

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 034048

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2019.12.23

(21) Номер заявки
201790668

(22) Дата подачи заявки
2015.09.16

(51) Int. Cl. B01J 8/06 (2006.01)
B01J 8/00 (2006.01)
B01J 8/02 (2006.01)
B01J 8/04 (2006.01)

(54) КОЛЬЦЕВОЙ ПОДДЕРЖИВАЮЩИЙ КОНТЕЙНЕР ДЛЯ КАТАЛИЗАТОРА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ТРУБЧАТОМ РЕАКТОРЕ

(31) 1417462.7

(32) 2014.10.02

(33) GB

(43) 2017.07.31

(86) PCT/EP2015/071269

(87) WO 2016/050520 2016.04.07

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ДЖОНСОН МЭТТИ ДЭЙВИ
ТЕКНОЛОДЖИС ЛИМИТЕД (GB)

(56) US-A-2646391
EP-A1-2514523
EP-A2-1394528
FR-A2-2413925
US-A-4283368
WO-A1-2011048361
WO-A1-2012136971

(72) Изобретатель:
Грей Джулиан (GB)

(74) Представитель:
Дорофеев С.А., Медведев В.Н. (RU)

(57) Поддерживающее устройство для катализатора для вставки в трубку трубчатого реактора, причем указанное поддерживающее устройство для катализатора содержит контейнер для удерживания используемого катализатора, причем указанный контейнер имеет нижнюю поверхность, закрывающую контейнер, и верхнюю поверхность; наружную стенку носителя, проходящую от нижней поверхности к верхней поверхности; уплотнение, выступающее из контейнера на некоторое расстояние от наружной стенки поддерживающего устройства; причем указанная наружная стенка поддерживающего устройства имеет отверстия, расположенные под уплотнением.

034048 B1

034048 B1

034048

B1

Настоящее изобретение относится к поддерживающему устройству (носителю) для катализатора, используемому в трубчатом реакторе, и к способам, осуществляемым при помощи поддерживающего устройства для катализатора. Более конкретно, оно относится к поддерживающему устройству для катализатора, используемому в трубчатом реакторе, в котором проводится экзотермическая или эндотермическая реакция. Еще более конкретно, оно относится к носителю катализатора, используемому в реакторе для проведения экзотермической или эндотермической реакции, содержащему множество указанных поддерживающих устройств катализатора.

Обычно так называемые трубчатые реакторы с неподвижным слоем содержат корпус реактора, включающий множество трубок, которые обычно являются цилиндрическими и которые обычно заполнены частицами катализатора. При использовании теплоноситель протекает через корпус реактора снаружи этих трубок и, таким образом, регулирует температуру катализатора в трубках посредством теплообмена через стенку трубки. Таким образом, если реакция представляет собой экзотермическую реакцию, теплоноситель будет обеспечивать отвод тепла от катализатора, а если реакция представляет собой эндотермическую реакцию, теплоноситель будет обеспечивать подвод тепла к катализатору. Примеры теплоносителей включают охлаждающую воду, питательную воду котла и масляные теплоносители, такие как продаваемые под торговым наименованием Dowtherm от The Dow Chemical Company. Альтернативно, жидкий теплоноситель находится в виде расплава смеси солей. При работе газообразные, жидкие или как газообразные, так и жидкие реагенты протекают по трубкам через частицы катализатора так, что происходит желаемая реакция.

Для некоторых реакций тепловые эффекты реакции являются средними, поэтому они или не являются проблемой, или ими можно легко управлять. В некоторых случаях тепловые эффекты достаточно малы, поэтому можно использовать трубки большого диаметра. Это дает преимущество, заключающееся в использовании большого объема катализатора в трубке. Однако для реакций с большим экзотермическим эффектом необходимо, чтобы происходил эффективный теплообмен через стенку трубки с теплоносителем для облегчения контроля условий в реакторе. Для получения желаемой эффективности следует максимизировать площадь поверхности стенки трубки на единицу длины. Это достигается путем установки большого числа трубок меньшего диаметра. Использование этого множества трубок увеличивает стоимость и сложность изготовления реактора.

Трубчатые реакторы, в которых происходят реакции со средним - сильным экзотермическим эффектом, во многих случаях лимитированы по теплообмену. Одним недостатком этого является то, что преимущества более активных катализаторов сложно реализовать, поскольку повышенная производительность, достигаемая с такими катализаторами, создает увеличенные количества тепла, которые необходимо отводить со скоростью, которая способствует поддержанию постоянной рабочей температуры во избежание возникновения отрицательных эффектов, таких как протекание побочных реакций, повреждение катализатора, например, из-за спекания активных центров катализатора, и в худшем случае - термическая нестабильность. Если реакция представляет собой реакцию со средним - сильным экзотермическим эффектом, различные проблемы могут возникать при этом повышенном нагреве, и в некоторых системах выделяемое тепло может быть таким, что катализатор может истощаться, и даже может происходить повреждение стенки трубки.

Если реакция представляет собой реакцию со средним - сильным экзотермическим эффектом, могут возникать проблемы с повышенным нагревом, и в некоторых системах может происходить повреждение стенки трубки, например неравномерное нагревание может приводить к участкам перегрева на стенке трубки.

Обычные реакторы имеют ряд недостатков, которые делают их менее совершенными. Одна проблема, которую отмечают в отношении данных реакторов, состоит в том, что для эффективного отвода тепла реакции трубки должны быть относительно небольшого диаметра для сохранения центральной части трубки достаточно холодной, чтобы избежать возникновения проблем, подробно описанных выше.

Аналогичные, хотя и обратные, проблемы будут отмечаться, если реакция представляет собой эндотермическую реакцию. Для того чтобы подвести тепло так, чтобы катализатор мог продолжать работать в оптимальном режиме, трубки должны иметь относительно небольшой диаметр для обеспечения достаточного нагрева центральной части трубки.

В некоторых реакциях ограничение по размеру означает, что трубки имеют внутренний диаметр только приблизительно 15-40 мм. Небольшой размер трубки означает, что для размещения требуемого объема катализатора в реакторе следует использовать большое число трубок. Однако это увеличенное число трубок увеличивает массу реактора, и поскольку обычно есть ограничение по максимальным габаритным размерам и массе реактора, которые можно перевозить, то производительность реактора ограничена.

