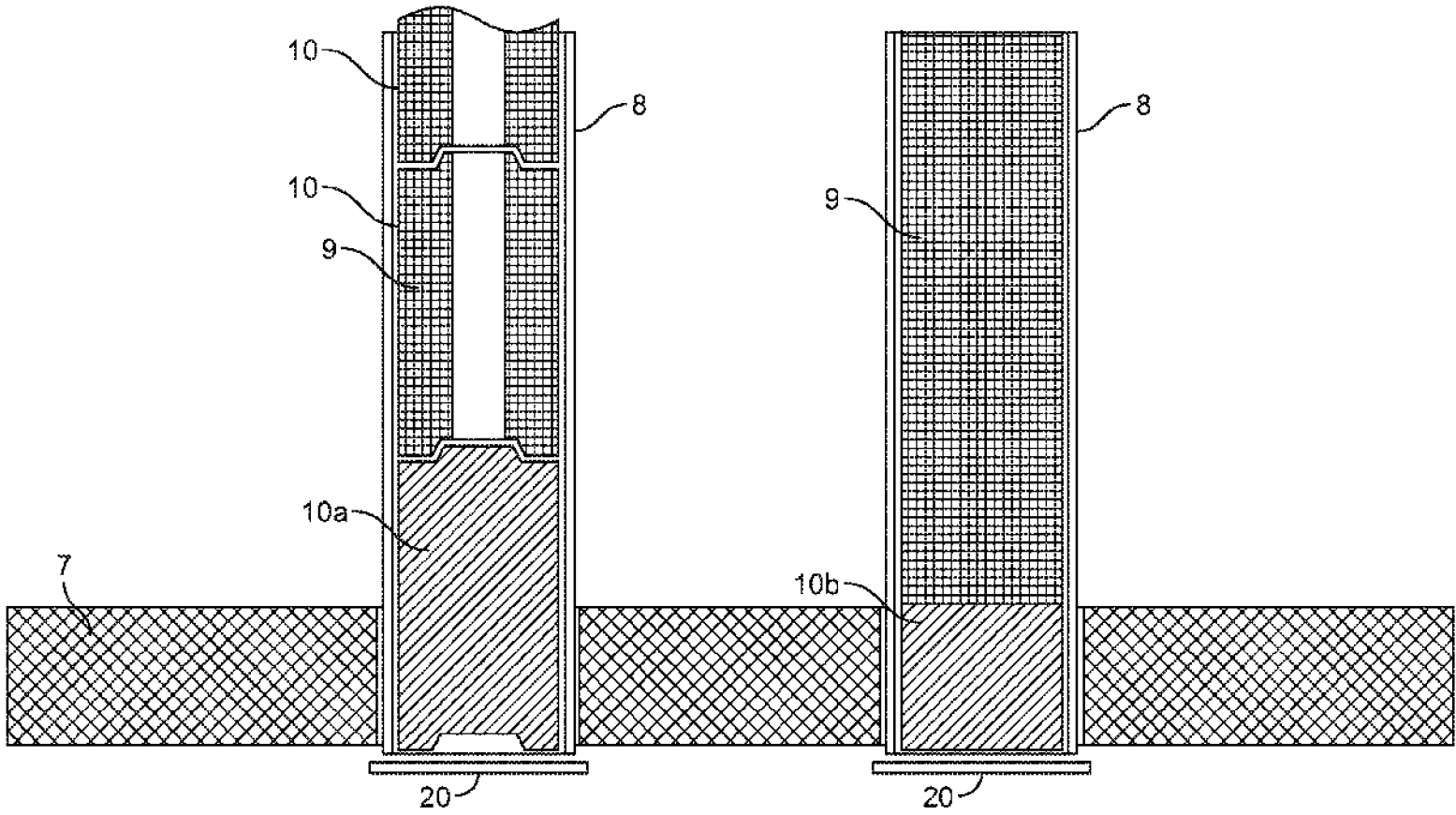
ФИГ. 2



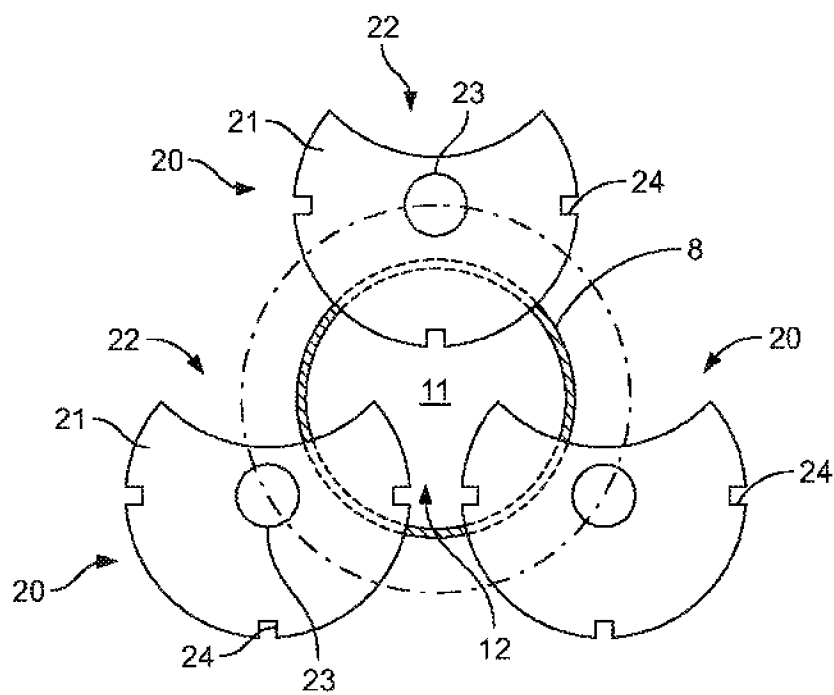
ФИГ. 3



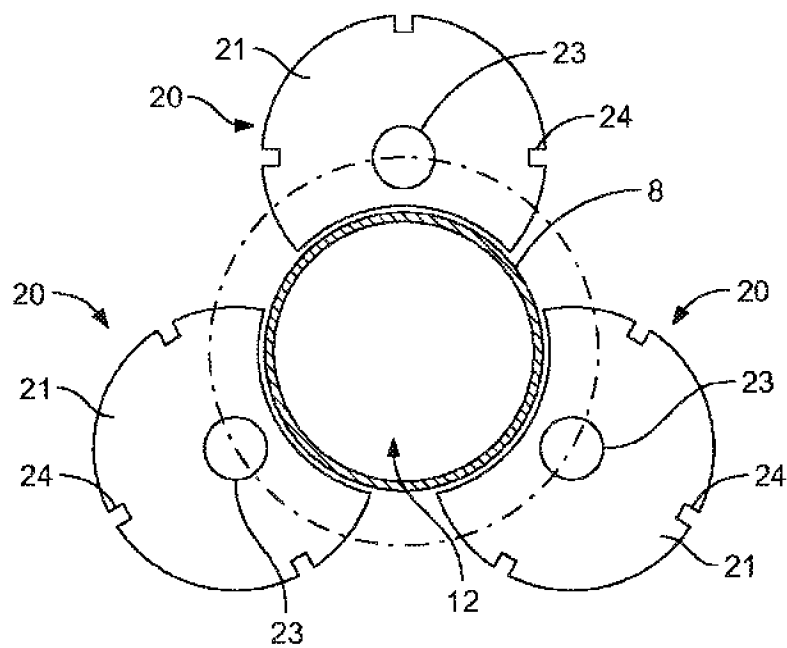