Вторая проблема состоит в том, что частицы катализатора должны иметь определенный размер, форму и прочность, чтобы не вызывать чрезмерный перепад давления для соответствующей длины трубок, и обычно это приводит к использованию крупных частиц катализатора. Однако использование крупных частиц может быть проблематичным, если реакция лимитирована по массовому или теплообмену или по тому, и другому. Хотя некоторые из этих проблем можно смягчить путем обеспечения актив-

ных центров только вблизи поверхности частицы катализатора, это может ограничивать производительность, которой можно достичь, поскольку доступные активные центры должны работать эффективнее, чтобы давать приемлемую общую производительность. Хотя это может давать приемлемую производительность в определенный момент, это может снижать срок службы катализатора.

Еще одной проблемой является то, что существует ограничение по количеству тепла, которое можно отвести с единицы площади поверхности стенки трубки, и это накладывает ограничение на количество выделяющегося тепла, которое можно допускать на единицу объема катализатора, содержащегося в трубке.

В документе WO 2011/048361 предлагается альтернативный подход к упаковке катализатора в трубках, при котором поддерживающее устройство-носитель для катализатора сконструировано так, чтобы устанавливаться в трубку реактора. Эта конструкция оптимизирует теплообмен на стенке трубки так, что можно использовать большие трубки и большие объемы меньших частиц катализатора. Данная конструкция обеспечивает работу реактора с высокой производительностью и с приемлемым перепадом давления, даже если реакция сильно экзотермическая.

Поддерживающее устройство для катализатора, описанное в документе WO 2011/048361, содержит кольцеобразный контейнер для удерживания используемого катализатора, причем указанный контейнер имеет перфорированную внутреннюю стенку, определяющую трубку, перфорированную наружную стенку, верхнюю поверхность, закрывающую кольцеобразный контейнер, и нижнюю поверхность, закрывающую кольцеобразный контейнер;

поверхность, закрывающую дно указанной трубки, образованной внутренней стенкой кольцеобразного контейнера;

юбку, проходящую вертикально вдоль перфорированной наружной стенки кольцеобразного контейнера от положения на нижней поверхности указанного контейнера или вблизи нее до положения ниже расположения уплотнения; и

уплотнение, расположенное на верхней поверхности или вблизи нее и выступающее за пределы контейнера на некоторое расстояние от наружной поверхности юбки.

Хотя эти поддерживающие устройства-носители предлагают значительные преимущества относительно трубок, упакованных обычным образом, они могут иметь некоторые недостатки и изъяны для некоторых применений. Конкретная проблема может быть связана с тем фактом, что несущие загрузку компоненты поддерживающего устройства-носителя представляют собой перфорированные внутренние и наружные стенки. Когда множество заполненных поддерживающих устройств-носителей упакованы в трубку, масса каждого упакованного поддерживающего устройства-носителя поддерживается перфорированными внутренними и наружными стенками находящихся ниже поддерживающего устройства-носителя. Поскольку в некоторых конструкциях может быть 80 или даже больше заполненных поддерживающих устройств-носителей катализатора в трубке, масса, которую принимают на себя поддерживающие устройства-носители, расположенные у основания трубки, может быть значительной.

Это означает, что перфорированные внутренние и наружные стенки контейнера, главной функцией которого является удержание частиц катализатора, должны изготавливаться из достаточно жестких и достаточно прочных материалов, чтобы они не прогибались или иным образом не деформировались под тяжестью заполненных поддерживающих устройств-носителей катализатора, расположенных над ним в трубке. Это особенно важно при вставке и удалении контейнеров из трубок. Обычно это будет означать, что следует использовать более толстый материал. Необходимость использования более толстого материала будет повышать стоимость производства поддерживающего устройства-носителя.

Кроме того, использование более толстого материала для изготовления перфорированных внутренних и наружных стенок будет повышать перепад давления газа, проходящего через более толстые перфорированные стенки. Это будет в общем приводить к увеличению эксплуатационных расходов, поскольку в большинстве случаев газ необходимо сжимать для преодоления перепада давления. Необходимость в сжатии газа будет повышать потребность способа в энергии.

Еще одним недостатком является то, что, если перфорированные внутренние и наружные стенки изготовлены из более толстого материала, они занимают больший объем в поддерживающем устройстве-носителе. Хотя это может не иметь значительного влияния, если используются поддерживающие устройства-носители большего размера, такие как имеющие диаметр приблизительно 3 дюйма (7,62 см) или более, для меньших контейнеров, таких как имеющие диаметр от приблизительно 1 (2,54 см) до приблизительно 2 дюймов (5,08 см), если материал с толщиной приблизительно 2 мм используют для изготовления перфорированных стенок, 8 мм доступного диаметра отверстия будет отниматься за счет перфорированных стенок. Это затем ограничивает количество катализатора, которое можно поместить в поддерживающее устройство-носитель и, следовательно, будет ограничивать величину реакции, которую можно достичь.

Кроме того, если есть какой-либо изгиб в радиальном направлении на внутренней перфорированной стенке, наружной перфорированной стенке или обеих перфорированных стенках, тогда дополнительные сжимающие нагрузки будут воздействовать на частицы катализатора. Таким образом, необходимо использовать катализатор с прочностью на раздавливание, которая достаточно высока, чтобы пре-

пятствовать раздавливанию катализатора из-за массы заполненных поддерживающих устройств-носителей, расположенных над ним в трубке реактора. Хотя требуемая прочность на раздавливание будет меньше, чем требуемая с обычными заполненными трубками, все еще желательно обеспечить поддерживающее устройство-носитель катализатора, который сконструирован так, чтобы предел прочности на сжатие катализатора можно было не учитывать при выборе катализатора.

Альтернативное поддерживающее устройство-носитель катализатора для использования в тех случаях, когда катализатор представляет собой монолитный катализатор, раскрыт в документе WO 2012/136971. В данной конструкции поддерживающее устройство для катализатора содержит

контейнер для удерживания используемого монолитного катализатора, причем указанный контейнер имеет нижнюю поверхность, закрывающую контейнер, и юбку, выступающую вверх из нижней поверхности указанного контейнера до положения ниже расположения уплотнения и на расстоянии от него, причем указанная юбка расположена так, что есть пространство между наружной поверхностью монолитного катализатора и юбкой; и

уплотнение, расположенное на верхней поверхности монолитного катализатора или вблизи нее и выступающее за пределы монолитного катализатора на некоторое расстояние от наружной поверхности юбки.

Таким образом, в данной конструкции нет перфорированной внутренней или наружной стенки, и масса ряда поддерживающих устройств и катализаторов должна поддерживаться самим монолитным катализатором. Это накладывает дополнительные ограничения на состав монолитного катализатора, который можно использовать. Если толщину стенок в монолите следует увеличить для обеспечения необходимой прочности, пустотность в монолите будет снижаться. Это будет уменьшать свободное сечение для потока газа и может приводить к увеличению перепада давления.

Дополнительной проблемой с поддерживающими устройствами-носителями катализатора как для катализатора в виде частиц, так и для монолитного катализатора является то, что, поскольку вертикальная юбка, выступающая из нижней поверхности контейнера, соединена только с поддерживающим устройством на нижней поверхности или вблизи нее, она может в зависимости от своей толщины изгибаться в одном направлении и больше не быть соосной трубке реактора. Если юбка деформируется так, что становится овальной в верхней части, тогда поток реагентов будет предпочтительно проходить вниз в больший зазор, что будет приводить к худшему теплообмену.

Хотя юбку можно изготавливать из более толстого материала для минимизации риска деформации, это будет повышать технологическую себестоимость и увеличивать массу поддерживающего устройства. Кроме того, поддерживающее устройство будет сложнее производить, поскольку более толстый материал тяжелее вальцевать в идеальный цилиндр.

Таким образом, желательно обеспечить улучшенное поддерживающее устройство для катализатора, при помощи которого одну или несколько вышеуказанных проблем можно решить и предпочтительно устранить.

Настоящее изобретение решает вышеуказанные проблемы путем обеспечения поддерживающего устройства для катализатора, в котором вертикальная юбка уровня техники проходит так, что она соединяет поверхность, закрывающую дно трубки, и верхнюю поверхность. Таким образом, юбка поддерживающих устройств из уровня техники становится наружной стенкой поддерживающего устройства. Отверстия будут обеспечены около верхней части наружной стенки для обеспечения потока жидкости. Таким образом, в поддерживающих устройствах для катализатора настоящего изобретения несущей основную нагрузку секцией поддерживающего устройства для катализатора является наружная стенка. В некоторых конструкциях нагрузка будет приниматься верхней поверхностью, основанием и наружной стенкой. При помощи этих средств проблемы, отмеченные в конструкциях уровня техники, можно решить и предпочтительно устранить.

Таким образом, согласно настоящему изобретению обеспечивается поддерживающее устройство для катализатора для вставки в трубку трубчатого реактора, причем указанное поддерживающее устройство для катализатора содержит

контейнер для удерживания используемого катализатора, причем указанный контейнер имеет нижнюю поверхность, закрывающую контейнер, и верхнюю поверхность;

наружную стенку поддерживающего устройства, проходящую от нижней поверхности указанного контейнера до верхней поверхности;

уплотнение, выступающее из контейнера на некоторое расстояние от наружной стенки поддерживающего устройства;

причем указанная наружная стенка поддерживающего устройства имеет отверстия, расположенные под уплотнением.

В одной конструкции, которая является особенно подходящей в тех случаях, когда катализатор представляет собой катализатор в виде частиц или вспененный катализатор, поддерживающее устройство для катализатора содержит

кольцеобразный контейнер для удерживания используемого катализатора, причем указанный контейнер имеет перфорированную внутреннюю стенку контейнера, определяющую внутренний канал,

перфорированную наружную стенку контейнера, верхнюю поверхность, закрывающую кольцеобразный контейнер, и нижнюю поверхность, закрывающую кольцеобразный контейнер;

поверхность, закрывающую дно указанного внутреннего канала, образованного внутренней стенкой кольцеобразного контейнера.

Во избежание сомнений, любое обсуждение ориентации, например, выражения, такие как вверх, ниже, нижний и подобные, для простоты ссылки обсуждались относительно ориентации поддерживающего устройства для катализатора, показанного на сопутствующих графических материалах. Однако поддерживающее устройство для катализатора настоящего изобретения можно также использовать в альтернативной ориентации, например горизонтальной. Таким образом, выражения следует составлять соответственно.

Поддерживающее устройство для катализатора будет обычно меньшего размера, чем внутренний размер трубки реактора, в которую его следует помещать при использовании. Уплотнение будет иметь такой размер, что оно взаимодействует с внутренней стенкой трубки реактора, когда поддерживающее устройство для катализатора настоящего изобретения находится внутри трубки реактора. Параметры, такие как длина и диаметр носителя, будут выбираться так, чтобы они соответствовали различным реакциям и конфигурациям.

При использовании в вертикальном реакторе с нисходящим потоком реагент(ы) стекает вниз по трубке реактора и, таким образом, сначала контактирует с верхней поверхностью поддерживающего устройства для катализатора. Поскольку уплотнение препятствует прохождению реагента(ов) вокруг боковой стенки поддерживающего устройства, его верхняя поверхность направляет его во внутренний канал, определенный внутренней стенкой контейнера. Реагент(ы) затем поступает в кольцеобразный контейнер через перфорированную внутреннюю стенку контейнера и затем проходит радиально через слой катализатора в направлении перфорированной наружной стенки контейнера. Во время прохождения от внутренней стенки контейнера к наружной стенке контейнера реагент(ы) контактирует с катализатором, и происходит реакция. Непрореагировавший реагент и продукт затем вытекают из контейнера через перфорированную наружную стенку контейнера. Наружная стенка поддерживающего устройства затем направляет реагент и продукт вверх между внутренней поверхностью наружной стенки поддерживающего устройства и перфорированной наружной стенкой кольцеобразного контейнера, пока они не достигнут отверстий в наружной стенке поддерживающего устройства. Они затем направляются через отверстия, расположенные в наружной стенке поддерживающего устройства, и стекают вниз между наружной поверхностью наружной стенки поддерживающего устройства и внутренней поверхностью трубки реактора, где происходит теплообмен.

Верхняя поверхность контейнера может иметь любой подходящий размер и конфигурацию. В конструкции, где поддерживающее устройство содержит перфорированную внутреннюю и наружную стенку контейнера, верхняя поверхность будет, по меньшей мере, выступать наружу за перфорированную наружную стенку контейнера и будет соединяться с наружной стенкой поддерживающего устройства. В одной альтернативной конструкции верхняя поверхность может проходить от перфорированной внутренней стенки контейнера к наружной стенке поддерживающего устройства. Следует понимать, что верхняя поверхность может быть кольцом, которое проходит от точки между расположением перфорированной внутренней стенки контейнера и перфорированной наружной стенкой контейнера до наружной стенки поддерживающего устройства.