ФИГ. 4



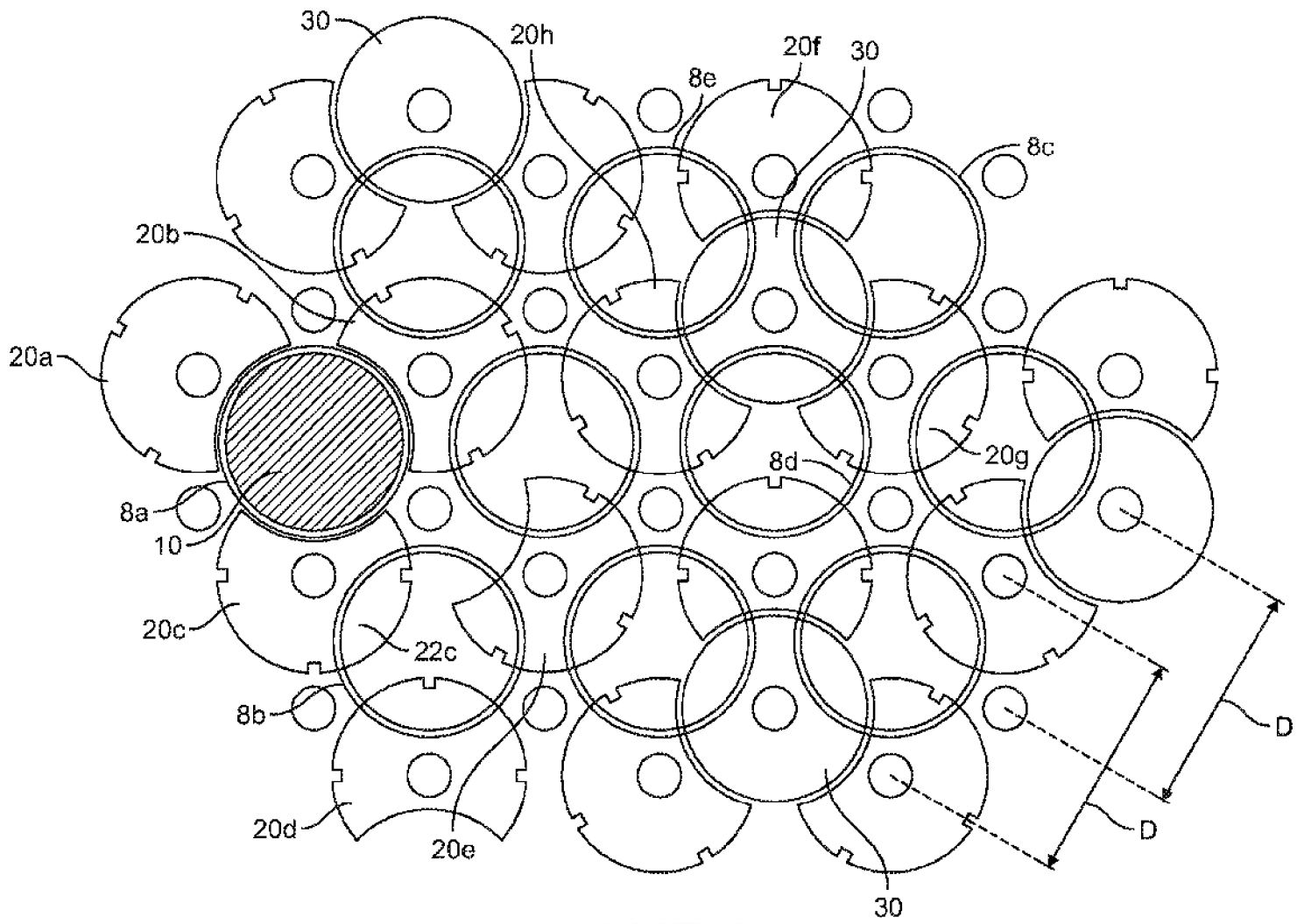
ФИГ. 5