В одной конструкции крышка может закрывать внутренний канал, образованный перфорированной внутренней стенкой контейнера. Эта крышка будет содержать одно или несколько отверстий для обеспечения потока жидкости во внутренний канал.

Размер перфораций на внутренней стенке контейнера и наружной стенке контейнера будут выбираться так, чтобы обеспечить однородный поток реагента(ов) и продукта(ов) через катализатор, в то же время удерживая катализатор в контейнере. Таким образом, будет понятно, что их размер будет зависеть от размера используемых частиц катализатора. Согласно альтернативной конструкции перфорации могут быть большего размера, но иметь фильтровальную ткань, закрывающую перфорации, чтобы убедиться в том, что катализатор удерживается в кольцеобразном контейнере. Это облегчает использование больших перфораций, которые будут способствовать свободному перемещению реагентов без значительной потери давления.

Будет понятно, что перфорации могут иметь любую подходящую конфигурацию. Конечно, если стенка описана как перфорированная, все, что требуется, это средства для обеспечения прохождения реагентов и продуктов через стенки. Могут присутствовать небольшие отверстия любой конфигурации, они могут представлять собой прорезы, они могут быть образованы проволочной сеткой или любыми другими средствами для создания пористой или проницаемой поверхности.

Хотя верхняя поверхность, закрывающая контейнер, будет обычно располагаться на верхней кромке внутренней стенки контейнера и/или на наружной стенке контейнера, может быть желательным размещение верхней поверхности под верхней кромкой так, чтобы часть верхней кромки наружной стенки контейнера выступала над верхней поверхностью. Аналогично, нижняя поверхность может располагаться на нижней кромке внутренней стенки контейнера и/или наружной стенки контейнера или может быть

желательным размещение нижней поверхности так, чтобы она была над нижней кромкой наружной стенки контейнера так, чтобы она проходила под нижней поверхностью. Если наружная стенка поддерживающего устройства проходит над верхней и/или нижней поверхностью, это может облегчать установку контейнеров друг на друга при использовании. Дополнительно или альтернативно, эта конструкция может быть сконфигурирована для облегчения соединения поддерживающего устройства для катализатора с соседним поддерживающим устройством для катализатора при использовании.

Нижняя поверхность кольцеобразного контейнера и поверхность, закрывающая дно внутреннего канала, могут быть сформированы как один элемент, или они могут быть двумя отдельными деталями, соединенными вместе. Нижняя поверхность кольцеобразного контейнера и поверхность, закрывающая дно внутреннего канала, могут быть компланарными, но в одной конструкции они находятся в разных плоскостях. В одной конструкции поверхность, закрывающая дно внутреннего канала, находится на более низкой плоскости, чем нижняя поверхность кольцеобразного контейнера. Это может служить для облегчения размещения одного поддерживающего устройства для катализатора на поддерживающее устройство для катализатора, расположенное ниже него, когда необходимо использовать множество поддерживающих устройств для катализатора. Будет понятно, что в альтернативной конструкции поверхность, закрывающая дно внутреннего канала, может находиться на более высокой плоскости, чем нижняя поверхность кольцеобразного контейнера. Это может облегчать размещение одного поддерживающего устройства на поддерживающее устройство, расположенное под ним.

Хотя нижняя поверхность будет обычно сплошной, она может содержать одно или несколько дренажных отверстий. Если присутствуют одно или несколько дренажных отверстий, они могут быть закрыты фильтровальной тканью. Аналогично, дренажное отверстие, необязательно закрытое фильтровальной тканью, может находиться в поверхности, закрывающей внутренний канал. Если поддерживающее устройство следует использовать в ориентации, отличной от вертикальной, дренажное отверстие, если есть, будет располагаться в другом месте, т.е. в таком, которое является самой нижней точкой в поддерживающем устройстве для катализатора при использовании.

Один или несколько разделительных элементов могут выступать вниз из нижней поверхности поддерживающего устройства для катализатора. Один или каждый разделительный элемент может быть образован в виде отдельных компонентов, или они могут быть образованы углублениями в нижней поверхности. Если эти разделительные элементы присутствуют, они помогают обеспечивать свободный путь для реагентов и продуктов, протекающих между нижней поверхностью первого поддерживающего устройства и верхней поверхностью второго нижнего поддерживающего устройства при использовании. Разделитель может иметь глубину от приблизительно 4 мм, или приблизительно 5 мм, или приблизительно 6 мм до приблизительно 25 мм. Альтернативно или дополнительно разделительные элементы могут находиться на верхней поверхности.

Верхняя поверхность может иметь на своей верхней поверхности элементы для размещения поддерживающего устройства для катализатора относительно поддерживающего устройства для катализатора, установленного на используемое поддерживающее устройство. Элементы для размещения поддерживающего устройства могут иметь любую подходящую конструкцию. Согласно одной конструкции они представляют собой стоячий воротник с отверстиями или зазорами в нем для обеспечения доступа реагентов.

В альтернативной конструкции, которая является особенно подходящей для монолитного катализатора, контейнер сконструирован для удержания используемого монолитного катализатора.

В одной конструкции монолитный катализатор представляет собой сплошное вещество, в котором по существу нет пространства в теле монолита, которое не занято катализатором. Когда монолит используется в вертикальном реакторе с нисходящим потоком, реагент(ы) стекает вниз по трубке реактора, реагент(ы) сначала контактирует с верхней поверхностью монолитного катализатора и протекает через него в направлении, параллельном оси носителя катализатора. Уплотнение контейнера предотвращает протекание реагента(ов) вокруг монолита и способствует направлению реагентов в катализатор. Затем будет происходить реакция в монолитном катализаторе. Продукт будет затем также стекать через монолит в направлении, параллельном оси носителя катализатора.

В конструкции, где катализатор представляет собой монолитный катализатор, верхняя поверхность будет, по меньшей мере, выступать наружу относительно монолитного катализатора и будет соединяться с наружной стенкой поддерживающего устройства. Следует понимать, что верхняя поверхность может быть кольцом, которое проходит над по меньшей мере частью монолитного катализатора к наружной стенке поддерживающего устройства.

Как только реагент(ы) и продукт достигают нижней поверхности контейнера, они направляются к наружной стенке поддерживающего устройства. Для облегчения этого течения опора может обеспечиваться в контейнере на верхней поверхности нижней поверхности так, что при использовании монолит катализатора опирается на опору, и существует зазор между дном монолита катализатора и нижней поверхностью контейнера. Наружная стенка поддерживающего устройства направляет реагент(ы) и продукт вверх между внутренней поверхностью наружной стенки поддерживающего устройства и наружной поверхностью монолитного катализатора, пока они не достигнут нижней стороны верхней поверхности.

Они затем направляются нижней стороной верхней поверхности через отверстия в наружной стенке поддерживающего устройства, а затем они стекают вниз между наружной поверхностью наружной стенки поддерживающего устройства и внутренней поверхностью трубки реактора, где происходит теплообмен.

В одной конструкции монолитный катализатор имеет канал, проходящий через него. Обычно канал будет располагаться вдоль центральной оси монолитного катализатора. Таким образом, если трубка реактора имеет круглое поперечное сечение, монолитный катализатор этой конструкции будет иметь кольцеобразное поперечное сечение. В данной конструкции при использовании в вертикальном реакторе с нисходящим потоком реагент(ы) стекает вниз по трубке реактора и, таким образом, сначала контактирует с верхней поверхностью верхней поверхности контейнера и направляется в канал монолита. Реагент(ы) затем поступает в кольцеобразный монолитный катализатор и проходит по радиусу через катализатор в направлении наружной поверхности монолита катализатора. При прохождении через монолит катализатора происходит реакция. Непрореагировавший реагент и продукт затем вытекают из монолитного катализатора через его наружную поверхность. Наружная стенка поддерживающего устройства затем направляет реагент и продукт вверх между внутренней поверхностью наружной стенки поддерживающего устройства и наружной поверхностью монолитного катализатора, пока они не достигнут верхней поверхности. Они затем направляются нижней стороной верхней поверхности через отверстия в наружной стенке поддерживающего устройства и стекают вниз между наружной поверхностью наружной стенки поддерживающего устройства и внутренней поверхностью трубки реактора, где происходит теплообмен.

В конструкции, в которой монолитный катализатор содержит канал, верхняя поверхность может проходить над монолитным катализатором, но оставляя канал незакрытым. В другой конструкции верхняя поверхность может проходить над каналом, но будет содержать отверстия в этой области для обеспечения потока жидкости.

Будет понятно, что если реактор представляет собой реактор с восходящим потоком или, например, находится в горизонтальной ориентации, путь потока будет отличаться от описанного выше. Однако принцип пути через поддерживающее устройство для катализатора будет таким же, как описано.

В общем, множество поддерживающих устройств для катализатора будут уложены друг на друга в трубке реактора. В данной конструкции реагенты/продукты стекают вниз между наружной поверхностью наружной стенки первого поддерживающего устройства и внутренней поверхностью трубки реактора, пока они не придут в контакт с верхней поверхностью и уплотнением второго поддерживающего устройства для катализатора и не направятся вниз во второе поддерживающее устройство для катализатора. Путь потока, описанный выше, затем повторяется.

Поддерживающее устройство для катализатора может быть изготовлено из любого подходящего материала. Такой материал обычно будут выбирать таким, чтобы он выдерживал рабочие условия в реакторе. В общем, поддерживающее устройство для катализатора будут изготавливать из углеродистой стали, алюминия, нержавеющей стали, других сплавов или любого материала, способного выдерживать условия реакции.

Внутренняя стенка контейнера и/или наружная стенка контейнера могут иметь любую подходящую толщину. Подходящая толщина будет составлять порядка от приблизительно 0,1 до приблизительно 1,0 мм. В одной конструкции она может составлять порядка от приблизительно 0,3 до приблизительно 0,5 мм. Наружная стенка носителя катализатора может иметь большую толщину, чем стенки, образующие перфорированные внутреннюю и наружную стенки контейнера, если они есть. Поскольку перфорированная внутренняя стенка контейнера и/или наружная стенка контейнера, если они есть, не несут нагрузки в настоящем изобретении, они могут быть изготовлены из более тонкого материала, чем это возможно в конструкциях уровня техники. Это будет облегчать их более простое и, таким образом, более дешевое изготовление.

В конструкции, где монолитный катализатор имеет продольный канал, поверхность, закрывающая дно канала и дно контейнера, может быть сформирована как один элемент, или она может быть двумя отдельными деталями, соединенными вместе. Две поверхности могут лежать в одной плоскости, но согласно предпочтительной конструкции они находятся в разных плоскостях. Согласно одной конструкции часть, закрывающая дно канала в монолитном катализаторе, находится на более низкой плоскости, чем нижняя поверхность остальной части контейнера. Это служит для облегчения размещения одного поддерживающего устройства для катализатора на поддерживающее устройство для катализатора, расположенное ниже него, когда необходимо использовать множество контейнеров. Следует понимать, что в альтернативной конструкции поверхность, закрывающая дно канала в монолитном катализаторе, может находиться на более высокой плоскости, чем нижняя поверхность остальной части контейнера.

В данной конструкции, хотя нижняя поверхность будет обычно сплошной, она может содержать одно или несколько дренажных отверстий. Если присутствуют одно или несколько дренажных отверстий, они могут быть закрыты фильтровальной тканью. Аналогично, дренажное отверстие, необязательно закрытое фильтровальной тканью, может находиться в поверхности, закрывающей дно внутреннего канала. Если носитель катализатора следует использовать в ориентации, отличной от вертикальной, дренажное отверстие, если есть, будет располагаться в другом месте, т.е. в таком, которое является самой

нижней точкой в поддерживающем устройстве при использовании.

Один или несколько разделительных элементов могут выступать вниз из нижней поверхности контейнера. Один или каждый разделительный элемент может быть образован в виде отдельных компонентов, или они могут быть образованы углублениями в нижней поверхности. Если эти разделительные элементы присутствуют, они помогают обеспечивать свободный путь для реагентов и продуктов, протекающих между нижней поверхностью первого носителя катализатора и верхней поверхностью второго нижнего поддерживающего устройства для катализатора при использовании. Разделитель может иметь глубину от приблизительно 4 мм, или приблизительно 5 мм, или приблизительно 6 мм до приблизительно 25 мм. Альтернативно или дополнительно, разделительные элементы могут находиться на верхней поверхности или могут выступать вверх из уплотнения.

Уплотнение или верхняя поверхность может иметь на своей верхней поверхности элементы для размещения поддерживающего устройства для катализатора относительно поддерживающего устройства для катализатора, установленного на используемое поддерживающее устройство. Элементы для размещения поддерживающего устройства могут иметь любую подходящую конструкцию. Согласно одной конструкции они представляют собой один или несколько стоячих воротников с отверстиями или зазорами в них для обеспечения доступа реагентов. Эти средства могут выступать в качестве отбойных перегородок для направления потока.