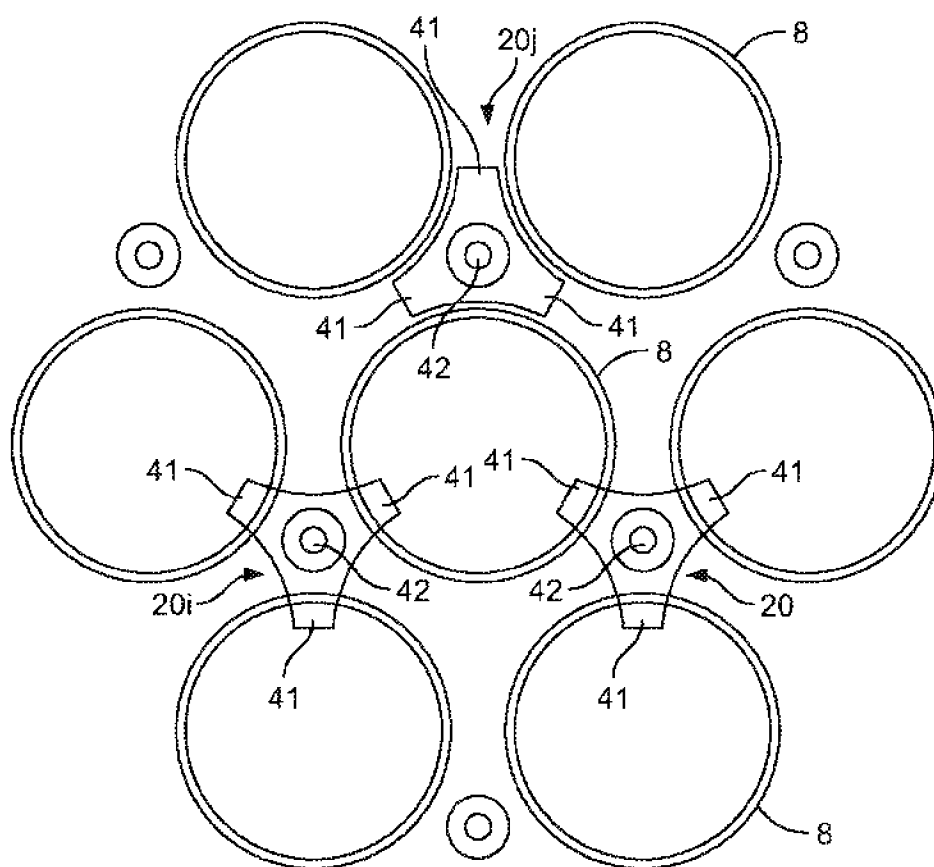
ФИГ. 6



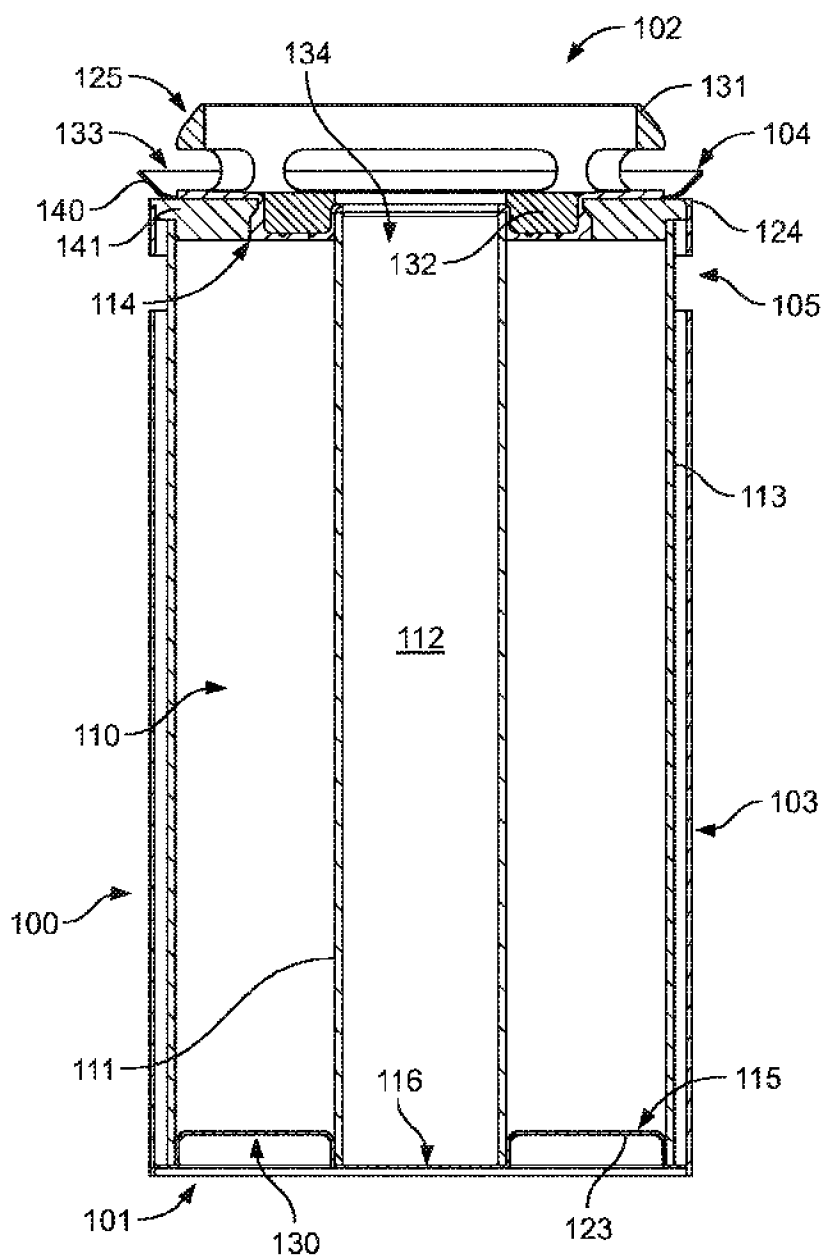