Какую бы конструкцию не использовали для поддерживающего устройства для катализатора, воротник может выступать вверх из верхней поверхности, которая при использовании будет располагаться впритык к нижней поверхности поддерживающего устройства для катализатора, установленного выше. Этот воротник при использовании будет обычно содержать отверстия для обеспечения потока через него. В одной конструкции воротник будет коллинеарным с наружной стенкой поддерживающего устройства, поскольку это будет максимизировать прочность поддерживающего устройства для катализатора.

Какую бы конструкцию не использовали для поддерживающего устройства для катализатора, наружная стенка поддерживающего устройства может быть гладкой, или она может быть профилированной. Если она профилированная, можно использовать любую подходящую форму. Подходящие формы включают складки, гофры и подобное. Складки, гофры и подобное будут обычно располагаться продольно по длине поддерживающего устройства. Форма наружной стенки поддерживающего устройства увеличивает площадь поверхности наружной стенки поддерживающего устройства и помогает при установке поддерживающего устройства для катализатора в трубку реактора, поскольку она будет обеспечивать сглаживание любой шероховатости поверхности на внутренней поверхности трубки реактора или разницу в допусках трубок реактора.

Отверстия в наружной стенке носителя могут иметь любую конфигурацию. Однако их число, размер, конфигурация и расположение будут выбирать для обеспечения того, чтобы течение реагента(ов) и продуктов не затруднялось, в то же время обеспечивая достаточное количество материала на наружной стенке поддерживающего устройства для обеспечения требуемой прочности для выдерживания нагрузки. В одной конструкции отверстия могут представлять собой дырки или прорези.

Отверстия могут быть любого подходящего размера и на любом расстоянии. Выбор подходящих размеров будет зависеть от присущей прочности материала, из которого изготовлено поддерживающее устройство для катализатора, толщины используемого материала, массы и числа поддерживающих устройств для катализатора, которые необходимо установить в трубку реактора, отмеченного перепада давления, длины трубки реактора и подобного. В одной конструкции размеры отверстий могут быть различными для различных поддерживающих устройств для катализатора в трубке реактора. Таким образом, в одной конструкции поддерживающее устройство для катализатора, которое при использовании необходимо разместить ближе к верхней части трубки реактора, может иметь область, на которой отверстия расположены, состоящую на 90% из отверстий, тогда как поддерживающее устройство для катализатора, сконструированное для размещения ближе ко дну трубки реактора, может иметь только приблизительно 10% площади в виде отверстий. Это связано с тем, что поддерживающие устройства для катализатора, расположенные ближе ко дну трубки реактора, будут нести значительно большую массу, чем расположенные сверху. Специалист в данной области легко сможет рассчитать размеры и форму отверстий, принимая во внимание величину стенки, которую требуется сохранить для обеспечения необходимой структурной целостности и поддержки.

Материал стенки, если отверстия располагаются в наружной стенке поддерживающего устройства, можно удалять или можно оставлять частично прикрепленным к наружной стенке поддерживающего устройства. В данной конструкции положение материала можно выбирать для направления потока жидкости. В одном примере отверстия могут быть прорезями, и удаленный материал, например, выдавленный из прорезей, можно оставлять прикрепленным по меньшей мере на одной из четырех кромок прорези. Материал можно отгибать наружу так, чтобы, когда жидкость вытекала из поддерживающего устройства для катализатора через прорезь, она отклонялась, и режим потока с завихрениями возникал в пространстве между наружной поверхностью наружной стенки поддерживающего устройства и внутренней поверхностью трубки реактора. Завихрение жидкости, таким образом, будет увеличивать скорость газа и дополнительно увеличивать теплообмен, достигаемый при стекании жидкости вниз по стенке трубки

реактора. В одной альтернативной конструкции удаленный материал можно использовать для упрочнения наружной стенки поддерживающего устройства, где остается материал. Например, удаленный материал можно оставлять частично прикрепленным, а затем загигать за место прикрепления для того, чтобы он лежал на остальной стенке, при этом утолщая и, таким образом, упрочняя эту секцию стенки.

Без ограничения какой-либо теорией считается, что наружная стенка поддерживающего устройства служит для сбора реагентов/продуктов из перфорированной наружной стенки контейнера или монолитного катализатора и направления их к верхней части носителя поддерживающего устройства, собирая больше реагентов/продуктов, выходящих из наружной стенки контейнера или монолитного катализатора, когда они перемещаются вверх. Как описано выше, реагенты/продукты затем направляют вниз между стенкой трубки реактора и наружной частью наружной стенки поддерживающего устройства. Посредством данного способа теплообмен повышается к низу всей длины поддерживающего устройства для катализатора, но поскольку теплообмен отделен от катализатора, более горячий или более холодный, в случае необходимости, теплоноситель можно использовать без подавления реакции на стенке трубки реактора и в то же время обеспечивая регулирование температуры катализатора около центра контейнера соответствующим образом.

Уплотнение можно формировать любым подходящим образом. Однако оно будет обычно достаточно сжимаемым, чтобы приспосабливаться к наименьшему диаметру трубки реактора. Уплотнение будет обычно эластичным, скользящим уплотнением. Согласно одной конструкции можно использовать кольцевое уплотнение. Можно использовать сжимаемое кольцо с прорезью или кольцо с высоким коэффициентом расширения. Уплотнение можно формировать из любого подходящего материала при условии, что оно может выдерживать условия реакции. Согласно одной конструкции это может быть деформируемый фланец, проходящий от наружной стенки поддерживающего устройства или верхней поверхности носителя катализатора. Фланец может иметь больший размер, чем внутренний диаметр трубки реактора так, чтобы, когда носитель катализатора вставляли в трубку реактора, он деформировался для прилегания внутри и взаимодействия с трубкой реактора.

Поскольку в настоящем изобретении наружная стенка носителя ограничена с обоих концов соединением с основанием и с верхней поверхностью, наружная стенка поддерживающего устройства не может деформироваться. Это обеспечивает то, что носитель катализатора будет оставаться по центру в трубке реактора с постоянным зазором между наружной стенкой поддерживающего устройства и внутренней стенкой трубки реактора.

Будет понятно, что хотя наружная стенка поддерживающего устройства описана как проходящая от нижней поверхности к верхней поверхности, наружная стенка поддерживающего устройства может заходить за уплотнение. Таким образом, уплотнение может располагаться в верхней части поддерживающего устройства, необязательно как часть верхней поверхности, или оно может располагаться в подходящем месте на наружной стенке носителя при условии, что оно находится над отверстиями в наружной стенке поддерживающего устройства. Наличие гибкости там, где может располагаться уплотнение, означает, что уплотнение может быть толще, чем в предыдущих конструкциях и обеспечивать большую площадь контакта со стенкой трубки реактора и, таким образом, увеличивать величину доступного уплотнения.

Одним преимуществом настоящего изобретения является то, что катализатор можно предоставлять потребителю в поддерживающих устройствах настоящего изобретения, которые можно затем легко устанавливать в трубках реактора с минимальным временем простоя. Таким образом, катализатор можно загружать в поддерживающее устройство для катализатора в месте производства катализатора. Он может быть предварительно восстановлен и стабилизирован или инкапсулирован, устраняя необходимость в обработке катализатора на месте. Как только катализатор отработал, поддерживающие устройства можно легко удалять из реактора в виде отдельных элементов и легко транспортировать для утилизации или регенерации при необходимости.

Отверстия в наружной стенке поддерживающего устройства можно герметизировать, например, при помощи ленты для транспортировки. Это может быть важным для сохранения катализатора в инертной атмосфере или для защиты рабочих от воздействия катализатора. Уплотнение можно будет затем удалять перед использованием. Аналогично верхняя часть носителя может быть герметизирована.

Еще одно преимущество настоящего изобретения состоит в том, что избегают проблем, отмеченных в конструкциях уровня техники, при обеспечении равномерного заполнения каждой трубки реактора трубчатого реактора.

Поддерживающее устройство для катализатора настоящего изобретения обеспечивает использование катализатора в среде для сильно экзотермических или эндотермических реакций. Устройство обеспечивает использование больших трубок реактора, что приводит к большой массе и снижению стоимости для реактора при заданной емкости, поскольку теплообмен фактически происходит в микроканальной зоне на стенке трубки реактора. Это дает превосходный теплообмен с охлаждающей/нагревающей средой. Кроме того, поскольку катализатор отделен от охлаждающей/нагревающей среды, может допускаться большая разница температур, поскольку эффект теплообмена отделен от реакции. Если множество поддерживающих устройств для катализатора настоящего изобретения вставлены в трубку реактора,

это фактически обеспечивает множество последовательных адиабатических реакторов в каждой трубке реактора.

Поддерживающее устройство для катализатора можно использовать в широком спектре процессов. Примеры подходящих процессов включают реакторы для экзотермических реакций, такие как реакции получения метанола, реакции получения аммиака, реакции метанирования, реакции сдвига, реакции окисления, такие как образование малеинового ангидрида и этиленоксида, реакции Фишера-Тропша и подобные. Эндотермические реакции, такие как предварительный риформинг, дегидрирование и подобные, можно проводить в реакторах, содержащих носители катализатора настоящего изобретения.

Поддерживающие устройства для катализатора настоящего изобретения могут содержать конструкции с измерителем температуры, описанные в документе GB 1401518.4, содержание которого включено в настоящий документ ссылкой.

Поддерживающее устройство для катализатора настоящего изобретения может быть заполнено или частично заполнено любым подходящим катализатором.

Согласно второму аспекту настоящего изобретения обеспечивается трубка реактора, содержащая множество поддерживающих устройств для катализатора согласно вышеуказанному первому аспекту настоящего изобретения.

Согласно третьему аспекту настоящего изобретения обеспечивается реактор, содержащий одну или несколько трубок реактора из вышеописанного второго аспекта.

Согласно четвертому аспекту настоящего изобретения обеспечивается способ проведения реакции, в котором реагенты поступают в поддерживающее устройство для катализатора вышеуказанного первого аспекта, трубку реактора вышеуказанного второго аспекта или реактор вышеуказанного третьего аспекта.

Поток реагентов через слой катализатора предпочтительно радиальный.

Настоящее изобретение теперь будет описано в качестве примера со ссылкой на сопутствующие графические материалы, на которых

на фиг. 1 представлен вид в перспективе одного варианта осуществления поддерживающего устройства для катализатора настоящего изобретения;

на фиг. 2 - поперечное сечение, если смотреть сбоку;

на фиг. 3 - вид в перспективе одной конфигурации отверстий наружной стенки поддерживающего устройства;

на фиг. 4 - схематический вид потока газа через отверстия;

на фиг. 5 - поперечное сечение одной альтернативной конструкции.

Один пример поддерживающего устройства 1 для катализатора настоящего изобретения показан на фиг. 1-3. Поддерживающее устройство 1 содержит кольцеобразный контейнер 2, который имеет перфорированные внутреннюю и наружную стенки 3, 4 контейнера. Перфорированная стенка 3 определяет внутренний канал 5. Верхняя поверхность 6 закрывает кольцеобразный контейнер сверху. Ее помещают в точке около верхней части внутренней и наружной стенок 3, 4 кольцеобразного контейнера 2 так, чтобы образовался выступ 7. Нижняя поверхность 8 закрывает дно кольцеобразного контейнера 2, а поверхность 9 закрывает внутренний канал 5, образованный внутренней стенкой 3 контейнера. Поверхность 9 расположена на более высокой плоскости, чем нижняя поверхность 8.

Уплотнение 10 выступает из верхней поверхности 6, а стоячий воротник 11 обеспечен соосно с внутренним каналом 5.

Крышка 12 закрывает верхнюю часть внутреннего канала 5. Отверстия 13 в крышке обеспечивают поступление жидкости.

Наружная стенка 14 поддерживающего устройства окружает контейнер 2. Отверстия 16 обеспечивают выход жидкости из поддерживающего устройства для катализатора.

Поддерживающее устройство 1 для катализатора настоящего изобретения расположен в трубке 15 реактора. Поток газа показан схематично на фиг. 2 стрелками.

Как показано на фиг. 3, некоторая часть материала наружной стенки поддерживающего устройства может оставаться соединенной с наружной стенкой поддерживающего устройства. Этот фланец вызывает завихрение газа при его выходе из поддерживающего устройства для катализатора, как показано на фиг. 4.

В конструкции, показанной на фиг. 5, разделитель 20 может располагаться над поддерживающим устройством для катализатора, боковые стенки разделителя 20 могут быть одним целым с наружной стенкой поддерживающего устройства или могут быть отдельной деталью. Отверстия 21 расположены в стенке разделителя для обеспечения потока в пространство над верхней поверхностью поддерживающего устройства для катализатора.