ФИГ. 7



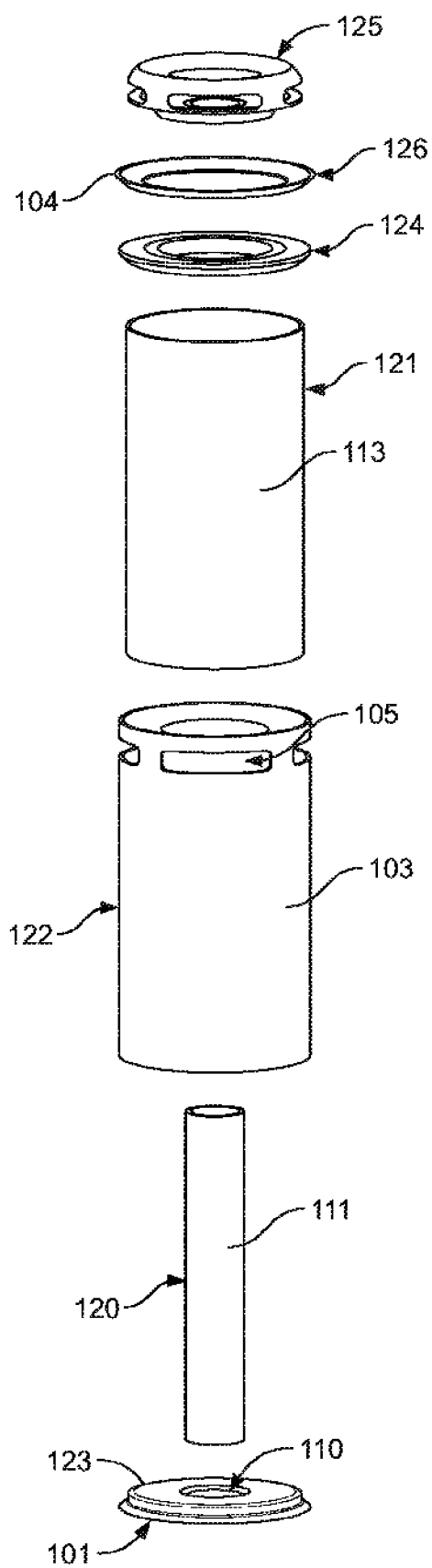
ФИГ. 8