В этой конструкции реагенты протекают через отверстия 21 в разделитель 20 и в пространство над верхней поверхностью 6. Затем поток является таким же, как показано на фиг. 2.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Поддерживающее устройство для катализатора для вставки в трубку трубчатого реактора, при-

чем указанное поддерживающее устройство для катализатора содержит

кольцеобразный контейнер для удерживания используемого катализатора, причем указанный контейнер имеет перфорированную внутреннюю стенку контейнера, определяющую внутренний канал, перфорированную наружную стенку контейнера, верхнюю поверхность, закрывающую кольцеобразный контейнер, и нижнюю поверхность, закрывающую кольцеобразный контейнер;

поверхность, закрывающую дно указанного внутреннего канала, образованного внутренней стенкой кольцеобразного контейнера;

наружную стенку поддерживающего устройства, проходящую от нижней поверхности к верхней поверхности и упирающуюся в верхнюю поверхность;

канал между наружной стенкой поддерживающего устройства и перфорированной наружной стенкой контейнера;

уплотнение, выступающее из контейнера на некоторое расстояние от наружной стенки поддерживающего устройства;

причем указанная наружная стенка поддерживающего устройства имеет отверстия, расположенные под уплотнением.

2. Поддерживающее устройство для катализатора по п.1, содержащее крышку, закрывающую внутренний канал, образованный перфорированной внутренней стенкой контейнера, причем указанная крышка содержит одно или несколько отверстий.

3. Поддерживающее устройство для катализатора по любому из пп.1, 2, в котором наружная стенка поддерживающего устройства гладкая или профилированная.

4. Поддерживающее устройство для катализатора по любому из пп.1-3, в котором отверстия в наружной стенке поддерживающего устройства представляют собой прорези.

5. Поддерживающее устройство для катализатора по любому из пп.1-4, в котором при формировании в наружной стенке отверстий материал наружной стенки поддерживающего устройства в местоположении отверстия остается частично прикрепленным на одной из сторон отверстия к наружной стенке поддерживающего устройства.

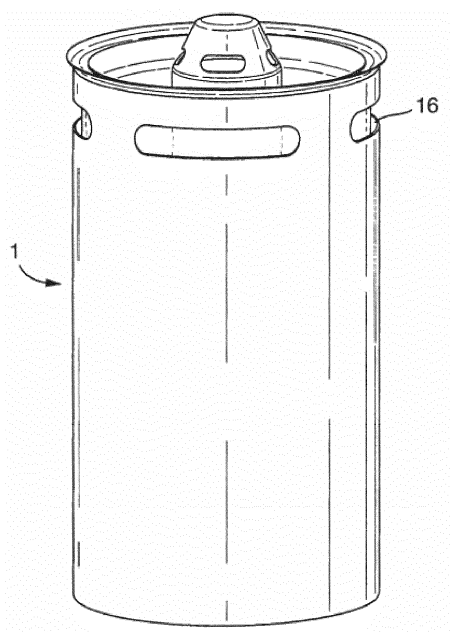
6. Поддерживающее устройство для катализатора по п.5, в котором прикрепленный материал наружной стенки поддерживающего устройства отогнут наружу для направления потока жидкости.

7. Поддерживающее устройство для катализатора по любому из пп.1-6, дополнительно содержащее катализатор.

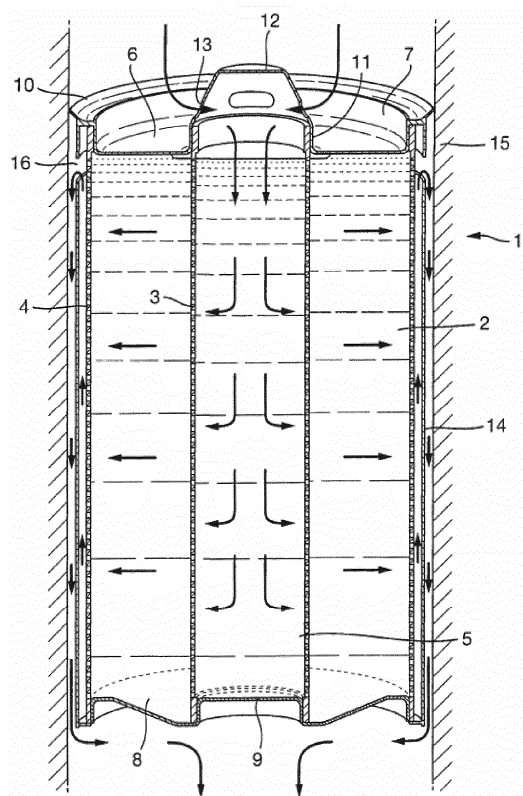
8. Трубка реактора, содержащая множество поддерживающих устройств для катализатора по любому из пп.1-7.

9. Реактор, содержащий одну или несколько трубок реактора по п.8.

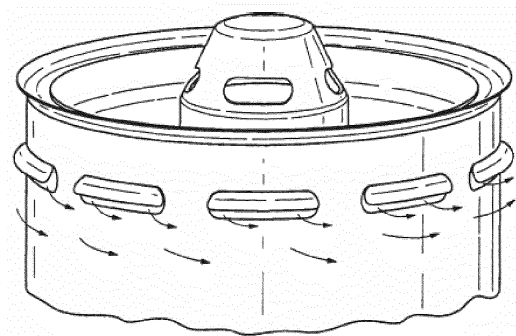
10. Способ проведения реакции, в котором реагенты поступают в поддерживающее устройство для катализатора по любому из пп.1-7, трубку реактора по п.8 или реактор по п.9.



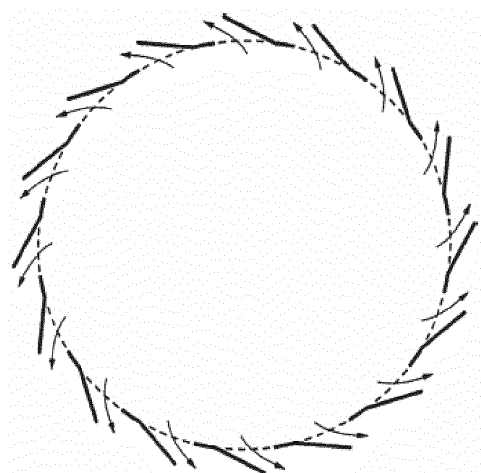
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