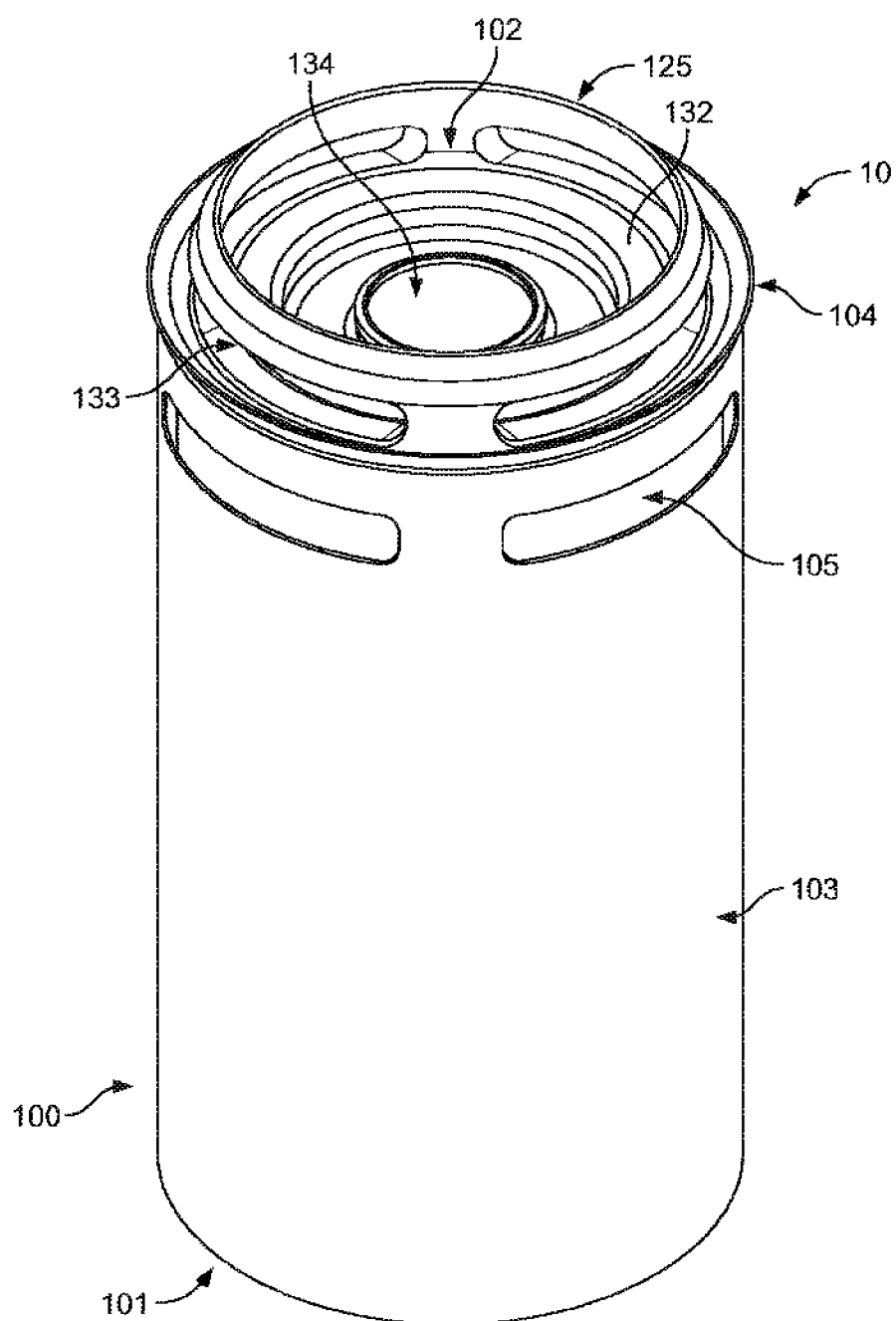
ФИГ. 9



ФИГ. 10



ФИГ. 11



ФИГ. 12